

ملخص

# الكيمياء

الصف (11)

الفصل الدراسي الأول

الوحدة الخامسة

الاتزان الكيميائي  
Chemical Equilibrium

إعداد :

أ / محمد الحسيني

93936601

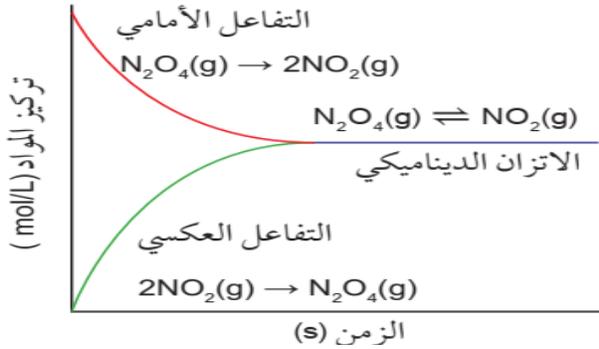
## الالتزان الكيميائي

تفاعل الإلتزان	التفاعلات المنعكسة
تفاعل تكون فيه كلا من المواد المتفاعلة والمواد الناتجة موجودة بنسبة تراكيز ثابتة عند ظروف معينة .	تفاعلات يمكن خلالها إعادة تحويل المواد الناتجة إلى مواد متفاعلة عن طريق تغيير الظروف .
$\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$ <p>عند الإلتزان : تكون سرعة تفاعل (اليود) مع (الهيدروجين) لتكوين (يوديد الهيدروجين) تساوى سرعة تفكك (يوديد الهيدروجين) إلى (هيدروجين ويود) .</p>	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CuSO}_4(\text{s}) + 5\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ <p>كبريتات النحاس (II) المائية      كبريتات النحاس (II) اللامائية</p>

### خصائص تفاعل الإلتزان

1. يكون الإلتزان ديناميكياً حيث يحدث التفاعلان الأمامي والعكسي بمعدل السرعة نفسه.
2. تبقى تراكيز المواد المتفاعلة والمواد الناتجة ثابتة عند الإلتزان.
3. يتطلب تفاعل الإلتزان نظاماً مغلقاً Closed system .

### النظام المغلق :



هو نظام لا تتسرب منه المواد المتفاعلة أو المواد الناتجة من مخلوط التفاعل .

### الإلتزان الديناميكي :

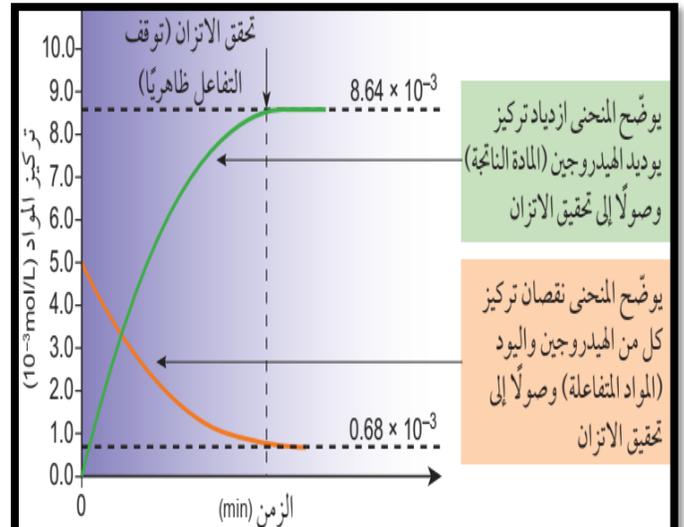
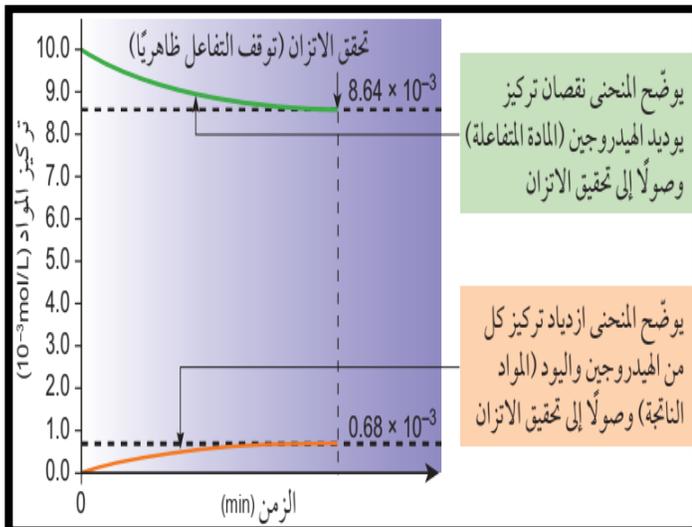
تفاعل تتحول فيه المواد المتفاعلة إلى مواد ناتجة بمعدل السرعة نفسه الذى تتحول فيه المواد الناتجة إلى مواد متفاعلة مرة أخرى .

### ثبات تراكيز المواد المتفاعلة وتراكيز المواد الناتجة عند الإلتزان



### التفاعل العكسي

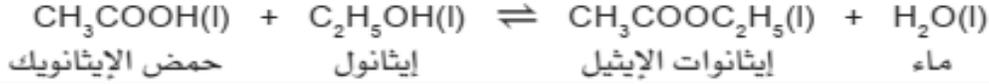
### التفاعل الأمامي



## مبدأ لوشاتيليه

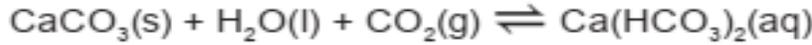
إذا حدثت تغيرات في التركيز أو الضغط أو درجة الحرارة لنظام في حالة إتزان ديناميكي ، فإن وضع الإتزان ينزاح في الإتجاه الذى يحد من تأثير هذا التغير .

### تأثير التركيز على حالة الاتزان



إزالة الماء	إضافة الماء	إضافة الإيثانول
ينزاح موضع الإتزان نحو اليمين لتعويض النقص في الماء .	ينزاح موضع الإتزان نحو اليسار .	ينزاح موضع الإتزان نحو اليمين .
فيزداد تركيز إيثانوات الإيثيل .	فيزداد تركيز حمض الإيثانويك والإيثانول .	فيزداد تركيز إيثانوات الإيثيل .

### كيف تتكون الصواعد والهوابط الصخرية في الكهوف ؟



يتكون المحلول المائي في الصخور من (كربونات كالسيوم هيدروجينية + ثاني أكسيد الكربون) الذائبين في الماء ، وعند تساقط قطرات الماء يتسرب  $\text{CO}_2$  الذائب إلى الهواء ، فيقل تركيزه من المحلول ، فيزاح وضع الإتزان نحو اليسار ويترسب  $\text{CaCO}_3$

### تأثير الضغط على حالة الاتزان



عند نقصان الضغط	عند زيادة الضغط
تصبح الجزيئات متباعدة ويقل تركيزها .	تصبح الجزيئات أقرب ويزداد تركيزها .
فيزاح التفاعل في الإتجاه العكسى الذى يزيد عدد الجزيئات .	فيزاح التفاعل في الإتجاه الأمامى الذى يقلل عدد الجزيئات .
وتزيد كميتى $\text{SO}_2$ , $\text{O}_2$	وتزيد كمية $\text{SO}_3$

التغير في الضغط	عدد جزيئات أقل في الطرف الأيمن من المعادلة	عدد جزيئات أكثر في الطرف الأيمن من المعادلة
ازدياد الضغط	$\text{N}_2\text{(g)} + 3\text{H}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2\text{NH}_3\text{(g)}$ ينزاح موضع الاتزان في اتجاه المادة الناتجة فيتكوّن مزيد من ( $\text{NH}_3$ )	$\text{N}_2\text{O}_4\text{(g)} \rightleftharpoons 2\text{NO}_2\text{(g)}$ ينزاح موضع الاتزان في اتجاه المادة المتفاعلة فيتكوّن مزيد من ( $\text{N}_2\text{O}_4$ )
نقصان الضغط	ينزاح موضع الاتزان في اتجاه المواد المتفاعلة فيتكوّن مزيد من ( $\text{N}_2$ )، و ( $\text{H}_2$ )	ينزاح موضع الاتزان في اتجاه المادة الناتجة فيتكوّن مزيد من ( $\text{NO}_2$ )

### علل : لا يؤثر تغير الضغط في تفاعل اليود مع الهيدروجين ؟



لأن عدد جزيئات الغازات متساوية على طرفى المعادلة .

### ملحوظة :

يظهر تأثير الضغط فقط في التفاعلات التي تحتوى على غازات وتختلف عدد المولات بين طرفى المعادلة .

## تأثير درجة الحرارة على حالة الاتزان

تفاعل طارد للحرارة	تفاعل ماص للحرارة	نوع التفاعل
$2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3 + 202 \text{ kJ/mol}$ $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g) \quad \Delta H_f = -202.0 \text{ kJ/mol}$	$9.6 \text{ kJ/mol} + 2HI \rightleftharpoons H_2 + I_2$ $2HI(g) \rightleftharpoons H_2(g) + I_2(g) \quad \Delta H_f = +9.6 \text{ kJ/mol}$	التغير في درجة الحرارة
ينزاح موضع الاتزان في اتجاه المواد المتفاعلة فيتكوّن المزيد من (SO <sub>2</sub> )، و(O <sub>2</sub> ).	ينزاح موضع الاتزان في اتجاه المواد الناتجة فيتكوّن المزيد من (H <sub>2</sub> )، و(I <sub>2</sub> ).	ارتفاع درجة الحرارة
ينزاح موضع الاتزان في اتجاه المادة الناتجة فيتكوّن المزيد من (SO <sub>3</sub> ).	ينزاح موضع الاتزان في اتجاه المادة المتفاعلة فيتكوّن المزيد من (HI).	إنخفاض درجة الحرارة

## تأثير العوامل الحفّازة على حالة الاتزان

تقلل العوامل الحفّازة المدة الزمنية التي يستغرقها التفاعل للوصول إلى حالة الاتزان .

علل : لا يؤثر العامل الحفّاز على موضع الاتزان ؟

لأن العامل الحفّاز يزيد معدل سرعة التفاعلات الأمامية والعكسية بالتساوي .

## ٣-٥ معادلات الاتزان وثابت الاتزان (K<sub>c</sub>)

### معادلة الاتزان :

علاقة تربط بين ثابت الاتزان **K<sub>c</sub>** وتراكيز المواد المتفاعلة والناتجة ومعاملات التناسب الكيميائي للمعادلة .



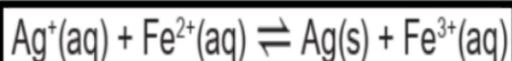
### ثابت الاتزان **K<sub>c</sub>** :

حاصل ضرب تراكيز المواد الناتجة مقسوما على حاصل ضرب تراكيز المواد المتفاعلة ، وكل هذه التراكيز يكون مرفوعا لأس يساوي عدد المولات في المعادلة الموزونة .

$$K_c = \frac{[C]^p [D]^q}{[A]^m [B]^n}$$

علل : يتم تجاهل كلا من المواد الصلبة والماء (إذا كان مذيب) من معادلة الاتزان ؟

لأن تركيزهما يبقى ثابتا حتى لو كانت الكمية كبيرة .



$$K_c = \frac{[Fe^{3+}]}{[Ag^+][Fe^{2+}]}$$

أكتب معادلات ثابت الاتزان **K<sub>c</sub>** للتفاعلات الآتية

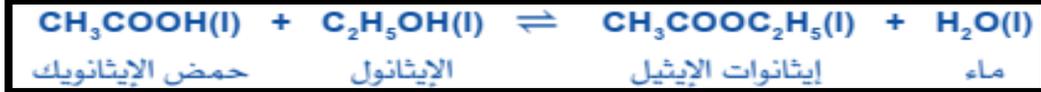
$2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$	$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$
(( الحل ))	(( الحل ))
$K_c = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2[O_2]}$	$K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}$

أكتب وحدة قياس ثابت الإتزان  $K_c$  للتفاعلات الآتية

$2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$	$H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$
(( الحل ))	(( الحل ))
$K_c = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2[O_2]}$ $= \frac{(mol/L)^2}{(mol/L)^2 (mol/L)} = L/mol$	$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}$ $= \frac{(mol/L)^2}{(mol/L)(mol/L)}$ <p>ليس له وحدة قياس</p>

أمثلة على حسابات الاتزان

مثال (1): تم حساب عدد المولات في التفاعل التالي عند الإتزان:



يحتوي حجم مقداره 500 mL من مخلوط التفاعل على 0.235 mol من حمض الإيثانويك، و 0.0350 mol من الإيثانول مع 0.182 mol من إيثانوات الإيثيل، و 0.182 mol من الماء. احسب قيمة ثابت الاتزان ( $K_c$ ) لهذا التفاعل.

(( الحل ))

المعادلة	$CH_3COOH(l)$	$C_2H_5OH(l)$	$CH_3COOC_2H_5(l)$	$H_2O(l)$
التركيز	$\frac{0.235 \times 1000}{500}$ 0.470 mol/L	$\frac{0.0350 \times 1000}{500}$ 0.070 mol/L	$\frac{0.182 \times 1000}{500}$ 0.364 mol/L	$\frac{0.182 \times 1000}{500}$ 0.364 mol/L

$$K_c = \frac{[CH_3COOC_2H_5][H_2O]}{[CH_3COOH][C_2H_5OH]} = \frac{(0.364) \times (0.364)}{(0.470) \times (0.070)} = 4.03$$

مثال (2): حساب ثابت الإتزان من خلال معرفة التراكيز الابتدائية للمتفاعلات وتراكيز الإتزان للنواتج:



ترك مخلوط مكون من البروبانون، و 0.0500 mol/L من سيانيد الهيدروجين ليصل إلى حالة اتزان عند درجة حرارة الغرفة. بلغ تركيز المادة الناتجة عند الاتزان 0.0233 mol/L. احسب قيمة ثابت الاتزان ( $K_c$ ) لهذا التفاعل.

(( الحل ))

المعادلة	$CH_3COCH_3(aq)$	$HCN(aq)$	$CH_3C(OH)(CN)CH_3(aq)$
التركيز الابتدائي (mol/L)	0.0500	0.0500	0
التركيز عند الاتزان (mol/L)	$0.0500 - 0.0233 = 0.0267$	$0.0500 - 0.0233 = 0.0267$	0.0233

$$K_c = \frac{[CH_3C(OH)(CN)CH_3]}{[CH_3COCH_3][HCN]} = \frac{(0.0233)}{(0.0267) \times (0.0267)} = 32.7$$

وحدة القياس

$$\frac{(mol/L)}{(mol/L)(mol/L)} = \frac{1}{(mol/L)} = (L/mol)$$

ما يعني أن:  $K_c = 32.7 L/mol$

مثال (3) : حساب ثابت الإتزان من خلال معرفة التراكيز الابتدائية للمتفاعلات وتراكيزها عند الإتزان فقط دون الحاجة للنواتج :



أضيف 0.1000 mol من إيثانوات الإيثيل إلى 0.1000 mol من الماء. كما أضيفت كمية قليلة من مادة حمضية (كعامل حفّاز)، ثم أضيف مذيب خامل حتى أصبح حجم المخلول 1 L. عند الاتزان بلغ عدد مولات الماء الموجودة 0.0654 mol. احسب قيمة ( $K_c$ ) لهذا التفاعل.

(( الحل ))

المعادلة			
$\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5(\text{l})$	$+ \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	$\rightleftharpoons$	$\text{CH}_3\text{COOH}(\text{l}) + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l})$
0.1000	0.1000	0	0
0.0654	0.0654	$0.1000 - 0.0654 = 0.0346$	$0.1000 - 0.0654 = 0.0346$

$$K_c = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}]}{[\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5][\text{H}_2\text{O}]} \quad K_c = \frac{(0.0346) \times (0.0346)}{(0.0654) \times (0.0654)} = 0.288$$

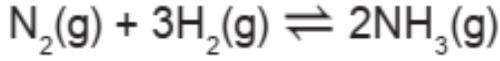
### تأثير العوامل المختلفة على حالة الإتزان

العوامل المؤثرة	نوع التغير	التأثير على موضع الاتزان	التأثير على قيمة ( $K_c$ )
التركيز	الزيادة	ينزاح في الاتجاه الأمامي (اليمين)	تبقى قيمته ثابتة لا تتغير
		ينزاح في الاتجاه العكسي (اليسار)	
	النقصان	ينزاح في الاتجاه العكسي (اليسار)	
		ينزاح في الاتجاه الأمامي (اليمين)	
درجة الحرارة	الزيادة	ينزاح في الاتجاه العكسي (اليسار)	تقل قيمته
		ينزاح في الاتجاه الأمامي (اليمين)	تزداد قيمته
	النقصان	ينزاح في الاتجاه الأمامي (اليمين)	تزداد قيمته
		ينزاح في الاتجاه العكسي (اليسار)	تقل قيمته
الضغط	الزيادة	ينزاح في اتجاه تقليل عدد مولات الغازات	تبقى قيمته ثابتة لا تتغير
	النقصان	ينزاح في اتجاه زيادة مولات الغازات	
العامل الحفّاز		لا يتأثر	تبقى قيمته ثابتة لا تتغير

## هـ- الاتزان في تفاعلات الغازات وثابت الاتزان ( $K_p$ )

### الضغط الجزئي

الضغط الذي يبذله غاز ما في مخلوط من عدة غازات .



$$K_p = \frac{(P_{NH_3})^2}{(P_{N_2}) \times (P_{H_2})^3}$$

### ثابت الإتزان ( $K_p$ )

حاصل ضرب الضغوط الجزئية للغازات الناتجة مقسوما على حاصل ضرب الضغوط الجزئية للغازات المتفاعلة ، وكل هذه الضغوط يكون مرفوعا لأس يساوي عدد المولات في المعادلة الموزونة .

إستنتاج وحدة قياس ثابت الإتزان  $K_p$  للتفاعلات الآتية :

$2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$	$N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$
(( الحل ))	(( الحل ))
$K_p = \frac{(P_{SO_3})^2}{(P_{SO_2})^2 \times (P_{O_2})} = \frac{Pa \times Pa}{Pa \times Pa \times Pa} = \frac{1}{Pa} = Pa^{-1}$	$K_p = \frac{(P_{NO_2})^2}{(P_{N_2O_4})} = \frac{Pa \times Pa}{Pa} = Pa$ باسكال

### عمليات حسابية تستخدم الضغوط الجزئية

<p>مثال (2) : إحسب قيمة (<math>K_p</math>) لهذا التفاعل :</p> $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ <p>إذا كان الضغط الكلي (للأمونيا والهيدروجين والنيتروجين) هو : <math>9.75 \times 10^5 Pa</math> وفي هذه الظروف نفسها، الضغط الجزئي للنيتروجين يساوي <math>3.5 \times 10^4 Pa</math>، والضغط الجزئي للهيدروجين يساوي <math>1.1 \times 10^5 Pa</math></p>	<p>مثال (1) : إحسب قيمة (<math>K_p</math>) لهذا التفاعل :</p> $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$ <p>عندما تكون ضغوط الإتزان الجزئية هي :</p> $SO_2 = 1.0 \times 10^6 Pa$ $O_2 = 7.0 \times 10^6 Pa$ $SO_3 = 8.0 \times 10^6 Pa$
(( الحل ))	(( الحل ))
$P_T = (P_{N_2}) + (P_{H_2}) + (P_{NH_3})$ $9.75 \times 10^5 = (3.5 \times 10^4) + (1.1 \times 10^5) + (P_{NH_3})$ <p>الضغط الجزئي للأمونيا <math>8.3 \times 10^5 Pa = P_{NH_3}</math></p> $K_p = \frac{(P_{NH_3})^2}{(P_{N_2}) \times (P_{H_2})^3}$ $K_p = \frac{(8.3 \times 10^5)^2}{(3.5 \times 10^4) \times (1.1 \times 10^5)^3} = 1.48 \times 10^{-8}$ <p>إستنتاج وحدة القياس :</p> $\frac{Pa \times Pa}{Pa \times Pa \times Pa \times Pa} = \frac{1}{Pa^2} = Pa^{-2}$ $K_p = 1.48 \times 10^{-8} Pa^{-2}$	$K_p = \frac{(P_{SO_3})^2}{(P_{SO_2})^2 \times (P_{O_2})}$ $K_p = \frac{(8.0 \times 10^6)^2}{(1.0 \times 10^6)^2 \times 7.0 \times 10^6} = 9.1 \times 10^{-6}$ <p>إستنتاج وحدة القياس :</p> $\frac{Pa \times Pa}{Pa \times Pa \times Pa} = \frac{1}{Pa} = Pa^{-1}$ $K_p = 9.1 \times 10^{-6} Pa^{-1}$

## الكسر المولي

عدد مولات غاز معين في مخلوط من الغازات مقسوما على العدد الكلي لمولات الغازات جميعها الموجودة في المخلوط .

احسب الكسر المولي للأمونيا الموجودة في مخلوط يحتوى على 0.5 مول أمونيا و 0.9 مول هيدروجين و 0.6 مول نيتروجين ؟

$$\text{الكسر المولي} = \frac{0.5}{0.5 + 0.9 + 0.6} = 0.25$$

الكسر المولي =  $\frac{\text{عدد مولات الغاز}}{\text{العدد الكلي لمولات الغازات جميعها الموجودة في المخلوط (n}_T)}$

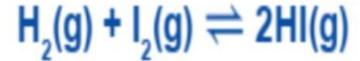
## الضغط الجزئي والكسر المولي

$$P_x = \frac{n_x}{n_T} \times P_T$$

الضغط الجزئي للغاز = الكسر المولي للغاز × الضغط الكلي

$(1.71 \times 10^{-3}) + (2.91 \times 10^{-3}) + (1.65 \times 10^{-2})$ $= 2.112 \times 10^{-2} \text{ mol}$	مجموع عدد المولات	أولا :
$H_2 = \frac{1.71 \times 10^{-3}}{2.112 \times 10^{-2}} = 0.0810$ $I_2 = \frac{2.91 \times 10^{-3}}{2.112 \times 10^{-2}} = 0.1378$ $HI = \frac{1.65 \times 10^{-2}}{2.112 \times 10^{-2}} = 0.7813$	الكسر المولي لكل غاز	ثانيا :
$H_2 = 0.0810 \times 100 = 8.10 \text{ kPa}$ $I_2 = 0.1378 \times 100 = 13.78 \text{ kPa}$ $HI = 0.7813 \times 100 = 78.13 \text{ kPa}$	الضغط الجزئي لكل غاز	ثالثا :
$K_p = \frac{(P_{HI})^2}{(P_{H_2}) \times (P_{I_2})}$ $K_p = \frac{78.13 \times 78.13}{8.10 \times 13.78} = 54.7$	ثابت الإتزان	رابعا :

مثال (2) : احسب قيمة  $(K_p)$  لهذا التفاعل :



علما بأن عدد المولات عند الإتزان هي :

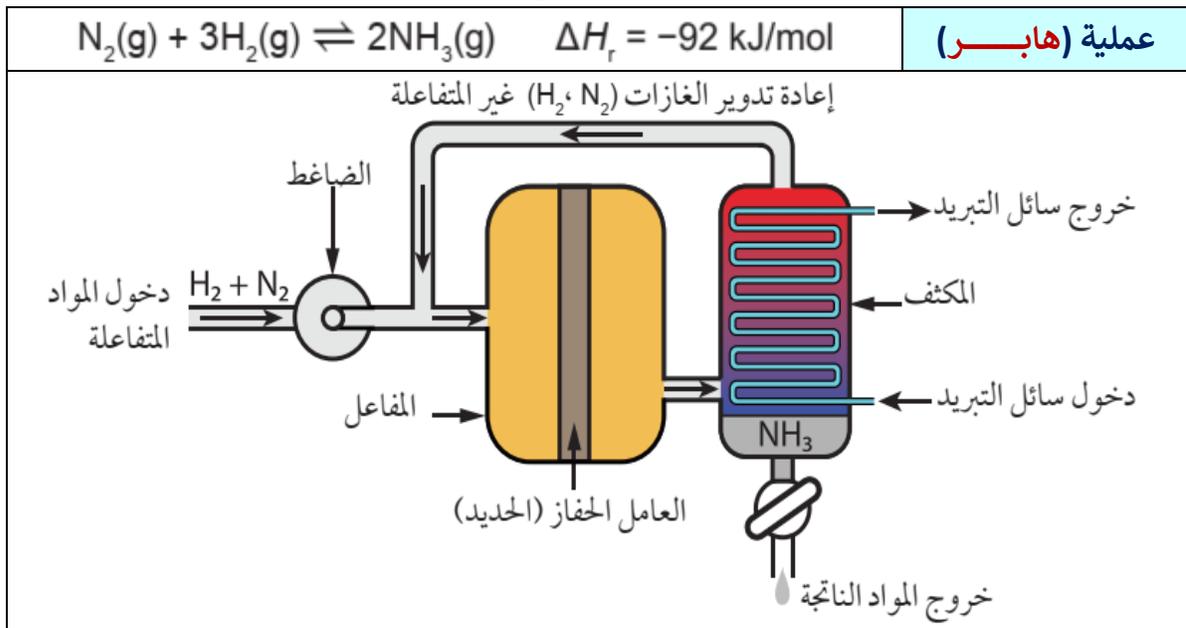
$$H_2 = 1.71 \times 10^{-3} \text{ mol,}$$

$$I_2 = 2.91 \times 10^{-3} \text{ mol,}$$

$$HI = 1.65 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

والضغط الكلي يساوي 100 kPa

## الاتزان وإنتاج الأمونيا



(2) زيادة الضغط :	(1) خفض درجة الحرارة :
$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$	$N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g) + 92 \text{ kJ}$
زيادة الضغط يزيد عدد التصادمات بين الجزيئات فيزاح التفاعل في الإتجاه الأمامي حيث يقل عدد الجزيئات وتزيد كمية الأمونيا (الحجم الأقل) .	إنخفاض درجة الحرارة يزيح موضع الإتزان في الإتجاه الأمامي حيث توجد الحرارة فتزيد كمية الأمونيا .

**علل : تستخدم درجة الحرارة (450°C) لتحضير الأمونيا بدلا عن (350°C) ؟**

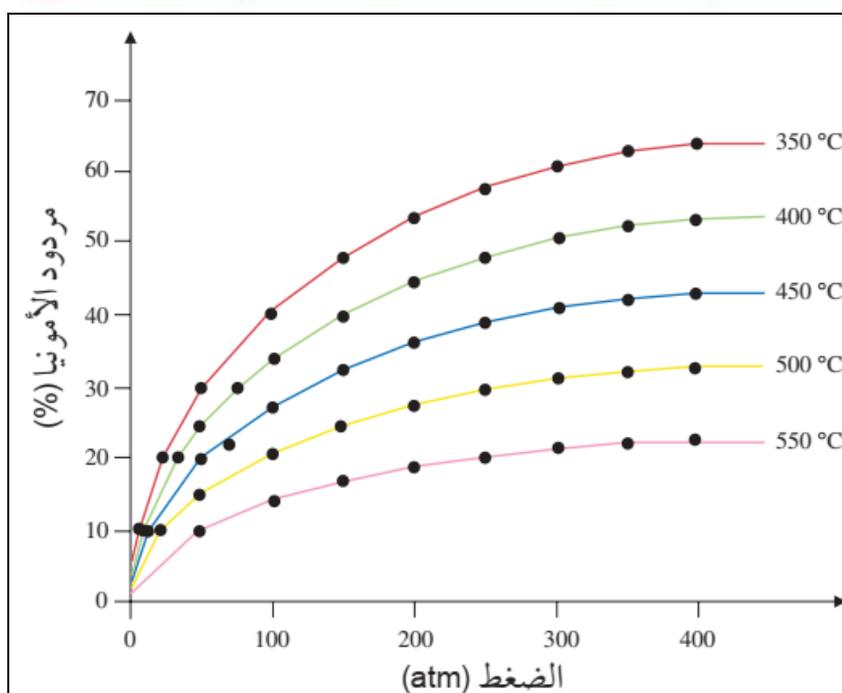
لأن درجة الحرارة المنخفضة يخفض معدل سرعة إنتاج الأمونيا .

**علل : يستخدم الضغط (200 atm) لتحضير الأمونيا بدلا عن (400 atm) ؟**

لأن الضغط المرتفع خطر ومكلف من حيث صناعة أوعية تتحمل الضغط المرتفع .

الظروف المثالية والمناسبة لعملية هابر في تصنيع الأمونيا

الظروف المناسبة	العيوب	الظروف المثالية لمردود عالٍ من الأمونيا	الظروف
200 atm (وحدة ضغط جوي)	غير آمن ومكلف	مرتفع	الضغط
450 °C	معدل سرعة التفاعل بطيء	منخفضة	درجة الحرارة
—	يحتاج إلى درجة حرارة منخفضة لتكثيف الأمونيا، ثم تخزينها تحت الضغط	إزالة الأمونيا من المخلوط	فصل كمية الأمونيا في مخلوط التفاعل
تغييره بصورة منتظمة	قد يتلوث ولا يعود فاعلاً مع مرور الوقت	لا تأثير له على مردود الأمونيا، لكنه يزيد معدل سرعة التفاعل	العامل الحفّاز (Fe)

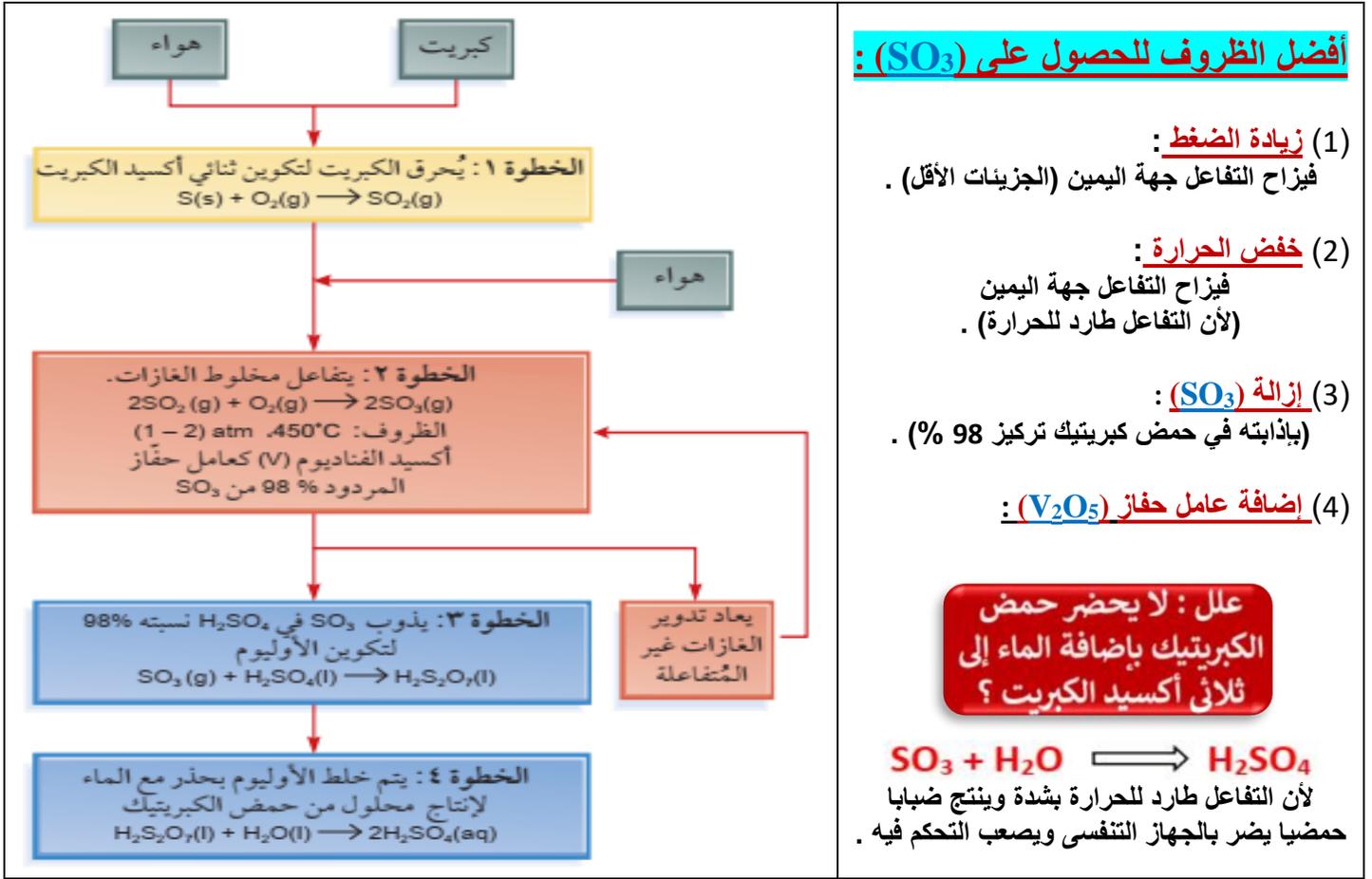


الظروف اللازمة لتصنيع الأمونيا

(1) درجة حرارة منخفضة  
أقل من (350°C) .

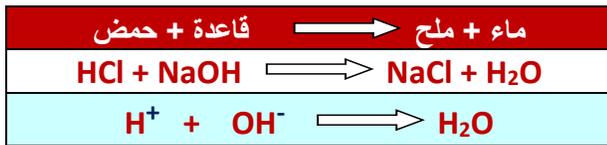
(2) ضغط أعلى من  
(400 atm) .

## طريقة التلامس لصناعة حمض الكبريتيك



## قيم الرقم الهيدروجيني pH والتعادل

تفاعل التعادل:



pH	نوع المحلول
أقل من (7)	حمضي
أكبر من (7)	قلوي
تساوي (7)	متعادل

الحمض والقاعدة (نظرية أرهينوس)

القلوي : يتأين في الماء ويعطى أيونات (OH<sup>-</sup>) .

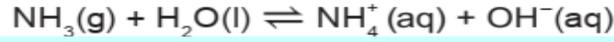
الصيغة الكيميائية	الأيونات الناتجة من تأين القاعدة
CaO	$Ca^{2+} + 2OH^-$
CuO	(Cu <sup>2+</sup> , O <sup>2-</sup> ) لا يذوب في الماء
NaOH	$Na^+ + OH^-$
Ca(OH) <sub>2</sub>	$Ca^{2+} + 2OH^-$
NH <sub>3</sub>	$NH_4^+ + OH^-$

الحمض : يتأين في الماء ويعطى أيونات (H<sup>+</sup>) .

الصيغة الكيميائية	الأيونات الناتجة من تأين الحمض
HCl	$H^+ + Cl^-$
HNO <sub>3</sub>	$H^+ + NO_3^-$
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	$2H^+ + SO_4^{2-}$
CH <sub>3</sub> COOH	$CH_3COO^- + H^+$
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COOH	$C_6H_5COO^- + H^+$

## علل : محلول الأمونيا قلوي ؟

لأن الأمونيا تذوب في الماء وتنتج أيونات الهيدروكسيل ( $\text{OH}^-$ ).



## ملاحظات

القلويات هي قواعد قابلة للذوبان في الماء .	قلوي : (يذوب في الماء) $\text{CaO}$ قاعدة : (لا يذوب في الماء) $\text{CuO}$
جميع القلويات قواعد وليست كل القواعد قلويات .	

## نظرية برونستد-لوري للأحماض والقواعد

الحمض :	القاعدة :
المادة التي تمنح البروتون ( $\text{H}^+$ ) .	المادة التي تستقبل البروتون ( $\text{H}^+$ ) .
$\text{HClO}_4 + \text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{ClO}_4^- + \text{CH}_3\text{COOH}_2^+$ <p>حمض قاعدة</p>	

## علل : يعتبر الماء متردد ؟

لأن الماء يتفاعل مع الأحماض كأنه قاعدة ، ويتفاعل مع القواعد كأنه حمض .

$\text{HCl}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$ <p>حمض قاعدة</p>	$\text{NH}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$ <p>حمض قاعدة</p>
---	--

الأحماض الضعيفة	الأحماض القوية
هي أحماض غير تامة التأيين في الماء .	هي أحماض تامة التأيين في الماء .
$\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$	$\text{HCl}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$
pH = 2.9	pH = 1
تركيز $[\text{H}_3\text{O}^+]$ أقل	تركيز $[\text{H}_3\text{O}^+]$ كبير
مثل : $\text{HCN}$ , $\text{H}_2\text{S}$ , $\text{H}_2\text{CO}_3$ , الأحماض العضوية	مثل : $\text{HCl}$ , $\text{H}_2\text{SO}_4$ , $\text{HNO}_3$

القواعد الضعيفة	القواعد القوية
تتأين جزئياً في المحلول .	تتأين تماماً في المحلول .
$\text{NH}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$	$\text{NaOH}(\text{s}) \rightarrow \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$
pH = 11.1	pH = 13
تركيز $[\text{OH}^-]$ أقل	تركيز $[\text{OH}^-]$ كبير
مثل : الأمينات $\text{R-NH}_2$	مثل : هيدروكسيدات المجموعة الأولى $\text{KOH}$



## تمييز الحمض الضعيف من الحمض القوي

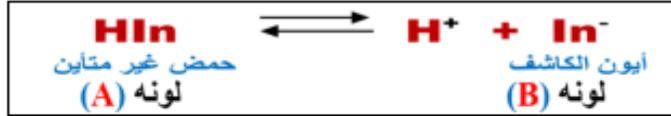
الحمض الضعيف	الحمض القوي	
أقل	أكبر	تركيز أيون (H <sup>+</sup> )
أكبر	أقل	الرقم الهيدروجيني pH
أقل توصيل	جيدة التوصيل	التوصيل الكهربى
أقل نشاط	عالية النشاط	النشاط الكيميائى

### كاشف (حمض - قاعدة) :

مركب يتغير لونه عبر مدى محدد من قيم الرقم pH

### كيف يعمل الكاشف؟

الكاشف هو حمض ضعيف يمتلك فيها الحمض والأيون الكاشف ألوانا مختلفة عن بعض .



عند إضافة قلوي	عند إضافة حمض
يزداد تركيز أيون OH <sup>-</sup> فيتفاعل مع أيون H <sup>+</sup> ويقل تركيزه فيزاح موضع الإتزان للطرف الأيمن تبعاً لقاعدة لوشاتلييه ويظهر اللون (B) .	يزداد تركيز أيون H <sup>+</sup> فيزاح موضع الإتزان للطرف الأيسر تبعاً لقاعدة لوشاتلييه ويظهر اللون (A) .

### نقطة النهاية

هي pH تقع في الوسط لعدة قيم يتغير فيها لون الكاشف في مدى بين الوسط الحمضي والوسط القلوي .

اسم الكاشف	مدى قيم pH	اللون عند قيم pH الصغرى	اللون عند قيم pH الكبرى
الميثيل البنفسجي (الأرجواني)	0.0 - 1.6	أصفر	أزرق
الميثيل الأصفر	2.9 - 4.0	أحمر	أصفر
الميثيل البرتقالي	3.2 - 4.4	أحمر	أصفر
البروموفينول الأزرق	2.8 - 4.6	أصفر	أزرق
البروموكريزول الأخضر	3.8 - 5.4	أصفر	أزرق
الميثيل الأحمر	4.2 - 6.3	أحمر	أصفر
البروموثايمول	6.0 - 7.6	أصفر	أزرق
الفينولفتالين	8.2 - 10.0	عديم اللون	وردي/ بنفسجي
الأليزارين الأصفر	10.1 - 13.0	أصفر	برتقالي/ أحمر

التمثيل البياني	الكاشف	نقطة النهاية	مدى pH	مثال	نوع المعايرة
<p>البروموثايمول الأزرق لونه أزرق البروموثايمول الأزرق لونه أصفر مدى كاشف البروموثايمول الأزرق 7.6 7.0 6.0</p>	بروموثايمول الأزرق	7	7.6 إلى 6	HCl + NaOH	حمض قوي + قاعدة قوية
<p>كاشف الفينولفتالين لون وردي مدى كاشف الفينولفتالين 10.0 8.2 كاشف الفينولفتالين عديم اللون</p>	فينولفتالين	9.1	10 إلى 8.2		
<p>7.5 3.5</p>	الميثيل الأحمر	5	7.5 إلى 3.5	HCl + NH <sub>4</sub> OH	حمض قوي + قاعدة ضعيفة
<p>11 7.5</p>	فينولفتالين	9	11 إلى 7.5	CH <sub>3</sub> COOH + NaOH	حمض ضعيف + قاعدة قوية
<p>مدى كاشف البروموثايمول الأزرق 7.6 6.0 تقع نقطة النهاية ما بين 20.5 mL و 19.5 mL</p>	بروموثايمول الأزرق	7	7.6 إلى 6	CH <sub>3</sub> COOH + NH <sub>4</sub> OH	حمض ضعيف + قاعدة ضعيفة

مع أطيب الأمنيات بالنجاح والتفوق  
أ / محمد الحسيني 93936601