

## قوانين ومسائل الباب السابع

لحساب ثابت الاتزان ( $K_C$ ) =  $\frac{\text{حاصل ضرب تركيزات النواتج}}{\text{حاصل ضرب تركيزات المتفاعلات}}$

### ملاحظة هامة :

- ◀ في معادلة ثابت الاتزان ( $K_C$ ) : لا يكتب تركيز السوائل النقية كالماء أو المواد الصلبة النقية (الرواسب)
- ◀ في معادلة ثابت الاتزان ( $K_P$ ) : يعبر عن تركيز المواد بالضغط الجزئي لها.
- ◀ القيم الصغيرة لثابت الاتزان ( $K_C < 1$ ) : تعني أن التفاعل العكسي هو السائد
- ◀ القيم الصغيرة لثابت الاتزان ( $K_C > 1$ ) : تعني أن التفاعل الطردي هو السائد

(١) احسب قيمة ثابت الاتزان للتفاعل:  $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$   
عندما تكون التركيزات  $[N_2O_4] = 0.426$  مول/لتر،  $[NO_2] = 0.064$  مول/لتر

(٢) احسب ثابت الاتزان  $K_P$  للتفاعل:



إذا كانت الضغوط هي للنيتروجين ٢.٣ ضغط جو للهيدروجين ٧.١ ضغط جو وللشادر ٠.٦ ضغط جو  
- ما هو تعليقك على قيمة  $K_P$ ؟ وكيف نزيد من ناتج التفاعل؟

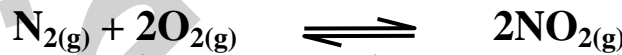
(٣) احسب قيمة ثابت الاتزان للتفاعل العكسي التالي:



علماً بأن تركيزات المواد المتفاعلة والناتجة هي كما يلي:  
 $N_2(g) = 1.2$  مول/لتر،  $H_2(g) = 0.8$  مول/لتر،  $NH_3(g) = 0.28$  مول/لتر  
(١) احسب ثابت الاتزان للتفاعل:

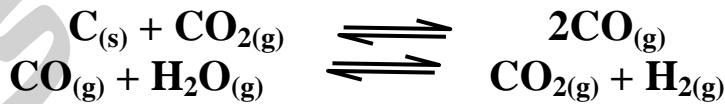


إذا علمت أن تركيزات اليود والهيدروجين ويوديد الهيدروجين عند الاتزان هي على الترتيب ٠.١١٠٥ ، ٠.١١٠٥ ، ٠.٧٨١٥ مول/لتر  
(٢) احسب ثابت الاتزان ( $K_P$ ) للتفاعل:



إذا كانت الضغوط هي ٢ ضغط جو، واحد ضغط جو، ٠.٢ ضغط جو على الترتيب للغازات  $N_2, O_2, NO_2$   
(٠٦/٠٦)

[٣] اكتب معادلة ثابت الاتزان  $K_C$  للتفاعلات التالية:



[٤] احسب تركيز غاز يوديد الهيدروجين من التفاعل المتزن التالي:

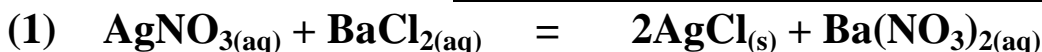


علماً بأن تركيز كلاً من  $I_2, H_2$  عند الاتزان =  $12 \times 10^{-3}$  مول/لتر.

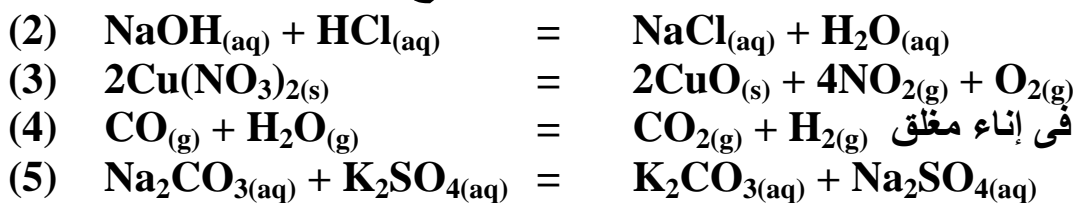
مثال [٦] اكتب معادلة ثابت الاتزان للتفاعلات الآتية:

- I  $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$
- II  $2AgNO_3(aq) + BaCl_2(aq) \rightleftharpoons 2AgCl(s) + Ba(NO_3)_2(aq)$
- III  $CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + H_2(g)$  في إناء مغلق

السؤال الخامس: اذكر نوع التفاعلات الكيميائية الآتية مع التعليل:-



## قوانين ومسائل الباب السابع

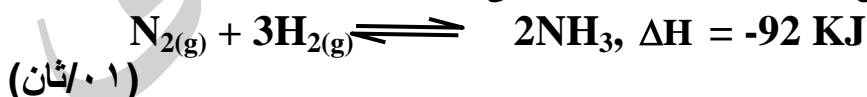


ثابت الإتزان للتفاعل المتزن اعتماداً على تركيزات المواد	$K_c$
ثابت الإتزان للتفاعل المتزن اعتماداً على الضغوط الجزئية للمواد (في حالة الغازات فقط)	$K_p$
ثابت الإتزان (التأين) للأحماض الضعيفة	$K_a$
ثابت الإتزان (التأين) للقواعد الضعيفة	$K_b$
ثابت الإتزان لتأين الماء (الحاصل الأيوني للماء)	$K_w$
ثابت الإتزان لتأين المركبات شحيحة الذوبان في الماء (أو المحاليل المشبعة)	$K_{sp}$

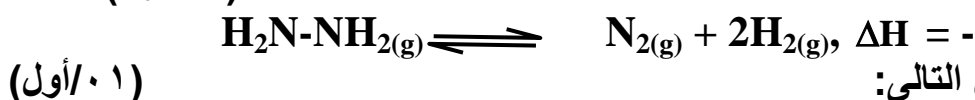
### ارشادات لحل أسئلة قاعدة لوشاتيليه :

- ◀ في التفاعل الطارد للحرارة تكتب كلمة (Heat) في النواتج أو ( $\Delta H$ ) تكون له قيمة سالبة
- ◀ في التفاعل الماص للحرارة تكتب كلمة (Heat) في المتفاعلات أو ( $\Delta H$ ) تكون له قيمة موجبة
- ◀ كلما زادت عدد مولات المتفاعلات أو النواتج دل على زيادة الضغط .. وعند تقليل الضغط الكلي فإنه يزاح التفاعل ناحية عدد المولات الأكثر (الأعلى ضغطاً) .. والعكس صحيح
- ◀ تقليل حجم الوعاء في تفاعلات الغازات تعني زيادة الضغط والعكس صحيح
- ◀ إذا زاد تركيز المتفاعلات يتجه التفاعل ناحية النواتج .. والعكس صحيح
- ◀ لا يؤثر العامل الحفاز في التفاعل المتزن لأنه يسرع التفاعل في كلا من الاتجاهين الطردي والعكسي

(١) وضح أثر التغير في الضغط ودرجة الحرارة في زيادة معدل تكوين غاز النشادر طبقاً للمعادلة:



(٢) من التفاعل المتزن التالي وضح تأثير التغير في الضغط ودرجة الحرارة على زيادة معدل تكوين غاز النيتروجين



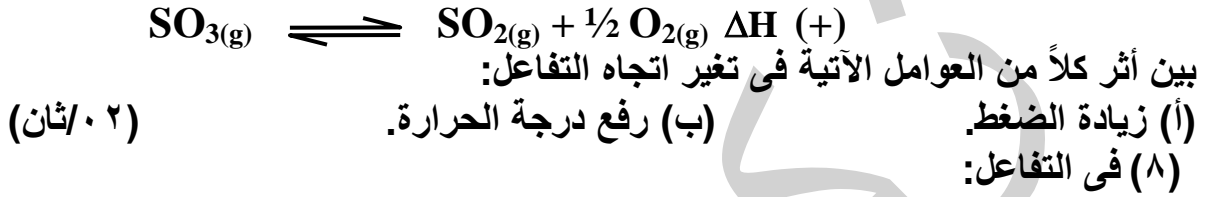
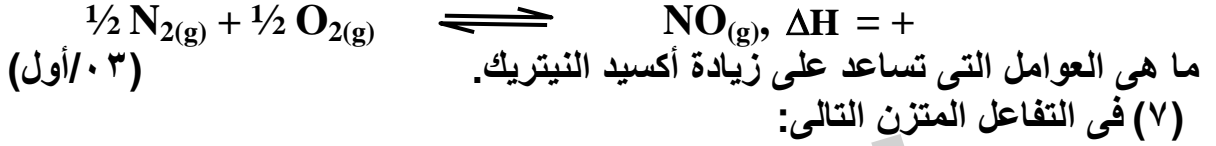
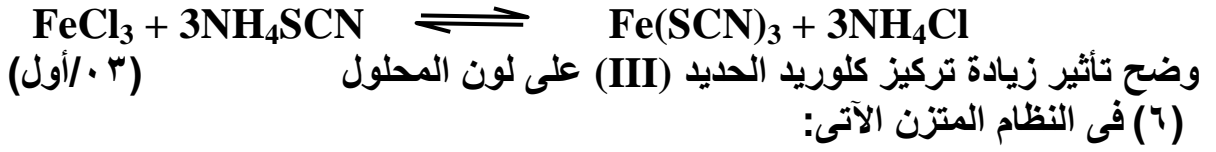
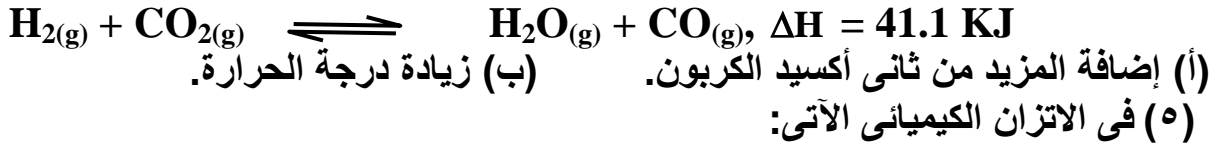
(٣) في التفاعل المتزن التالي:



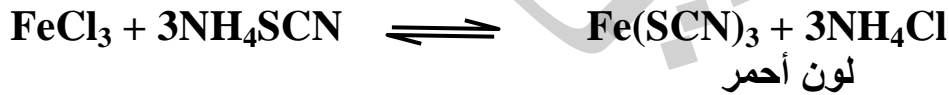
ما أثر الحرارة والضغط وتركيز المواد المتفاعلة على كمية أكسيد النيتريك المتكون.

(٤) كيف يؤثر كل تغير من التغيرات الآتية على تركيز غاز الهيدروجين في النظام المتزن التالي:  
 (٠٥/١ أول)

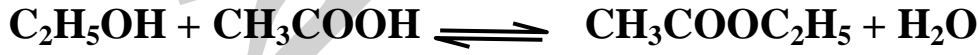
## قوانين ومسائل الباب السابع



[١] في التفاعل المتزن التالي:



ما هي التغيرات التي تحدث على شدة اللون الأحمر عند:-  
(أ) إضافة مزيداً من كلوريد الأمونيوم.  
(ب) إضافة مزيداً من كلوريد الحديد (III)  
(٣] في التفاعل المتزن التالي:



ماذا يحدث عند:-

(أ) إضافة كمية من الماء إلى المخلوط.  
(ب) إضافة كمية من حمض الكبريتيك المركز إلى المخلوط.  
(ج) إضافة مزيداً من الكحول الإيثيلي.

[٤] في التفاعل المتزن التالي:



وضح تأثير كل من العوامل الآتية على تركيز ( $\text{SO}_3$ )  
١- زيادة تركيز الأوكسجين. ٢- خفض درجة الحرارة. ٣- زيادة الضغط.  
(٥] في التفاعلين التاليين:

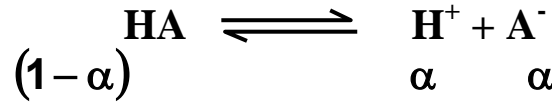


لماذا يتأثر وضع الاتزان بتغير حجم الوعاء في التفاعل الأول ولا يتأثر في التفاعل الثاني.

## قوانين ومسائل الباب السابع

استنتاج قانون استفالد:

نفرض أن حمض ضعيف أحادي البروتون وعند ذوبانه في الماء يتفكك حسب المعادلة:



حيث  $\alpha$  عدد المولات المفككة

وإذا كان الحجم بالتر =  $V$

فإن التركيز =  $\frac{\text{عدد المولات}}{\text{الحجم بالتر}}$

$$\left[ \frac{1-\alpha}{V} \right] \rightleftharpoons \left[ \frac{\alpha}{V} \right] + \left[ \frac{\alpha}{V} \right] \text{ التركيز}$$

$$K_a = \frac{\left[ \frac{\alpha}{V} \right] \left[ \frac{\alpha}{V} \right]}{\left[ \frac{1-\alpha}{V} \right]} \quad \frac{\text{تركيز النواتج}}{\text{تركيز المتفاعلات}} = K_a$$

$$K_a = \frac{\alpha^2}{(1-\alpha)V}$$

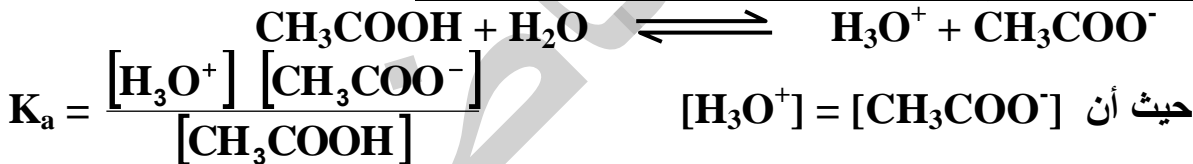
في حالة الإلكتروليت الضعيف تكون قيمة ( $\alpha$ ) صغيرة جداً حيث يعتبر  $1 = (1-\alpha)$

$$K_a = \frac{\alpha^2}{V} \therefore$$

وعند أخذ 1 مول من الحمض يكون تركيز الحمض  $\frac{1 \text{ مول}}{V} = C$  وتصبح العلاقة

$$K_a = \alpha^2 \times C$$

حساب تركيز أيون الهيدرونيوم للأحماض الضعيفة (تأين حمض الخليك):



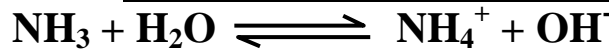
حيث أن  $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{CH}_3\text{COO}^-]$

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{C}$$

وحمض الخليك ضعيف يعتبر تركيزه ثابت =  $C$  فإن :

$$\therefore [\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{K_a \times C}$$

حساب تركيز أيون الهيدروكسيد للقواعد الضعيفة (تأين النشادر):



$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]}$$

حيث أن  $[\text{NH}_4^+] = [\text{OH}^-]$

$$K_b = \frac{[\text{OH}^-]^2}{C_b}$$

وتركيز النشادر يعتبر مقدار ثابت  $C_b$  فإن :

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{K_b \times C_b}$$

$$[\text{OH}^-] = \alpha \times C$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \alpha \times C$$

## قوانين ومسائل الباب السابع

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.

[1] احسب تركيز أيونات الهيدروجين في محلول ٠.١ مولارى من حمض الهيدروسيانيك HCN عند ٢٥ ° م علماً بأن ثابت الاتزان للحمض  $K_a = 7.2 \times 10^{-10}$

[2] احسب تركيز أيون الهيدروجين في محلول ٠.١ مولارى لحمض الخليك عند ٢٥ ° م علماً بأن ثابت الاتزان للحمض  $1.8 \times 10^{-4}$

[3] ما نسبة تأين محلول ٠.١ مولارى من حمض الخليك (ثابت التآين  $K_a = 1.8 \times 10^{-4}$ )

[4] إذا كانت درجة تفكك حمض عضوى ضعيف أحادى البروتون تساوى ٠.٣٣ في محلول تركيزه ٠.٢ مول/لتر احسب ثابت التآين ( $K_a$ ) لهذا الحمض.

(٥) ما نسبة تأين محلول ٠.٢ مولارى من حمض الخليك ( $K_a = 1.8 \times 10^{-4}$ )

(٦) إذا كانت درجة تفكك حمض عضوى ضعيف أحادى البروتون تساوى ٠.٢ في محلول تركيزه ٠.٢ مول/لتر - احسب ثابت التآين ( $K_a$ ) لهذا الحمض.

(٧) احسب تركيز أيون الهيدروجين في محلول ٠.١ مولارى من حمض الخليك عند ٢٥ ° م علماً بأن ثابت الاتزان لهذا الحمض هو  $1.8 \times 10^{-4}$

### قوانين تأين الماء

$$K_w = [H^+] [OH^-] = 10^{-14}$$

$$POH = -\log [OH^-]$$

$$pH = -\log [H_3O^+]$$

$$14 = POH + PH$$

و قيمة  $POH = 7$

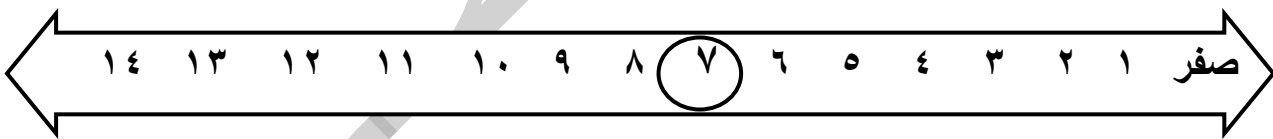
المحلول المتعادل قيمة  $PH = 7$

و قيمة  $POH$  أكبر من 7

المحلول الحمضي قيمة  $PH$  أقل من 7

و قيمة  $POH$  أقل من 7

المحلول القلوي قيمة  $PH$  أكبر من 7



المحلول ذو الأس الهيدروجيني ٥ يكون الأس الهيدروكسيلي له ٩ ويكون حمضي التأثير

المحلول الذي فيه تركيز الهيدروجين  $10^{-11}$  يكون فيه تركيز أيون الهيدروكسيل  $10^{-3}$  ويكون قلوي التأثير

المحلول الحمضي التأثير على عباد الشمس يتميز بأن تركيز أيونات الهيدروجين كبير (أكبر من  $10^{-7}$ ) لذلك تكون قيمة  $PH$  له منخفضة (أقل من 7)

مثال: تركيز أيون الهيدروجين  $10^{-4}$  مول / لتر أي قيمة  $PH = 4$

كلما قلت قيمة  $PH$  للمحلول الحمضي تزداد درجة الحموضة (أي تزداد قوة الحمض)

كلما زادت قيمة  $PH$  للمحلول القلوي تزداد درجة القلوية (أي تزداد قوة القلوي)

## قوانين ومسائل الباب السابع

كـ [٨] الماء النقي إلكتروليت ضعيف يوصل التيار الكهربى توصيلاً ضعيفاً أجب عن الآتى:  
 كـ (أ) اكتب معادلة اتزان تأين الماء. (ب) ما نوع الاتزان. (٣/٠٣ ثان)  
 تدريب : إذا علمت أن الحاصل الأيوني للماء  $K_w = 10^{-14}$  . أكمل الجدول

التأثير	POH	PH	[OH <sup>-</sup> ]	[H <sup>+</sup> ]
.....	.....	.....	.....	$10^{-11}$
.....	.....	.....	$10^{-6}$	.....
.....	.....	٦	.....	.....

١- أوجد قيمة الـ pH لمحلول تركيز أيون الهيدروجين به يساوى  $10^{-12}$   
 ٢- المعادلة التالية توضح تأين حمض ضعيف وهو حمض الخليك (وتركيظه C = ٠.٥ مولر) فى محلوله المائى

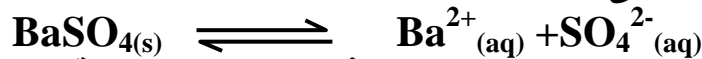


فإذا كان ثابت تأين الحمض  $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$  احسب كل من:

- (أ) درجة تأين الحمض.  
 (ب) تركيز أيون الهيدرونيوم فى محلول الحمض.  
 (ج) الرقم الهيدروجينى pH لمحلول الحمض  
 [٣] احسب pOH لحمض الأسيتيك  $\text{CH}_3\text{COOH}$  عندما يذاب ٦ جم منه فى كمية من الماء لتكوين لتر من المحلول علماً بأن ثابت اتزان الحمض  $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$

مسائل حاصل الإذابة : لأي مركب شحيح الذوبان فى الماء يساوي حاصل ضرب تركيز أيوناته (كل مرفوع لأس يساوي عدد الأيونات) مقدرة بالمول / لتر  
 ( ١ ) إذا ورد فى المعطيات درجة إذابة الملح أو تركيز أيون واحد من الأيونات ... فإننا نضرب فى معامل الأيون ونرفع لأس يساوي رقم المعامل ..  
 ( ٢ ) إذا ورد فى المعطيات تركيز أيونات كل من الكاتيون والأيون فى المحلول المشبع فإننا نرفع لأس يساوي معامل كل من الكاتيون والأيون على حدى ..

مثال [١] إذا كانت درجة ذوبان هيدروكسيد الألونيوم  $\text{Al}(\text{OH})_3$  شحيح الذوبان فى الماء هى  $10^{-6}$  مول/لتر احسب حاصل الإذابة  $K_{sp}$   
 مثال [٢] فى حالة الاتزان التالى:



إذا كان تركيز أيون  $\text{Ba}^{2+}$  عند الاتزان هى  $1.04 \times 10^{-4}$  مول/لتر احسب قيمة حاصل الإذابة لـ  $\text{BaSO}_4$

مثال [٣]

قيمة حاصل الإذابة  $K_{sp}$  لـ  $\text{CaF}_2$  هى  $3.9 \times 10^{-11}$  ما هى درجة ذوبانية  $\text{CaF}_2$  فى الماء مقدرة بالجرام/لتر  
 ٤- احسب قيمة حاصل الإذابة لكلوريد الفضة ( $\text{AgCl}$ ) إذا كانت درجة ذوبانه هى  $10^{-6}$  مول/لتر