تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج الإماراتية

حل أوراق عمل مراجعة منهج انسباير

موقع المناهج ⇦ المناهج الإماراتية ⇦ الصف الرابع ⇦ علوم ⇦ الفصل الثاني ⇦ أوراق عمل ⇦ الملف

تاريخ إضافة الملف على موقع المناهج: 2025-02-17 10:10:01

المزيد من مادة علوم:	ملفات ا كتب للمعلم ا كتب للطالب ا اختبارات الكترونية ا اختبارات ا حلول ا عروض بوربوينت ا أوراق عمل منهج انجليزي ا ملخصات وتقارير ا مذكرات وبنوك ا الامتحان النهائي ا للمدرس

التواصل الاجتماعي بحسب الصف الرابع

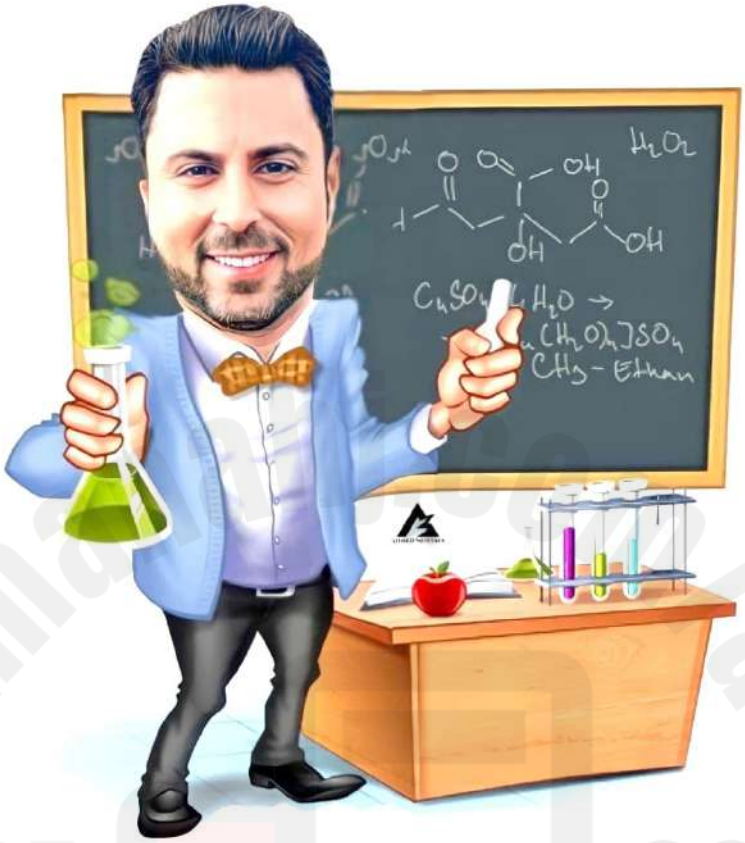
صفحة المناهج الإماراتية على فيسبوك					
المواد على تلغرام	التربية الاسلامية	اللغة العربية	اللغة الانجليزية	الرياضيات	

المزيد من الملفات بحسب الصف الرابع والمادة علوم في الفصل الثاني

1	ملخص الدرس الثالث خواص الماء
2	عرض بوربوينت الدرس الرابع الحرارة Heat منهج انسباير
3	عرض بوربوينت حل درس الحرارة
4	عرض بوربوينت حل درس الكثافة والطفو
5	عرض بوربوينت حول حل درس استخدام الطاقة الكهربائية

MR / MOHAMED

MOHSEN 2025



الأحماض و القواعد

1. الجزء الأول : شرح + تدريبات
2. الجزء الثانى : أسئلة امتحانات سابقة
3. الجزء الثالث : مراجعة عامة + مهارات عُليا

أ / محمد محسن محمد

هذه المذكرات عملاً خالصاً لوجه الله ، لا يهدف إلى تحقيق أي منفعة مادية أو شخصية

القسم (1)

مقدمة فى الأحماض و القواعد

الأحماض فى حياتنا : تلعب الأحماض دوراً كبيراً في حياتنا (أمثلة)

- عندما يشعر النمل بالخطر على مستعمرة النمل ، فإنه يبعث مادة تسمى حمض الفورميك HCOOH تحذر جميع المستعمرة .
- الأحماض التي تذوب في مياه المطر تقوم بنحت كهوف حجرية جيرية هائلة ، و تحطم مباني قيمة و تماثيل مع الوقت .
- تُعطي الأحماض النكهة للكثير من المشروبات و الأطعمة .
- الحمض في المعدة يساعد في هضم الأطعمة التي نتناولها.

القواعد فى حياتنا : تلعب القواعد كذلك دوراً كبيراً في حياتنا (أمثلة)

- الصابون الذي نستخدمه عبارة عن قواعد .
- الأقراص المضادة للحموضة التي نتناولها عند حدوث اضطرابات في المعدة ، كلها قواعد .
- الكثير من المنتجات المنزلية عبارة عن أحماض وقواعد .

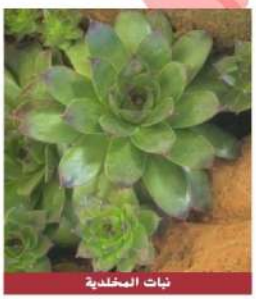
الخصائص الفيزيائية للأحماض و القواعد

وجه المقارنة	الخصائص الفيزيائية للأحماض	الخصائص الفيزيائية للقواعد
الطعم	المحاليل الحمضية لها مذاق حمضي لاذع	محاليلها المائية لها مذاق مر (قابض)
أثرها	الأحماض المركزة مواد آكلة (حارقة) تتلف أنسجة الجسم و الملابس و كثير منها مواد سامة .	محاليها المائية المخففة زلقة الملمس (ملمس صابونى) القلويات المركزة لها تأثير كاوٍ على الجلد و متلف للأنسجة
التوصيل الكهربائى	المحاليل الحمضية لها القدرة على توصيل الكهرباء	المحاليل القاعدية لها القدرة على توصيل الكهرباء

علل : المشروبات الغازية طعمها لاذع ؟	⊙ بسبب احتوائها على حمض الكربونيك و حمض الفسفوريك .
علل : مشروب الليمون و الجريب فروت طعمهما لاذع ؟	⊙ لاحتوائهما على حمض الستريك و السكوربيك .
علل : مذاق الخل يكون حامضياً ؟	⊙ بسبب وجود حمض الأسيتيك .
علل : الصابون يصبح زلقاً عندما يبلله الماء ؟	⊙ لاحتوائه على مواد قاعدية ، و القواعد تكون زلقة الملمس .
علل : الماء النقى لا يوصل الكهرباء و لكن عندما يضاف إليه حمض أو قاعدة فإنه يُصبح موصلاً للكهرباء ؟	⊙ لأن الماء يتأين ذاتياً لكن بدرجة ضعيفة جداً جداً و يكون عدد الأيونات قليل جداً فلا يوصل الكهرباء و لكن عند إضافة حمض أو قاعدة فإنهما يُنتجان أيونات تجعل المحلول موصلاً للكهرباء .
علل : لا يجب عليك محاولة التعرف على أي حمض أو قاعدة عن طريق التذوق أو اللمس ؟	⊙ لأن الأحماض المركزة مواد حارقة تتلف أنسجة الجسم و الملابس و كثير منها مواد سامة . ⊙ أيضاً القلويات المركزة لها تأثير كاوٍ على الجلد و متلف للأنسجة
علل : يقال دائماً أن حبة الدواء مُرة ؟	⊙ لأن أغلب الأدوية تحتوى على قواعد ، و الطعم المر من خصائص القواعد .

أمثلة حياتيه 1 : التربة يوجد منها ← تربة حمضية (حامضية) ، تربة قاعدية (قلويــة)

نبات الورديّة


نبات المخلدية

- نبات الوردية ← ينمو فى التربه الرطبة المعتدلة الحموضه .
- نبات المخلدية ← ينمو فى التربه الأقل رطوبة و القاعدية قليلاً .

أمثلة حياتيه 2 : المنظفات ← (حمض الهيدروكلوريك HCl – المورياتيك) يُستخدم لتنظيف الطوب و الخرسانة ، القاعدة القوية (هيدروكسيد الصوديوم NaOH) تُستخدم لفتح أنابيب الصرف المسدودة

الخصائص الكيميائية للأحماض و القواعد

وجه المقارنة	الخصائص الكيميائية للأحماض	الخصائص الكيميائية للقواعد
التفاعل مع ورق تباع الشمس	تحول ورق تباع الشمس الأزرق إلى اللون الأحمر (الأحماض تُحمر تباع الشمس)	تحول ورق تباع الشمس الأحمر إلى اللون الأزرق (القواعد تُزرق تباع الشمس)
تفاعل الأحماض مع الفلزات	تتفاعل الفلزات مع المحاليل المائية للأحماض لينتج ملح و يتصاعد غاز الهيدروجين مثال : يتفاعل الخارصين مع حمض الهيدروكلوريك ، كما فى المعادلة التالية : $Zn_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow ZnCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$	
تفاعل الأحماض مع الكربونات و الكربونات الهيدروجينية للفلزات	تتفاعل كربونات الفلزات CO_3^{2-} و الكربونات الهيدروجينية HCO_3^- مع المحاليل المائية للأحماض لينتج ملح و ماء و يتصاعد غاز ثانى أكسيد الكربون مثال : عند إضافة الخل إلى صودا الخبز ، يحدث تفاعل بين حمض الأسيتيك ($HC_2H_3O_2$ / CH_3COOH) الذائب في الخل و كربونات الصوديوم الهيدروجينية ($NaHCO_3$) ينتج غاز CO_2 الذى يسبب ظهور الفقاعات. $NaHCO_{3(s)} + CH_3COOH_{(aq)} \rightarrow CH_3COONa_{(aq)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$ $NaHCO_{3(s)} + HC_2H_3O_{2\,(aq)} \rightarrow NaC_2H_3O_{2\,(aq)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$	

علل : يتعرف الجيولوجيون على الصخور على أنها صخور جيرية باستخدام محلول حمض الهيدروكلوريك ؟

حيث أن الصخور الجيرية تتكون بصفة أساسية من $CaCO_3$ لهذا فإنه عند إضافة قطرات من HCl إذا نتج فقاعات ثانى أكسيد الكربون فهذا يعنى أن الصخر يحتوى على الجير .

ملاحظة : الأحماض لا تتفاعل بسهولة مع الفلزات غير النشطة مثل : Pt , Cu , Au , Hg , Ag (الفلزات الثمينة)

أيونات الهيدرونيوم H_3O^+ و الهيدروكسيد OH^-

أيون الهيدرونيوم : ⊙ أيون الهيدرونيوم H_3O^+ عبارة عن أيون هيدروجين مرتبط بجزيء ماء بواسطة رابطة تساهمية .

⊙ يمكن استخدام الرمزين H^+ و H_3O^+ بشكل متبادل ، حيث أن H_3O^+ ما هو إلا أيون هيدروجين متميأ .

$$H_2O + H^+ \rightarrow H_3O^+$$

أنواع المحاليل : ⊙ جميع محاليل الماء تحتوي على أيونات هيدروجين (H^+) وأيونات هيدروكسيد (OH^-)

⊙ تحدد الكميات النسبية للأيونين ما إذا كان المحلول المائي حمضي أو قاعدي أو متعادل .

المحلول الحمضى	♦ هو المحلول الذى يحتوي على أيونات هيدروجين H^+ (أكثر) من أيونات الهيدروكسيد OH^-
المحلول القاعدى	♦ هو المحلول الذى يحتوي على أيونات هيدروجين H^+ (أقل) من أيونات الهيدروكسيد OH^-
المحلول المتعادل	♦ هو المحلول الذى يحتوى على (تركيزات متساوية) من أيونات الهيدروجين H^+ و أيونات الهيدروكسيد OH^-

التأين الذاتى للماء :

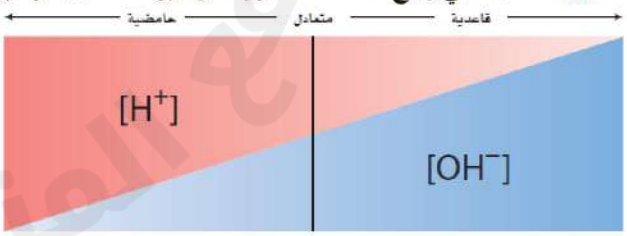
⊙ الماء النقي ينتج أعدادا متساوية من أيونات H^+ و أيونات OH^- في عملية تعرف باسم [التأين الذاتي] :

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

⊙ تتفاعل جزيئات الماء مع أيونات الهيدروجين لتنتج أيونات الهيدرونيوم :

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

لاحظ : ان العلاقة بين تركيز [H^+] و تركيز [OH^-] علاقة عكسية



لاحظ : يسمى أيون الهيدروجين الموجب كذلك بالـ (بروتون)

➢ تتكون ذرة الهيدروجين من بروتون واحد و إلكترون واحد H_1^1 و عندما ننزع منها إلكترون لتتحول إلى أيون موجب H^+ فإنه يتبقى بها بروتون واحد ، لذا يُطلق على أيون الهيدروجين الموجب اسم البروتون .

تدريبات 1

① **معادلات** : اكتب معادلات موزونة للتفاعلات التالية : ⓐ الألومنيوم و حمض الكبريتيك ⓑ الماغنسيوم و حمض الهيدروكلوريك

② **معادلات** : أكتب المعادلة الأيونية الصرفة لتفاعل كربونات الكالسيوم و حمض الهيدروبروميك ؟

نموذج أرهينيوس

حمض أرهينيوس	محمد محسن عبارة عن مادة تحتوي على الهيدروجين ، و يتأين لإنتاج أيونات الهيدروجين في المحلول المائي .
قاعدة أرهينيوس	محمد محسن عبارة عن مادة تحتوي على مجموعة هيدروكسيد ، و تنفصل لإنتاج أيون الهيدروكسيد في المحلول المائي .

مثال على أحماض أرهينيوس	تتأين جزيئات HCl لتكوين أيونات H^+ التي تجعل المحلول حمضياً $HCl_{(g)} \rightarrow H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$
مثال على قواعد أرهينيوس	عند ذوبان المركب الأيوني هيدروكسيد الصوديوم $NaOH$ في الماء، فإنه ينفصل لينتج أيونات OH^- التي تجعل المحلول قاعديا $NaOH_{(s)} \rightarrow Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$

قصور نموذج أرهينيوس

① فشل في تفسير سلوك القواعد الضعيفة : حيث وجد أن هناك بعض المركبات القاعدية لا تحتوى على مجموعة الهيدروكسيد OH^- فى صيغتها إلا إنها عند إذابتها فى الماء تُنتج أيونات الهيدروكسيد OH^- !!!
و بالتالي فهى فعلياً تعتبر قواعد لأن محلولها قاعدى و لكن تبعاً بنموذج أرهينيوس فإنها لا تُصنف على أنها قواعد

أمثلة

⊙ الأمونيا NH_3 : لا تحتوى الأمونيا على مجموعة الهيدروكسيد و لكنها تنتج أيونات الهيدروكسيد فى المحلول

$$NH_3 + H_2O \rightarrow NH_4^+ + OH^-$$

⊙ كربونات الصوديوم Na_2CO_3 : لا تحتوى كربونات الصوديوم على مجموعة الهيدروكسيد و لكنها تنتج أيونات الهيدروكسيد فى المحلول .

$$Na_2CO_3 + H_2O \rightarrow NaHCO_3 + Na^+ + OH^-$$

② كذلك اشترط أرهينيوس أن تكون القاعدة أو الحمض فى محلول مائى ... لكن وجد أن بعض المواد تسلك كأحماض أو كقواعد دون أن تكون في المحلول المائي !!!

محمد محسن علل : قاعدية بحيرة النطرون فى وادى الصدع الشرق أفريقى في تنزانيا ؟	حيث تدخل المياه المحملة بكربونات الصوديوم Na_2CO_3 المذابة من الصخور البركانية المحيطة إلى البحيرة لكنها لا تجد مخرجاً منها ، فتقوم عملية التبخير بتركيز المعادن تاركةً قشرة بيضاء على السطح و مياه عاليه القلوية .
محمد محسن علل : (لا يتم) تصنيف الكثير من المركبات التى تحتوى على ذرات هيدروجين على أنها أحماض أرهينيوس ؟	فقط المركبات التي لديها ذرة هيدروجين أو أكثر قابلة (للتأين) هى التى تعتبر أحماض أرهينيوس .

تدريبات 2

محمد محسن ① صنف : كل مركب من حيث كونه حمض أرهينيوس أو قاعدة أرهينيوس ؟

A - $Mg(OH)_2$ ..... B - H_2S .....

C - H_3PO_4 ..... D - $RbOH$ .....

محمد محسن ② فسر : ما السبب وراء استخدام H_3O^+ و H^+ بشكل متبادل فى المعادلات الكيميائية ؟

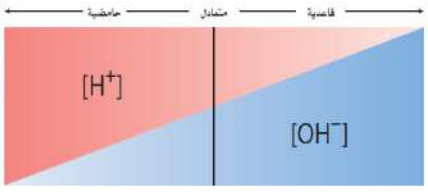
.....

محمد محسن ③ أكتب : معادلة كيميائية موزونة لكل مما يلي :

A - تفكك هيدروكسيد المغنيسيوم الصلب في الماء .....

B - تأين حمض البروبانويك (CH_3CH_2COOH) في الماء .....

محمد محسن ④ فسر : معنى المقاسات النسبية للمنطقتين المظللتين إلى يمين الخط الرأسى الداكن ؟



.....

.....

.....

نموذج برونشتد – لوري

اقترح العالمان برونشتد و لوري نموذجاً أكثر شمولية للأحماض و القواعد ، حيث يركز النموذج على أيون الهيدروجين H^+

حمض برونشتد ـ لوري	قاعدة برونشد ـ لوري
هو المادة (المانحة) لأيون الهيدروجين H^+	هو المادة (المستقبلة) لأيون الهيدروجين H^+
أو : هو أى جزيء أو أيون مَانح للبروتون H^+	أو : هى جزيء أو أيون مُستقبل للبروتون H^+
مثل : HCl - HNO_3	مثل : OH^- - NH_3
$HCl + H_2O \rightarrow H_3O^+ + Cl^-$	$NH_3 + H_2O \rightarrow NH_4^+ + OH^-$

المانح والمستقبل لأيون الهيدروجين

مثال تطبيقى للحمض الافتراضى HX

$$HX_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + X^-_{(aq)}$$

حمض – قاعدة – حمض مرافق – قاعدة مرافقة

- عند ذوبان جزئ من HX في الماء ، فإنه يمنح أيون H^+ لجزيء الماء و بالتالى فهو يعمل كـ (حمض) .
- جزئ الماء يستقبل أيون H^+ ، و بالتالى فهو يعمل كـ (قاعدة) .
- الجزئ X^- في النواتج يعتبر (قاعدةً) لأن لديه شحنة سالبة و يمكنه استقبال أيون H^+ موجب .
- أيون الهيدرونيوم H_3O^+ في النواتج يعتبر (حمضاً) لأن به أيون H^+ إضافى يمكنه أن يمنحه .
- يمكن حدوث تفاعل بين الحمض و القاعدة في الاتجاه العكسي حيث يتفاعل الحمض H_3O^+ مع القاعدة X^- لتكوين الماء و HX ، وبهذا يتحقق الاتزان الآتي : $HX_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + X^-_{(aq)}$

الأحماض والقواعد المرافقة

$$HX_{(aq)} + H_2O_{(l)} \leftrightarrow H_3O^+_{(aq)} + X^-_{(aq)}$$

- فى التفاعل أعلاه : التفاعل الأمامي تفاعل حمض وقاعدة ، كما أن التفاعل العكسي هو أيضا تفاعل حمض وقاعدة .
- الحمض والقاعدة اللذان يتفاعلان في التفاعل العكسي يعرفان كـ [حمض مرافق ـ قاعدة مرافقة] .

الحمض المرافق	هو النوع الذي يَنتُج عندما تستقبل قاعدة أيون هيدروجين .
القاعدة المرافقة	هي النوع الذي يَنتُج عندما يمنح الحمض أيون هيدروجين .

مثال الحمض المرافق	القاعدة H_2O تستقبل أيون هيدروجين من الحمض HX و تصبح الحمض المرافق H_3O^+
مثال القاعدة المرافقة	الحمض HX يمنح أيون الهيدروجين الذي يملكه و يصبح القاعدة المرافقة X^-

- تتضمن تفاعلات برونشتد لوري زوجين (حمض – قاعدة) مرافق .
- يتكون (زوج الحمض ـ القاعدة المرافق) من مادتين مرتبطتين معا عن طريق منح واستقبال أيون هيدروجين واحد .

لاحظ أن

- تفاعلات برونشتد لوري تعتبر أنظمة تبادلية ، أى يجب أن يكون التفاعل عبارة عن متفاعلين و ناتجين .
- و يحدث خلال التفاعل انتقال للبروتون (H^+)
- و يكون فيه زوجى (حمض – قاعدة) يطلق عليهما الأزواج المرافقة

$$HCl + H_2O \rightarrow H_3O^+ - Cl^-$$
حمض – قاعدة – حمض مرافق – قاعدة مرافقة

$$HCl + NH_3 \rightarrow NH_4^+ + Cl^-$$
حمض – قاعدة – حمض مرافق – قاعدة مرافقة

$$H_2O_{(l)} + NH_{3(aq)} \leftrightarrows NH_4^+{}_{(aq)} + OH^-{}_{(aq)}$$
حمض – قاعدة – حمض مرافق – قاعدة مرافقة

0508304382

الخلاصة

ملاحظة مهمة : في زوج الحمض ـ القاعدة المرافقة يجب أن يحتوي الحمض على بروتون (H^+) واحد أكثر من قاعدته المرافقة (أى يكون الفرق بين الحمض و القاعدة بروتون (H^+) واحد فقط) .

H_2SO_4 / HSO_4^-	زوج حمض ـ قاعدة مرافق	لأن الفرق بين الحمض و القاعدة بروتون (H^+) واحد فقط
NH_3 / NH_2^-	زوج حمض ـ قاعدة مرافق	لأن الفرق بين الحمض و القاعدة بروتون (H^+) واحد فقط
HCl / Cl^-	زوج حمض ـ قاعدة مرافق	لأن الفرق بين الحمض و القاعدة بروتون (H^+) واحد فقط

OH^- / H^+	ليس زوج حمض ـ قاعدة مرافق	لأن لديهما نفس عدد البروتونات (H^+)
H_2CO_3 / CO_3^{2-}	ليس زوج حمض ـ قاعدة مرافق	لأن الفرق بين الحمض و القاعدة 2 بروتون (H^+)
H_3PO_4 / PO_4^{3-}	ليس زوج حمض ـ قاعدة مرافق	لأن الفرق بين الحمض و القاعدة 3 بروتون (H^+)

ملاحظة مهمة :

- لكى نَوجِد القاعدة المرافقة للحمض فإننا (نُزيل / نَحذف) بروتون (H^+) واحد فقط من الحمض .
- لكى نَوجِد الحمض المرافق للقاعدة فإننا (نَزيد / نُضيف) بروتون (H^+) واحد فقط على القاعدة .

القاعدة المرافقة [نحذف (H^+)]	المركب	الحمض المرافق [نزيد (H^+)]
SO_4^{2-}	HSO_4^-	H_2SO_4
PO_4^{3-}	HPO_4^{2-}	$H_2PO_4^-$
O^{2-}	OH^-	H_2O

تدريبات 3

① اختر : الإجابة الصحيحة فيما يلي :

I. أي مما يلي ليس زوجاً مرافقاً ؟

Ⓐ H_3O^+ / H_2O Ⓑ HBr / Br^- Ⓒ NH_3 / NH_2^- Ⓓ H_3PO_4 / HPO_4^{2-}

II. أي مما يلي لا يمثل زوجاً مرافقاً ؟

Ⓐ CH_3COOH / CH_3COO^- Ⓑ HF / F^- Ⓒ NH_4^+ / NH_3 Ⓓ H_2SO_4 / SO_4^{2-}

III. أي مما يلي يمثل زوجاً مرافقاً ؟

Ⓐ H_2CO_3 / CO_3^{2-} Ⓑ NH_4^+ / NH_2^- Ⓒ HCl / Cl^- Ⓓ OH^- / H^+

② اكتب : صيغة القاعدة المرافقة للأحماض التالية :

H_2S	H_2	HCO_3^-	HI	OH^-	CH_3COOH	H_2CO_3	H_2O

③ اكتب : صيغة الحمض المرافق للقواعد التالية :

OH^-	F^-	NO_3^-	SO_4^{2-}	ClO^-	HPO_4^{2-}	NH_3	H_2O

④ أكتب : معادلة موزونة للتفاعل بين حمض وقاعدة الذى نواتجه هى H_3O^+ و SO_4^{2-} و حدد أزواج الحمض القاعدة المرافقة ؟

.....

.....

تطبيقات على أحماض و قواعد برونشتد - لوري

فلوريد الهيدروجين HF (حمض برونشتد – لوري)

معادلة تأين HF فى الماء	$HF_{(g)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + F^-_{(aq)}$ حمض – قاعدة – حمض مرافق – قاعدة مرافقة
استعمالات حمض HF	يستخدم فلوريد الهيدروجين في تصنيع مجموعة مختلفة من المركبات التي تحتوي على الفلور ، مثل الطلاء غير اللاصق في أدوات المطبخ و الذى ينتج عن طريق تفاعل HF مع الهيدروكربونات لاحلال ذرات الفلور محل ذرات الهيدروجين

الأمونيا NH_3 (قاعدة برونشتد – لوري)

معادلة تأين NH_3 فى الماء	$NH_{3(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NH^+_{4(aq)} + OH^-_{(aq)}$ قاعدة – حمض – حمض مرافق – قاعدة مرافقة
ملاحظات على NH_3	جميع الأحماض و القواعد التي تندرج تحت تعريف أرهنيوس للأحماض و القواعد تندرج كذلك تحت تعريف برونشتد – لوري ، و ليس العكس (علل ؟) الأمونيا NH_3 لا يمكن اعتبارها قواعد طبقا لتعريف أرهنيوس لأن لا يوجد بها مجموعة هيدروكسيد OH^- لكن الأمونيا NH_3 يمكن تصنيفها كقواعد طبقا لنموذج برونشتد - لوري لأنها تستقبل أيون الهيدروجين (بروتون موجب) H^+ عندما تذوب فى الماء لانتاج أيون الأمونيوم NH_4^+

الماء H_2O (حمض و قاعدة برونشتد – لوري)

الماء حمض برونشتد لوري	يمكن أن يكون الماء حمض طبقا لنموذج برونشتد – لوري و ذلك عندما يمنح أيون الهيدروجين H^+ $NH_{3(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NH^+_{4(aq)} + OH^-_{(aq)}$ قاعدة – حمض – حمض مرافقة – قاعدة مرافق
الماء قاعدة برونشتد لوري	يمكن أن يكون الماء قاعدة طبقا لنموذج برونشتد – لوري و ذلك عندما يستقبل أيون الهيدروجين H^+ $HF_{(g)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + F^-_{(aq)}$ حمض – قاعدة – حمض مرافق – قاعدة مرافقة

تدريبات 4

① ما هو الحمض المرافق في معادلة التفاعل الآتي : $HX_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + X^-_{(aq)}$ ؟

Ⓐ HX Ⓑ H_2O Ⓒ H_3O Ⓓ X^-

② ما هي القاعدة المرافق في معادلة التفاعل الآتي : $B + H_2O \rightarrow HB^+ + OH^-$ ؟

Ⓐ B Ⓑ H_2O Ⓒ HB^+ Ⓓ OH^-

③ في معادلة التفاعل الآتي : $HCN_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + CN^-_{(aq)}$ ، أي مما يأتي صحيح ؟

Ⓐ يعتبر HCN من قواعد برونشتد – لوري
Ⓑ يعتبر H_2O من أحماض برونشتد – لوري
Ⓒ يمنح HCN أيون هيدروجين للماء H_2O
Ⓓ يمنح CN^- أيون هيدروجين من الماء H_2O

المركبات الأمفوتيرية

المركبات الأمفوتيرية : هى مواد يمكنها أن تتفاعل كحمض أو كقاعدة .

التفسير

- يعتمد فِعل هذا النوع من المواد على قوة الحمض أو القاعدة التي تتفاعل معها :
- فمثلاً إذا تفاعل حمض مع حمض آخر أقوى منه فإنه سيتفاعل كقاعدة و الآخر كحمض (و القواعد بالمثل)
- أما إذا تفاعل حمض مع حمض آخر أضعف منه فإنه سيتفاعل كحمض و الآخر كقاعدة (و القواعد بالمثل)

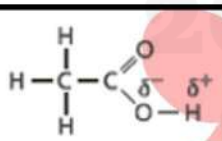
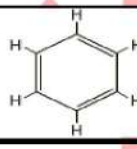
أمثلة للمواد الأمفوتيرية

الماء H_2O	يتفاعل الماء مع الأحماض الأقوى منه كقاعدة فيكتسب بروتوناً $H_2O + HCl \rightarrow H_3O^+ + Cl^-$ يتفاعل الماء مع القواعد الأقوى منه كحمض فيمنح بروتوناً $H_2O + NH_3 \rightarrow NH_4^+ + OH^-$
أيون سالب مرتبط بذرة H أو أكثر قابلة للتأين مثل : OH^- , HCO_3^- , HSO_4^- HPO_4^{-2} , $H_2PO_4^-$	➢ الأيونات السالبة المرتبطة بذرة هيدروجين قابلة للتأين تكون مواد أمفوتيرية حيث: يمكن أن تتفاعل كحمض و تمنح بروتوناً موجباً $HCO_3^- + OH^- \rightarrow CO_3^{2-} + H_2O$ أو تتفاعل كقاعدة و تستقبل بروتوناً موجباً $HCO_3^- + H_3O^+ \rightarrow H_2CO_3 + H_2O$

التأين و عدم التأين

يعتمد كَون الهيدروجين قابلاً للتأين على قطبية رابطته ، كلما زادت قطبية الرابطة و انخفضت طاقتها زادت قوة الحمض

تعتمد قوة الحمض على :
1- قطبية الرابطة بين الهيدروجين والعنصر المرتبط به .
2- طاقة الرابطة (سهولة كسر هذه الرابطة) .

أمثلة		
حمض الأسيتيك CH_3COOH	الأكسجين أكثر سالبية كهربائية من الهيدروجين فتكون الرابطة بين الأكسجين و الهيدروجين قطبية ، و لذلك تستطيع ذرة الهيدروجين المترتبطة بالأكسجين أن تتأين في المحلول ، لهذا فإن CH_3COOH يعتبر حمض فى المحلول . (لاحظ وجود ذرتي أكسجين COOH)	
فلوريد الهيدروجين HF	الفلور أعلى سالبية كهربائية من الهيدروجين ، فتكون الرابطة بين الفلور و الهيدروجين قطبية ، و لذلك تكون ذرة الهيدروجين قابلة للتأين إلى حد ما ، لهذا فإن HF يعتبر حمض في المحلول (حمض الهيدروفلوريك)	
البنزين C_6H_6	يكون فرق السالبية الكهربائية بين ذرات الكربون والهيدروجين صغيراً ، فتكون الرابطة بين الكربون و الهيدروجين غير قطبية و لذلك فإن البنزين ليس حمضاً لأنه لا يتأين فى المحلول	

ملاحظات هامة

أيون مثل $HCOO^-$ أو CH_3COO^- (لا يُعتبر) مادة أمفوتيرية بالرغم من أنه أيون سالب مرتبط معه هيدروجين (علل ؟)
لأن ذرة الهيدروجين المرتبطة مع الكربون غير قابلة للتأين حيث أن الرابطة بين الكربون و الهيدروجين غير قطبية .

أيون مثل CO_3^{2-} (لا يُعتبر) مادة أمفوتيرية (علل ؟) لأنه يمكن أن يستقبل بروتون $CO_3^- + H_2O \rightarrow HCO_3^- + OH^-$
و لكنه لا يمكن أن يمنح بروتون بسبب عدم احتوائه على هيدروجين قابل للتأين .

مركب مثل H_2CO_3 (لا يُعتبر) مادة أمفوتيرية (علل ؟) لأنه يمكن أن يمنح بروتون $H_2CO_3 + H_2O \rightarrow HCO_3^- + H_3O^+$
و لكنه لا يمكن أن يستقبل أي بروتون إضافي .

أيون مثل H^- (لا يُعتبر) مادة أمفوتيرية (علل ؟) لأنه يمكن أن يستقبل بروتون $H^- + H^+ \rightarrow H_2$ و لكنه لا يمكن أن يمنح بروتون

تدريبات 5

① اختر : الإجابة الصحيحة فيما يلي :

I. أى المواد التالية تعتبر مادة أمفوتيرية ؟

Ⓐ NH_4^+ Ⓑ PO_4^{3-} Ⓒ $C_2H_3O_2^-$ Ⓓ HS^-

II. أى المواد التالية لا تعتبر مادة أمفوتيرية ؟

Ⓐ H_2O Ⓑ HPO_4^{2-} Ⓒ HCO_3^- Ⓓ H_3O^+

III. أي المواد التالية يمكن ان يتفاعل كحمض و كقاعدة ؟

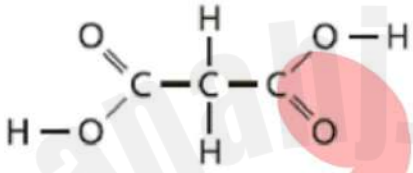
Ⓐ HF Ⓑ H^- Ⓒ $HCOO^-$ Ⓓ HSO_4^-

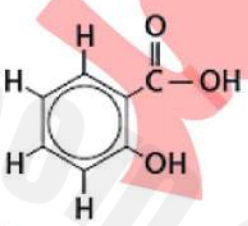
② فسر : يمكن أن يكون الأيون HCO_3^- حمضاً و قاعدةً ؟

.....

.....

③ حدد : أي ذرات هيدروجين ُ يحتمل أن تكون قابلة للتأين في الصيغة البنائية المرافقة ؟





ملاحظات

ليست كل المركبات التي تحتوي على H أحماضاً ، و لا كل المركبات التي تحتوي على OH قواعد.

⊙ حمض CH_3COOH & HCl ⊙ قاعدة $NaOH$ & NH_3 ⊙ كحول (لا حمض ولا قاعدة) CH_3OH

كل أحماض أرهينيوس تعتبر أحماضاً لبرونشتد – لوري (علل ؟) و ذلك لأن جميع أحماض أرهينيوس تمنح بروتونات للماء إذن فهى تعتبر أحماض برونشتد – لورى .

ليست كل أحماض برونشتد – لورى تعتبر أحماضاً لأرهينيوس (علل ؟) حيث أن بعض المواد غير الجزيئية (مثل الأيونات الموجبة) يمكن أن تمنح أيون هيدروجين H^+ ، هذه المواد ليست أحماضاً لأرهينيوس و لكنها تعتبر أحماضاً لبرونشتد – لورى .

مثال : فى هذا التفاعل : [[$NH_4^+ + Cl^- \rightarrow HCl + NH_3$]] أيون (NH_4^+) يعتبر حمضاً عند برونشتد لورى لأنه منح بروتوناً (H^+) لأيون الكلور السالب لكنه ليس حمضاً عند أرهينيوس .

كل قواعد أرهينيوس يجب أن تحتوى على مجموعة الهيدروكسيد OH ، بينما أيون OH^- بالإضافة إلى أي أيون سالب يعتبر قاعدة برونشتد – لوري مثل : Cl^- - F^- - HSO_4^- لأنه يمكن أن يستقبل بروتوناً (أيون هيدروجين) .

كل قواعد أرهينيوس تعبر قواعداً لبرونشتد - لورى ، لكن لاحظ أن الذى يستقبل البروتون (H^+) هنا ليس المركب كاملاً و لكن الذى يستقبل البروتون (H^+) هو مجموعة الهيدروكسيد (OH^-) الموجودة في تلك القواعد .

في تفاعلات حمض وقاعدة برونشتد ـ لوري تنتقل البروتونات من الحمض إلى القاعدة .

التفاعل	التفسير	الحمض	القاعدة
$HCl + NH_3 \rightarrow NH_4^+ + Cl^-$	انتقل البروتون (H^+) من HCl إلى NH_3	HCl	NH_3
$NH_3 + H_2O \rightleftarrows NH_4^+ + OH^-$	انتقل البروتون (H^+) من H_2O إلى NH_3	H_2O	NH_3
$HCl + H_2O \rightarrow H_3O^+ + Cl^-$	انتقل البروتون (H^+) من HCl إلى H_2O	HCl	H_2O

لا تنسونا من صالح الدُعاء

عـلل

علل : يُعتبر HCl حمضاً تبعاً لنموذج أرهينيوس ؟	لانه مركب يحتوى على الهيدروجين ، و عندما يتأين في المحلول المائي فإنه ينتج أيونات الهيدروجين H^+ . $H_2O + HCl \rightarrow H_3O^+ + Cl^-$
علل : يُعتبر هيدروكسيد الصوديوم NaOH قاعدةً تبعاً لنموذج أرهينيوس ؟	لانه مركب يحتوى على مجموعة الهيدروكسيد OH، و عندما يتفكك في المحلول المائي فإنه ينتج أيونات الهيدروكسيد . $NaOH + H_2O \rightarrow Na^+ + OH^-$
علل : جميع أحماض أرهينيوس هى أحماض برونشتد – لوري ؟	لأن جميع أحماض أرهينيوس تمنح أيونات الهيدروجين H^+ للماء إذن فهى أحماض برونشتد – لوري .
علل : الأمونيا NH_3 يمكن اعتبارها قواعد طبقا لنموذج برونشتد – لوري و لكن لا يمكن اعتبارها قواعد تبعاً لنموذج أرهنيوس ؟	➢ يمكن تصنيف الأمونيا NH_3 كقواعد طبقا لنموذج برونشتد - لوري لأنها تستقبل أيون الهيدروجين (بروتون موجب) H^+ عندما تتأين فى الماء ➢ و لكن لا يمكن اعتبارها قواعد طبقا لتعريف أرهنيوس لأن لا يوجد بها مجموعة هيدروكسيد OH .
علل : يسلك الماء كحمض و كقاعدة حسب نظرية برونشتد - لوري ؟ علل : الماء مادة أمفوتيرية ؟	➢ لأنه يمكن أن يمنح بروتوناً (أيون هيدروجين H^+) فيكون حمضاً : $NH_3 + H_2O \rightarrow NH_4^+ + OH^-$ ➢ و يمكن أن يكتسب بروتوناً (أيون هيدروجين H^+) فيكون قاعدةً : $HCl + H_2O \rightarrow H_3O^+ + Cl^-$
علل : البنزين C_6H_6 ليس حمضاً بالرغم من احتوائه على ذرات هيدروجين ؟	البنزين ليس حمضاً لأنه لا يتأين فى المحلول ، لأن فرق السالبية الكهربائية بين ذرات الكربون والهيدروجين صغيراً ، فتكون الرابطة بين الكربون و الهيدروجين غير قطبية (غير قابلة للتأين)

تدريبات 6

① وضح : كيف تحدد تراكيز أيونات الهيدروجين وأيونات الهيدروكسيد ما إذا كان المحلول حمضي أو قاعدي أو متعادل ؟

② فسر : سبب عدم تصنيف الكثير من المركبات التي تحتوي على ذرة أو أكثر من الهيدروجين على أنها أحماض أرهنيوس ؟

③ انقد : العبارة التالية : "المادة التي تكون صيغتها الكيميائية تحتوي على مجموعة هيدروكسيل يجب اعتبارها قاعدةً "

④ علل : يُصنف أيون Cl^- ضمن قواعد برونشتد – لوري ، و لكنه لايُصنف ضمن قواعد أرهينيوس ؟

⑤ علل : تعتبر مواد مثل H_2CO_3 أو HCN أحماضاً ، بينما مواد مثل C_6H_6 او $HCOO^-$ لا تعتبر أحماضاً ؟

⑥ علل : يعتبر CH_3COOH حماضاً ، بينما CH_3OH لا يعتبر حمضاً ؟

لا تنسونا من صالح الدُعاء

تصنيف الأحماض حسب عدد البروتونات

- حمض أحادى البروتون
- حمض متعدد البروتون
  - حمض ثنائى البروتون
  - حمض ثلاثى البروتون

الحمض أحادى البروتون : هو أى حمض به ذرة هيدروجين واحدة قابلة للتأين .

الحمض المتعدد البروتون : هو أى حمض به أكثر من ذرة هيدروجين قابلة للتأين .

حمض أحادى البرتون	حمض ثنائى البروتون	حمض ثلاثى البروتون
الحمض الذى يستطيع منح بروتون واحد فقط	الحمض الذى يستطيع منح بروتونين	الحمض الذى يستطيع منح ثلاث بروتونات
يتأين على مرحلة واحدة	يتأين على مرحلتين	يتأين على ثلاث مراحل
المول الواحد منه ينتج 1 مول من أيونات الهيدرونيوم H_3O^+ في المحلول المائي .	المول الواحد منه 2 مول من أيونات الهيدرونيوم H_3O^+ في المحلول المائي .	المول الواحد منه 3 مول من أيونات الهيدرونيوم H_3O^+ في المحلول المائي
$HClO_4$, HI , CH_3COOH , HNO_3	H_2SO_4 , H_2S , H_2CO_3	H_3PO_4 , H_3BO_3

نوع الحمض	مثال	مراحل التأين	محتويات المحلول
حمض أحادى البرتون	$HCl + H_2O \rightarrow H_3O^+ + Cl^-$	مرحلة واحدة	H_3O^+ , Cl^-
حمض ثنائى البروتون	$H_2SO_4 + H_2O \rightarrow H_3O^+ + HSO_4^-$ $HSO_4^- + H_2O \rightleftarrows H_3O^+ + SO_4^{-2}$	مرحلتين	HSO_4^- , SO_4^{-2} , H_3O^+
حمض ثلاثى البروتون	$H_3PO_4 + H_2O \rightleftarrows H_3O^+ + H_2PO_4^-$ $H_2PO_4^- + H_2O \rightleftarrows H_3O^+ + HPO_4^{-2}$ $HPO_4^{-2} + H_2O \rightleftarrows H_3O^+ + PO_4^{-3}$	ثلاث مراحل	H_3O^+ , $H_2PO_4^-$ HPO_4^{-2} , PO_4^{-3} جزيئات H_3PO_4

ملاحظات

أحماض مثل الأسيتيك CH_3COOH و الفورميك $HCOOH$ تُعتبر أحادية البروتون بالرغم من أحتوائها على أكثر من ذرة هيدروجين ؟

⊙ التفسير : ➢ لأن ذرة الهيدروجين المرتبطة بذرتي الأكسجين هى التى تتأين فقط حيث لأن الأكسجين أكثر سالبية كهربائية من الهيدروجين فتكون الرابطة بين الأكسجين و الهيدروجين قطبية .

➢ أما باقى ذرات الهيدروجين المرتبطة مع الكربون لا تتأين ، حيث أن فرق السالبية الكهربائية بين ذرات الكربون و الهيدروجين صغيراً ، فتكون الرابطة بين الكربون و الهيدروجين غير قطبية .

⊙ لاحظ : ➢ غالبا ما تكتب صيغة كما الأسيتيك على الصورة $HC_2H_3O_2$ لتأكيد حقيقة أن ذرة واحدة فقط من ذرات الهيدروجين الأربع في الجزيء قابلة للتأين .

تدريبات 7

① اختر : الإجابة الصحيحة فيما يلي :

I. أى الأحماض التالية ليس حمض أحادي البروتون ؟

Ⓐ $HClO_4$ Ⓑ $HCOOH$ Ⓒ HC_2H_3O Ⓓ H_2CO_3

II. أى الأحماض التالية يستطيع منح أيون هيدروجين واحد فقط عند تأينه ؟

Ⓐ H_2SO_4 Ⓑ HNO_3 Ⓒ H_3PO_4 Ⓓ H_2S

III. أي الأحماض التالية لا يصنف على أنه حمض متعدد البروتون ؟

Ⓐ H_2S Ⓑ CH_3COOH Ⓒ H_2SO_4 Ⓓ H_3PO_4

نموذج لويس

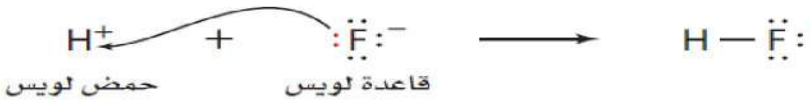
لم تستطع نظرية برونشتد – لورى تفسير حمضية بعض المواد التي لا تحتوي على الهيدرورجين مثل $AlCl_3$

اقترح العالم (لويس) نموذجاً للأحماض والقواعد أكثر عمومية حيث قد طبق نظرية [الزوج الإلكتروني للارتباط الكيميائي] على تفاعلات الأحماض والقواعد ، و لم يشترط وجود الهيدروجين .

حمض لويس	قاعدة لويس
أيون أو جزيء به فلك ذري خال يمكن أن يستقبل (يشارك) زوج إلكترونات	أيون أو جزيء به زوج إلكترونات غير مرتبط يمكنه أن يمنحه (يشاركه)
حمض لويس عبارة عن مستقبل لزوج إلكترونات	قاعدة لويس عبارة عن مانح لزوج إلكترونات

تفاعل حمض ـ قاعدة لويس

تكوين فلوريد الهيدروجين HF

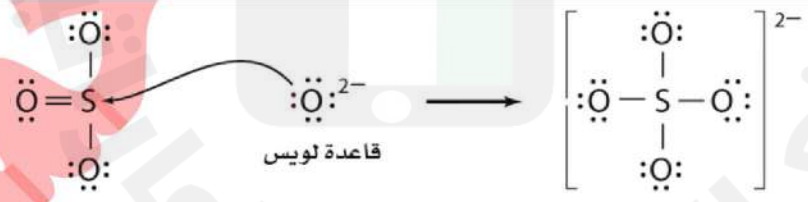


التفاعل	$H^+ + F^- \rightarrow HF$
حمض لويس	يُعتبر H^+ حمض لويس ، لأن الذرة ينقصها الكترونات و فلكها الأول خالٍ أى لديها القابلية لـ [استقبال] زوج من الالكترونات
قاعدة لويس	يُعتبر F^- قاعدة لويس ، لأن لديه زوج الكترونات حُر (غير مرتبط) أى لديه القابلية لـ [مـنـح] زوج من الالكترونات

تكوين مركب BF_3NH_3

التفاعل	$BF_3 + NH_3 \rightarrow BF_3NH_3$
حمض لويس	يُعتبر BF_3 حمض لويس ، لأن الذرة المركزية B ينقصها الكترونات ، و لديها فلك خالي أى لديها القابلية لـ [استقبال] زوج من الالكترونات
قاعدة لويس	تُعتبر NH_3 قاعدة لويس ، لأن لديها زوج الكترونات حُر (غير مرتبط) أى لديها القابلية لـ [مـنـح] زوج من الالكترونات

تكوين أيون الكبريتات SO_4^{2-}



التفاعل	$SO_3 + O^{2-} \rightarrow SO_4^{2-}$
حمض لويس	يُعتبر SO_3 حمض لويس ، لأن الذرة المركزية S لديها فلك خالي أى لديها القابلية لـ [استقبال] زوج من الالكترونات
قاعدة لويس	يُعتبر O^- قاعدة لويس ، لأن لديه زوج الكترونات حُر (غير مرتبط) أى لديه القابلية لـ [مـنـح] زوج من الالكترونات

لا تنسونا من صالح الدُعاء

تحديد حمض و قاعدة لويس

تركيب لويس

♦نكتب التركيب الالكتروني للذرة المركزية (الوسطية) .
♦نرسم تركيب لويس للجزيء أو الايون .

الأحماض
- إذا كانت الذرة المركزية لديها فلك خالي يعتبر الجزيء أو الايون (حمض لويس) .
- الايونات الموجبة تعتبر (أحماض لويس) .

القواعد
- إذا كانت الذرة المركزية لديها ازواج حُرة غير مرتبطة يعتبر الجزيء أو الايون (قاعدة لويس) .
- الايونات السالبة تعتبر (قواعد لويس) .

مثال

أحماض لويس

① الكاتيونات (الأيونات الموجبة) تعتبر أحماض لويس مثل : Ag^+ أيون الفضة ، H^+ أيون الهيدروجين .
② أى مركب تمتلك ذرته المركزية ثلاثة إلكترونات تكافؤ مثل (B بورون - Al ألومنيوم) يعتبر حمض لويس
مثل : BI_3 – BBr_3 – AlF_3 – $AlCl_3$ لأنه دائما يكون لديها فلك خالي يمكنه استقبال زوج الكترونات
③ مركبات أخرى مثل : SO_3

قواعد لويس

① الأنيونات (الأيونات السالبة) تعتبر قواعد لويس مثل : F^- أيون الفلوريد ، OH^- أيون الهيدروكسيد
② مركبات الأمونيا و الأمينات مثل : NH_3 و CH_3NH_2 و $C_2H_5NH_2$ لأن ذرة N فيها تمتلك زوج الكترونات حُر غير مرتبط
③ الماء H_2O يُعتبر من قواعد لويس
④ مركبات أخرى مثل : PCl_3

ملاحظات هامة

- جميع المواد المُصنفة أحماضاً و قواعد بحسب نموذج أرهنيوس تُصنف أيضاً أحماضاً و قواعد بحسب نموذج برونشتد – لوري
- لاحظ أن نموذَج لويس يشمل كل المواد المصنفة كأحماض و قواعد حسب نموذَج برونشتد- لوري وغيرها الكثير .
- تعريف لويس هو الأشمل والأوسع من بين التعريفات الثلاثة فهو ينطبق على كل نوع قادر على منح أو استقبال زوج من الإلكترونات ليكون رابطة مع نوع آخر و بالتالى استطاع تفسير سلوك الأحماض و القواعد التى لا تحتوى على هيدروجين .
- تعريف لويس يستند إلى روابط الجزيء و تركيبها ، و إظهار دور أزواج الالكترونات في تفاعلات الحمض والقاعدة .
- ليس من الضروري أن تحتوي الصيغة الكيميائية لحمض لويس على الهيدروجين H^+ مثل أيون الفضة Ag^+ فهو حمضاً عند لويس بالرغم من أنه لا يحتوى على هيدروجين .
- ليس من الضروري أن تحتوي الصيغة الكيميائية لقاعدة لويس على الهيدروكسيد OH^- مثل أيون الفضة F^- فهو قاعدةً عند لويس بالرغم من أنه لا يحتوى على الهيدروجين أو الهيدروكسيد .

تدريبات 8

① فسر : السبب وراء عدم تصنيف الكثير من أحماض و قواعد لويس كأحماض وقواعد أرهنيوس أو برونشتد-لوري ؟
② اكتب : بنية لويس لثالث كلوريد الفوسفور (PCl_3) هل يعتبر PCl_3 حمض لويس أم قاعدة لويس أم غير ذلك؟
③ حدد : أحماض وقواعد لويس في التفاعلات الآتية :

التفاعل	حمض لويس	قاعدة لويس
a. $H^+ + OH^- \rightleftharpoons H_2O$		
b. $Cl^- + BCl_3 \rightleftharpoons BCl_4$		
c. $SO_3 + H_2O \rightleftharpoons H_2SO_4$		

تطبيقات

انتاج كبريتات الماغنسيوم المائية $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ (ملح ابسوم)

ما هو ملح ابسوم	هو ملح سباعى الهيدرات صيغته [[$MgSO_4 \cdot 7H_2O$]]
تكوين ملح ابسوم	$SO_3 + MgO \rightarrow MgSO_4$ يتفاعل SO_3 مع MgO لانتاج كبريتات الماغنسيوم و يعتبر هذا التفاعل (تفاعل حمض – قاعدة لويس) حيث يمثل SO_3 حمض لويس لأنه يستقبل زوجاً من الالكترونات ، و يمثل أيون O^{2-} فى MgO قاعدة لويس لأنه يمنح زوجا من الالكترونات $SO_3 + O^{2-} \rightarrow {SO_4}^{2-}$
استعمالاته	1 – تخفيف آلام العضلات 2 – مغذ للنباتات
تطبيقات بيئية	التخلص من غاز SO_3 الملوث للبيئة الناتج من المصانع ⊙ ثالث أكسيد الكبريت SO_3 عبارة عن غاز ملوث ينتج من احتراق الكحول في حالة السماح بدخول SO_3 إلى الغلاف الجوي فإن يتحد مع الماء في الجو لتكوين حمض الكبريتيك ، الذي يسقط على الأرض كمطر حمضي. ⊙ يمكن إزالة SO_3 من غازات مداخن المصانع عن طريق اتحاده مع أكسيد المغنسيوم MgO في تفاعل حمض - قاعدة لويس حيث يتم حقن MgO في غازات أنبوبة المدخنة لمصانع الطاقة التي تدار بالفحم، فتتفاعل مع SO_3 و تزيله .

الانهيدريدات

انهيدريد حمضى	تعريفه	هو أكسيد يستطيع أن يتحد مع الماء لتكوين حمض
	أنواعها	أكاسيد اللافلزات ، مثل : CO_2
	مثال	$CO_2 + H_2O \leftrightarrows H_2CO_3$

انهيدريد قاعدى	تعريفه	هو أكسيد يستطيع أن يتحد مع الماء لتكوين قاعدة
	أنواعها	أكاسيد الفلزات ، مثل : CaO
	مثال	$CaO + H_2O \leftrightarrows Ca(OH)_2$

المطر الحمضى

المطر الحمضى : هو مياه المطر العالية الحمضية التى تحتوى على محاليل حمضية ناتجة عن ذوبان بعض أكاسيد اللافلزات مثل : CO_2 , NO , NO_2 , SO_3 , SO_2 في ماء المطر .

أثار المطر الحمضى :

① تفتيت المنحوتات
② يؤثر في النظام البيئي كمياه البيئة و الغابات و يُغير خصائص التربة .
③ انخفاض الثروة السمكية في البحيرات و الأنهار .
④ انخفاض التعدد البيولوجي في النظام البيئي .
⑥ تكوين كهوف ضخمة تحت الأرض .

تكوّن الكهوف :

⊙ عندما يصل ماء المطر الحمضي إلى الأرض فإن بعضه ينساب في التربة و يصل إلى القاع الصخري من الحجر الجيري
⊙ يقوم ببطء بإذابة الحجر الجيري وعلى مدار آلاف السنين يعمل ذوبان الحجر الجيري على تكوين كهوف ضخمة تحت الأرض
⊙ داخل الكهف تتساقط المياه الجوفية من السقف في هيئة قطرات و ترسب بعض الحجر الجيري المذاب و تكون تلك الترسبات ، على شكل :

هوابط	الترسبات الجيرية المتدليه من سقوف الكهوف .
صواعد	الترسبات الجيرية التى ترتفع من أرضية الكهوف .

مقارنة بين نماذج (أرهينيوس & برونشتد- لوري & لويس)		
النموذج	الحمض	القاعدة
نموذج أرهينيوس	يحتوى على ذرات H و يزيد من تركيز H^+	يحتوى على مجموعة OH و تزيد من تركيز OH^-
نموذج برونشتد ـ لوري	يمنح بروتوناً H^+	تستقبل بروتوناً H^+
نموذج لويس	يستقبل زوج إلكترونات	تمنح زوج إلكترونات

قصور نموذج أرهينيوس	اشترط أرهينيوس أن تحتوى القواعد على مجموعة الهيدروكسيد OH ، لكن وجد أن بعض المواد تسلك كقواعد دون أن تحتوى على OH مثل NH_3 كذلك اشترط أرهينيوس أن تكون القاعدة أو الحمض فى محلول مائى ، لكن وجد أن بعض المواد تسلك كأحماض أو قواعد دون أن تكون في المحلول المائي
قصور نموذج برونشتد ـ لوري	لم يستطع نموذج برونشتد ـ لورى تفسير حمضية بعض المواد التي لا تحتوي على الهيدرورجين مثل $AlCl_3$

سؤال و جواب

☒ عـــلل : الأمونيا NH_3 تعتبر قاعدة حسب نموذج برونشتد ـ لورى و لويس و لكنها ليست قاعدة حسب نموذج أرهينيوس ؟

✓ الإجابة : • حسب أرهينيوس : لا يحتوى المركب على OH ، إذن فهى ليست قاعدة .
• حسب برونشتيد : تستقبل البروتون الموجب ، إذن فهي قاعدة .
• حسب لـويـــس : تمنح زوج إلكترونات لتكون رابطة تناسقية ، إذن فهى قاعدة .

☒ عـــلل : لماذا يعتبر تعريف لويس الأشمل ؟

✓ الإجابة : • لأن أي مادة حسب تعريف أرهينيوس أو برونشتيد- لوري يشملها تعريف لويس والعكس ليس صحيحاً .
• استطاع تفسير حمضية و قاعدية المواد التى لا تحتوى على هيدروجين .

☒ عـــلل : يعتبر OH^- من قواعد لويس ؟

✓ الإجابة : لأنه هو الذى يمنح زوج الإلكترونات عند اشتراكه فى التفاعلات .

مهارات عُليا 1

① أي مما يلي ليس لديه أي ذرات هيدروجين قابلة للتأين ؟

ⓐ H_2CO_3 ⓑ CH_3COOH ⓒ HCN ⓓ C_6H_6

② أي مما يلي يعتبر قاعدة من قواعد لويس ؟

ⓐ HCN ⓑ HNO_3 ⓒ NH_4^+ ⓓ NH_3

③ أي مما يلي يعتبر حمضاً من أحماض لويس ؟

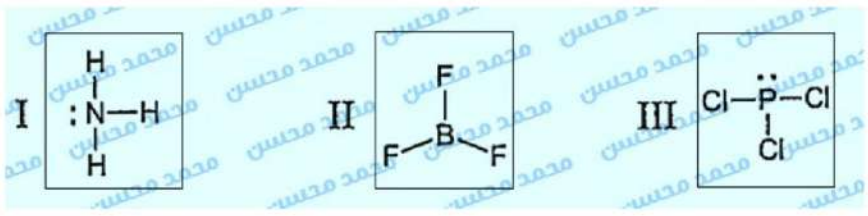
ⓐ Br^- ⓑ $Ba(OH)_2$ ⓒ BF_3 ⓓ BaO

④ ما المادة التي تعمل كحمض في التفاعل التالي : $Al(H_2O)_6^{3+} + H_2O \rightleftarrows H_3O^+ + Al(H_2O)_5(OH)^{2+}$

I	II	III
$Al(H_2O)_6^{3+}$	H_3O^+	$Al(H_2O)_5(OH)^{2+}$

ⓐ I فقط ⓑ II و III ⓒ II و I ⓓ IIII فقط

⑤ أي المواد التالية تعمل كقواعد لويس ؟



ⓐ I فقط ⓑ II فقط
ⓒ I و III ⓓ II و III

تدريبات 9

مراجعة القسم الأول

① أكمل : جدول المقارنة التالى بين كل من : نموذج أرهينيوس و نموذج برونشتد ـ لوري و نموذج لويس ؟

النموذج	الحمض	القاعدة
نموذج أرهينيوس		
نموذج برونشتد ـ لوري		
نموذج لويس		

② حدد : أزواج الحمض ـ القاعدة المرافقة فى كل معادلة :

المعادلة	الزوج الأول	الزوج الثاني
$HCOOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \leftrightarrows H_3O^+_{(aq)} + HCOO^-_{(aq)}$		
$NH_{3(aq)} + H_2O_{(l)} \leftrightarrows NH^+_{4(aq)} + OH^-_{(aq)}$		
$HNO_{3(aq)} + H_2O_{(l)} \rightarrow H_3O^+_{(aq)} + NO^-_{2(aq)}$		

③ تحليل : أجب عن الأسئلة التالية مع التفسير و ذكر أمثلة ؟

السؤال	الاجابة و التفسير	أمثلة
هل من الممكن بالنسبة لحمض أرهنيوس ألا يكون حمض برونشتد ـ لوري ؟		
هل من الممكن بالنسبة لحمض حسب نموذج برونشتد ـ لوري ألا يكون حمض أرهنيوس ؟		
هل من الممكن بالنسبة لحمض لويس ألا يصنف سواء كحمض أرهنيوس و لا كحمض برونشتد ـ لوري؟		

④ اكتب : معادلات التأين الثلاث لحمض البوريك H_3BO_3 ؟

⑤ اكتب : معادلة التأين الثانى لكل من : حمضي الكبريتيك H_2SO_4 و الكربونيك H_2CO_3 ، و حدد الازواج المرافقة لكل تفاعل ؟

⑥ استنتج : الفرق بين كل من : $HCl_{(g)}$ و $HCl_{(aq)}$ ؟

⑦ حدد : القاعدة فى كل من التفاعلات المذكورة فى الجدول التالى ، ثم اكتب صنفها من بين الخيارات التالية :

(قاعدة لويس & قاعدة أرهينيوس & قاعدة برونشتد – لوري)

التفاعل	صنف القاعدة	القاعدة
$NaOH_{(s)} \rightarrow Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$		
$HF_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightarrow H_3O^+_{(aq)} + F^-_{(aq)}$		
$BF_{3(g)} + NH_{3(g)} \rightarrow BF_3NH_3$		

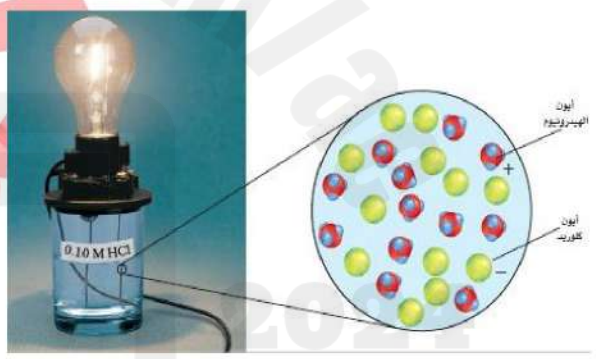
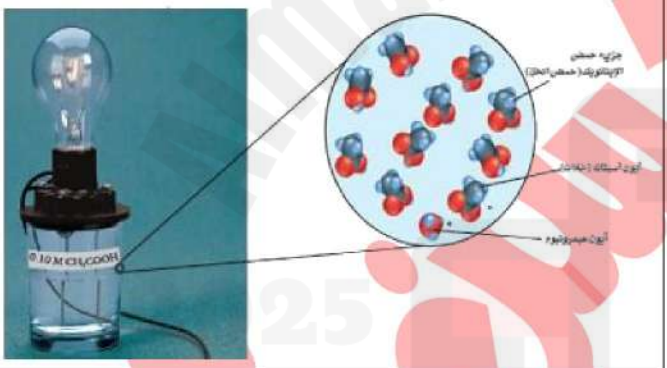
لا تنسونا من صالح الدُعاء

القسم (2)

قوة الأحماض

الحمض القوى	الحمض الضعيف
يتأين بشكل (تام) فى المحلول المائى	يتأين بشكل جزئي (غير تام) فى المحلول المائى
ينتج أقصى عدد من أيونات الهيدروجين في المحلول المائي	ينتج القليل من أيونات الهيدروجين في المحلول المائي
محاليلها موصلة جيدة للتيار الكهربائى لذلك تعتبر إلكتروليت قوي	محاليلها موصلة ضعيفة للتيار الكهربائى لذلك تعتبر إلكتروليت ضعيف
يوجد في المحلول المائي للحمض القوى (أيونات الهيدرونيوم + أيونات الحمض)	يوجد في المحلول المائي للحمض الضعيف (أيونات الهيدرونيوم + أيونات الحمض + جزيئات الحمض)
أمثلة ♦حمض الهيدروكلوريك HCl ♦ الهيدرويوديك HI ♦الهيدروبروميك HBr ♦ الكبريتيك H_2SO_4 ♦النيتريك HNO_3 ♦ الكلوريك $HClO_3$ ♦البيركلوريك $HClO_4$ ♦ البيريوديك HIO_4	أمثلة ♦ الهيدروسيانيك HCN ♦ حمض الأسيتيك CH_3COOH ♦الهيدروكبريتيك H_2S ♦حمض الكربونيك H_2CO_3 ♦ الهيدروفلوريك HF ♦ حمض الفسفوريك H_3PO_4 ♦الهيبو كلوروز $HClO$ ♦ حمض البوريك H_3BO_3

مثال للحمض القوي و الحمض الضعيف

حمض الهيدروكلوريك HCl تركيزه 0.1 M	حمض الأسيتيك $HC_2H_3O_2$ تركيزه 0.1 M
	
حمض قوي يتأين بشكل تام و ينتج أقصى عدد من الأيونات	حمض ضعيف يتأين بشكل جزئي و ينتج عدد قليل من الأيونات
المصباح يتوهج توهجاً ساطعاً لأن المحلول جيد التوصيل للكهرباء	المصباح يتوهج توهجاً باهتاً لأن المحلول ردئ التوصيل للكهرباء
يحتوي المحلول على أيونات فقط : أيون الهيدرونيوم أيون الكلوريد 	يحتوي المحلول على أيونات و جزيئات : أيون الهيدرونيوم أيون الأسيتات جزيئات الحمض

أشهر الأحماض القوية و الضعيفة

النوع	قوي	ضعيف
عضوى	---------	الفورميك $HCOOH$ / الأسيتيك CH_3COOH
هيدروجيني	هيدروكلوريك HCl / هيدرويوديك HI / هيدروبروميك HBr	هيدروفلوريك HF / هيدروكبريتيك H_2S / هيدروسيانيك HCN
أكسجيني	النيتريك HNO_3 / الكبريتيك H_2SO_4 الكلوريك $HClO_3$ / البيركلوريك $HClO_4$	الكربونيك H_2CO_3 / الفسفوريك H_3PO_4 الهيبوكلوروز $HClO$ / النيتروز HNO_2

ملاحظات هامة

1- **قوة الحمض** تعتمد على :

ⓐ على درجة تأينه ، أى مدى تزويده للمحلول المائي بأيونات الهيدروجين H^+ .

ⓑ على تركيز أيونات H^+ الناتجة في المحلول ، و ليس على عدد ذرات H في الصيغة الكيميائية للحمض .

2 – **الأحماض العضوية** (التى تحتوي على مجموعة الكربوكسيل COOH) :

ⓐ تكون أحماضاً ضعيفة لأن تأينها يكون تأين جزئ (غير تام)

ⓑ يوجد بها ذرة هيدروجين واحدة قابلة للتأين تتمتع بالصفة الحمضية و هي الذرة المتصلة بذرتي الأكسجين في المجموعة (COOH) أما باقى ذرات الهيدروجين المتصلة مباشرة بذرات الكربون فلاتتأين .

3 – **الأحماض متعددة البروتون** (الثنائية و الثلاثية) :

ⓐ كل مراحل التأين تتم فى المحلول نفسه ، لذلك فإن جميع الأيونات الناتجة عن التأين تكون موجودة فى نفس الوقت معاً ، بالإضافة إلى جزئيات الحمض نفسه إذا كان الحمض ضعيفاً .

ⓑ يكون التأين فى المراحل التي تلى المرحلة الأولى تأيناً غير تام حتى و إن كان الحمض قوياً .

ⓒ تركيز الأيونات المتكونة فى المرحلة الأولى هو الأكبر و ينخفض تباعاً بحسب تتابع مراحل التأين .

تعليلات

علل : محاليل الأحماض القوية تكون جيدة التوصيل للكهرباء ؟	لأنها تتأين بشكل تام و تنتج أقصى عدد من الأيونات فى المحلول .
علل : محاليل الأحماض الضعيفة تكون رديئة التوصيل للكهرباء ؟	لأنها تتأين بشكل غير تام وتنتج عدد قليل من الأيونات فى المحلول .
علل : عند وضع أقطاب مصباح كهربائى فى محلول حمض HCl تركيزه 0.1 M فإن المصباح يتوهج توهجاً ساطعاً ، بينما عند وضع أقطاب نفس المصباح فى محلول $HC_2H_3O_2$ تركيزه 0.1 M فإن المصباح يتوهج توهجاً باهتاً ؟	لأن حمض HCl حمض قوى يتأين بشكل تام و ينتج أقصى عدد من الأيونات فى المحلول بينما حمض $HC_2H_3O_2$ حمض ضعيف بشكل جزئى (غير تام) و ينتج عدد قليل من الأيونات فى المحلول
علل : حمض HBr قوي بينما حمض H_3PO_4 ضعيف بالرغم من وجود 3 ذرات هيدروجين في صيغته ؟	لأن قوة الحمض لا تعتمد على عدد ذرات H في الصيغة الكيميائية و لكن تعتمد على تركيز أيونات H^+ في المحلول .
علل : حمض الأسيتيك CH_3COOH ضعيف برغم احتواء صيغته على 4 ذرات هيدروجين ؟	لأن قوة الحمض لا تعتمد على عدد ذرات الهيدروجين في الصيغة الكيميائية ، ولكن تعتمد على درجة تأينه ، و حمض الأسيتيك يتأين بشكل غير تام و ينتج عدد قليل من أيونات H^+ في المحلول المائي .

تدريبات 10

1 - **فسّر** : لماذ لا تتساوى الأحماض جميعها فى القوة ؟

2 - **فسّر** : السبب وراء استخدام السهمين المتعاكسين في معادلات التأين لبعض الأحماض ؟

3 - **صف** : محتويات المحاليل المائية المخففة للأحماض التالية : HCOOH , HBr , H_2SO_4 , H_3PO_4

4 - **توقع** : أى الدورقين فى الصورة المقابلة قد يحتوى على حمض الهيبوكلوروز HClO 0.1 M ، مع التفسير ؟

5 - **أكتب** : معادلات التأين للأحمض التالية ، و حدد محتويات محلول كل منها ؟

الهيدروكلوريك HCl	الكربونيك H_2CO_3	الفسفوريك H_3PO_4	الكبريتيك H_2SO_4
الهيبو كلوروز HClO	النيتريك HNO_3	الهيدروفلوريك HF	الهيدروكبريتيك H_2S

قوة الحمض و نموذج برونشتد – لوري

الحمض القوي تكون قاعدته المرافقة ضعيفة . (بقدر ما يكون الحمض قوياً تكون قاعدته المرافقة ضعيفة)

القاعدة القوية يكون حمضها المرافق ضعيف . (بقدر ما تكون القاعدة قوية يكون حمضها المرافق ضعيفاً)

التفسير

الأحماض و القواعد القوية تتأين أو تتفكك بسهولة فى المحلول ، و لكى يحافظ الحمض على تأينه و القاعدة على تفككها يجب على الحمض المرافق و القاعدة المرافقة أن يكونا شديدى الضعف كى لا يتمكنا من منافسة الحمض القوى أو القاعدة القوية فى المحلول .

الشرح

الأحماض القوية تمنح البروتون H^+ بسهولة لذلك يتصف الأيون الناتج عنها بعد فقد البروتون H^+ (القاعدة المرافقة) بميل ضعيف نحو اجتذاب البروتون H^+ و الاحتفاظ به ، مما يجعله قاعدة ضعيفة .

الأحماض الضعيفة تمنح البروتون H^+ بصعوبة لذلك يتصف الأيون الناتج عنها بعد فقد البروتون H^+ (القاعدة المرافقة) بميل شديد نحو اجتذاب البروتون H^+ و الاحتفاظ به ، مما يجعله قاعدة قوية .

تفسير سبب تأين الأحماض القوية تأيناً تاماً ، و تأين الأحماض الضعيفة تأيناً جزئياً غير تام

الأحماض القوية	الأحماض الضعيفة
$HX_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightarrow H_3O^+_{(aq)} + X^-_{(aq)}$	$HY_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftarrows H_3O^+_{(aq)} + Y^-_{(aq)}$
الأحماض القوية HX تتأين كلياً	الأحماض الضعيفة HY تتأين جزئياً
يميل اتزان التأين نحو اليمين	يميل اتزان التأين نحو اليسار
يظهر فى المعادلة أسهم تفاعل ($\rightarrow$) ، سهم مفرد نحو اليمين	يظهر فى المعادلة أسهم اتزان ($\rightleftarrows$) ، أسهم مزدوجة
تفسير التأين التام للأحماض القوية تتأين الأحماض القوية تأيناً تاماً لأن القاعدة H_2O فى التفاعل الأمامى أقوى من القاعدة المرافقة X^- فى التفاعل العكسى و بالتالى فإن جذب القاعدة H_2O لأيون الهيدروجين H^+ أقوى من جذب القاعدة المرافقة X^- ، لذلك يميل الاتزان نحو اليمين ، و يتأين HX بنسبة 100% تقريباً .	تفسير التأين الغير تام للأحماض الضعيفة تتأين الأحماض الضعيفة تأيناً غير تام لأن القاعدة المرافقة Y^- فى التفاعل العكسى أقوى من القاعدة H_2O فى التفاعل الأمامى و بالتالى فإن جذب القاعدة المرافقة Y^- لأيون الهيدروجين H^+ أقوى من جذب القاعدة H_2O ، و تنجح في اقتناص أيون H^+ لذلك يميل الاتزان نحو اليسار ، و يكون تأين HY تأين جزئي غير تام .
فى الأحماض القوية يتواجد فى المحلول فقط أيونات	فى الأحماض الضعيفة يتواجد فى المحلول أيونات و جزيئات

مثال على تأين حمض قوي يميل فيه التفاعل نحو اليمين

$HClO_{4(aq)} + H_2O_{(l)} \rightarrow H_3O^+_{(aq)} + ClO^-_{4(aq)}$

حمض قوي — قاعدة أقوي — حمض مرافق أضعف — قاعدة مرافقة أضعف

قاعدة أقوي ⇩ قدرة أكبر على جذب أيون H^+

قاعدة مرافقة أضعف ⇩ قدرة أقل على جذب أيون H^+

مثال على تأين حمض ضعيف يميل فيه التفاعل نحو اليسار

$HC_2H_3O_{2(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftarrows H_3O^+_{(aq)} + C_2H_3O^-_{2(aq)}$

حمض ضعيف — قاعدة أضعف — حمض مرافق أقوي — قاعدة مرافقة أقوي

قاعدة أضعف ⇩ قدرة أقل على جذب أيون H^+

قاعدة مرافقة أقوي ⇩ قدرة أكبر على جذب أيون H^+

ملاحظة مهمة

التفاعلات القائمة على انتقال البروتون تُفضل إنتاج الحمض الأضعف والقاعدة الأضعف.

أى أن مقارنة قوة الأحماض و القواعد تسمح بتوقع نواتج التفاعل (اتجاه التفاعل) .

مهم : يكون (اتجاه التفاعل) دائماً نحو تكوين الحمض الأضعف و القاعدة الأضعف .

$$\underset{\text{حمض أقوي}}{HCl} + \underset{\text{قاعدة أقوي}}{H_2O} \rightarrow \underset{\text{حمض مرافق أضعف}}{H_3O^+} + \underset{\text{قاعدة مرافقة أضعف}}{Cl^-}$$

التفسير

- لا يستطيع الحمض الأضعف التغلب على الحمض الأقوى الذى يكون لديه قدرة أكبر على منح البروتون H^+ .
- كذلك لا تستطيع القاعدة الأضعف التغلب على القاعدة الأقوى التى يكون لديها قدرة أكبر على استقبال البروتون H^+ .
- و بالتالى يتفاعل الحمض الأقوى مع القاعدة الأقوى دائماً لينتجا الحمض الأضعف القاعدة الأضعف .

تدريبات 11

1. فيما يتعلق بالتفاعل المتزن التالى أي العبارات التالية غير صحيحة :

$$HC_2H_3O_{2(aq)} + H_2O_{(l)} \leftrightharpoons H_3O^+_{(aq)} + C_2H_3O_2^-{}_{(aq)}$$

Ⓐ القاعدة $C_2H_3O_2^-$ أقوى من القاعدة H_2O

Ⓑ القاعدة $C_2H_3O_2^-$ تملك جذباً للبروتون أكبر مما تمتلكه القاعدة H_2O

Ⓒ $HC_2H_3O_2$ حمض قوى

Ⓓ يتجه اتزان التأين بعيداً إلى اليسار

2. أى مما يأتي صحيح ؟

1	2
$HX(aq) + H_2O(l) \rightarrow H_3O^+(aq) + X^-(aq)$	$HY(aq) + H_2O(l) \leftrightharpoons H_3O^+(aq) + Y^-(aq)$

Ⓐ في التفاعل (1) القاعدة H_2O قاعدة أضعف من القاعدة X^-

Ⓑ في التفاعل (2) القاعدة H_2O قاعدة أقوى من القاعدة Y^-

Ⓒ في التفاعل (1) عند التنافس بين القواعد تنجح القاعدة H_2O في اقتناص أيون H^+

Ⓓ في التفاعل (2) يتجه اتزان التأين بعيداً نحو اليسار لأن القاعدة المرافقة Y^- تمتلك جذباً لأيون H^+ أقل من القاعدة H_2O

3. أي العبارات التالية صحيحة فيما يتعلق بمعادلة التأين التالية ؟

$$HCN_{(aq)} + H_2O_{(l)} \leftrightharpoons H_3O^+_{(aq)} + CN^-_{(aq)}$$

Ⓐ يتجه الاتزان بعيداً إلى اليمين لأن القاعدة المرافقة CN^- تمتلك جذباً للأيون H^+ أكبر من القاعدة H_2O

Ⓑ يتجه الاتزان بعيداً إلى اليسار لأن القاعدة المرافقة CN^- تمتلك جذباً للأيون H^+ أقل من القاعدة H_2O

Ⓒ يتجه الاتزان بعيداً إلى اليسار لأن القاعدة المرافقة CN^- تمتلك جذباً للأيون H^+ أكبر من القاعدة H_2O

Ⓓ يتجه الاتزان بعيداً إلى اليمين لأن القاعدة المرافقة CN^- تمتلك جذباً للأيون H^+ أقل من القاعدة H_2O

4. أي مما يلي غير صحيح فيما يتعلق بالتفاعل التالي :

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

Ⓐ القاعدة المرافقة Cl^- أضعف من القاعدة H_2O

Ⓑ تمتلك القاعدة H_2O جذباً للأيون H^+ أكبر من القاعدة Cl^-

Ⓒ يتجه اتزان التأين نحو الجزيئات الغير مؤينة

Ⓓ يتجه اتزان التأين نحو اليمين

الكيمياء فى الحياة اليومية

مركب مميت – سيانيد الهيدروجين HCN

غاز سام يوجد في عوادم السيارات والخشب ، و فى التبغُ ، و فى دخان الخشب و في الدخان المنبعث من احتراق المواد البلاستيكية المحتوية على النيتروجين .

تُطلق بعض الحشرات سيانيد الهيدروجين كآلية للدفاع عن نفسها .

يُطلَق على محلول سيانيد الهيدروجين فى الماء اسم حمض الهيدروسيانيك $HCN_{(aq)}$

تحتوى نوى بعض الفواكه مثل الكرز و الخوخ على السيانوهِدرينات الذى يتحول إلى حمض هيدروسيانيك فى الجهاز الهضمى إذا أكلت النواه ، لكن لا يوجد حمض هيدروسيانيك فى لب هذه الفواكه ، لذا يمكن تناولها بأمان

يُعرف حمض الهيدروسيانيك HCN باسم (حمض البروسيك) و الذى يستخدم فى الصبغ و النقش و تقسية الفولاذ .

تعليلات

عـــلل : القاعدة المرافقة Cl^- للحمض HCl تعتبر قاعدة ضعيفة ؟

الإجابة : لأن حمض HCl حمض قوى يمنح البروتون H^+ بسهوله ، لذلك يتصف أيون Cl^- بميل ضعيف إلى اجتذاب البروتون H^+ و الاحتفاظ به ، مما يجعله قاعدة ضعيفة.

عـــلل : القاعدة المرافقة CH_3COO^- للحمض CH_3COOH تعتبر قاعدة قوية ؟

الإجابة : لأن حمض CH_3COOH حمض ضعيف يمنح البروتون H^+ بصعوبة ، لذلك يتصف أيون CH_3COO^- بميل شديد إلى اجتذاب البروتون H^+ و الاحتفاظ به ، مما يجعله قاعدة قوية .

عـــلل : تعتبر القاعدة HS^- أقوى من القاعدة HSO_4^- ؟

الإجابة : لأن القاعدة HS^- هى القاعدة المرافقة للحمض H_2S و هو حمض ضعيف ، بينما القاعدة HSO_4^- هى القاعدة المرافقة للحمض H_2SO_4 و هو حمض قوى .

سؤال : فى ضوء التفاعلين التاليين فسر لماذا يكون تركيز أيون H_3O^+ فى محلول حمض CH_3COOH يكون أقل بكثير منه فى محلول حمض $HClO_4$ ؟

(1) $CH_3COOH(aq) + H_2O(l) \leftarrow H_3O^+(aq) + CH_3COO^-(aq)$

حمضٌ أضعفُ قاعدةٌ أضعفُ حمضٌ أقوى قاعدةٌ أقوى

(2) $HClO_4(aq) + H_2O(l) \rightarrow H_3O^+(aq) + ClO_4^-(aq)$

حمضٌ أقوى قاعدةٌ أقوى حمضٌ أضعفُ قاعدةٌ أضعفُ

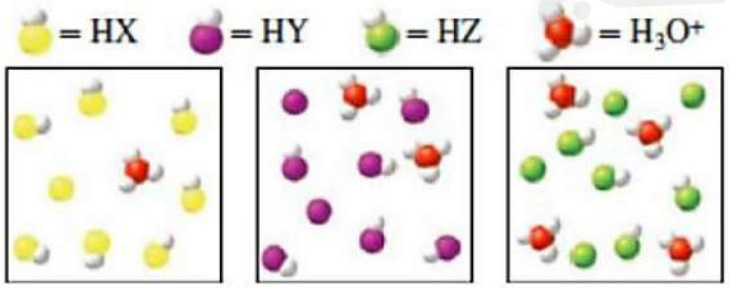
الإجابة

التفاعل 1 : القاعدة المرافقة CH_3COO^- أقوى من القاعدة H_2O ، و بالتالى فإن جذب القاعدة المرافقة CH_3COO^- لأيون H^+ أقوى من جذب القاعدة H_2O ، لذلك يميل الاتزان نحو اليسار (أى نحو تفكك H_3O^+ مما يقلل تركيزه فى المحلول)

التفاعل 2 : القاعدة H_2O أقوى من القاعدة المرافقة ClO_4^- ، و بالتالى فإن جذب القاعدة H_2O لأيون H^+ أقوى من جذب القاعدة المرافقة ClO_4^- لذلك يميل الاتزان نحو اليسار (أى نحو تكون H_3O^+ مما يزيد تركيزه فى المحلول)

تدريبات 12

إذا كان الشكل التالي يظهر مخطط الأيونات و الجزيئات في المحاليل الحمضية لثلاث أحماض افتراضية هى : HX و HY و HZ فما هو ترتيب القواعد المرافقة لهذه الأحماض (X^- و Y^- و Z^-) من الأضعف للأقوى ؟



Ⓐ (الأضعف) $Y^- \leftarrow Z^- \leftarrow X^-$ (الأقوى)

Ⓑ (الأضعف) $X^- \leftarrow Y^- \leftarrow Z^-$ (الأقوى)

Ⓒ (الأضعف) $Z^- \leftarrow X^- \leftarrow Y^-$ (الأقوى)

Ⓓ (الأضعف) $X^- \leftarrow Y^- \leftarrow Z^-$ (الأقوى)

ثابت التأين للحمض K_a

سؤال : ما هى أهمية ثابت تأين الحمض K_a ؟

الإجابة : على الرغم من أن نموذج برونشتد – لوري يساعد في تفسير قوة الحمض ، إلا إنه لا يقدم طريقة (كمية) للتعبير عن قوة الحمض أو لمقارنة قوة عدة أحماض ، لهذا تأتى أهمية ثابت تأين الحمض K_a حيث يعد (قياساً كمياً) لقوة الحمض .

ثابت تأين الحمض K_a ← هو قيمة تعبير ثابت الإتزان لتأين الحمض الضعيف .

أو : هو ثابت الاتزان الذي يقدم قياساً كمياً لقوة الحمض .

مثال فى التفاعل تأين حمض الهيدروسيانيك HCN و المعروف باسم (حمض البروسيك) و الذى يستخدم فى الصبغ و النقش و تقسية الفولاذ

$$HCN_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftarrows H_3O^+_{(aq)} + CN^-_{(aq)}$$

- يُعبر عن ثابت تأين حمض الهيدروسيانيك بالعلاقة التالية : $K_{eq} = \frac{[H3O^+]\,[CN^-]}{[HCN]\,[H_2O]}$
- تركيز H_2O السائل يُعتبر ثابتاً في المحاليل المخففة ، حيث أنه المذيب وعدد جزيئاته يزيد كثيراً عن عدد جزيئات الحمض
- و بالتالى يمكن نقل تركيز الماء للطرف الآخر ليكون $K_{eq}\,[H_2O]$ (ثابت x ثابت) .
- و تكون صيغة تعبير ثابت الاتزان كما يلى : $K_{eq}[H_2O] = \frac{[H3O^+]\,[CN^-]}{[HCN]}$
- و يكون الحاصل $K_{eq}\,[H_2O]$ ثابتاً ، لأن K و $[H_2O]$ ثابتان .
- لذلك يمكن دمج تركيز الماء $[H_2O]$ مع ثابت الاتزان K_{eq} ليعطى ثابت اتزان جديد يُسمى K_a $K_a = K_{eq}[H_2O]$
- يُسمى K_a (ثابت تأين الحمض) : $K_a = \frac{\text{تركيز النواتج}}{\text{تركيز المتفاعلات}}$

ملاحظة ①

تُشير قيمة K_a إلى إذا ما كانت المتفاعلات أم النواتج هى المفضلة فى الاتزان .

بالنسبة للأحماض الضعيفة ، فإن تراكيز الأيونات (النواتج) في البسط تميل لأن تكون صغيرة مقارنة بتركيز الجزيئات غير المؤينة (المتفاعلات) في المقام ، لذلك تكون قيم K_a للأحماض الضعيفة أقل من (1) .

$$K_a \text{ للحمض الضعيف} = \frac{\text{تركيز الأيونات}}{\text{تركيز الجزيئات غير المؤينة}}$$

ملاحظة ②

الأحماض الأكثر ضعفا تمتلك قيم أقل من K_a لأن محاليلها تمتلك تراكيز أقل من الأيونات و تراكيز أعلى من الجزيئات غير المؤينة

- كلما زادت قيمة K_a ← زاد تركيز الأيونات مقارنة بتركيز الجزيئات غير المؤينة ← زادت قوة الحمض
- كلما قلت قيمة K_a ← زاد تركيز الجزيئات غير المؤينة مقارنة بتركيز الأيونات ← قلت قوة الحمض

ملاحظة ③

الأحماض متعددة البروتونات ليست أحماضا قوية بالضرورة ، أحماضاً مثل H_3PO_4 - H_2CO_3 تكون أحماضاً ضعيفة .

كل خطوة تأين لحمض متعدد البروتونات لها قيمة K_a خاصة بها ، و تنخفض القيم بالنسبة لكل عملية تأين تالية .

تنخفض قيمة K_a بالنسبة لكل عملية تأين تالية بالنسبة للأحماض متعددة البروتونات التي تتأين على عدة مراحل .

H_2CO_3 حمض ثنائي البروتون	التأين الأول	$H_2CO_3 + H_2O \rightarrow H_3O^+ + HCO_3^-$	$K_a = 4.5 \times 10^{-7}$	Ka التأين الثاني أصغر من Ka التأين الاول
	التأين الثاني	$HCO_3^- + H_2O \rightarrow H_3O^+ + CO_3^{2-}$	$K_a = 4.7 \times 10^{-11}$	

ملاحظة ④

كلما زادت قيمة K_a ← زادت درجة توصيل الحمض للكهرباء ← بسبب زيادة تركيز الأيونات .

كلما قلت قيمة K_a ← قلت درجة توصيل الحمض للكهرباء ← بسبب زيادة تركيز الجزيئات الغير مؤينة .

K_a↑	↑ قوة الحمض	↑ تركيز الأيونات	↓ تركيز الجزيئات غير المؤينة	↑ القدرةعلى توصيل الكهرباء
K_a↓	↓ قوة الحمض	↓ تركيز الأيونات	↑ تركيز الجزيئات غير المؤينة	↓ القدرةعلى توصيل الكهرباء

تدريبات 13

① وضح : لديك الحمض الضعيف A و الحمض الضعيف B ، كيف تُقارن بين قوتيهما بطريقة (عملية) و أخرى (نظرية) ؟

② اكتب : معادلات تأين و تعبيرات ثابت التأين لكل حمض من الأحماض التالية : HIO - HNO_2 - HBrO

③ اكتب : معادلة التأين الأولى و الثانية لـــ H_2SeO_3 ، ثم اكتب تعبيرات ثابت التأين لكل معادلة ؟

④ اكتب : حمض الهيبوكلوروز عبارة عن مُطهر صناعى ، اكتب المعادلة الكيميائية و تعبير K_a لتأين هذا الحمض فى الماء ؟

⑤ استنتج : إذا كان تعبير ثابت الاتزان لتفاعل هو : $K_a = \frac{[AsO_4^{3-}][H_3O^+]}{[HAsO_4^{2-}]}$ فاكتب المعادلة الموزونة لهذا التفاعل ؟

⑥ اجب : على الأسئلة التالية باستخدام الجدول المقابل :

- ما هو الحمض الأقوى ، و ما هو الحمض الأضعف ؟
- رتب هذه الاحماض تصاعدياً حسب القدرة على توصيل الكهرباء ؟
- رتب تصاعدياً القواعد المرافقة التالية حسب قوتها (A^- & B^- & D^- & X^-) ؟

ثوابت التأين لبعض الأحماض الضعيفة

الحمض	K_a
HA	1.78×10^{-4}
HB	3.55×10^{-4}
HX	9.77×10^{-5}
HD	7.08×10^{-3}

تدريبات 14

1. ما الترتيب التصاعدي الصحيح للأحماض الواردة في الجدول المقابل حسب قوتها من الأضعف للأقوى ؟

الحمض	K_a (298K)
الهيدروفلوريك	6.3×10^{-4}
الهيدروسيانيك	6.2×10^{-10}
الأسيتيك	1.8×10^{-5}
الفورميك	1.8×10^{-4}

Ⓐ (الأضعف) الهيدروفلوريك ← الهيدروسيانيك ← الأسيتيك ← الفورميك (الأقوى)

Ⓑ (الأضعف) الهيدروسيانيك ← الأسيتيك ← الفورميك ← الهيدروفلوريك (الأقوى)

Ⓒ (الأضعف) الأسيتيك ← الفورميك ← الهيدروفلوريك ← الهيدروسيانيك (الأقوى)

Ⓓ (الأضعف) الفورميك ← الهيدروسيانيك ← الهيدروفلوريك ← الأسيتيك (الأقوى)

2. رتب للأحماض الواردة في الجدول ترتيباً تصاعدياً وفقاً لتراكيز الجزيئات غير المؤينة في محلول كل منها ؟

الحمض Acid	ثوابت التأين
H_2S	8.9×10^{-8}
HF	6.3×10^{-4}
CH_3COOH	1.8×10^{-5}
H_2CO_3	4.5×10^{-7}

Ⓐ (الأقل) $CH_3COOH \leftarrow HF \leftarrow H_2S \leftarrow H_2CO_3$

Ⓑ (الأقل) $HF \leftarrow CH_3COOH \leftarrow H_2CO_3 \leftarrow H_2S$

Ⓒ (الأقل) $H_2S \leftarrow H_2CO_3 \leftarrow HF \leftarrow CH_3COOH$

Ⓓ (الأقل) $H_2S \leftarrow H_2CO_3 \leftarrow CH_3COOH \leftarrow HF$

3. أي العبارات التالية صحيحة فيما يتعلق بمعادلات التأين التالية ؟

الحمض	معادلة التأين	K_a (298 K)
الكربونيك، التأين الأول	$H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$	4.5×10^{-7}
الكربونيك، التأين الثاني	$HCO_3^- \rightleftharpoons H^+ + CO_3^{2-}$	4.7×10^{-11}

Ⓐ حمض الكربونيك حمض متعدد البروتون قوي

Ⓑ محلول حمض الكربونيك يحتوي على أيونات فقط

Ⓒ الحمض في التأين الثاني أكثر ضعفاً من الحمض في التأين الأول

Ⓓ تراكيز الأيونات الناتجة من التأين الثاني أكبر من تراكيز الأيونات الناتجة من التأين الأول

قوة القواعد

تنقسم القواعد إلى :
- قواعد أيونية : مثل : هيدروكسيد الصوديوم NaOH ، هيدروكسيد البوتاسيوم KOH
- قواعد جزيئية : مثل : الأمونيا NH_3 و الأمينات CH_3NH_2

القواعد القوية	القواعد الضعيفة
هى القواعد التي تتفكك تماما إلى أيونات فلز وأيونات هيدروكسيد	هى القواعد التي تتأين جزئياً فى المحلول المائي
يميل اتزان التأين نحو اليمين	يميل اتزان التأين نحو اليسار
يظهر فى المعادلة أسهم تفاعل ($\rightarrow$) ، سهم مفرد نحو اليمين	يظهر فى المعادلة أسهم اتزان ($\rightleftarrows$) ، أسهم مزدوجة
تُعتبر موصلات جيدة للكهرباء (إلكتروليت قوي)	تُعتبر موصلات ضعيفة للكهرباء (إلكتروليت ضعيف)
يوجد في المحلول المائي للقاعدة القوية (أيونات الهيدروكسيد + أيونات الفلز)	يوجد في المحلول المائي للقاعدة الضعيفة (أيونات الهيدروكسيد + أيونات القاعدة + جزيئات القاعدة)
القواعد الأيونية (الهيدروكسيدات الفلزية) جيدة الذوبان فى الماء التى تتفكك بشكل تام مثل : هيدروكسيدالصوديوم NaOH هيدروكسيدالبوتاسيوم KOH هيدروكسيد الليثيـــوم LiOH القواعد الأيونية (الهيدروكسيدات الفلزية) ضعيفة الذوبان فى الماء ، مثل : $Sr(OH)_2$ ، $Ca(OH)_2$ تُصنف على أنها قواعد قوية لأن كل المركب الذى يذوب يتفكك تماماً	القواعد الجزيئية غير تامة التأين مثل : NH_3 (محلول الأمونيا NH_4OH) المركبات العضوية المحتوية على ذرات نيتروجين (الأمينات) مثل : $C_6H_{13}NH_2$ الهكسيل أمين CH_3NH_2 الميثيل أمين $C_2H_5NH_2$ الإيثيل أمين $C_6H_5NH_2$ الإنيلين
تفسير التفكك التام للقواعد القوية $NaOH + H_2O \rightarrow Na^+ + OH^-$ تكون قوى التجاذب بين جزيئات الماء H_2O و الأيونات الموجودة فى NaOH أكبر من قوى التجاذب الموجودة بين الأيونات و بعضها البعض ، مما يؤدى إلى انفصال الأيونات ، و بالتالى يميل التفاعل نحو اليمين .	**تفسير التأين الغير تام للقواعد الضعيفة** $CH_3NH_2 + H_2O \rightleftarrows CH_3NH_3^+ + OH^-$ تتأين القواعد الضعيفة تأيناً غير تام لأن القاعدة المرافقة OH^- فى التفاعل العكسى أقوى من القاعدة CH_2NH_2 فى التفاعل الأمامى ، و بالتالى فإن جذب القاعدة المرافقة OH^- لأيون الهيدروجين H^+ أقوى من جذب القاعدة CH_2NH_2 و بالتالى يميل التفاعل نحو أقصى اليسار .
فى القواعد القوية يتواجد فى المحلول فقط أيونات	فى القواعد الضعيفة يتواجد فى المحلول أيونات و جزيئات

مثال على تأين قاعدة ضعيفة يميل فيه التفاعل نحو اليسار

$CH_3NH_{2(aq)}$ + $H_2O_{(l)}$ $\rightleftarrows$ $CH_3NH^+_{3(aq)}$ + $OH^-_{(aq)}$

قاعدة ضعيفة — حمض أضعف — حمض مرافق أقوي — قاعدة مرافقة أقوي

قاعدة ضعيفة ⇩ قدرة أقل على جذب أيون H^+ ← قدرة أكبر على جذب أيون H^+ ⇩ قاعدة مرافقة أقوي

القواعد ضعيفة الذوبان فى الماء

$Ca(OH)_2 \rightleftarrows Ca^{2+} + 2OH^-$ $\quad K_{sp} = 6.5 \times 10^{-6}$

- نلاحظ فى التفاعل أعلاه بأن حاصل الإذابة K_{sp} صغير مما يعنى أن $Ca(OH)_2$ تتمتع بقدرة ضعيفة على الذوبان
- هي مصادر فقيرة لأيونات OH^-
- يوجد أيونات قليلة من OH^- في محلولها المشبع ، لذلك فإن قدرتها على توصيل الكهرباء ضعيفة
- و رغم ذلك فإن هيدروكسيد الكالسيوم والهيدروكسيدات الفلزية ضعيفة الذوبان فى الماء تعتبر قواعد قوية لأن كل المركب الذى يذوب يتفكك تماماً

ثابت التأين للقاعدة K_b

ثابت تأين القاعدة K_b ← هو قيمة تعبير ثابت الإتزان لمدى تأين القاعدة .

أو : هو ثابت الاتزان للتفاعل الذى يُنتج أيونات الهيدروكسيد OH^-

مثال في التفاعل : $CH_3NH_2 + H_2O \rightleftarrows CH_3NH_3^+ + OH^-$

- بنفس التفسير السابق للأحماض تكون صيغة تعبير ثابت الاتزان كما يلى : $K_{eq}[H_2O] = \frac{[CH_3NH_3^+]\,[OH^-]}{CH_2NH_2}$
- و يكون الحاصل $K_{eq}\,[H_2O]$ ثابتاً ، لأن K_{eq} و $[H_2O]$ ثابتان .
- لذلك يمكن دمج تركيز الماء $[H_2O]$ مع ثابت الاتزان K_{eq} ليعطى ثابت اتزان جديد يُسمى K_b ← $K_b = K_{eq}\,[H_2O]$
- يُسمى K_b (ثابت تأين القاعدة) : K_b للقاعدة الضعيفة $= \frac{\text{تركيز الأيونات}}{\text{تركيز الجزيئات غير المؤينة}} = \frac{\text{تركيز النواتج}}{\text{تركيز المتفاعلات}}$

ملاحظة

كلما قلت قيمة K_b ضعُفت القاعدة (و العكس صحيح) .

زادت قيمة K_b ← زاد تركيز الأيونات ← قل تركيز الجزيئات الغير مؤينة ← زادت قوة القاعدة ← زاد توصيل الكهرباء

قلت قيمة K_b ← قل تركيز الأيونات ← زاد تركيز الجزيئات الغير مؤينة ← قلت قوة القاعدة ← قل توصيل الكهرباء

القاعدة	معادلة التأين	K_b (298 K)
إيثيل أمين	$C_2H_5NH_2(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons C_2H_5NH_3^+(aq) + OH^-(aq)$	5.0×10^{-4}
ميثيل أمين	$CH_3NH_2(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons CH_3NH_3^+(aq) + OH^-(aq)$	4.3×10^{-4}
أمونيا	$NH_3(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$	2.5×10^{-5}
أنيلين	$C_6H_5NH_2(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons C_6H_5NH_3^+(aq) + OH^-(aq)$	4.3×10^{-10}

الأنيلين هو القاعدة **الأضعف** (أقل قيمة K_b)
تحتوي علي ← **أقل** عدد من **الأيونات**
تحتوي علي ← **أكبر** عدد من **الجزيئات** الغير مؤينة

الإيثيل أمين هو القاعدة **الأقوى** (أعلى قيمة K_b)
تحتوي علي ← **أكبر** عدد من **الأيونات**
تحتوي علي ← **أقل** عدد من **الجزيئات** الغير مؤينة

تدريبات 15

① اكتب :معادلات التأين وتعبيرات ثابت تأين القاعدة للقواعد الآتية :

a - هكسيل أمين $C_6H_{13}NH_2$

b - أيون الكربونات CO_3^{2-}

c - أيون الكبريتيت الهيدروجيني HSO_3^-

d - بروبيل آمين $C_3H_7NH_2$

e - الأنيلين $C_6H_5NH_2$

② اكتب : معادلة للاتزان العكسي حيث تكون القاعدة في التفاعل الأمامى PO_4^{3-} والقاعدة في التفاعل العكسي OH^- ؟

③ وضح : ما يمكن أن تستفيد من معرفة ان K_b للأنيلين $C_5H_6NH_2$ هو 4.3×10^{-10} ؟

④ فسر : مدى الأمان فى استخدام عامل التنظيف لمحلول NH_3 فى تنظيف النوافذ بالرغم من انه قاعدة (دعم اجابتك بالمعادلات)

⑤ فسر : يُستخدم هيدروكسيد السترنشيوم $Sr(OH)_2$ فى تكرير سكر البنجر ، و يمكن إذابة 4.1 g من هيدروكسيد الاسترانشيوم فى 1 L من الماء عند درجة حرارة 273 K ، فإذا كانت ذوبانية هيدروكسيد الاسترانشيوم منخفضة إلى هذه الدرجة ، فاشرح لماذا يمكن اعتباره قاعدة قوية ؟

تدريبات 16

1. أي العبارات التالية صحيحة بالنسبة للتفاعل أدناه ؟

$$CH_3NH_{2(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons CH_3NH^+_{3(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

Ⓐ القاعدة CH_3NH_2 قوية و القاعدة المرافقة OH^- ضعيفة
Ⓑ القاعدة CH_3NH_2 ضعيفة و القاعدة المرافقة OH^- قوية
Ⓒ أيون OH^- يمتلك جذباً لأيون H^+ أقل مما يمتلكه جزئ CH_3NH_2
Ⓓ يتجه الاتزان بعيداً نحو الأيونات

2. ما الترتيب الصحيح للقواعد التالية حسب قوتها من الأضعف إلى الأقوى ؟

القاعدة	K_b (298 K)
إيثيل أمين	5.0×10^{-4}
ميثيل أمين	4.3×10^{-4}
أمونيا	2.5×10^{-5}
أنيلين	4.3×10^{-10}

Ⓐ ايثيل أمين ⟵ ميثيل أمين ⟵ أمونيا ⟵ أنيلين
Ⓑ أنيلين ⟵ أمونيا ⟵ ميثيل أمين ⟵ ايثيل أمين
Ⓒ أنيلين ⟵ أمونيا ⟵ ايثيل أمين ⟵ ميثيل أمين
Ⓓ ميثيل أمين ⟵ ايثيل أمين ⟵ أنيلين ⟵ أمونيا

3. من خلال قيم K_b الواردة فى الجدول أدناه أى هذه القواعد يحتوى محلولها على أعلى تركيز من الجزيئات غير المتأينة ؟

القاعدة	الأنيلين	الأمونيا	ميثيل أمين	أيثيل أمين
K_b (298 K)	4.3×10^{-10}	2.5×10^{-5}	4.3×10^{-4}	5.0×10^{-4}

Ⓐ ميثيل أمين Ⓒ ايثيل أمين
Ⓑ الأنيلين Ⓓ الأمونيا

4. أي مما يأتي صحيح فيما يتعلق بالقواعد الواردة في الجدول أدناه ؟

القاعدة Base	K_b (298 K)
الأمونيا	2.5×10^{-5}
إيثيل أمين	5.0×10^{-4}
الميثيل أمين	4.3×10^{-4}
الأنيلين	4.3×10^{-10}

Ⓐ يُنتج محلول الأمونيا عدد أكبر من الأيونات مقارنة بباقي القواعد في الجدول
Ⓑ يُنتج محلول إيثيل أمين عدد أكبر من الأيونات مقارنة بباقي القواعد في الجدول
Ⓒ يحتوي محلول الأنيلين على أقل تراكيز من الجزيئات غير المؤينة
Ⓓ يحتوي محلول الميثيل أمين على أعلى تراكيز من الجزيئات غير المؤينة

تدريبات 17

مسائل على ثابت تأين الحمض و القاعدة

① يتفاعل حمض افتراضى HX مع الماء وفقاً للمعادلة التالية : $HX_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons X^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$

ⓐ حدد زوجى الحمض و القاعدة المرافقين فى هذا النظام ؟

ⓑ تُبين التجارب أن التراكيز عند الاتزان هى: $[H_3O^+] = [X^-] = 2.0 \times 10^{-5}$ mol/L و $[HX] = 4.0 \times 10^{-2}$ mol/L

احسب قيمة K_a لهذا النظام ؟

② محلول الأمونيا NH_3 0.1 M عند الاتزان وجد أن تركيز أيونات OH^- يساوى 1.34×10^{-3} M

ⓐ إحسب K_b لهذه القاعدة ؟

ⓑ ثم حدد تبعاً لقيم K_b المحسوبة هل يرجح الاتزان التفاعل الأمامى أم التفاعل العكسى ؟

③ تتفاعل قاعدة ضعيفة افتراضية ZaH_2 ، مع الماء لتعطي محلول OH^- بتركيز أيونات قدره 2.68×10^{-4} mol/L

اذا كانت المعادلة الكيميائية للتفاعل هي $ZaH_2 + H_2O \rightleftharpoons ZaH_3^+ + OH^-$

و إذا كان $[ZaH_2] = 0.0997$ mol/L ، ماهي قيمة K_b للقاعدة ZaH_2 ؟

لا تنسونا من صالح الدُعاء