الموضوع : ..... التاريخ : / / ٢٠

(2) يتفاعل غاز الهدروجين وغاز الكلور وفق المعادلة :

$H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g)$

a) كتابة عبارة السرعة الوسطية لتشكل غاز الكلور ؟

b) كتابة العلاقة بين السرعة الوسطية لتشكل غاز الهدروجين والسرعة الوسطية لتشكل غاز كلور الهدروجين ؟

الحل :

a) عبارة سرعة وسطية لتشكل غاز كلور :

$V_{avg}(Cl_2) = -\frac{\Delta[Cl_2]}{\Delta t}$

b) $V_{avg}(Cl_2) = \frac{V_{avg}(H+Cl)}{2}$

الدرس الثاني :

((التوازن الكيميائي))

حالة التوازن :

س - يتفكك غاز $N_2O_4(g)$ عديم اللون بالتسخين إلى غاز $NO_2(g)$ ذي اللون البني . مطلوب ، (صورة الكتاب) :

① هل جزيئات الغاز متماثلة في النوع والعدد A ، D ؟

② ما سبب ثبات اللون في الصورتين C ، D بمرور الزمن ؟

③ هل التفاعل الحاصل تام ؟ ثم متوازن ؟ ثم فسر ذلك ؟

④ كتابة معادلة تفاعل حاصل ؟

الحل :

① ليست متماثلة .

② ثبات تركيز مادة متفاعلة ومادة ناتجة بمرور الزمن .

③ التفاعل متوازن ، وليس تام بسبب وجود نوعين من الجزيئات .

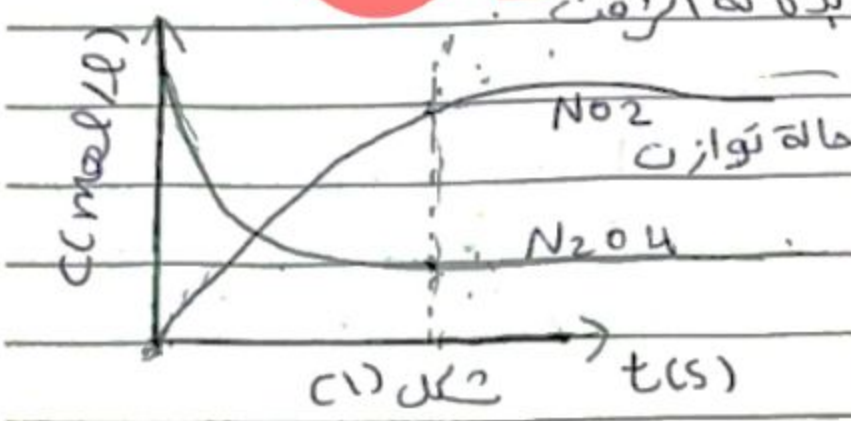
س - عرف حالة التوازن الكيميائي ؟

هي الحالة التي تحدث عندما تثبت تراكيز المواد متفاعلة وتراكيز المواد ناتجة وتتساوى سرعة التفاعل مباشر مع سرعة التفاعل العكسي .

س - يتفكك غاز رباعي أكسيد النتروجين وفق المعادلة الآتية :

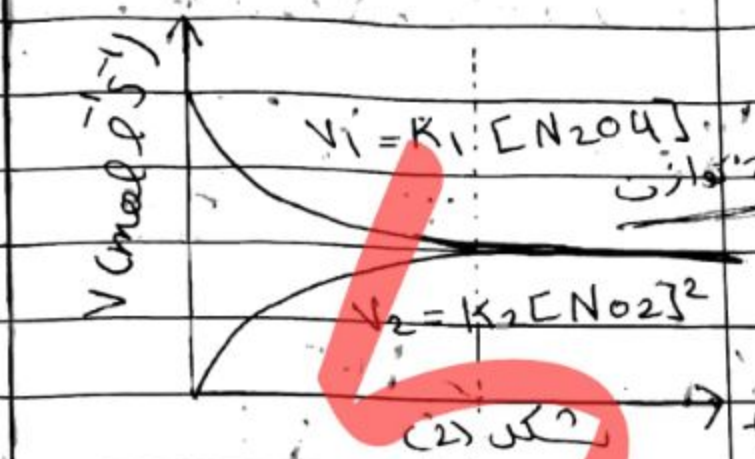
$N_2O_4(g) \underset{(2)}{\overset{(1)}{\rightleftharpoons}} 2NO_2(g)$

يمثل الشكل (أ) تغير تراكيز المواد متفاعلة والناتجة بدلالة الزمن والشكل (ب) يمثل تغير سرعتي التفاعل المباشر وعكسي بدلالة الزمن .



شكل (1)

الموضوع : ..... التاريخ : / / ٢٠



شكل (2)

(1) كيف يتغير تركيز كل من المواد متفاعلة ومواد ناتجة في تفاعل المتوازن ؟

(2) أحدد العلاقة بين سرعتي التفاعل مباشر والعكسي عند ثبات التراكيز ؟

(3) أسمي الحالة التي تثبت فيها تراكيز مواد متفاعلة ومواد ناتجة ؟

الحل :

(1) ينقص تركيز المواد متفاعلة ويزداد تركيز المادة الناتجة بمرور الزمن، وتثبت التراكيز عند بلوغ حالة التوازن .

(2) تتساوى سرعة التفاعل المباشر وسرعة التفاعل العكسي . ($V_1 = V_2$)

(3) حالة التوازن الحركي .

س - علل سمي التوازن في حالة التفاعلات الكيميائية بالتوازن الحركي، تفسير ذلك؟

التوازن الكيميائي، توازن حركي لأن التوازن يحدث عندما تساوى سرعة التفاعل مباشر مع سرعة التفاعل العكسي ولا تكون قيمة السرعة لأي تفاعل معدومة، إذن الجملة في حالة توازن حركي .

س - ليكن لدينا التفاعل الكيميائي متوازن الآتي : $mA + nB \underset{(2)}{\overset{(1)}{\rightleftharpoons}} pC + qD$

استنتج عبارة ثابت التوازن للتفاعل ؟

سرعة تفاعل مباشر :

$V_1 = K_1 [A]^m [B]^n$

سرعة تفاعل عكسي :

$V_2 = K_2 [C]^p [D]^q$

عند التوازن :

$V_1 = V_2$

$K_1 [A]^m [B]^n = K_2 [C]^p [D]^q$

$\frac{K_1}{K_2} = \frac{[C]^p [D]^q}{[A]^m [B]^n}$

حيث أن النسبة $\frac{K_1}{K_2}$ مقدار ثابت يسمى ثابت التوازن K_c :

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

نتيجة : ثابت التوازن الكيميائي عند درجة حرارة معينة يساوي جداء تراكيز المواد الناتجة على جداء تراكيز المواد متفاعلة عند التوازن وكل منها مرفوع إلى أس الذي يساوي عدد المولات تتفاعل مشاركة بها في المعادلة الموزونة (عدد المولات) .

ملاحظة : في تفاعلات الغازية يمكن التعبير عن تراكيز الغازات بدلالة الضغوط

الموضوع : ..... التاريخ : / / ٢٠

الجزيئي مقدرة بـ (atm) وبالتالي تعطى عبارة ثابت التوازن بدلالة الضغوط الجزيئية :

$$K_p = \frac{P_{(C)}^{q} \; P_{(D)}^{r}}{P_{(A)}^{m} \; P_{(B)}^{n}}$$

ملاحظات هامة :

- K_c و K_p مقداران ثابتان ليس لهما واحدة.
- المواد الصلبة (s) والسوائل (l) كمذيب فقط في عبارة التوازن لا تظهر لأن تراكيزها تبقى ثابتة مهما اختلفت كميتها.
- قيمة (K_p ، K_c) لتفاعل معين لا تتغير إلا بتغير درجة الحرارة.

س - نفرض في دورق مساوية من غازي الهيدروجين وبخار اليود ذي اللون البنفسجي في شروط مناسبة، يلاحظ تضاؤل اللون البنفسجي ثم ثباته ؟ اكتب معادلة كيميائية معبرة عن تفاعل حاصل وفسر سبب بقاء اللون البنفسجي ثم اكتب عبارة كل من K_c و K_p ؟

$$H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$$

سبب ثبات اللون البنفسجي يدل على عدم استهلاك اليود كلياً على الرغم من تفاعل المواد بنسب التفاعل فما يدل على أن التفاعل عكوس .

$$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2]\,[I_2]}$$

$$K_p = \frac{P_{HI}^2}{P_{H_2} \; P_{I_2}}$$

س - اكتب عبارة كل من K_p و K_c للتفاعل التالي :

$$4NO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2N_2O_{5(g)}$$

$$K_c = \frac{[N_2O_5]^2}{[NO_2]^4\,[O_2]}$$

$$K_p = \frac{P_{N_2O_5}^2}{P_{NO_2}^4 \; P_{O_2}}$$

س - كتابة العلاقة التي تربط بين ثابتي التوازن بدلالة التراكيز والضغوط الجزيئية مع ذكر دلالات الرموز ؟

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

$\Delta n = n_2 - n_1$ الفرق عدد مولات غازية

n_2 عدد مولات غازية الناتجة.

n_1 عدد مولات غازية متفاعلة.

R ثابت الغازات العامة.

T درجة الحرارة مطلقة.

K_p ثابت توازن بدلالة ضغوط جزيئية

K_c ثابت توازن بدلالة التراكيز.

س - اكتب علاقة ثابت التوازن ثم اكتب علاقة بينهما للتفاعل موزون التالي :

$C(s) + 2H_2(g) \rightleftharpoons CH_4(g)$ مباشر / عكسي

المواد الصلبة لا = ظل في علاقة توازن.

$$K_c = \frac{[CH_4]}{[H_2]^2}$$

$$K_p = \frac{P_{CH_4}}{P_{H_2}^2}$$

$$\Delta n = n_2 - n_1 = 1 - 2 = -1$$

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

$$K_p = K_c (RT)^{-1}$$

$$K_p = \frac{K_c}{RT}$$

س - اكتب علاقة ثابت توازن K_c و K_p ثم اكتب العلاقة بينهما للتفاعل الآتي :

$H_2(g) + S(s) \rightarrow H_2S(g)$

مواد صلبة لا تدخل في عبارة توازن :

$$\Delta n = 1 - 1 = 0$$

$$K_c = \frac{[H_2S]}{[H_2]}$$

$$K_p = \frac{P_{H_2S}}{P_{H_2}}$$

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

ملاحظة : $a^0 = 1$

$$K_p = K_c$$

س - اكتب علاقة ثابت توازن K_c ثم اكتب علاقة بينهما للتفاعل موزون التالي :

$N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$

$$K_c = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3 [N_2]}$$

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

$$\Delta n = n_2 - n_1 = 2 - 4$$

$$\Delta n = -2$$

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

$$K_p = K_c (RT)^{-2}$$

$$K_p = \frac{K_c}{(RT)^2}$$

* أهمية ثابت التوازن :

س - على ماذا يدل قيمة K أو ما هي أهمية ثابت التوازن ؟

يبين قيمة ثابت التوازن لتفاعل مدى تحول المواد المتفاعلة إلى نواتج عند حدوث التوازن .

س - ماذا دلالة ثابت التوازن إذا كانت قيمته كبيرة $K_c >> 1$ ؟

التفاعل يحدث إلى مدى كبير في الاتجاه الأمامي .

س - ماذا دلالة ثابت التوازن إذا كانت

نموذجي

الموضوع : التاريخ : / / ٢٠

اذا كانت قيمة صغيرة لكن K_c ؟
التفاعل يسير إلى حد كبير في الاتجاه المباشر (أي يسير إلى حد كبير في اتجاه العكسي).

* حاصل التفاعل :

تمثل عبارة التفاعل (Q) عبارة ثابت التوازن (K_c) حيث تؤخذ التراكيز لحظة ما ودون شرط لحالة التوازن.

تمييز الحالات :

① $Q < K_c$ تراكيز المواد الناتجة أقل من تراكيزها في حالة التوازن يرجح التفاعل المباشر على التفاعل العكسي للوصول إلى حالة التوازن.

② $Q = K_c$ التفاعل في حالة التوازن.

③ $Q > K_c$ تراكيز مواد ناتجة أكبر من تراكيزها في حالة التوازن يرجح التفاعل العكسي على تفاعل مباشر للوصول إلى حالة التوازن.

ملاحظات :

بحسب Q مع K_c :

① $Q < K_c$ يرجح تفاعل مباشر

② $Q > K_c$ يرجح تفاعل عكسي

③ $Q = K_c$ التفاعل في حالة التوازن

مسألة ① ص 67 :

تبلغ قيمة ثابت التوازن $K_c = 50.5$ عند درجة حرارة $440°C$ للتفاعل الآتي :

$I_{2(g)} + H_{2(g)} \rightleftarrows 2HI_{(g)}$

فإذا وضع $(4 \times 10^{-2} mol)$ من $HI_{(g)}$ مع $(2 \times 10^{-2} mol)$ من $H_{2(g)}$ و $(1 \times 10^{-2} mol)$ من $I_{2(g)}$ في وعاء سعته $(2L)$ مطلوب :

① أحسب حاصل التفاعل Q ؟

② تحديد التفاعل الراجح (مباشر / عكسي) مع تعليل ؟

$$C = \frac{n}{V}$$

$$[HI] = \frac{4 \times 10^{-2}}{2} = 0.02 mol/l$$

$$[H_2] = \frac{10^{-2}}{2} = 0.005 mol/l$$

$$[I_2] = \frac{2 \times 10^{-2}}{2} = 0.01 mol/l$$

$$Q = \frac{[HI]^2}{[I_2][H_2]}$$

$$Q = \frac{(2 \times 10^{-2})^2}{(10^{-2})(5 \times 10^{-3})}$$

$$Q = \frac{4 \times 10^{-4}}{5 \times 10^{-1} \times 10^{-4}}$$

$$Q = \frac{40}{5} = 8$$

$Q < K_c$ نلاحظ ② ✓

الموضوع : ..... التاريخ : / / ٢٠

التفاعل الراجع هو تفاعل مباشر.

* العوامل مؤثرة في حالة التوازن :

تؤثر في حالة التوازن ٣ عوامل هي

- تغير التراكيز
- الضغط يتغيرها
- درجة الحرارة تغيرها

قاعدة لوشاتوليه التي تؤثر في حالة التوازن الكيميائي :

((إذا حدث تغير في أحد العوامل مؤثرة في حالة كيميائية متوازنة مثل درجة الحرارة والتراكيز والضغط يختل توازن في جهة التفاعل في الاتجاه الذي يعاكس فيه هذا التغير))

① تأثير تغير التراكيز :

س - ماهو تأثير زيادة أو نقصان تركيز في حالة التوازن وعلى قيمة ثابت التوازن ؟

عند زيادة التركيز : حالة التوازن يختل في جهة التفاعل الذي ينقص فيه تركيز هذه المادة .

عند نقصان التركيز : حالة التوازن يختل في جهة التفاعل الذي يزيد من تركيز هذه مادة .

ثابت التوازن : لا يتغير .

س - ليكن لدينا التفاعل المتوازن التالي :

$3H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightleftarrows 2NH_{3(g)}$

بين أثر زيادة تركيز الهيدروجين على :

① حالة التوازن ؟ ② كمية النشادر ؟ ③ كمية النتروجين ؟

الحل :

① حالة التوازن تختل ويرجح التفاعل المباشر (في الاتجاه الذي ينقص تركيز H_2)

② تركيز NH_3 يزداد وتركيز N_2 يقل .

③ ثابت التوازن لا يتغير .

س - يحدث التفاعل المتوازن في شروط مناسبة ومثل بالمعادلة الآتية :

$PCl_{5(g)} \rightleftarrows PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)}$

مطلوب :

① ماتأثير زيادة تركيز (PCl_5) على حالة التوازن ؟

② ماتأثير زيادة تركيز (Cl_2) على حالة التوازن ؟

③ ماتأثير نقاص تركيز (PCl_3) على حالة التوازن ؟

الحل :

① عند زيادة تركيز (PCl_5) يختل التوازن فيرجح التفاعل في الاتجاه المباشر بما ينقص تركيز (PCl_5) .

② عند زيادة تركيز (Cl_2) يختل توازن فيرجح تفاعل في الاتجاه المعاكس .

③ عند نقاص تركيز (PCl_3) يختل التوازن فيرجح التفاعل في الاتجاه المباشر .

الموضوع : التاريخ : / / ٢٠

سؤال: يصف التفاعل الآتي متوازن المعادلة الآتية في شروط مناسبة:

$NO_{(g)} + CO_{(g)} \xrightarrow{\text{محفز}} CO_{2(g)} + NO_{2(g)}$

مطلوب: أكمل الجدول الآتي:

التأثير / على التغير	حالة التوازن	كميات مواد متفاعلة	كميات مواد ناتجة	قيمة ثابت التوازن
زيادة كمية NO_2	يختل التوازن ويرجح التفاعل مباشر	تتناقص	تزداد	لا تتغير
نقصان كمية NO	يختل التوازن ويرجح التفاعل مباشر	تتناقص	تزداد	لا تتغير
زيادة كمية CO_2	يختل التوازن ويرجح تفاعل عكسي	تتزايد	تتناقص	لا تتغير
نقصان كمية CO	يختل التوازن ويرجح تفاعل عكسي	تتزايد	تتناقص	لا تتغير

② تأثير تغير الضغط:

س- ما أثر زيادة الضغط وخفض الضغط على تفاعل هوزون؟

- عند خفض الضغط يختل التوازن فيرجح التفاعل العكسي أي باتجاه عدد المولات الغازية الأكثر فتزداد كمية المواد متفاعلة وتنقص كمية المواد الناتجة حتى بلوغ حالة توازن جديدة.
- عند زيادة الضغط يختل التوازن فيرجح التفاعل المباشر أي باتجاه عدد المولات الغازية الأقل فتزداد كمية المواد الناتجة وتنقص كمية المواد متفاعلة حتى بلوغ حالة توازن جديدة.

ملاحظات:

① زيادة ضغط ← مولات أقل
② نقصان ضغط ← مولات أكثر.
③ إذا كان عدد المولات الغازية متساوياً في طرفي المعادلة لا يؤثر تغير الضغط على حالة التوازن.

س- لديك التفاعل المتوازن التالي:

$3H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightleftarrows 2NH_{3(g)}$

بين أثر زيادة الضغط الكلي على:
① حالة التوازن؟
② قيمة ثابت التوازن؟

الموضوع : ..... التاريخ : / / ٢٠

③ كمية المواد متفاعلة والناتجة ؟

الحل :

① حالة التوازن : يختل ويرجح التفاعل التفاعل المباشر (نحو عدد مولات أقل) لكي ينقص الضغط .

② قيمة ثابت التوازن لا تتغير .

③ كمية المواد الناتجة تزداد وكمية المواد متفاعلة تتناقص .

س - لديك التفاعل متوازن الآتي :

$4NO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftarrows 2N_2O_{5(g)}$

بين أثر نقصان الضغط على :

① حالة التوازن ؟

② قيمة ثابت التوازن ؟

③ كمية المواد الناتجة ومتفاعلة ؟

الحل :

① حالة التوازن : يختل التوازن ويرجح التفاعل العكسي (نحو عدد مولات أكثر) لكي يزداد الضغط .

② قيمة ثابت التوازن ، لا تتغير .

③ N_2O_5 - تتناقص

NO_2 ، O_2 - تزداد .

س - ليكن لدينا التفاعل الآتي :

$CO_{(g)} + NO_{2(g)} \rightleftarrows NO_{(g)} + CO_{2(g)}$

① كتابة علاقة ثابت التوازن K_c ؟

② بين أثر زيادة الضغط الكلي على تفاعل معللاً إجابتك ؟

① $K_c = \frac{[NO]\,[CO_2]}{[CO]\,[NO_2]}$

② عدد المولات في الطرفين متساوي لا يؤثر الضغط على حالة التوازن .

③ تأثير تغير درجة حرارة :

يمكن تقسيم التفاعلات إلى نوعين من تفاعلات :

① تفاعلات ناشرة للحرارة $\Delta H^\circ_{rxn} < 0$

② تفاعلات ماصة للحرارة $\Delta H^\circ_{rxn} > 0$

س - ماتأثير درجة حرارة على :

① حالة التوازن ؟

② قيمة ثابت التوازن ؟

الحل :

١- حالة توازن :

زيادة الحرارة يرجح التفاعل ماص للحرارة .

خفض الحرارة يرجح التفاعل الناشر للحرارة .

٢- قيمة ثابت التوازن :

مباشر : يزداد قيمة ثابت توازن .

عكسي : ينقص قيمة ثابت توازن .

ملاحظة :

ماص ← زيادة حرارة

مباشر ← نقصان حرارة

قيمة ثابت توازن { يزداد ← مباشر / ينقص ← عكسي

الموضوع : ..... التاريخ : / / ٢٠

س - يحدث التفاعل الآتي متوازن في شروط مناسبة

$$2NH_3(g) \xrightarrow{(1)} N_2(g) + 3H_2(g) \quad \xleftarrow{(2)}$$

عكسي

$\Delta H = 91.54\ KJ$:

المطلوب : ما هو تأثير زيادة درجة حرارة وخفض درجة حرارة على حالة توازن وكميات مواد متفاعلة وكميات مواد ناتجة وعلى قيمة ثابت التوازن ؟

* رفع درجة حرارة :

- حالة التوازن : يرجح التفاعل بالاتجاه (1) الماص .
- كميات مواد متفاعلة : تنقص .
- كميات مواد ناتجة : تزداد .
- قيمة ثابت توازن : تزداد .

* خفض درجة حرارة :

- حالة التوازن : يرجح التفاعل بالاتجاه المباشر .
- كميات مواد متفاعلة : تنقص .
- كميات مواد ناتجة : تزداد .
- قيمة ثابت توازن : تزداد .

س - يحدث التفاعل في متوازن متمثل بالمعادلة التالية في شروط مناسبة .

$$2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$$

$\Delta H = -198\ KJ$:

وطلوب : ما هو تأثير زيادة درجة حرارة وخفض درجة حرارة على حالة التوازن وكميات مواد متفاعلة وكميات مواد ناتجة وعلى قيمة ثابت التوازن ؟

* رفع درجة حرارة :

- حالة توازن : يرجح تفاعل بالاتجاه عكسي .
- كميات مواد متفاعلة : تزداد .
- كميات مواد ناتجة : تقل .
- قيمة ثابت توازن : تقل .

* خفض درجة حرارة :

- حالة توازن : يرجح تفاعل بالاتجاه مباشر .
- كميات مواد متفاعلة : تقل .
- كميات مواد ناتجة : تزداد .
- قيمة ثابت توازن : تزداد .

④ تأثير الحفاز في التوازن :

عند إضافة حفاز إلى تفاعل متوازن تزداد سرعة التفاعل مباشر وبالمقدار نفسه سوف يزداد سرعة التفاعل عكسي أي أنه يسرع الوصول إلى حالة توازن ولا يؤثر على قيمة ثابت توازن .

* حساب قيمة ثابت التوازن من خلال المعادلات :

① إذا ضربت معادلة تفاعل ما (الرقم فاعلك) فإن ثابت التوازن الجديد يرفع إلى أس يساوي المعامل .

الموضوع : ..... التاريخ : / / ٢٠

$K_{c_2} = (K_{c_1})^n$

② إذا عكس التفاعل فإن قيمة ثابت الموازنة الجديد يساوي معكوب قيمة ثابت الموازنة الأول :

$K_{c_2} = \frac{1}{K_{c_1}}$

ولاحظ تحل مسائل :

* عند حساب K_c يجب تحويل التراكيز عند الموازنة .

* إذا توفر قيمة K_c و K_p نستخدم :

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

مسألة ② ص 73 :

أحسب ثابت الموازنة بدلالة التراكيز K_c للتفاعل :

$CO_{2(g)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{(g)} + H_2O_{(g)}$

اعتماداً على تفاعلات :

$Fe_{(s)} + CO_{2(g)} \rightleftharpoons FeO_{(s)} + CO_{(g)}$; $K_{c_1} = 1.47$

$Fe_{(s)} + H_2O \rightleftharpoons FeO_{(s)} + H_{2(g)}$; $K_{c_2} = 2.38$

الحل :

نعكس المعادلة الثانية والأولى تبقى كما هي :

$Fe_{(s)} + CO_{2(g)} \rightleftharpoons FeO_{(s)} + CO_{(g)}$

$K_{c_1} = 1.47$

$FeO_{(s)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons Fe_{(s)} + H_2O_{(g)}$

$K_{c_2} = \frac{1}{K_c} = \frac{1}{2.38}$

$CO_{2(g)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{(g)} + H_2O_{(g)}$

$K_c = K_{c_1} \times K_{c_2}$

$K_c = 1.47 \times \frac{1}{2.38} = \frac{147}{238}$

مسألة ③ ص 73 : إذا علمت أن قيمة $K_c = 0.36$ للتفاعل :

$N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$

وطلوب حساب K_c للتفاعلين الآتيين :

$\frac{1}{2} N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons NO_{2(g)}$; K_{c_1}

$2NO_{2(g)} \rightleftharpoons N_2O_{4(g)}$; K_{c_2}

الحل :

$K_{c_1} = (K_c)^{\frac{1}{2}} = (0.36)^{\frac{1}{2}}$

$K_{c_1} = 0.6$

$K_{c_2} = \frac{1}{K_c} = \frac{1}{0.36} = \frac{100}{36}$

$K_{c_2} = 2.8$

مسألة ④ ص 78 : ليكن لديك التفاعل التي تمثل التفاعلات متوازنة الآتية عند الدرجة (1000° K) :

$2NO_{(g)} + Br_{2(g)} \rightleftharpoons 2NOBr_{(g)}$; $K_{c_1} = 2$

$2NO_{(g)} \rightleftharpoons N_{2(g)} + O_{2(g)}$; $K_{c_2} = 2 \times 10^4$

مطلوب حساب قيمة K_c ثم K_p للتفاعل

$N_{2(g)} + O_{2(g)} + Br_{2(g)} \rightleftharpoons 2NOBr_{(g)}$

$R = 0{,}082\ atm\ l/1K\ mol$

الحل: معادلة الأولى تبقى كما هي ومعادلة الثانية نعكسها:

$2NO_{(g)} + Br_{2(g)} \rightleftarrows 2NOBr_{(g)} \quad ; K_c = 2$

$N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftarrows 2NO_{(g)} \quad ; K'_{c_2} = \frac{1}{2\times10^{4}}$

$N_{2(g)} + O_{2(g)} + Br_{2(g)} \rightleftarrows 2NOBr_{(g)}$

$K_c = K_{c_1} \times K'_{c_2}$

$K_c = 2 \times \frac{1}{2\times10^{4}}$

$K_c = 10^{-4}$

$T = 1000\ ^\circ K$

$\Delta n = n_2 - n_1 = 2 - 3 = -1$

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

$K_p = 10^{-4}(0{,}082 \times 1000)^{-1}$

$K_p = \frac{10^{-4}}{82}$

مسألة (5) ص 77 ج 2: تبلغ قيمة ثابت التوازن $K_c = 7{,}3$ عند درجة حرارة معينة للتفاعل الآتي:

$CO_{(g)} + 2H_{2(g)} \rightleftarrows CH_3OH_{(g)}$

فإذا وضع (0,08 mol) من غاز الميثانول (CH_3OH) مع (0,4 mol) من غاز الهيدروجين (H_2) و (0,2 mol) من غاز (CO) في وعاء سعته $2\ l$ = V مطلوب:

1) حساب حاصل تفاعل Q ؟

2) بين بالحساب هل تفاعل في حالة توازن أم لا، أحد التفاعل الراجح مع تعليل؟

الحل:

1) نحسب التراكيز عند التوازن:

$c = \frac{n}{V}$

$* [CH_3OH] = \frac{0{,}08}{2} = 0{,}04\ mol/l$

$* [H_2] = \frac{0{,}4}{2} = 0{,}2\ mol/l$

$* [CO] = \frac{0{,}2}{2} = 0{,}1\ mol/l$

$Q = \frac{[CH_3OH]}{[H_2]^2[CO]}$

$Q = \frac{0{,}04}{(0{,}2)^2 \times 0{,}1} = \frac{4\times10^{-2}}{4\times10^{-2}\times10^{-1}}$

$Q = 10 \quad , K_c = 7{,}3$

نلاحظ أن $Q > K_c$

2) التفاعل لم يصل إلى حالة توازن لأن $K_c \neq Q$

تفاعل الراجح هو تفاعل عكسي ($Q > K_c$) لأن

مسألة (6) ص 23 ج 2:

في بيت (2 mol) من الهيدروجين H_2 مع (3 mol) من اليود I_2 في وعاء مغلق سعته (1 l) فكانت كمية يوديد الهيدروجين (HI) عند توازن 3,6 mol، احسب قيمة ثابت التوازن K_c للتفاعل

الموضوع : ..... التاريخ : / / ٢٠

الآتي : $I_{2(g)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$

وطلب قيمة Kp ؟

تراكيز الابتدائية :

$[I_2]_o = \frac{n}{V} = \frac{3}{10} = 0,3 mol/l$ ، $c = \frac{n}{V}$

$[H_2]_o = \frac{2}{10} = 0,2 mol/l$

تراكيز عند توازن :

$[HI]_{eq} = \frac{3,6}{10} = 0,36 mol/l$

	$I_{2(g)}$	$+ H_{2(g)}$	$\rightleftharpoons 2HI_{(g)}$
تراكيز ابتدائية	0,3	0,2	0
تراكيز عند توازن	0,3 − x	0,2 − x	2x

$2x = 0,36 \Rightarrow x = 0,18 mol/l$

$[H_2]_{eq} = 0,2 - 0,18$

$= 0,02 mol/l$

$[I_2]_{eq} = 0,3 - 0,18$

$= 0,12 mol/l$

حساب Kc :

$K_c = \frac{[HI]^2}{[I_2][H_2]} = \frac{(0,36)^2}{(0,12)(0,02)}$

$K_c = \frac{3,6 \times 3,6 \times 10^{-4}}{12 \times 2 \times 10^{-4}}$

$K_c = 54$

حساب Kp :

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

$\Rightarrow \Delta n = n_2 - n_1 = 2 - 2 = 0$

$K_p = K_c (RT)^0 = K_c$

$K_p = 0,54$

مسألة (1) ص 23 :

وضع 4 mol من PCl_5 في وعاء سعته (2 L) وسخن الوعاء إلى درجة 500 K وتفكك منه 10% وفق معادلة :

$PCl_{5(g)} \rightleftharpoons PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)}$ المطلوب حساب :

(1) حساب قيمة Kc ؟

(2) قيمة Kp ،

$R = 0,082 atm.l/K.mol$ ؟

$[PCl_5]_o = \frac{n}{V} = \frac{4}{2}$

$= 2 mol/l$

	PCl_5	$\rightleftharpoons PCl_3$	$+ Cl_2$
تراكيز ابتدائية	2	0	0
تراكيز عند توازن	2 − x	x	x

10 يتفكك من 100

x يتفكك من 2

$x = \frac{2 \times 10}{100} = 0,2 mol/l$

$[PCl_5]_{eq} = 2 - 0,2 = 1,8 mol/l$

$[PCl_3]_{eq} = [Cl_2]_{eq}$

$= 0,2 mol/l$

$K_c = \frac{[PCl_3][Cl_2]}{[PCl_5]}$

الموضوع : ..... التاريخ : / / ٢٠

$[B]_o = 4\ mol/l$

$[A]_o = 2\ mol/l$

وقد بلغ تركيز مادة (C) عند توازن ،

$[C]_{eq} = 2\ mol/l$

مطلوب : ① حساب قيمة K_c ؟

② حساب نسبة مئوية متفككة من مادة A بعد توازن ؟

$$A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightleftarrows 2C_{(g)} \quad ①$$

2 4 0

$2-x \quad 4-2x \quad 2x$

$[C_{eq}] = 2x = 2$

$\Rightarrow x = 1\ mol/l$

- $[A]_{eq} = 2 - 1 = 1\ mol/l$
- $[B]_{eq} = 4 - 2 = 2\ mol/l$

$$K_c = \frac{[C]^2}{[B]^2[A]}$$

$$K_c = \frac{(2)^2}{(2)^2 \times 1} = 1$$

② حساب نسبة مئوية متفككة من مادة A :

كل 2 يتفكك منه (x)

كل 100 يتفكك منه (y)

$$y = \frac{x \times 100}{2}$$

$$y = \frac{1 \times 100}{2} = 50\%$$

$$K_c = \frac{0,2 \times 0,2}{1,8} = \frac{4 \times 10^{-2}}{18 \times 10^{-1}}$$

$$K_c = \frac{1}{45}$$

$$K_p = K_c(RT)^{\Delta n} \quad ②$$

$$\Delta n = n_2 - n_1 = 2 - 1 = 1$$

$$K_p = K_c(RT)$$

$$K_p = \frac{1}{45}(0,082 \times 500)$$

$$K_p = \frac{82 \times 10^{-1}}{9} = \frac{41}{45}$$

مسألة ⑧ ص 78 :

عند درجة حرارة (25°C) يحدث تفاعل المتوازن الآتي :

$$H_2O_{(l)} \rightleftarrows H_2O_{(g)}$$

فإذا علمت أن ضغط جزيئي

$P_{H_2O} = 0,0131\ atm$

أحسب قيمة K_p لهذا تفاعل ؟

$$K_p = P_{H_2O} = 0,0131$$

$$K_p = 0,0131$$

لم يدخل تركيز H_2O سائلة في تركيزه ثابت .

مسألة ⑨ خارجية : لدينا التفاعل الآتي :

وزن التفاعل $A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightleftarrows 2C_{(g)}$

باعتبار التراكيز الابتدائية :

الموضوع : ..... التاريخ : / / ٢٠

مسألة 5 ص 18 : في بي (2mol) من مادة (A) مع (2mol) من مادة (B) في وعاء سعته (1L) فيحدث التفاعل المتوازن وفق المعادلة:

$A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftarrows 2C_{(g)}$ فإذا علمت أن قيمة ثابت سرعة التفاعل الطردي $K_1 = 8,8 \times 10^{-2}$ وقيمة ثابت سرعة تفاعل العكسي $K_2 = 2,2 \times 10^{-2}$ مطلوب حساب: ① قيمة K_c ثم قيمة K_p ② تراكيز كل من المواد المتفاعلة والناتجة عند بلوغ التوازن؟

الحل:

① $K_c = \frac{K_{c1}}{K_{c2}} = \frac{8,8 \times 10^{-2}}{2,2 \times 10^{-2}}$

$K_c = 4$

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

$\Delta n = n_2 - n_1 = 2 - 2 = 0$

$K_p = K_c (RT)^0 = K_c = 4$

② $A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftarrows 2C_{(g)}$

	0,2	0,2	0
	0,2-x	0,2-x	2x

$[A]_0 = \frac{n}{V} = \frac{2}{10} = 0,2 mol/l$

$[B]_0 = \frac{2}{10} = 0,2 mol/l$

$\Rightarrow K_c = \frac{[C]^2}{[A][B]}$

$\Rightarrow 4 = \frac{4x^2}{(0,2-x)^2}$

$x^2 = (0,2-x)^2$

$\Rightarrow x = 0,2 - x$

$\Rightarrow 2x = 0,2$

$\Rightarrow x = 0,1 mol/l$

$[A]_{eq} = [B]_{eq} = 0,2 - 0,1 = 0,1 mol/l$

$[C]_{eq} = 2(0,1) = 0,2 mol/l$

مسألة 11 ص 18 :

نعيد التفاعل الممثل بالمعادلة:

$H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftarrows 2HI_{(g)}$ وعاء حجمه (1L) عند بلوغ التوازن كانت عدد مولات اليود (0,1mol) وعدد مولات الهيدروجين (0,2mol) وعدد مولات يوديد الهيدروجين (0,2mol) مطلوب حساب:

① قيمة K_c؟

② قيمة K_p؟

③ حساب تراكيز الابتدائية للمواد المتفاعلة؟

④ اقترح طريقتين لزيادة كمية HI؟

الحل:

① التراكيز عند التوازن: $c = \frac{n}{V}$

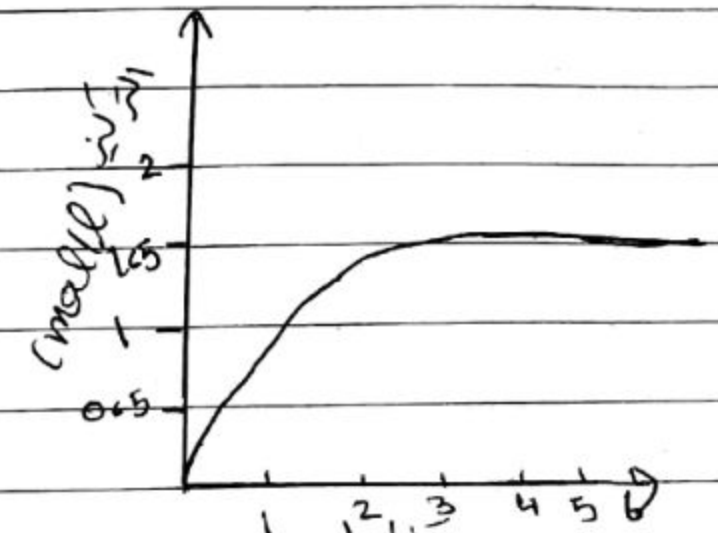
$[H_2]_{eq} = \frac{0,2}{10} = 0,02 mol/l$

$[I_2]_{eq} = \frac{0,1}{10} = 0,01 mol/l$

وقت معادلة:

$H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftarrows 2HI_{(g)}$

حيث يبين مخطط الآتي تغيرات تركيز يوديد الهيدروجين بدلالة الزمن ،



① حساب تراكيز التوازن لكل من مواد متفاعلة وناتجة ؟

② حساب قيمة ثابت التوازن K_c و K_p

③ اتمم مخطط البياني بوضع تغيرات تراكيز الهيدروجين بدلالة الزمن ؟

الحل:

$[I_2]_0 = [H]_0 = \frac{n}{v} = 1 mol/l$

	$H_{2(g)}$	+	$I_{2(g)}$	$\rightleftarrows$	$2HI_{(g)}$
①	1		1		0
	$1-x$		$1-x$		$2x$

من خط بياني :

$[HI]_{eq} = 1,5 mol/l$ عند التوازن

$1,5 = 2x \Rightarrow x = \frac{1,5}{2}$

$x = 0,75 mol/l$

$[H_2]_{eq} = [I_2]_{eq}$

$* [HI] = \frac{0,2}{10} = 0,02 mol/l$

$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} = \frac{(0,02)^2}{(0,02)(0,01)}$

$K_c = \frac{4 \times 10^{-4}}{2 \times 10^{-4}} = 2$

$K_p = K_c (RT)^{\Delta n}$ ②

$\Delta n = n_2 - n_1 = 2 - 2 = 0$

$K_p = K_c (RT)^0 = K_c$

$K_p = 2$

	H_2	+	I_2	$\rightleftarrows$	$2HI$
	$[H_2]_0$		$[I_2]_0$		0
	$[H_2]_0 - x$		$[I_2]_0 - x$		$2x$

$\Rightarrow [HI]_{eq} = 2x = 0,02$

$x = 0,01 mol/l$

$[H_2]_0 - x = [H_2]_{eq}$

$[H_2]_0 = 0,02 + 0,01$

$[H_2]_0 = 0,03 mol/l$

$[I_2]_0 - x = [I_2]_{eq}$

$[I_2]_0 = 0,01 + 0,01$

$[I_2]_0 = 0,02 mol/l$

④ ① زيادة تركيز I_2

② زيادة تركيز H_2

مسألة (12) ص 78 : يتفاعل (1mol) من بخار اليود مع (1mol) من غاز الهيدروجين في وعاء مغلق حجمه (1L)

الموضوع : ..... التاريخ : / / ٢٠

$= 1 - 0{,}75 = 0{,}25$ mol/l

②

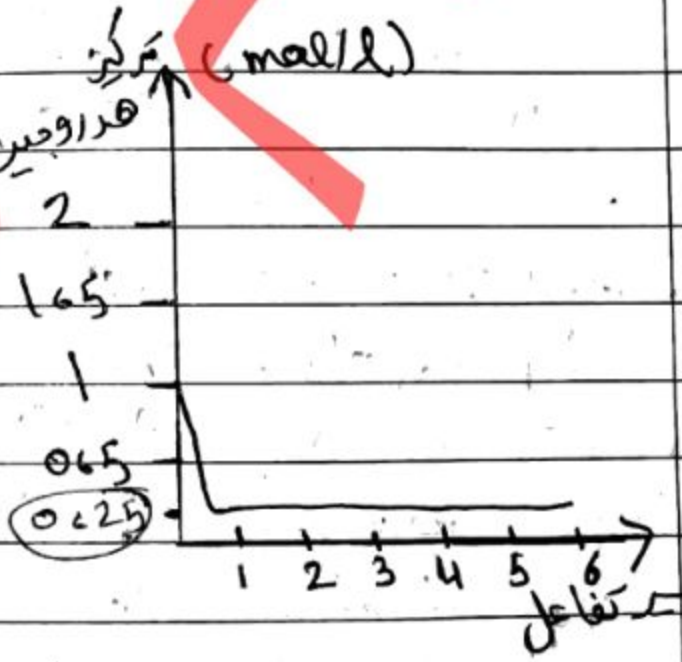
$$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}$$

$$K_c = \frac{(1{,}5)^2}{(0{,}25)(0{,}25)}$$

$$K_c = \frac{25 \times 9 \times 10^{-2}}{25 \times 10^{-2} \times 25 \times 10^{-2}}$$

$$K_c = \frac{9 \times 100}{25} = 36$$

③



أختبر نفسي ص 76 :

س١ : أختار الإجابة الصحيحة فيما يأتي :

① تتغير قيمة ثابت التوازن K_c في تفاعلات المتوازنة :

a) تغير الضغط b) إضافة حفاز .

c) خفض درجة حرارة .

d) زيادة تركيز المادة الناتجة .

② عند بلوغ حالة التوازن في تفاعلات متوازنة :

a) ينخفض تركيز مادة ناتجة .

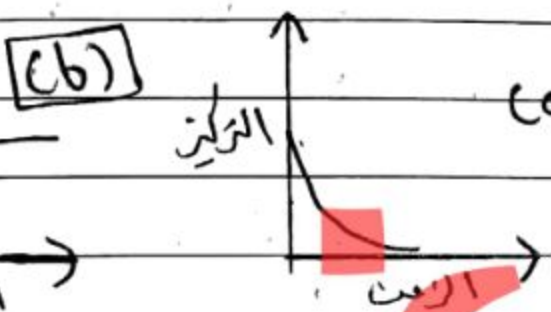
b) تنخفض سرعة تفاعل مباشر .

c) تثبت تراكيز مواد متفاعلة ومواد ناتجة .

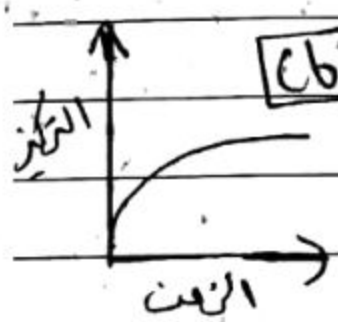
d) تزداد سرعة التفاعل مباشر .

③ أحد الخطوط التالية يمثل تغير تركيز مادة ناتجة في تفاعل متوازن :

(a)



(b)



(c)

(d)

④ بفرض أن K_c ثابت التوازن للتفاعل الممثل بالمعادلة الآتية :

$$SO_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightleftharpoons SO_{3(g)}$$

فتكون قيمة ثابت التوازن بدلالة التركيز K_c للتفاعل الآتي :

$$2SO_{3(g)} \rightleftharpoons 2SO_{2(g)} + O_{2(g)}$$

هي :

a) $2K_c$ b) $\frac{1}{2K_c}$

c) $\frac{1}{K_c^2}$ d) K_c^2

الموضوع : ..... التاريخ : / / ٢٠

(5) أي من تفاعلات متوازنة الآتية يصعب في جهة التفاعل العكسي عند نقصان حجم الوعاء الذي يحدث فيه التفاعل:

(a) $2SO_3 \rightleftharpoons 2SO_2(g) + O_2(g)$

(b) $4Fe(s) + 3O_2(g) \rightleftharpoons 2Fe_2O_3(g)$

(c) $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$

(d) $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$

(6) أي من متغيرات التالية سوف يؤدي إلى زيادة كمية النشادر في تفاعل متوازن الآتي:

(a) زيادة درجة الحرارة.

(b) خفض كمية N_2

(c) زيادة الضغط الكلي.

(d) إضافة حفاز

ثانياً: أعط تفسيراً علمياً لكل مما يلي:

(1) لاستهلاك مواد متفاعلة كلياً في تفاعلات متوازنة؟ لأن مواد ناتجة تتفاعل فيما بينها لتعطي مواد المتفاعلة.

(2) إضافة حفاز تسرع وصول إلى حالة توازن؟ لأن الحفاز يزيد من سرعة التفاعل مباشر وسرعة تفاعل العكسي بالمقدار ذاته.

(3) في التفاعل الآتي:

$C(s) + 2H_2(g) \rightleftharpoons CH_4(g)$

في جهة التفاعل مباشر يزداد الضغط؟ لأن تفاعل مباشر في جهة وذلك نقص عدد المولات الغازية إلى أقل.

(4) في تفاعل الغاز المثالي للوازنة تقل قيمة ثابت التوازن عند خفض درجة الحرارة؟ لأن تفاعل عكسي في جهة تقل كمية مواد الناتجة وتزداد كمية المواد متفاعلة فتقل قيمة ثابت التوازن.

مثال: لديك تفاعل الآتي:

$2NO(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ $\Delta H < 0$

المطلوب:

(1) كتابة عبارة ثابت التوازن بدلالة التراكيز K_c؟

(2) كتابة عبارة ثابت التوازن بدلالة الضغوط الجزيئية K_p؟

(3) كتابة علاقة بين K_c و K_p؟

(4) بين تأثير خفض درجة الحرارة على حالة التوازن مع تفسير؟

(5) بين تأثير إضافة حفاز على حالة التوازن وقيمة ثابت التوازن؟

الحل:

(1) $K_c = \frac{[NO_2]^2}{[NO]^2 [O_2]}$

(2) $K_p = \frac{P_{NO_2}^2}{P_{NO}^2 P_{O_2}}$

(3) $\Delta n = n_2 - n_1 = 2 - 3$

$\Delta n = -1$

$$Kp = Kc(RT)^{\Delta n}$$

$$Kp = Kc(RT)^{-1} = \frac{Kc}{RT}$$

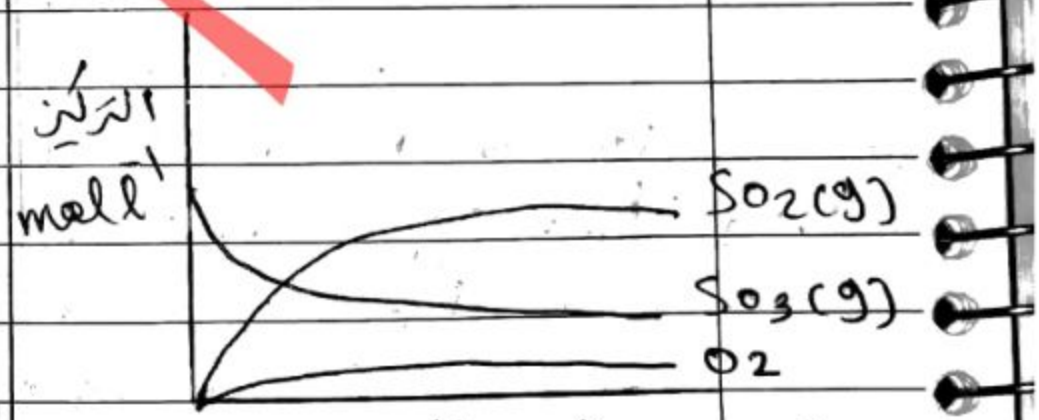
① عند خفض درجة الحرارة في جميع تفاعل مباشر نحو تفاعل ناشر للحرارة.

⑤ يؤثر الحفاز على حالة التوازن ولا يؤثر على قيمة ثابت التوازن.

رابعاً: لديك الشكل جوار الذي يمثل تفاعل فوزون، عطلوب:

① كتابة معادلة موزونة لهذا التفاعل؟

② كتابة عبارة ثابت التوازن بدلالة التركيز؟



الحل:

① $2SO_3(g) \rightleftarrows 2SO_2(g) + O_2(g)$

② $Kc = \frac{[SO_2]^2 [O_2]}{[SO_3]^2}$

③ خامساً: قيست قيم ثابت التوازن بدلالة الضغوط الجزيئية في درجات حرارة مختلفة.

$3A(g) + B(g) \rightleftarrows 2C(g)$	
قيمة ثابت توازن Kp	درجة حرارة (°C)
4.34×10^{-3}	300
1.64×10^{-4}	400

هل تفاعل مباشر ناشر للحرارة أو ماص للحرارة؟ فسر إجابتك؟

يلاحظ قيم في جدول أنه عند رفع درجة حرارة تقل قيمة ثابت التوازن أي يرجح التجاه العكسي الماص للحرارة وبالتالي التفاعل ناشر للحرارة.

سادساً: قارن بين كمية المواد متفاعلة ومواد ناتجة عند بلوغ التوازن في كل من تفاعلين الآتيين:

a- $K_c = 1.5 \times 10^{10}$

$N_2(g) + O_2(g) \rightleftarrows 2NO(g)$

b- $K_c = 1.4 \times 10^{+2}$

$2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftarrows 2SO_3(g)$

تفاعل الأول

* $K_c < 1$ وبالتالي كمية مواد ناتجة أقل من كمية مواد متفاعلة.

تفاعل الثاني:

$K_c > 1$ وبالتالي كمية مواد ناتجة أكبر من كمية المواد متفاعلة.

تفكير ناقد: من خلال معرفة تغير تركيز مادة واحدة هل يمكن تحديد فيما إذا تفاعل

وصل إلى حالة التوازن؟ وضح ذلك بالرسم؟

ثبات تركيز أحد مواد متفاعلة أو ناتجة في تفاعلات متوازنة يدل على وصول إلى حالة التوازن ولكن في حال تفاعلات التامة عند نهايتها تثبت تركيز مواد الناتجة؟ وأحد مواد متفاعلة إذا لم تتفاعل المواد بسبب التفاعل.

أختبر نفسي ص 80

أولاً: أختار الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

(1) في التفاعل الآتي الذي هو في حالة توازن $A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightleftharpoons 2C_{(g)}$ عند زيادة حجم الوعاء فسر ذلك يزداد سرعة التفاعل:

a) تنخفض 4 مرات. (b) تنخفض 8 مرات

c) تزداد مرتين. d) تزداد 4 مرات

(2) أي من التفاعلات الآتية يمثل النسبة $\frac{K_p}{K_c}$ أكبر

a. $N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g)$

b. $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$

c. $H_2(g) + S(s) \rightleftharpoons H_2S(g)$

d. $Ni(CO)_4(s) \rightleftharpoons Ni(s) + 4CO(g)$

(3) يمزج (1mol) من مادة A مع (0.1mol) من المادة B في وعاء سعته (1L) فتكون قيمة K_c تساوي 10^3 للتفاعل متوازن الآتي:

$A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightleftharpoons 2C_{(g)}$ فيكون عند بلوغ التوازن:

(a) $[C] = 2[B]$ (b) $[C] = [B]$

(c) $[C] > [B]$ (d) $[C] < [B]$

(4) إحدى العبارات الآتية صحيحة عند بلوغ التوازن في التفاعل الكيميائي:

(a) يتوقف التفاعل مباشر فقط.

(b) يتوقف التفاعل العكسي فقط.

(c) تساوي قيمة ثابت سرعة تفاعل المباشر وقيمة ثابت سرعة التفاعل العكسي.

(d) تساوي سرعة التفاعل مباشر وعكسي.

(5) إذا علمت أن قيمة ما K_c للتفاعل متوازن الآتي: $2A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons 2C_{(g)}$ فتكون قيمة K_c للتفاعل مماثل بالمعادلة الآتية: $4C_{(g)} \rightleftharpoons 4A_{(g)} + 2B_{(g)}$ مساوية:

a) 0.1 b) 20

c) 0.01 d) 100

ثانياً: أعط تفسيراً علمياً لكل مما يأتي:

(1) في التفاعل الثنائي للغازات تقل قيمة ثابت التوازن عند زيادة درجة حرارة لأن التفاعل العكسي يسير نحو الاتجاه الماص للحرارة وبالتالي

الموضوع : ..... التاريخ : / / ٢٠

تقل كمية المواد الناتجة وتزداد كمية مواد متفاعلة فتقل قيمة ثابت التوازن.

② التفاعلات التي تحتاج طاقة تنشيط عالية تميل إلى أن تكون سريعة؟
لأن عدد الجزيئات التي تملك طاقة التنشيط يكون كبير.

③ يحترق البروبان بسرعة أكبر من البنتان في الظروف المماثلة؟
لأن عدد روابط C-H و C-C أقل في حالة البروبان وبالتالي أحتراقه أسرع.

④ بعض التصادمات ينتج عنها تفاعل كيميائي وليس جميعها؟ لأنه يوجد تصادمات فعالة وتصادمات غير فعالة ولحدوث التفاعل يجب أن يكون التصادم فعال.

ثالثاً: أجب عن الأسئلة التالية:

① لديك التفاعل المتوازن الآتي:
$H_2O_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)}$
المطلوب:

أ) كتابة عبارة ثابت التوازن بدلالة الضغوط الجزيئية؟

ب) اعرض طريقة لزيادة قيمة ثابت التوازن مع التفسير؟

الحل:

أ) $K_p = \frac{P_{H_2} \sqrt{P_{O_2}}}{P_{H_2O}}$

② بزيادة درجة الحرارة يجعل التفاعل مباشر وعند درجة الحرارة فتزداد قيمة ثابت التوازن.
لديك الخط البياني الآتي الذي يمثل قيم مختلفة لثابت التوازن K بدلالة درجة الحرارة المطلوب: بين فيما إذا كان التفاعل المباشر ناشراً أو ماصاً للحرارة.

$\frac{1}{2}N_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightleftharpoons NO_{(g)}$

التفاعل الماص للحرارة هو الذي عند ارتفاع درجة الحرارة تزداد قيمة ثابت التوازن وبالتالي يرجح تفاعل مباشر الماص للحرارة.

③ أذكر العوامل التي تزيد من سرعة التفاعل الممثل بالعلاقة التالية:
$2Al_{(s)} + 3Cl_{2(g)} \rightarrow 2AlCl_{3(s)}$

① بزيادة درجة الحرارة.
② إضافة حفاز.
③ دخول الالمنيوم على شكل مسحوق.
④ زيادة تركيز الكلور.

نموذج

الموضوع : التاريخ : / / ٢٠

I/ بعض حل المسائل الآتية :

التمرين الأول :

نمزج $100ml$ من مادة A تركيزها $1,2 mol/l$ مع $300ml$ من مادة (B) تركيزها $0,4 mol/l$ فيحصل التفاعل الأول وفق المعادلة الآتية :

$$A_{(aq)} + 2B_{(aq)} \rightarrow 2C_{(aq)}$$

إذا علمت أن ثابت سرعة التفاعل $K = 10^{-2}$ مطلوب حساب :

(1) حساب سرعة تفاعل بدائي.

(2) سرعة تفاعل بمرور زمن يتشكل منه ($0,04 mol$) من مادة (C).

(1) $v = K [A]_0 [B]_0^2$

عبارة سرعة تفاعل الابتدائية

حساب تراكيز الابتدائية من قانون التمديد :

$V_2 = V_A + V_B$

$V_2 = 100 \times 10^{-3} + 300 \times 10^{-3}$

$V_2 = 0,1 + 0,3$

$V_2 = 0,4 l$

$C_1 V_1 = C_2 V_2$.

$[A] V_A = [A]_0 V_2$

$[B] V_B = [B]_0 V_2$

حساب $[A]_0$:

$$[A]_0 = \frac{[A] V_A}{V_2} = \frac{1,2 \times 0,1}{0,4}$$

$[A]_0 = 0,3 mol/l$

$$[B]_0 = \frac{[B] V_B}{V_2}$$

$$[B]_0 = \frac{4 \times 10^{-1} \times 0,3}{0,4}$$

$[B]_0 = 0,3 mol l^{-1}$

$v = K [A]_0 [B]_0^2$

$v = 10^{-2} (0,3) (0,3)^2$

$v = 27 \times 10^{-5} mol l^{-1} s^{-1}$

(2)

	$A + 2B \rightarrow 2C$	
تراكيز ابتدائية	$0,3$ $0,3$	0
تراكيز بمرور زمن	$0,3-x$ $0,3-2x$	$2x$

$[C] = 2x = \frac{n}{V}$ بمرور زمن

$V = V_2 = 0,4 l$

$2x = \frac{0,04}{0,4}$

$x = \frac{4 \times 10^{-2}}{4 \times 2 \times 10^{-1}}$

$x = \frac{1}{2} \times 10^{-1}$

$x = 0,05 mol/l$

تراكيز بعد زمن حسابها :

$[A] = 0,3 - 0,05$

$[A] = 0,25 mol/l$

الموضوع : ..... التاريخ : / / ٢٠

$[B] = 0,3 - 2(0,05)$

$[B] = 0,3 - 0,1 = 0,2 mol/l$

$V = K[A][B]^2$

$V = 10^{-2}(0,25)(0,2)^2$

$V = 10^{-2} \times 25 \times 10^{-2} \times 4 \times 10^{-2}$

$V = 1 \times 10^{-4} mol/l.s$

مسألة الثانية ص 82 :

يتفكك يوديد الهيدروجين وفق معادلة :

$2HI_{(g)} \rightleftarrows H_{2(g)} + I_{2(g)}$

فإذا كان التركيز الابتدائي :

$[HI]_0 = 0,8 mol/l$

وقيمة ثابت التوازن :

$K_c = \frac{1}{36}$

مطلوب حساب :

① تراكيز كل من الغازات عند توازن ؟

② النسبة المئوية المتفككة من HI عند توازن ؟

الحل :

① $2HI_{(g)} \rightleftarrows H_{2(g)} + I_{2(g)}$

تركيز الابتدائي :	0,8	0	0
تركيز عند التوازن :	0,8-2x	x	x

$K_c = \frac{(x)(x)}{(0,8-2x)^2}$

$K_c = \frac{[H_2]_{eq}[I_2]_{eq}}{[HI]^2_{eq}}$

$\Rightarrow \frac{1}{36} = \frac{x^2}{(0,8-2x)^2}$

$\frac{1}{6} = \frac{x}{(0,8-2x)}$

$\Rightarrow 6x = 0,8 - 2x$

$\Rightarrow 8x = 0,8 \Rightarrow x = 0,1 mol/l$

حساب تراكيز عند التوازن :

$[HI]_{eq} = 0,8 - 0,2$

$= 0,6 mol/l$

$[H_2]_{eq} = [I_2]_{eq} = 0,1 mol/l$

② كل $[HI]$ يتفكك منه x

كل 100 يتفكك منه y

$y = \frac{x \times 100}{[HI]_{eq}}$

$y = \frac{10^{-1} \times 100}{6 \times 10^{-1}}$

$y = \frac{100}{6} = 16,66\%$

مسألة ثالثة :

ليكن التفاعل الآتي متوازن :

$2NO_{2(g)} \rightleftarrows 2NO_{(g)} + O_{2(g)}$

فإذا علمت تراكيز التوازن بواحدة mol/l هي :

$[NO_2]_{eq} = 0,06$

$[NO]_{eq} = 0,24$

$[O_2]_{eq} = 0,12$

مطلوب حساب :

① قيمة K_c ؟

الموضوع :

التاريخ : / / ٢٠

② التركيز الابتدائي لغاز $[NO_2]_0$ ؟

③ النسبة مئوية متفككة من غاز NO_2 عند بلوغ التوازن ؟

الحل:

① $K_c = \frac{[NO]^2_{eq}[O_2]_{eq}}{[NO_2]^2_{eq}}$

$K_c = \frac{(0,24)^2(0,12)}{(0,06)^2}$

$K_c = \frac{24^2 \times 24 \times 10^{-4} \times 12 \times 10^{-2}}{6 \times 6 \times 10^{-4}}$

$K_c = 1,92$

②

$2NO_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} + O_{2(g)}$

تراكيز ابتدائية :	$[NO_2]_0$	0	0
تراكيز توازن :	$[NO_2]_0 - 2x$	$2x$	x

$[NO_2]_{eq} = [NO_2]_0 - 2x$

$0,06 = [NO_2]_0 - 2x$

حساب x :

$[O_2]_{eq} = 0,12 = x$

$x = 0,12 mol/l$

$0,06 = [NO_2]_0 - 2(0,12)$

$[NO_2]_0 = 0,06 + 0,24$

$[NO_2]_0 = 0,3 mol/l$

③

كل $[NO_2]_{eq}$ يتفكك منه x

كل 100 يتفكك منه y

$y = \frac{x(100)}{[NO_2]_{eq}}$

$y = \frac{12 \times 10^{-2} \times 10^{+2}}{6 \times 10^{-2}}$

$y = 200\%$

المسألة الرابعة :

يضاف $200ml$ تحوي $1,2 mol$ من المادة A إلى $200ml$ تحوي على $0,8 mol$ من المادة B فيتم التفاعل الآتي :

$2A_{(aq)} + B_{(aq)} \rightarrow 2C_{(aq)} + D_{(aq)}$

إذا علمت أن ثابت سرعة التفاعل 2×10^{-2} مطلوب حساب :

① السرعة الابتدائية للتفاعل ؟

② سرعة التفاعل بعد أن يتشكل منها $0,4 mol$ من المادة A ؟

③ تركيز كل من المادتين B، A عند توقف التفاعل ؟

الحل:

① مادة A :

$V_A = 200ml$

$V_A = 0,2 l$

$V_B = 200ml = 0,2\ l$: B حجم

من قانون تمديد : $c_1V_1 = c_2V_2$

$[A]V_A = [A]_0 V_2$

$V_2 = V_A + V_B = 0,2 + 0,2$

$V_2 = 0,4\ l$

$[A]_0 = \frac{[A]V_A}{V_2} = \frac{[A]0,2}{0,4}$

حساب $[A]$ ، $[B]$: $c = \frac{n}{V}$

$[A] = \frac{1,2}{0,2} = 6\ mol/l$

$[B] = \frac{0,8}{0,2} = 4\ mol/l$

$[A]_0 = \frac{6 \times 0,2}{0,4} = 3\ mol/l$

$[B]_0 = \frac{[B]V_B}{V_2} = \frac{4 \times 0,2}{0,4}$

$[B]_0 = 2\ mol/l$

$V = K[A]^3[B]_0$

$V = 2 \times 10^{-2}(3)^2 \cdot (2)$

$V = 2 \times 10^{-2} \times 9 \times 2$

$V = 0,36\ mol\,l^{-1}s^{-1}$

② $A_{(aq)} + B_{(aq)} \rightarrow 2C_{(aq)} + D_{(aq)}$

الحالة البدائية 3 2 0 0

تراكيز بعد التفاعل : $3-2x$ $2-x$ $2x$ x

$[D]_{eq} = \frac{n}{V_2} = \frac{0,4}{0,4} = x$

$x = 0,1\ mol/l$

حساب تراكيز $[A]$ ، $[B]$ بعد زمن :

$[A] = 3 - 2(0,1)$

$[A] = 3 - 0,2 = 2,8\ mol/l$

$[B] = 2 - x = 2 - (0,1)$

$[B] = 1,9\ mol/l$

$V = K[A]^2[B]$

$V = 2 \times 10^{-2}(2,8)^2(1,9)$

$V = 2 \times 10^{-2} \times 7,84 \times 10^{-2} \times 1,9$

$V = 0,29792\ mol\,l^{-1}s^{-1}$

$V = K[A]^2[B]$ ③

$V = K[3-2x]^2[2-x]$

$V = 0$ عند توقف تفاعل

$(3-2x)^2(2-x) = 0$

أو $(2-x) = 0$

$x = 2\ mol\,l^{-1}$

حساب تراكيز $[B]$ و $[C]$:

$[B] = 2 - 2 = 0\ mol\,l^{-1}$

$[C] = 2x = 4\ mol\,l^{-1}$

أو $(3-2x)^2 = 0$

$3 - 2x = 0 \Rightarrow x = \frac{3}{2}\ mol$

حساب تراكيز $[B]$ و $[C]$:

$[B] = \frac{2}{1} - \frac{3}{2} = \frac{1}{2}\ mol/l$

$[C] = 2(\frac{3}{2}) = 3\ mol/l$