

الباب الثامن

« سرعة التفاعل والاتزان الكيميائي »

أمثلة محلولة :

مثال (١) :

استنتج من اعتبارات النظرية الحركية أن زيادة درجة الحرارة ينتج عنها زيادة سرعة أو معدل تفاعل معين .

الحل :

من نظرية الحركة يمكننا استنتاج علاقة تربط بين متوسط طاقة حركة الجزيء (\bar{E}_K) والضغط (P) وحجم الوعاء (V) في الصورة الآتية :

$$PV = \frac{2}{3} N \left(\frac{1}{2} mv^2 \right) = \frac{2}{3} N \bar{E}_K$$

ونذكر أيضاً العلاقة التجريبية التي تعبر عن القانون العام للغازات :

$$PV = nRT$$

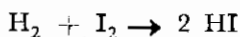
ونبين من هاتين المعادلتين أن :

$$\bar{E}_K = \frac{3}{2} kT$$

وهذه المعادلة الأخيرة تنص على أن درجة الحرارة المطلقة (T) للغاز مقياس لمتوسط طاقة حركة الجزيء (\bar{E}_K) التي تزيد بزيادة درجة الحرارة . وحيث أن السرعات الجزيئية تزداد بزيادة طاقة الحركة ($E_K = \frac{1}{2} mv^2$) فإن هذه المعادلة تعني أن زيادة درجة الحرارة تزيد من معدل الاصطدامات بين الجزيئات وكذلك من سرعة أو معدل التفاعل .

مثال (٢) :

إذا افترضنا ثبات درجة الحرارة ، كم مرة تزداد سرعة التفاعل :



إذا أجريت التجربة عند ضغوط جزئية قدرها ٢ جو لكل من الهيدروجين واليود عندها عندما يكون الضغط الجزئي لكل منهما يساوى $\frac{1}{4}$ ضغط جو :

الحل :

سرعة التفاعل تتناسب طردياً مع حاصل ضرب الضغوط الجزئية لكل من اليود والهيدروجين .
أى أن :

$$(\text{سرعة التفاعل}) = k P_{\text{I}_2} \cdot P_{\text{H}_2}$$

وعندما يكون الضغط الجزئي لكل من اليود والهيدروجين مساو $\frac{1}{4}$ جو فإن :

$$(\text{سرعة التفاعل}) = k \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4} k$$

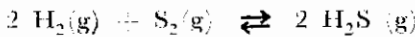
وإذا أجريت التجربة عند ضغوط جزئية قدرها ٢ جو لكل من الهيدروجين واليود فإن :

$$(\text{سرعة التفاعل}) = k 2 \times 2 = 4 k$$

أى أن سرعة التفاعل تزداد في الحالة الثانية عن الحالة الأولى بمقدار $4 < 16 - 4$

مثال (٣) :

يوجد غازات الهيدروجين وكبريتيد الهيدروجين وبخار الكبريت في حالة اتزان تحت الظروف الآتية : ١,٦٨ جزيء جرام H_2S ، ١,٣٧ جزيء جرام H_2 ، ٢,٨٨ $\times 10^{-5}$ جزيء جرام S_2 في وعاء سعته ١٨,٠ لتر عند 750°C . احسب ثابت الاتزان (K_c) للتفاعل :



الحل : بتطبيق قانون فعل الكتلة تكتب معادلة ثابت اتزان التفاعل المذكور في الصورة :

$$K_c = \frac{[\text{H}_2\text{S}]^2}{[\text{H}_2]^2 [\text{S}_2]}$$

وبسهولة نبتين أن :

$$[\text{H}_2\text{S}] = \frac{1.68}{18.0} = 0.0933 \text{ moles liter}$$

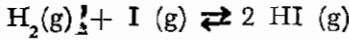
$$[\text{H}_2] = \frac{1.37}{18.0} = 0.0761 \text{ mole, liter}$$

$$[\text{S}_2] = \frac{2.88 \times 10^{-5}}{18.0} = 1.60 \times 10^{-6} \text{ moles, liter}$$

$$K = \frac{(0.0933)^2}{(0.0761)^2 (1.60 \times 10^{-6})} = 9.39 \times 10^5$$

مثال (٤) :

إذا علم أنه عند 448°C (K_c) = ٥٠ للتفاعل :



وإذا فرض أن لدينا وعاء سعته ١٠ لتر وضع فيه ٠.٥ جزيء جرامى من الهيدروجين ،

٠.٥ جزيء جرامى من اليود . احسب :

(أ) ثابت الاتزان K_p

(ب) الضغط الكلى فى الوعاء :

(ج) كمية اليود التى لم تتفاعل والمتبقية عند حالة الاتزان .

(د) الضغط الجزئى لكل مركب فى مخلوط الاتزان .

الحل :

(أ) يتضح من معادلة التفاعل أن الفرق بين عدد الجزيئات الجرامية لنواتج التفاعل والمواد

الداخلة فى التفاعل يساوى صفرأ ($\Delta n = 0$) وبذلك فإن :

$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n} = K_c = 50$$

(ب) واضح أن العدد الكلى للجزيئات الجرامية يبقى كما هو أثناء التفاعل وفى نهاية

التفاعل عند حالة الاتزان لأن عدد الجزيئات الداخلة فى التفاعل يساوى عدد الجزيئات الناتجة

من التفاعل وبذلك فإن الضغط الكلى P_{tot} يحسب من المعادلة :

$$P_{\text{tot}} = n_{\text{tot}} \frac{RT}{V}$$

حيث $n_{\text{tot}} = 0.5 + 0.5 = 1.0$ جزيء جرامى

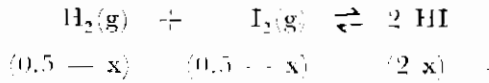
$T =$ درجة الحرارة المطلقة = $448 = 273 = 721$ درجة مطلقة .

$V =$ حجم الوعاء = 10.0 لتر

$R =$ ثابت الغاز = 0.082 لتر - جو

$$P_{\text{tot}} = \frac{1.0 \times 0.082 \times 721}{10} = 5.9 \text{ atm.}$$

(ح) عند حالة الاتزان :



x = عدد الجزئيات البخارية من اليود أو الهيدروجين التي تفاعلت

$$K_c = 50 = \frac{(2x)^2}{(0.5 - x)(0.5 - x)}$$

ونأخذ الجذر التربيعي لطرفي المعادلة ونحصل على :

$$\frac{(2x)}{(0.5 - x)} = \sqrt{50} = 7.1$$

$$2x = 3.55 - 7.1x$$

$$\therefore x = 0.39 \text{ moles}$$

ويكون المتبقى من اليود عند حالة الاتزان هو :

$$(0.50 - x) = (0.50 - 0.39) = 0.11 \text{ mole}$$

(د) الضغط الجزئي لكل مركب في مخلوط الاتزان يساوي الضغط الكلي للمخلوط مضروباً

بالكسر الجزئي للمركب عند حالة الاتزان .

$$\frac{\text{عدد جزئيات المركب}}{\text{العائد الكلي للجزئيات في المخلوط}} = \text{الكسر الجزئي}$$

$$\frac{0.11}{1.0} = \frac{0.11}{\text{الكسر الجزئي لليود}} = \text{الكسر الجزئي للهيدروجين} = 0.11$$

الضغط الكلي لمخلوط الغازي ٥.٩ جو

$$0.11 \times 5.9 = 0.65 \text{ جو}$$

الضغط الجزئي للهيدروجين ٠.٦٥ جو

الضغط الجزئي لليوديد الهيدروجين = الضغط الكلي للمخلوط الغازي (الضغط الجزئي

لليود = الضغط الجزئي للهيدروجين)

$$5.9 - 0.65 = 5.25 \text{ جو}$$

مثال (٥) :

عند ضغط ١ جو ودرجة حرارة ٢٧٠م يتفكك ٠.٢٠ من N_2O_4 إلى NO_2 احسب :

(٢) ثابت الاتزان K_p .

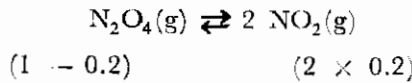
(ب) درجة التفكك عند ضغط كلي ٠,١ جو ودرجة حرارة ٢٧° م .

(ج) درجة تفكك عينة من (N_2O_4) وزنها ٦٩,٠ جم وضعت في إناء سعته ٢٠ لتر عند

٢٧° م .

الحل :

(٢) عند حالة الاتزان :



أى أن العدد الكلى للجزيئات = ٠,٨ + ٠,٤ = ١,٢ جزيء جرامى

: الضغط الكلى = ١,٠ جو

وبتطبيق قانون فعل الكتلة تكتمل معادلة ثابت الاتزان K_p للتفاعل المذكور فى الصورة:

$$K_p = \frac{(P_{NO_2})^2}{(P_{N_2O_4})} = \frac{\left(P_{tot} \times \frac{n_{NO_2}}{n_{tot}} \right)^2}{\left(P_{tot} \times \frac{n_{N_2O_4}}{n_{tot}} \right)}$$

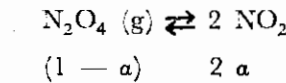
وبالتعويض نحصل على :

$$K_p = \frac{\left(1 \times \frac{0.4}{1.2} \right)^2}{\left(1 \times \frac{0.8}{1.2} \right)} = \frac{(0.4)^2}{(0.8 \times 1.2)} = 0.17$$

(ب) درجة التفكك تساوى عدد الجزيئات التى تفككت مقسوماً على العدد الأصى للجزيئات

قبل التفكك ولو فرض أن لدينا فى البداية واحد جزيء جرامى من الجزيئات غير المفككة وأن

درجة التفكك = \bar{a} فإن معادلة الاتزان وتركيزات الاتزان تكب فى الصورة :



العدد الكلى للجزيئات الجرامية عند حالة الاتزان

$$(1 - a) + 2 a = (1 + a)$$

$$\frac{1-a}{1+a} = \text{الكسر الجزئي لرابع أكسيد النروجين}$$

$$\frac{2a}{1+a} = \text{الكسر الجزئي لثاني أكسيد النروجين}$$

وبالتعويض في معادلة ثابت الاتزان K_p نحصل على :

$$K_p = \frac{\left(\frac{2a}{1+a} \times 0.1\right)^2}{\left(\frac{1-a}{1+a} \times 0.1\right)} = \frac{4a^2 \times 0.1}{(1+a)(1-a)} = \frac{0.4a^2}{1-a^2} = 0.17$$

$$\therefore 0.4 a^2 = 0.17 (1 - a^2)$$

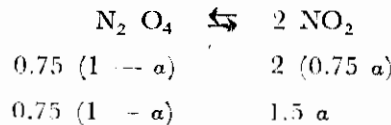
$$a = 0.55$$

أى أن النسبة المئوية للثمنك تساوى ٥٥ %

(ح) الوزن الجزئى الجرامى من رابع أكسيد النروجين وزن ٩٢ جرام .

$$\text{عدد الجزئيات الجرامية فى العينة المذكورة} = \frac{69}{92} = 0.75 \text{ جزئى جرامى}$$

وفى هذه الظروف وعند حالة الاتزان :



$$(\text{العدد الكلى للجزئيات الجرامية}) = 0.75 (1 + a)$$

$$P_{\text{tot}} (\text{الضغط الكلى}) = \frac{n_{\text{tot}} RT}{V} = \frac{0.75 (1 + a) (0.082) (300)}{20}$$

$$= 0.92 (1 + a)$$

$$\therefore K_p = 0.17 = \frac{\left(\frac{P_{\text{tot}} \times 1.5a}{0.75 (1+a)}\right)^2}{\left(P_{\text{tot}} \times \frac{0.75 (1-a)}{0.75 (1+a)}\right)}$$

$$= \frac{P_{\text{tot}} \times 4a^2}{(1+a)(1-a)} = \frac{0.92 \times 4a^2}{(1-a^2)}$$

$$\therefore a = 0.19$$

أى أن النسبة المئوية للتفكك تساوى ١٩ %

مثال (٦) :

إذا علم أن ثابت الاتزان التفاعل : $\text{H}_2\text{S} (\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{S}_2 (\text{g})$ هو 1.03×10^{-3} عند 750°C : احسب عدد الجزئيات الجرامية من S_2 عند حالة الاتزان فى صندوق سعته ٣,٦٨ لتر يحتوى على ١,٦٣ جزىء جرامى H_2S ، ٠,٨٦٤ جزىء جرامى H_2 :

الحل :

نتبين أن تركيزات كبريتيد الهيدروجين والهيدروجين عند حالة الاتزان هي

$$[\text{H}_2\text{S}] = \frac{1.63}{3.68} = 0.443 \text{ M}$$

$$[\text{H}_2] = \frac{0.864}{3.68} = 0.235 \text{ M}$$

ومن معادلة ثابت الاتزان :

$$K_c = \frac{[\text{H}_2][\text{S}_2]^{\frac{1}{2}}}{[\text{H}_2\text{S}]} = \frac{(0.235)[\text{S}_2]^{\frac{1}{2}}}{0.443} = 1.03 \times 10^{-3}$$

ويحل هذه المعادلة نحصل على تركيز $[\text{S}_2]$:

$$[\text{S}_2] = 3.77 \times 10^{-6} \text{ mole/liter}$$

أى أن عدد الجزئيات الجرامية من S_2 فى الصندوق

$$= 3.77 \times 10^{-6} \times 3,68 = 1.39 \times 10^{-5} \text{ جزىء جرامى}$$

مثال (٧) :

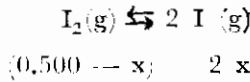
إذا علم أن ثابت الاتزان التفاعل :



$K_c = 3.76 \times 10^{-10}$ عند 1000°C مطلقة : وإذا وضع ١,٠٠٠ جزىء جرامى من I_2 فى صندوق سعته ٢,٠ لتر عند هذه الدرجة ، كم يكون تركيز كل من I و I_2 عندما يصل النظم إلى حالة الاتزان .

الحل :

واضح أن تركيز I_2 في البداية = $\frac{1}{2.00} = 0.50$ جزيء جرامى / لتر وتركيز I في البداية = صفر وعند حالة الاتزان يكون :



حيث x = عدد الجزيئات الجرامية من I_2 في اللتر التي تفككت ونحصل عليها من معادلة ثابت الاتزان :

$$K_c = \frac{[I]^2}{[I_2]} = \frac{(2x)^2}{(0.50 - x)} = 3.76 \times 10^{-5}$$

ونظراً لأن الطرف الأيمن مقدار صغير فإن الطرف الأيسر صغير أيضاً . ويجب أن تكون قيمة x صغيرة بالمقارنة إلى 0.50 ويمكن إهمالها ونحصل على :

$$K_c = \frac{(2x)^2}{0.50} = 8x^2 = 3.76 \times 10^{-5}$$

$$\therefore x = \sqrt{4.7 \times 10^{-6}} = 2.17 \times 10^{-3}$$

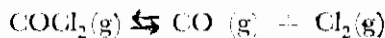
ويكون تركيزات حالة الاتزان في هذه الحالة هي :

$$[I_2] = (0.500 - x) = (0.500 - 2.17 \times 10^{-3}) = 0.498 \text{ M}$$

$$[I] = (2)(2.17 \times 10^{-3}) = 4.34 \times 10^{-3} \text{ M}$$

مثال (٨) :

عند درجات الحرارة العالية يتحلل الفوسجين ($COCl_2$) إلى أول أكسيد الكربون (CO) والكلور (Cl_2) . وإذا وضع 0.631 جم من الفوسجين في دورق حجمه 472 سم³ عند 1000° مطلقاً ، كم يكون ثابت الاتزان (K_c) للتفاعل :



عند هذه الدرجة إذا علم أن الضغط الكلى في الدورق عند حالة الاتزان هو 2.175 ضغط

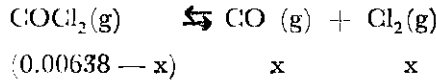
جو :

الحل :

الجزيء الجرامى للفوسجين يزن 98.917 جم وبذلك يكون ما وضع في الدورق مساو

$$= \frac{0.631}{98.917} = 0.00638 \text{ جزىء جرامى من الفوسجين} :$$

وإذا فرض أن ما تحلل من هذه الكمية عند حالة الاتزان هو x فإن :



ونتبين أن :

$$n = x + x + (0.00638 - x) = (0.00638 + x)$$

وبمعلومية الضغط الكلى فى الدورق وحجم الدورق ودرجة الحرارة يمكننا الحصول على العدد الكلى للجزيئات الجرامية (n) عند حالة الاتزان من المعادلة :

$$P_{\text{tot}} V = n R T$$

$$n = \frac{2.175 \times 472}{82.0 \times 1000} = 0.01251 \text{ mole}$$

$$\begin{aligned} x &= (n - 0.00638) = 0.01251 - 0.00638 \\ &= 0.00613 \text{ mole} \end{aligned}$$

بذلك يحتوى الدورق عند حالة الاتزان على :

$$x = 0.00613 \text{ mole of CO}$$

$$x = 0.00613 \text{ mole of Cl}_2$$

$$(0.00638 - x) = (0.00638 - 0.00613) = 0.00025 \text{ mole COCl}_2$$

وحيث أن حجم الدورق هو ٠,٤٧٢ لتر فإن تركيزات حالة الاتزان هي :

$$[\text{CO}] = \frac{0.00613}{0.472} = 0.0130 \text{ moles/liter}$$

$$[\text{Cl}_2] = \frac{0.00613}{0.472} = 0.0130 \text{ moles/liter}$$

$$[\text{COCl}_2] = \frac{0.00025}{0.472} = 5.3 \times 10^{-4} \text{ moles/liter}$$

وبالتعويض فى معادلة ثابت الاتزان K_c نحصل على :

$$\begin{aligned} K_c &= \frac{[\text{CO}] [\text{Cl}_2]}{[\text{COCl}_2]} = \frac{(0.0130)(0.0130)}{5.3 \times 10^{-4}} \\ &= 0.32 \end{aligned}$$

مثال (٩) :

إذا فرض أن لدينا صندوق سعته ١٠ لتر يحتوى على أوزون وأكسجين فى حالة اتزان عند

٢٠٠٠ °مطابقة وإذا علم أن ثابت الاتزان : $K_p = 4.17 \times 10^{14}$ للتفاعل :



أوجد الضغط الجزئى للأوزون إذا علم أن الضغط الكلى داخل الصندوق يساوى ٧.٣٣ جو :

الحل :

معادلة ثابت الاتزان K_p لهذا التفاعل هى :

$$K_p = \frac{P_{O_2}^3}{P_{O_3}^2} = 4.17 \times 10^{14}$$

وواضح أن K_p عدد كبير جداً وهذا معناه أن P_{O_2} أكبر بكثير من P_{O_3} ويكون الضغط الكلى داخل الصندوق مساو تقريباً P_{O_2} أى أن :

$$P_{tot} = P_{O_2} + P_{O_3} \approx 7.33 \text{ atm.} \approx P_{O_2}$$

وبالتعويض فى معادلة ثابت الاتزان نحصل على :

$$P_{O_3}^2 = \frac{P_{O_2}^3}{K_p} \approx \frac{(7.33)^3}{4.17 \times 10^{14}}$$

$$\approx 9.4 \times 10^{-13}$$

ونحصل على الضغط الجزئى للأوزون :

$$P_{O_3} = \sqrt{9.4 \times 10^{-13}} = 9.7 \times 10^{-7} \text{ atm.}$$

أسئلة وتمارين إضافية :

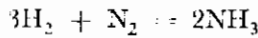
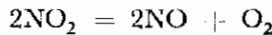
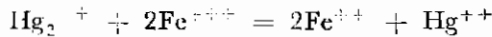
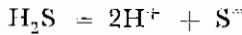
١ - إذا ضاعفت سرعة التفاعل لكل ارتفاع عشرة درجات فى درجة الحرارة ١٠ كم مرة يزداد سرعة التفاعل عند ١٠٠ °م بالنسبة إلى سرعته عند ٢٠ °م :

(الجواب : سرعة التفاعل تزيد ٢٥٦ مرة)

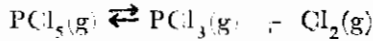
٢ - إذا افترضنا أن متوسط عدد الاصطدامات التي يحدثها ٥ جزيئات من نفس النوع ١٠ اصطدامه في الثانية . أوجد عدد الاصطدامات في الثانية عندما يصبح عدد الجزيئات ١٥ جزيء

(الجواب : ١٠٥ اصطدامه)

٣ - اكتب معادلة ثابت الاتزان لكل من التفاعلات الآتية :



٤ - عند ٥٠٠° مطلقة يتحلل خامس كلوريد الفوسفور بدرجة كبيرة إلى Cl_2 و PCl_3 وإذا وضع ١ جزيء جرمي من PCl_5 في صندوق سع ١٠٠ لتر عند ٥٠٠° مطلقة وشهد أن ١٣,٩٪ قد تحلل إلى PCl_3 ، Cl_2 : احسب ثابت اتزان تفاعل الانحلال :

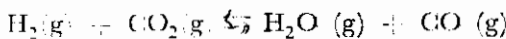


(الجواب : ٠,٢٢٤)

٥ - يتفاعل أيون الكبريتيد (S) في وسط قلوي مع الكبريت الحامد ويتكون أيونات عديدة الكبريتيد مثل : S_2^{2-} ، S_3^{2-} ، S_4^{2-} ، وهكذا . وإذا علم أن ثابت الاتزان لتكوين S_2^{2-} . S_3^{2-} من تفاعل S مع S^{2-} هو ١,٧ - ٥,٣ على التوالي :
احسب ثابت الاتزان لتكوين S_3^{2-} من تفاعل S_2^{2-} مع S .

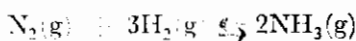
(الجواب : ٣,١)

٦ - يتفاعل غاز الهيدروجين مع غاز ثاني أكسيد الكربون عند درجات الحرارة العالية وينتج بخار الماء وأول أكسيد الكربون . وعند ٢٠٠٠° مطلقة بعد خلط ١,٠٠ جزيء جرمي هيدروجين ، ٢,٠٠ جزيء جرمي ثاني أكسيد الكربون في وعاء سع ٢٠,٠ لتر وجد عند حالة الاتزان أن ٨٥,٥٪ من الهيدروجين قد تحول إلى بخار ماء . احسب ثابت اتزان التفاعل



(الجواب : ٤,٤٠)

٧ - عند ١٠٠٠° مطلقة وجد أن ثابت الاتزان (K_c) = $2,٣٧ \times 10^{-3}$ للتفاعل :



وإذا كان هناك نظم يحتوي على هذا المواد في حالة اتزان عند 1000°C م مطلقة :
 (أ) كم يكون تركيز الأمونيا إذا وجد أن تركيز النروجين 2.00 جزى جرامى / لتر ،
 تركيز الهيدروجين 3.00 جزى جرامى / لتر .

(ب) إذا فرض أن تركيز النروجين هو 0.683 جزى جرامى / لتر والنشادر هو 1.05 جزى جرامى / لتر فما هو تركيز الهيدروجين .

(الجواب : (أ) تركيز الأمونيا = 0.358 جزى جرامى / لتر ،

(ب) تركيز الهيدروجين = 8.80 جزى جرامى / لتر)

٨ - إذا علم أن ثابت الاتزان للتفاعل :



يساوى 4.40 عند 2000°C مطلقة . كم يكون تركيز أول أكسيد الكربون في صندوق سعته لتر يحتوي على 2.00 جزى جرامى هيدروجين ، 3.00 جزى جرامى ثانى أكسيد الكربون . 4.00 جزى جرامى بخار ماء عند حالة الاتزان .

(الجواب : 6.60 جزى جرامى / لتر)

٩ - إذا علم أن $K_c = 4.40$ عند 2000°C مطلقة للاتزان :



أوجد تركيز كل مادة عند حالة الاتزان في صندوق سعته 4.68 لتر عند 2000°C مطلقة بعد أن وضع فيه 1.00 جزى جرامى هيدروجين ، 1.00 جزى جرامى ثانى أكسيد كربون .

(الجواب : $[\text{H}_2] = 0.069$ ج ح ، $[\text{CO}_2] = 0.069$ ج ح .

$[\text{H}_2\text{O}] = 0.145$ ج ح ، $[\text{CO}] = 0.145$ ج ح)

١٠ - إذا علم أن ثابت الاتزان $[K_c]$ للتفاعل :

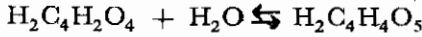


يساوى 4.40 عند 2000°C مطلقة . احسب تركيز كل مادة عند حالة الاتزان وذلك عند وضع 1.00 جزى جرامى H_2O ، 1.00 جزى جرامى CO في صندوق سعته 4.68 لتر عند 2000°C مطلقة .

(الجواب : $[\text{H}_2] = 0.069$ ج ح ، $[\text{CO}_2] = 0.069$ ج ح .

$[\text{H}_2\text{O}] = 0.145$ ج ح ، $[\text{CO}] = 0.145$ ج ح) .

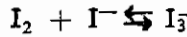
١١- في محلول مائي وفي وجود انزيم الفيوماريز يوجد اتزان بين حمض فيوماريك ($H_2C_4H_2O_4$) وحمض ماليك ($H_2C_4H_4O_5$). وإذا علم أن ثابت اتزان التفاعل :



يساوي ٣.٥ . احسب مقدار حمض الفيوماريك الذي نتج عنه ٠,٢٠ جزي* جراي من حمض الماليك عند حالة الاتزان وتحت هذه الظروف .

(الجواب : ٠,٢٦ جزي* جراي)

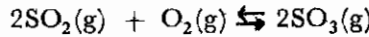
١٢- يحتوي محلول اليود (I_2) المركز في الماء على ٠,٣٣ جم I_2 في اللتر . ويمكن إذابة زيادة من اليود إذا احتوى المحلول على يوديد البوتاسيوم وذلك بسبب الاتزان :



وإذا علم أن محلول يوديد البوتاسيوم تركيزه ٠,١٠ جزي* جراي / لتر يذيب ١٢,٥ جم من اليود في اللتر . احسب ثابت اتزان التفاعل المذكور بفرض ثبات قيمة تركيز اليود في جميع محاليله المركزة :

(الجواب : $٧,١ \times ١٠^{-٢}$)

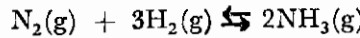
١٣- إذا علم أن K_p للاتزان :



تساوي ٣,١٨ عند ١٠٠٠° مطلقة ، كم يكون قيمة K_c لهذا الاتزان عند هذه الدرجة .

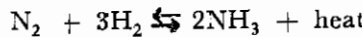
(الجواب : $K_c = ٢٦١$)

١٤- إذا أعطيت صندوق يحتوي على ٠,١٠٢ جزي* جراي / لتر من النشادر ، ١,٠٣ جزي* جراي / لتر من النروجين ، ١,٦٢ جزي* جراي / لتر من الهيدروجين في حالة اتزان عند ١٠٠٠° مطلقة ، أوجد قيمة كل من K_c ، K_p ، K_x للتفاعل :



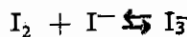
(الجواب : $K_c = ٢,٣٧ \times ١٠^{-٣}$ ، $K_p = ٣,٥٢ \times ١٠^{-٧}$ ، $K_x = ١,٨٠ \times ١٠^{-٢}$)

١٥- إذا كان لدينا نظم في حالة اتزان بمثله المعادلة :



ما هو تأثير : (أ) إضافة زيادة من الهيدروجين إلى النظم ، (ب) إضافة زيادة من النشادر ، (ج) زيادة الضغط الكلي ، (د) زيادة درجة الحرارة .

١٦- المعروف أن المحاليل المخففة لليود واليوديد تشمل تفاعل الاتزان :



ما هو تأثير إضافة الماء إلى محلول من اليود واليوديد في حالة اتزان .

مسائل محلولة في الكيمياء