

مراجعة الباب الثاني (الاتزان الكيميائى)

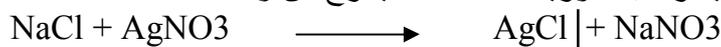
(1) - المصطلحات العلمية

المصطلح	العبارة
النظام المتزن	نظام ساكن على المستوى المرئى وديناميكى على المستوى غير المرئى
الضغط البخارى	هو ضغط بخار الماء الموجود فى الهواء الجوى عند درجة حرارة معينة
ضغط بخار الماء المشبع	أقصى ضغط لبخار الماء يمكن أن يتواجد فى الهواء عند درجة حرارة معينة
التفاعلات التامة	هى تفاعلات تسير فى اتجاه واحد لأن المواد الناتجة من التفاعل لا تستطيع أن تتحد مع بعضها لتكوين المواد المتفاعلة تحت ظروف التجربة بسبب خروج أحد النواتج من حيز التفاعل.
التفاعلات الانعكاسية	هى تفاعلات تسير فى الاتجاهين الطردى والعكسى وتكون المواد الداخلة والناتجة من التفاعل موجودة باستمرار فى حيز التفاعل.
الاتزان الكيميائى	نظام ديناميكى يحدث عندما يتساوى معدل التفاعل فى الاتجاه الطردى مع معدل التفاعل فى الاتجاه العكسى فى حالة ثبوت تراكيزات المتفاعلات والنواتج وتحت ظروف واحدة من الضغط ودرجة الحرارة.
معدل التفاعل	هو مقدار التغير فى تركيز المواد المتفاعلة فى وحدة الزمن.
قانون فعل الكتلة	عند ثبوت درجة الحرارة تتناسب سرعة التفاعل الكيميائى تناسباً طردياً مع حاصل ضرب تراكيزات المواد المتفاعلة كل مرفوع إلى أس يساوى عدد الجزيئات أو الأيونات فى المعادلة الموزونة.
طاقة التنشيط	هى الحد الأدنى من الطاقة التى يجب أن يكتسبها الجزيء لى يتفاعل عند الاصطدام.
الجزيئات المنشطة	هى الجزيئات ذات الطاقة الحركية المساوية لطاقة التنشيط أو تفوقها.
قاعدة لوشاتيليه	إذا حدث تغير فى أحد العوامل المؤثرة على نظام فى حالة اتزان مثل التركيز أو الضغط أو درجة الحرارة فإن النظام ينشط فى الاتجاه الذى يقلل أو يلغى تأثير هذا التغير.
الإنزيمات	تعتبر عوامل حفز للعديد من العمليات البيولوجية.
العامل الحفز	مادة يلزم منها القليل لتغير معدل التفاعل الكيميائى دون أن تتغير أو تغير من وضع الاتزان.
البرتون المماه أيون الهيدرونيوم	ينتج عن إذابة الأحماض فى الماء.
التأين التام	يحدث فى الإلكتروليتات القوية وفيه تتحول كل الجزيئات الغير متأينة إلى أيونات.
التأين	عملية تحويل جزيئات غير متأينة إلى أيونات.
التأين الغير التام	يحدث فى الإلكتروليتات الضعيفة وفيه يتحول جزء من الجزيئات الغير متأينة إلى أيونات.
الاتزان الأيونى	ينشأ هذا النوع من الاتزان فى محاليل الإلكتروليتات الضعيفة بين جزيئاتها وبين الأيونات الناتجة عنها.
الحاصل الأيونى للماء	هو حاصل ضرب تركيز أيون الهيدروجين وأيون الهيدروكسيل الناتجين عن تأين الماء ويساوى 10^{-14} مول/لتر.
الأس الهيدروجينى (pH)	هو اللوغاريتم السالب (للأساس 10) لتركيز أيون الهيدروجين
الأس الهيدروجينى (pH)	أسلوب للتعبير عن درجة الحموضة أو القاعدية للمحاليل المائية بأرقام من الصفر إلى 14
الأس الهيدروكسيلي (pOH)	هو اللوغاريتم السالب (للأساس 10) لتركيز أيون الهيدروكسيل
حاصل الإذابة K_{sp}	هو حاصل ضرب تركيز الأيونات التى توجد فى حالة اتزان مع محلولها المشبع.

المصطلح	العبارة
قانون استفالد	عند درجة الحرارة الثابتة تزداد درجة التأين (α) بزيادة التخفيف لتظل قيمة ثابت الاتزان $K_a = \frac{\alpha^2}{V(1-\alpha)}$ ثابتة (K_a)
التميو	هو تبادل أيونات الملح والماء لتكوين الحمض والقاعدة المشتق منهما الملح.

(٢) - علل لما يأتى

- (١) رفع درجة الحرارة يسبب زيادة معدل التفاعل؟
 • لأنه يزيد من طاقة الجزيئات الحركية (للمتفاعلات) ويزيد معدل التصادم فيزداد معدل التفاعل.
- (٢) تفاعل محلول نترات الفضة مع كلوريد الصوديوم تام؟
 • لأن التفاعل يتكون فيه راسب كلوريد الفضة الذى يخرج من وسط التفاعل.



- (٣) تعتبر قيم Kc مقياس لمدى سرعة التفاعل؟
 • عندما تكون قيمة Kc أصغر من الواحد تركيز المتفاعلات هو الأكبر والسائد أى أن يسير التفاعل فى الاتجاه العكسى وعندما تكون Kc أكبر من الواحد يكون تركيز النواتج هو الأكبر والسائد أى أن التفاعل يسير فى الاتجاه الطردى وعندما يكون Kc يساوى الواحد فإن التفاعل يكون فى حالة اتزان.
- (٤) يفضل تجزئة العامل الحفاز عند الاستخدام؟
 • لأنه إذا زادت مساحة سطح الحافز زاد معدل التفاعلات الكيميائية.
- (٥) محلول كلوريد الحديد (III) حمضى التأثير على عباد الشمس؟
 • عند ذوبان FeCl₃ فى الماء يكون Fe(OH)₃ قلوى ضعيف على هيئة راسب بنى محمر يؤدى لاختلال الاتزان لذلك يتأين الماء ويعطى H⁺ لتعويض نقص الهيدروكسيل حسب قاعدة لوشاتيليه.



بالجمع



- (٦) لا يطبق قانون فعل الكتلة على محاليل الإلكتروليتات القوية؟
 • لأن الإلكتروليتات القوية تامة التأين ويسير التفاعل فى اتجاه واحد فقط هو تكوين الأيونات ولا يحدث اتزان بينها وبين الجزيئات.
- (٧) توصيل محلول حمض الخليك للتيار الكهربى يكون ردى بينما توصيل حمض الهيدروكلوريك يكون جيداً؟
 • لأن حمض الخليك يكون غير تام التأين بينما حمض الهيدروكلوريك تام التأين فى المحلول المائى.
- (٨) تفاعل كلوريد الصوديوم مع محلول نترات الفضة تفاعل لحظى وسريع بينما عند تكوين الصابون يكون التفاعل بطئاً؟
 • لأن التفاعل يتم بين الأيونات مباشرة فى حالة محلول نترات الفضة مع محلول كلوريد الصوديوم، بينما عند تكوين الصابون يكون التفاعل بطئاً لأن التفاعل يتم بين جزيئات مركبات تساهمية غير متأينة.
- (٩) يتلون المحلول باللون الأحمر الدموى عند إضافة محلول كلوريد الحديد III إلى محلول ثيوسيانات الأمونيوم؟
 • لأن التفاعل ينشط فى الاتجاه الطردى وهو اتجاه تكوين ثيوسيانات حديد III ذات اللون الأحمر الدموى.

(١٠) فى التفاعل $FeCl_3 + 3NH_4SCN \rightleftharpoons Fe(SCN)_3 + 3NH_4Cl$ تقل درجة اللون الأحمر الدموى بإضافة محلول كلوريد الأمونيوم؟

• لأن التفاعل ينشط فى الاتجاه العكسى وهو اتجاه تكوين ثيوسيانات الأمونيوم عديم اللون.

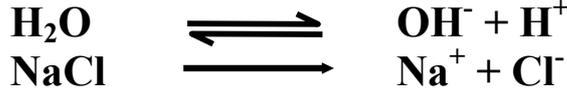
(١١) أيون الهيدرونيوم يسمى بالبروتون المماه؟

• لأنه ينتج من ارتباط أيون الهيدروجين الناتج من تأين الحمض مع زوج إلكترونات حر من ذرة الأكسجين فى الماء برابطة تناسقية.

(١٢) الماء النقى متعادل التأثير على عباد الشمس؟

• لأن تركيز أيونات $[OH^-]$ = تركيز أيونات $[H^+] = 10^{-7}$ مول / لتر

(١٣) تميؤ ملح كلوريد الصوديوم متعادل التأثير على عباد الشمس؟



(أ) لا يتكون حمض الهيدروكلوريك لأنه إلكتروليت قوى تام التأين وتظل (H^+) فى الماء

(ب) لا يتكون هيدروكسيد صوديوم لأنه إلكتروليت قوى تام التأين وتظل (OH^-) فى الماء

(ج) إذن يصبح المحلول متعادل لأن تركيز $(H^+) =$ تركيز (OH^-)

فيصبح الرقم الهيدروجينى للمحلول (٧) $[pH = 7]$

(١٤) يحمر محلول تفاعل حمض الاسيتيك والكحول الايثيلى ورقة عباد الشمس الزرقاء رغم أن نواتج التفاعل متعادلة؟

* لأن التفاعل انعكاسى والمتفاعلات والنواتج موجوده فى حيز التفاعل (حمض الاسيتيك - الكحول - الاستر).

(١٥) - تفاعل حمض الاستيك مع الايثانول (المركبات التساهمية) بطيء؟

* لأن التفاعل يتم بين جزيئات مع بعضها البعض.

(١٦) - تفاعل كلوريد الصوديوم ونترات الفضة (المركبات الايونية) سريع؟

* لأن التفاعل يتم بين الايونات المتفاعلات فتتفاعل بسرعة بمجرد خلطها معا .

(١٧) - تزداد سرعة التفاعل بزيادة تركيز المتفاعلات؟

* لأنه كلما زاد التركيز اى زاد عدد جزيئات المتفاعلات زادت فرص التصادم بين الجزيئات فى وحدة الزمن اى زادت سرعة التفاعل .

(١٨) - لا يكتب تركيز الماء أو المواد الصلبة أو الرواسب فى معادلة حساب ثابت الاتزان؟

* حيث أنها - تعتبر ذات تركيزات ثابتة مهما اختلفت كميتها .

- كذلك يعتبر تركيز الماء أو المذيب بوجه عام ثابت لان قيمته لا تتغير بدرجة ملموسة .

(١٩) العوامل الحفازة لاتؤثر على التفاعلات الانعكاسية؟

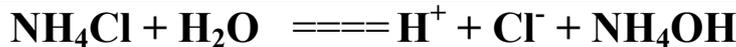
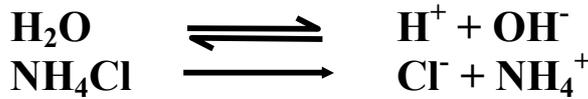
* لأنه يسرع التفاعل الطردى والعكسى معا بنفس النسبة وبالتالي لا يؤثر على موضع الاتزان فى التفاعلات الانعكاسية .

(٢٠) - ماء البحر قاعدي بينما ماء المطر حامضي؟

PH اقل من ٧ :: المحلول حامضي (ماء المطر لان به اكاسيد لافلزات مذابة)

PH أكبر من ٧ :: المحلول قلوئى (ماء البحر لان به فلزات مذابة)

(٢١) - محلول كلوريد الأمونيوم يحمر صبغة عباد الشمس؟

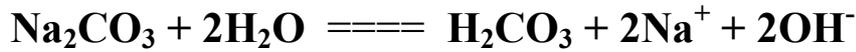
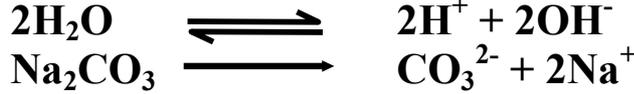


* كلوريد الأمونيوم مشتق من حمض قوى و قاعدة ضعيفة و عند تأينه تتكون أيونات الهيدروجين و أيونات

الكلوريد و هيدروكسيد الأمونيوم بالنسبة لحمض الهيدروكلوريك فهو الكتروليت قوى فيكون تام التأيين أى أن أيوناته لا تتأثر فى إتران الماء أما أيونات الأمونيوم فهى تتفاعل مع أيونات الهيدروكسيد الناتجة من تأين الماء لتعطى هيدروكسيد الأمونيوم وهو الكتروليت ضعيف التأيين و تظل أيونات الهيدروجين فى الماء ونتيجة لإختلال إتران الماء نتيجة لسحب أيونات الهيدروكسيل وطبقا لقاعدة لوشاتيليه تتأين جزيئات أخرى من الماء لتعوض النقص فى أيونات الهيدروكسيد مما يؤدى الى زيادة أيونات الهيدروجين فى المحلول و يصبح تركيزها أكبر من تركيز أيونات الهيدروكسيد وبذلك يصبح المحلول حامضياً

(٢٢) - أيون الهيدروجين (البروتون) لا يوجد منفرداً عندما تتأين الأحماض فى محاليلها؟
* لأنه يجذب الى زوج الالكترونات الحر الموجود على ذرة أكسجين أحد جزيئات الماء و يرتبط البروتون مع جزيء الماء برابطة تناسقية

(٢٣) - محلول كربونات الصوديوم قلوى التأثير على عباد الشمس؟

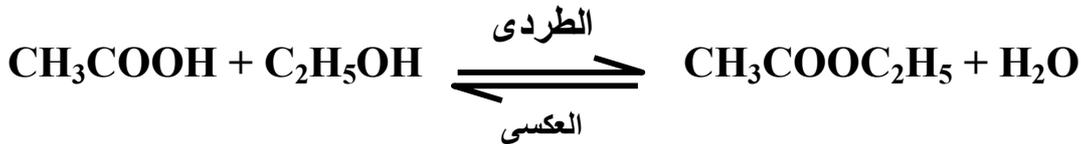


* لأنه مشتق من حمض ضعيف و قاعدة قوية و عند الذوبان يتكون حمض الكربونيك ضعيف التأيين و أيونات كل من الصوديوم و الهيدروكسيد بالنسبة لهيدروكسيد وبذلك تظل أيونات الهيدروكسيد فى الماء أما حمض الكربونيك فهو ضعيف و بذلك تنقص أيونات الهيدروجين فى المحلول ويزيد تركيز أيونات الهيدروكسيل فى المحلول أى يصبح المحلول قلوى

(٢٤) - زيادة الضغط يؤدى إلى زيادة كمية غاز النشادر عند تحضيره من النيتروجين والهيدروجين؟

* لأن تكوين النشادر يكون مصحوب بنقص فى عدد الجزيئات و بالتالى فى الحجم أى أن زيادة الضغط على تفاعل غازى متزن تجعله ينشط فى الإتجاه الذى يقل فيه الحجم أى إتجاه تكوين النشادر

(٢٥) - تفاعل حمض الهيدروكلوريك مع الماغنسيوم تفاعل تام بينما تفاعل حمض الخليك مع الكحول الايثيلى تفاعل انعكاسى؟



* فى حالة الماغنسيوم يخرج الهيدروجين من حيز التفاعل وبذلك يحدث التفاعل فى اتجاه واحد لأن النواتج لا تستطيع أن تتحد مع بعضها لتعطى المتفاعلات أما فى حالة تفاعل حمض الخليك مع الكحول الايثيلى فإن التفاعل يسير فى الإتجاهين الطردى و العكسى وبالتالى فإن المتفاعلات و النواتج موجودة باستمرار فى حيز التفاعل وبذلك نجد أن وسط التفاعل حمضى

(٢٦) رفع درجة الحرارة يسبب زيادة معدل التفاعل الكيمياءى؟

* لأنه فى ضوء نظرية التصادم فإنه يشترط لحدوث تفاعل كيمياءى أن تصطدم جزيئات المواد المتفاعلة ذات السرعات العالية جداً فقط لأن طاقتها الحرارية تمكنها من كسر الروابط بين الجزيئات فيحدث التفاعل الكيمياءى وعلى ذلك لابد للجزيء أن يمتلك الحد الأدنى من الطاقة الحركية لى يتفاعل عند الإصطدام أو ما يعرف بطاقة التنشيط

(٢٧) - ينصح دأنا بعدم تسخين أسطوانة البوتاجاز من الخارج؟

* لأن ذلك يزيد الضغط داخل الأسطوانة الى حد لا تحتمله جدرانها وهذا يؤدى الى انفجارها

(٢٨) - عند تسخين كمية من الماء فى اناء مغلق يزيد الضغط البخارى فى بداية التسخين ثم يثبت بعد فترة؟

* تحدث عمليتان متضادتان (متعاكستان) هما التبخر والتكثيف كما يلي:

١- فى بداية التكثيف يكون معدل التبخر هو العملية السائدة ويصاحبها زيادة فى الضغط البخارى .

٢- باستمرار التسخين تستمر عملية التبخر ويزداد معدل التكثيف

تستمر عملية التبخير حتى يتساوى الضغط البخاري مع ضغط بخر الماء المشبع وعندها
(٢٩) - تفسد الأطعمة أسرع فى فصل الصيف عنها فى فصل الشتاء؟

* حيث أن درجة الحرارة تزيد من سرعة التفاعل ولانها تسبب من الجزيئات المنشطة .
(٣٠) تفضل ان تستخدم اوانى الضغط (البرستو) فى طهى الطعام؟

* لانها تزيد من الضغط داخل الاناء مما يزيد من معدل التفاعل .

(٣١) يفضل استخدام المتفاعلات فى صورة مسحوق --- تفاعل مسحوق (تراب) الخارصين مع الأحماض
أسرع من تفاعل قطعة من الخارصين --- صدا برادة الحديد أسرع من صدا قطعة من الحديد؟

* التفاعل فى حالة المسحوق يكون سريعاً وينتهى فى وقت اقل من التفاعل فى حالة الكتلة الواحدة أى انه كلما
زادت تجزئة المادة زادت مساحة السطح المعرض للتفاعل كلما زادت سرعة التفاعل .

(٣) - أهم أدوار العلماء

العالم	أهم الأعمال
جولد بروج وفاج	أوجدا القانون الذى يعبر عن العلاقة بين سرعة التفاعل وتركيز المواد المتفاعلة (قانون فعل الكتلة)
لوشاتلييه	وضع قاعده تعرف باسمه تصف تأثير العوامل المختلفة من تركيز وحرارة وضغط على الأنظمة المتزنة.
استفالد	تمكن من إيجاد العلاقة بين درجة التفكك ألفا (α) والتركيز (C) بالمول/لتر للمحاليل.

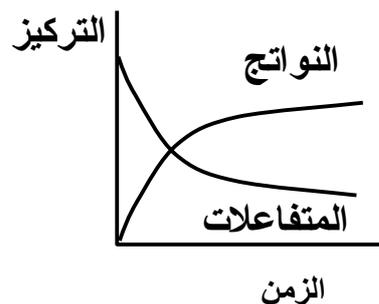
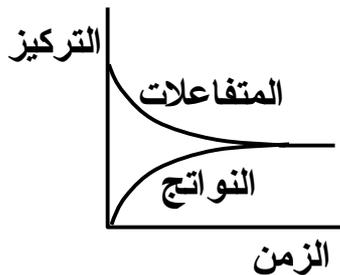
(٤) - المقارنات

(١) - مقارنة بين الاتزان الكيميائى والاتزان الأيونى

الاتزان الأيونى	الاتزان الكيميائى
ينشأ هذا الاتزان فى محاليل الإلكتروليتات الضعيفة بين جزيئاتها والأيونات الناتجة ويثبت فيه تركيز الأيونات والجزيئات.	هو نظام ديناميكى يحدث عندما يتساوى معدل التفاعل الطردى مع معدل التفاعل العكسى وتثبت تركيزات كل من المتفاعلات والنواتج ويظل الاتزان قائماً مادامت النواتج والمتفاعلات فى حيز التفاعل وظروف التفاعل ثابتة مثل (الضغط ودرجة الحرارة).

(٢) - مقارنة بين التفاعلات التامة والتفاعلات الانعكاسيه

التفاعلات التامة	التفاعلات الانعكاسيه
تحدث فى اتجاه واحد حيث لا تستطيع المواد الناتجة أن تتحد مع بعضها مرة ثانية لتكوين المتفاعلات	تحدث فى الاتجاهين الطردى والعكسى واحد حيث تستطيع المواد الناتجة أن تتحد مع بعضها مرة ثانية
يصاحبها تصاعد غاز أو تكوين راسب .	المواد المتفاعلة و الناتجة تكون موجودة باستمرار فى حيز التفاعل
مثل تفاعل حمض الهيدروكلويك مع الماغنسيوم	مثل تفاعل حمض الخليك مع الكحول الايثيلى



(٣) - مقارنة بين التآين التام والتآين الضعيف

التآين التام	التآين الضعيف
تفكك جميع الجزيئات الى أيونات	تفكك بعض الجزيئات الى أيونات
يحدث فى الالكتروليتات القوية	يحدث فى الالكتروليتات الضعيفة
مثال/ تآين HCl	مثال/ تآين CH ₃ COOH

(٤) - مقارنة بين Kc - Kp

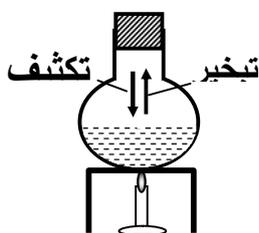
Kp	Kc
يعبر عن ثابت الضغط (الضغوط الجزيئية)	يعبر عن ثابت التركيز (التركيزات الجزيئية)
يعبر عن المواد فى الحالة الغازية (g)	لا يكتب فيه تركيز الماء ولا المواد الصلبة
يساوى النواتج على المتفاعلات	يساوى النواتج على المتفاعلات

(٥) - تجارب وأنشطه

(١) - تجربة: توضيح الاتزان الفيزيائى (الاتزان الديناميكي)

[١] نضع كمية من الماء فى إناء مغلق على موقد.

الملاحظة:-



- ↪ تحدث عمليتين متضادتين: هما عملية التبخير والتكثيف
- ↪ فى بداية التسخين يكون معدل تبخير الماء هى العملية السائدة ويصحبها زيادة فى الضغط البخارى. الى ان يزيد معدل التكثيف ويتساوى مع معدل التبخير
- ↪ وبذلك تحدث عملية اتزان بين سرعة التبخير وسرعة التكثيف



(٢) - تجربه: توضيح تأثير مساحة السطح المعرض للتفاعل

تجربة:- نضع حجمين متساويين من حمض الهيدروكلوريك المخفف على كتلتين متساويتين من الخارصين إحداهما على هيئة مسحوق والأخرى عبارة عن كتلة واحدة كل على حدة فى أنبوبة اختبار. المشاهدة: التفاعل فى حالة المسحوق ينتهى فى وقت أقل من التفاعل فى حالة الكتلة الواحدة. الاستنتاج: كلما زادت مساحة سطح المادة المتفاعلة المعرض للتفاعل كلما زاد معدل (سرعة) التفاعل.

(٣) - تجربة: لتوضيح قانون فعل الكتلة:

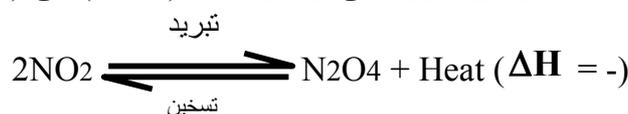
إضافة محلول كلوريد الحديد (III) (لونه أصفر) تدريجياً إلى محلول ثيوسيانات الأمونيوم (عديم اللون) تدريجياً يصير لون خليط التفاعل أحمر دموى.



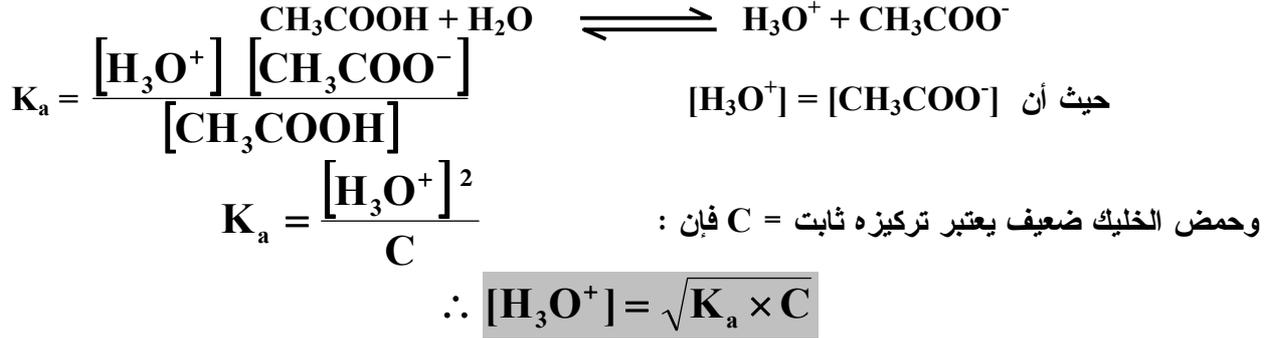
(٤) - تجربة: لإيضاح تأثير درجة الحرارة على سرعة التفاعل المتزن

فى الشكل المقابل نلاحظ:

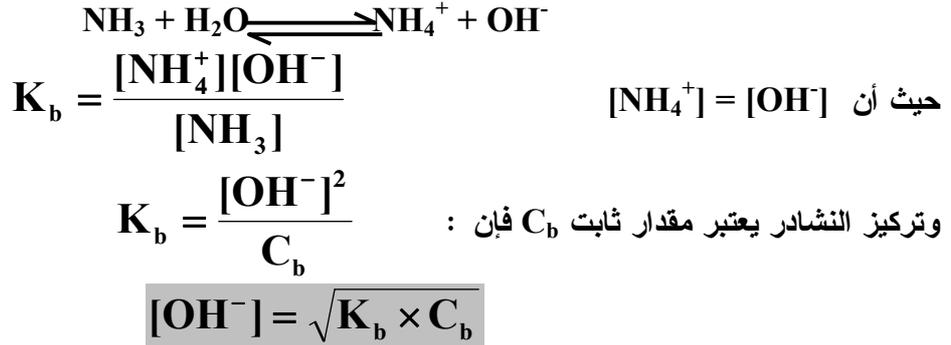
- أنه عند وضع الدورق فى الماء البارد فإن اللون البنى يزول ويتحول ثانى أكسيد النيتروجين (NO₂) إلى (N₂O₄) عديم اللون.
- إذا اخرج الدورق من الماء البارد فإن اللون البنى يبدأ فى الظهور.
- إذا وضع الدورق فى الماء الساخن فإن اللون البنى يزيد ويتحول (N₂O₄) إلى (NO₂)



(ب)- حساب تركيز أيون الهيدرونيوم للأحماض الضعيفة (تأين حمض الخليك)



(ج)- حساب تركيز أيون الهيدروكسيد للقواعد الضعيفة (تأين النشادر)



ملاحظة هامة:

عند حساب ثابت الاتزان لا يكتب تركيز الماء أو المواد الصلبة أو الرواسب حيث يعتبر تركيزها مقدار ثابت لأن قيمته لا تتغير بدرجة ملموسة.

(٧) - مسائل محلولة

مثال [١] احسب تركيز أيونات الهيدروجين في محلول ٠,١ مولارى من حمض الهيدروسيانيك HCN عند ٢٥ °م علماً بأن ثابت الاتزان للحمض $K_a = 7,2 \times 10^{-10}$

الحل

$$K_a = \alpha^2 \times C \quad \alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}} = \sqrt{\frac{7.2 \times 10^{-10}}{0.1}} = 8.5 \times 10^{-5}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{\alpha}{V} = \alpha \times C = 8.5 \times 10^{-5} \times 0.1 = 0.85 \times 10^{-5} \text{ molar}$$

مثال [٢] احسب تركيز أيون الهيدروجين في محلول ٠,١ مولارى لحمض الخليك عند ٢٥ °م علماً بأن ثابت الاتزان للحمض $K_a = 1,8 \times 10^{-5}$

الحل

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{K_a \times C} = \sqrt{1.8 \times 10^{-5} \times 0.1} = 1.34 \times 10^{-3} \text{ molar}$$

مثال [٣] ما نسبة تأين محلول ٠,١ مولارى من حمض الخليك (ثابت التأين $K_a = 1,8 \times 10^{-5}$)

الحل

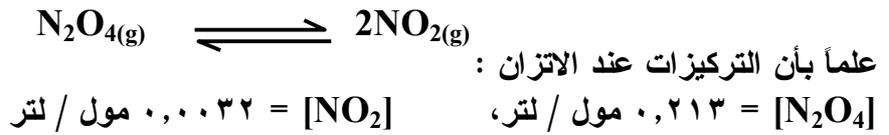
$$K_a = \alpha^2 \times C \quad \alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}} = \sqrt{\frac{1.8 \times 10^{-5}}{0.1}} = 1.34 \times 10^{-2}$$

مثال [٤] إذا كانت درجة تفكك حمض عضوي ضعيف أحادي البروتون تساوي ٠,٣٣ في محلول تركيزه ٠,٢ مول/لتر احسب ثابت التأيين (K_a) لهذا الحمض.

الحل

$$K_a = \alpha^2 \times C = (0.33)^2 \times 0.2 = 0.02178$$

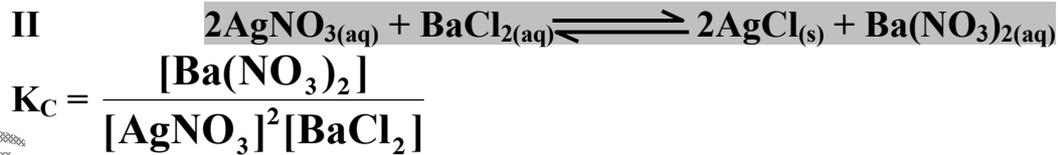
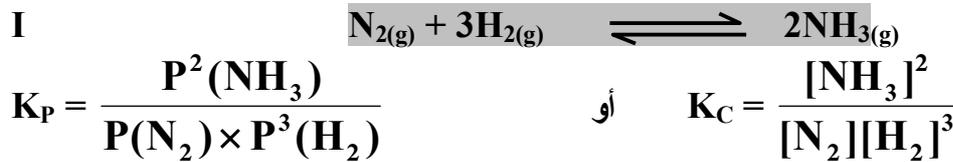
مثال [٥] احسب قيمة ثابت الاتزان للتفاعل الآتي:



الحل

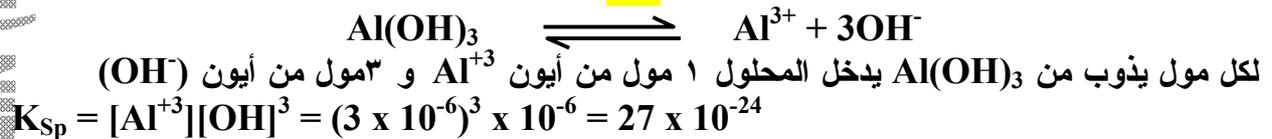
$$K_C = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = 48 \times 10^{-6}$$

مثال [٦] اكتب معادلة ثابت الاتزان للتفاعلات الآتية:



مثال [٧] إذا كانت درجة ذوبان هيدروكسيد الألومنيوم $Al(OH)_3$ شحيح الذوبان في الماء هي $١٠^{-٦}$ مول/لتر احسب حاصل الإذابة K_{Sp}

الحل



مثال [٨] في حالة الاتزان التالي:

$BaSO_4(s) \rightleftharpoons Ba^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq)$
إذا كان تركيز أيون Ba^{2+} عند الاتزان هو 1.04×10^{-5} مول/لتر أحسب قيمة حاصل الإذابة لـ $BaSO_4$

الحل

$$[Ba^{2+}] = [SO_4^{2-}] = 1.04 \times 10^{-5}$$

$$K_{sp} = [Ba^{2+}] [SO_4^{2-}] = (1.04 \times 10^{-5}) (1.04 \times 10^{-5}) = 1.08 \times 10^{-10}$$

مثال [٩] قيمة حاصل الإذابة K_{sp} لـ CaF_2 هو 3.9×10^{-11} ما هى درجة ذوبانية CaF_2 فى الماء مقدره بالجرام/لتر

الحل



التركيز المولارى لكل من أيونات F^{-} , Ca^{2+} هى:

$$[Ca^{2+}] = x \text{ مولى و } [F^{-}] = 2x$$

$$K_{sp} = [Ca^{2+}] [F^{-}]^2 = (x) (2x)^2 = 4x^3 = 3.9 \times 10^{-11}$$

$$x = \sqrt[3]{\frac{3.9 \times 10^{-11}}{4}} = 2.1 \times 10^{-4} \text{ mol/l}$$

أى أن درجة ذوبان CaF_2 فى الماء = 2.1×10^{-4} مول/لتر

وتكون كتلة CaF_2 التى تذوب فى الماء لتكوين لتر من المحلول

$$= 2.1 \times 10^{-4} \text{ مولى} \times \text{كتلة المولى من } CaF_2$$

$$= 2.1 \times 10^{-4} \times 78.1 = 1.6 \times 10^{-2} \text{ جم/لتر}$$

مثال [١٠] أكتب صيغة ثابت الاتزان لحاصل الإذابة لملاح بروميد الفضة $AgBr$ الشحيح الذوبان فى الماء.

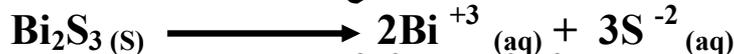
الحل



$$K_{sp} = [Ag^{+}] \cdot [Br^{-}]$$

ملحوظة: لم يكتب $AgBr$ لأنه صلب أى تركيزه ثابت أو لا يتغير تركيزه تغيرا ملموسا.

مثال [١١] أكتب تعبيراً لحاصل الإذابة لمحلول مشبع من Bi_2S_3



$$K_{sp} = [Bi^{+3}]^2 \cdot [S^{-2}]^3$$

مثال [١٢] أحسب قيمة حاصل الإذابة لـ كبريتات الباريوم $BaSO_4$ إذا كان تركيز أيونات الباريوم Ba^{+2} هو 1.04×10^{-5} مول/لتر.

الحل



$$K_{sp} = [Ba^{+2}] \cdot [SO_4^{-2}]$$

$$K_{sp} = [1.04 \times 10^{-5}] \cdot [1.04 \times 10^{-5}] = 1.08 \times 10^{-10}$$

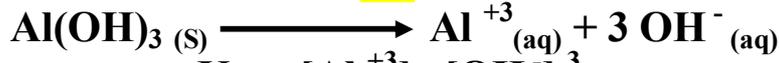
ملحوظة: - من المعادلة يتضح ان ايون واحد من SO_4^{-2} يقابل ايون واحد من Ba^{+2} فيكون تركيزهما متساوى

$$[SO_4^{-2}] = [Ba^{+2}] \text{ أى أن:}$$

مثال [١٣] أحسب قيمة حاصل الإذابة لـ هيدروكسيد الالومنيوم $Al(OH)_3$ إذا كانت درجة ذوبانه

١٠^{-٦} مول / لتر

الحل



$$K_{sp} = [\text{Al}^{+3}] \cdot [\text{OH}^{-}]^3$$

$$10^{-10} \times 27 = [10^{-10} \times 3] \times [10^{-10}] = K_{sp}$$

ملحوظة: من المعادلة يتضح ان ذوبان مول واحد من هيدروكسيد الالومنيوم يكون ١ مول من ايونات Al³⁺ وثلاثة مول من OH⁻

مثال [١٤] اذا كانت قيمة حاصل الاذابة لـ CaF₂ ٣,٩ × ١٠^{-١١} ما هي درجة ذوبانيته في الماء.

الحل



$$K_{sp} = [\text{Ca}^{+2}] \cdot [\text{F}^{-}]^2$$

بفرض أن درجة الذوبان = س مول / لتر



س

س

٢س

$$K_{sp} = [\text{Ca}^{+2}] \cdot [\text{F}^{-}]^2$$

$$3,9 \times 10^{-11} = [س] \times [٢س]^2$$

$$3,9 \times 10^{-11} = ٤س^٣$$

$$س = ٢,١ \times ١٠^{-٤} \text{ مول / لتر}$$

للتحويل من مول / لتر الى جم / لتر نضرب في كتلة مول CaF₂

$$\text{كتلة مول CaF}_2 = ١٩ \times ٢ + ٤٠,١ = ٧٨,١ \text{ جم}$$

$$\text{درجة الذوبان} = ٧٨,١ \times س = 0.016 \text{ جم / لتر}$$

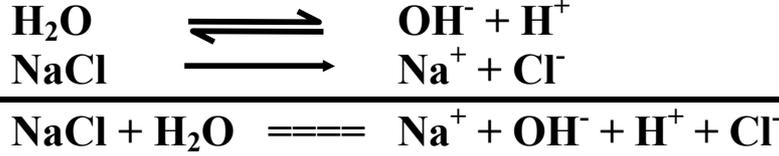
مثال [١٥] إذا علمت أن قيمة الحاصل الأيوني للماء Kw = ١٠^{-١٤} عند ٢٥ ° م املأ الفراغات في الجدول الآتي عند هذه الدرجة

POH	PH	[OH ⁻]	[H ⁺]
			١٠ ^{-١٠} X ١
		١٠ ^{-٥} X ١	
	٦		
١٢			

(٨) - تذكر جيداً ولا تنسى

التميؤ: (هو تبادل أيونات الملح والماء لتكوين الحمض والقاعدة المشتق منهما الملح).

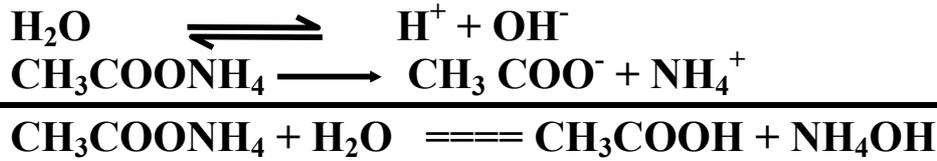
[١] تميؤ كلوريد الصوديوم (ملح مشتق من حمض قوى وقاعدة قوية):



وبلاحظ من التفاعل ما يأتى:

- (أ) لا يتكون حمض الهيدروكلوريك لأنه إلكتروليت قوى تام التأيّن وتظل (H⁺) فى الماء
 (ب) لا يتكون هيدروكسيد صوديوم لأنه إلكتروليت قوى تام التأيّن وتظل (OH⁻) فى الماء
 (ج) إذن يصبح المحلول متعادل لأن تركيز (H⁺) = تركيز (OH⁻) pH = 7

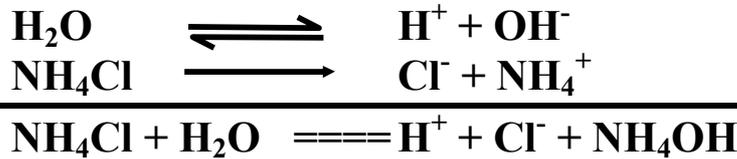
[٢] تميؤ أسيتات الأمونيوم (ملح مشتق من حمض ضعيف وقلوى ضعيف)



وبلاحظ من التفاعل ما يأتى:

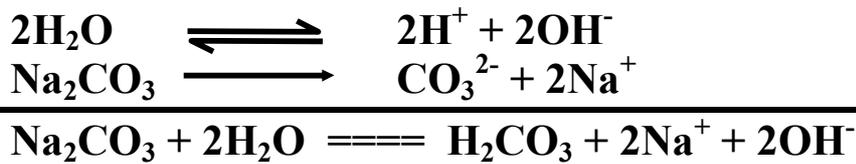
- (د) يتكون حمض الأسيتيك وهو إلكتروليت ضعيف التأيّن.
 (هـ) يتكون هيدروكسيد الأمونيوم وهو إلكتروليت ضعيف التأيّن.
 (و) إذا أصبح المحلول متعادل التركيز لأن تركيز (H⁺) = تركيز (OH⁻) pH = 7

[٣] تميؤ كلوريد الأمونيوم (ملح مشتق من حمض قوى مع قاعدة ضعيفة)



وبلاحظ من التفاعل ما يأتى:

- (أ) لا يتكون حمض الهيدروكلوريك لأنه إلكتروليت قوى تام التأيّن وتظل (H⁺) فى الماء.
 (ب) أيونات (OH⁻) تتحد مع أيونات الأمونيوم وتتكون جزيئات هيدروكسيد الأمونيوم ضعيفة التأيّن وبذلك تنقص أيونات (OH⁻) من المحلول فيختل الإتران.
 (ج) وتبعاً لقاعدة لوشاتلييه ولكى يعود الاتزان إلى حالته الأصلية تتأين جزيئات أخرى من الماء حتى تعوض النقص فى أيونات (OH⁻) فيزداد تراكم أيونات (H⁺) فى المحلول.
 (د) إذا أصبح المحلول حمضياً لأن تركيز (H⁺) أكبر من تركيز (OH⁻) ويكون pH < 7

[٤] تميؤ كربونات الصوديوم (ملح مشتق من حمض ضعيف وقاعدة قوية)

ويلاحظ من التفاعل ما يأتى:

- (أ) لا يتكون هيدروكسيد صوديوم لأنه إلكتروليت قوى تام التأيين وتظل أيونات (OH-) فى الماء.
 (ب) أيونات (H+) تتحد مع أيونات الكربونات ويتكون حمض الكربونيك ضعيف التأيين وبذلك تنقص أيونات (H+) من المحلول فيختل الاتزان.
 (ج) وتبعاً لقاعدة لوشاتلييه ولكى يعود الاتزان إلى حالته الأولى تتأين جزيئات أخرى من الماء حتى تعوض النقص فى أيونات (H+) فيزداد تراكم أيونات (OH-) فى المحلول.
 (د) - إذن يصبح المحلول قلوياً لأن تركيز أيونات (OH-) أكبر من تركيزات أيونات (H+)

(ب) - العوامل التي تؤثر على معدل التفاعل الكيميائي**١- درجة الحرارة****في التفاعلات الطاردة للحرارة: ($\Delta H = -$)**

- (أ) عند رفع درجة الحرارة:-
 ينشط التفاعل فى الاتجاه الذي يقلل الحرارة (ينشط التفاعل فى الاتجاه العكسي)
 ويسير التفاعل فى اتجاه المتفاعلات
 (ب) عند خفض درجة الحرارة:-
 ينشط التفاعل فى الاتجاه الذي يرفع الحرارة (ينشط التفاعل فى الاتجاه الطردى) ويسير التفاعل فى اتجاه تكوين النواتج

في التفاعلات الماصة للحرارة: ($\Delta H = +$)

- (أ) عند رفع درجة الحرارة:-
 ينشط التفاعل فى الاتجاه الذي يقلل الحرارة (ينشط التفاعل فى الاتجاه الطردى) - ويزداد تكوين النواتج
 (ب) عند خفض درجة الحرارة:-
 ينشط التفاعل فى الاتجاه العكسي (يقبل تكوين النواتج - يسير التفاعل فى اتجاه المتفاعلات)

٢- تأثير الضغط على نظام غازي متزن

- يكون تأثير الضغط على النظام دائماً ضد الحجم (عدد المولات) فإذاً :
 (أ) زيادة الضغط (تقليل حجم الوعاء) تجعل التفاعل ينشط فى اتجاه الحجم الأقل (عدد المولات الأقل)
 (ب) تقليل الضغط يجعل التفاعل ينشط فى اتجاه الحجم الأكبر (عدد المولات الأكبر)

٣- تأثير زيادة التركيز

كلما زاد التركيز أى زاد عدد جزيئات المتفاعلات زادت فرص التصادم بين الجزيئات فى وحدة الزمن أى زادت سرعة التفاعل وتوجهه للاتجاه المعاكس .

٤- تأثير العوامل الحفازة

يسرع التفاعل الطردى والعكسي معا بنفس النسبة وبالتالي لا يؤثر على موضع الاتزان فى التفاعلات الانعكاسية

(٩) - كيف تميز بين كل مما يأتى

١- الأسيترك النقى (المركز) - المخفف

المخفف	الأسيترك النقى	التجربة
يضىء المصباح	لايضىء المصباح	بتكوين دائرة كهربية ووضع طرفيها فى المحلولين

٢- الأسيترك - الهيدركلوريك:

الهيدكلوريك	الأسيترك	التجربة
يضىء المصباح بشده	يضىء المصباح ضعيف	بتكوين دائرة كهربية ووضع طرفيها فى المحلولين

٣- كلوريد الصوديوم - كلوريد الأمونيوم - كربونات صوديوم:

		بإضافة صبغة عباد الشمس
فهو كلوريد الصوديوم	إذا تلون المحلول باللون البنفسجى	
فهو كلوريد الأمونيوم	إذا تلون المحلول باللون الأحمر	
فهو كربونات الصوديوم	إذا تلون المحلول باللون الأزرق	