المميز بالكيمياء
الأستاذ عمر خالد الويسي
للصف السادس العلمي
الأستاذ عمر خالد الويسي
CHEMISTRY
2026
الجزء الاول
الكيمياء

الفصل الاول

علم الثرموداينمك

هو علم يهتم بدراسة الطاقة وتحولاتها ويهدف الى تحويل اكبر قدر ممكن من الطاقة الناتجة من احتراق الوقود مثل تحويل الطاقة الحرارية الى طاقة ميكانيكية .

ملاحظة

لا يهتم علم الثرموداينمك بعامل الزمن الذي يستغرقه التفاعل فهو يتنبأ فقط اذا ما كان التفاعل يحدث ام غير قابل للحدوث اما من يهتم بعامل الزمن هو علم الحركيات .

ما هي الظواهر التي يفسرها علم الثرموداينمك ؟

1. سبب حدوث التفاعلات الكيميائية .
2. التنبؤ بحدوث تغيرات فيزيائية وكيميائية عندما توجد ماده واحده او اكثر تحت شروط معينه.
3. حدوث بعض التفاعلات التلقائية وغير التلقائية عند نفس الظروف .
4. سبب حدوث الطاقة المصاحبة للتفاعلات الكيميائية .

انواع الطاقة

1. **الطاقة الكامنة :** وتشمل جميع الطاقة الكيميائية المخزونة في جميع انواع المواد والوقود .
2. **الطاقة الحركية :** وهي الطاقة التي تشمل جميع الاجسام المتحركة مثل الجزيئات والماء المتحرك والسيارات

وحدة الطاقة الحركية هي الجول (J) حيث ان : $J = Kg \cdot m^2 / S^2$

تعاريف مهمة :

1. **النظام :** هو جزء معين من الكون يتكون من المادة او المواد المشتركة في حدوث تغيرات فيزيائية وكيميائية محدودة داخل حدود معينة قد تكون حقيقية او تخيلية .
2. **المحيط :** كل ما يحيط بالنظام و يؤثر عليه من تغيرات فيزيائية او كيميائية .
3. **المجموعة (الكون) :** هي النظام + المحيط .

أنواع الأنظمة :

4. **النظام المفتوح :** هو النظام الذي تسمح حدوده بتبادل الطاقة والمادة مع المحيط مثل اناء معدني مفتوح يحتوي على ماء مغلي .
5. **النظام المغلق :** هو النظام الذي تسمح حدوده بتبادل الطاقة مع المحيط فقط مثل اناء مغلق يحوي ماء مغلي .
6. **النظام المعزول :** هو النظام الذي لا تسمح حدوده بتبادل الطاقة و المادة مع المحيط مثل الثرموس

⑦ خواص النظام : هي المتغيرات الفيزيائية للنظام التي من الممكن ملاحظتها او قياسها مثل عدد المولات والحجم والضغط والحرارة .

⑧ الحرارة : هي احد اشكال الطاقة وتمثل انتقال الطاقة الحرارية بين جسمين مختلفين في درجة الحرارة ويرمز لها بالرمز (q) وحداتها J و KJ .

⑨ درجة الحرارة : وهي مقياس الطاقة الحرارية ويرمز لها بالرمز T وتقاس بالسيليزي (C^o) والكلفن (K^o).

✓ السعة الحرارية : كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة m مقدرة بالغرام [m(g)] من اي مادة درجة سيليزية واحدة ويرمز لها C ووحدتها (J/°C)

✓ الحرارة النوعية (زيتا) : كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة غرام واحد (1g) من اي مادة درجة سيليزية واحدة ويرمزلها S ووحدة الحرارة النوعية (J/g.°C) .

① $q = C_{J/C^o} \times \Delta T\ (c^o)$

② $C = S_{J/g.c^o} \times m_{(g)}$

③ $q = S_{J/g.c^o} \times m_{(g)} \times \Delta T\ (c^o)$

q ← كمية الحرارة وتقاس بوحدة الجول (J) .
C ← السعة الحرارية وتقاس بوحدة J/C^o.
S ← الحرارة النوعية وتقاس بوحدة $J/g.c^o$
ΔT ← $\Delta T = T_F - T_i$.

ملاحظة
اذا ذكر في السؤال ان الحرارة (امتصت ، اكتسبت ، سخنت) يعني $q = +$
اما اذا ذكر ان الحرارة (انبعثت ، حررت ، فقدت ، تبريد) يعني $q = -$.

q ← + ((امتصت ، اكتسبت ، سخنت))
q ← − ((انبعثت ، حررت ، فقدت ، تبريد))

مثال (1- 1) : ما مقدار الحرارة الناتجة من تسخين قطعة من الحديد كتلتها 870 g من $5c^o$ الى $95c^o$ علماً ان الحرارة النوعية للحديد 0.45 J/g.c .

بما انه اعطى حرارة نوعية وكتلة نستخدم العلاقة التالية :

$q = S_{J/g.c^o} \times m_{(g)} \times \Delta T_{(c)}$

$\Delta T = T_f - T_i \rightarrow \Delta T = 95 - 5 = 90\ C^o$

$q = 0.45_{J/g.c^o} \times 870_{(g)} \times 90\ c^o$

$q = 35235\ J$

تمرين (1-1) : تغيرت درجة المغنيسيوم كتلتها 10g من $25C^o$ الى $45C^o$ مع اكتساب حرارة مقدارها 205 J احسب الحرارة النوعية لقطعة المغنيسيوم .

$\Delta T = T_f - T_i = 45 - 25 = 20\ C^o$

$q = S\ J/g.c^o \times m_{(g)} \times \Delta T\ c^o$

$205\ J = S \times 10_g \times 20\ C^o$

$S = \frac{205\ J}{10g \times 20c^o} = 1.025\ J/g.c^o$

سؤال (1- 9): قطعة من الفضة كتلتها 360g وسعتها الحرارية $86\ J/C^\circ$ احسب حرارتها النوعية .

بما انه اعطى سعة حرارية وكتله وطلب الحرارة النوعية نستخدم العلاقة :

$C\ J/C^o = S\ J/g.C^o \times m_{(g)}$

$86\ J/C^o = S \times 360\ g$

$S = \frac{86\ J/C^o}{360\ g} = 0.24 J/g.c^o$

سؤال (1 – 10) : أحسب كمية الحرارة المنبعثة بوحدات (kJ) من 350g زئبق عند تبريدها من $77C^\circ$ الى $12C^\circ$ اذا علمت ان الحرارة النوعية للزئبق $0.14\ J/g.C^\circ$

$\Delta T = Tf - Ti = 12 - 77 = -65\ C^O$

$q_{(J)} = S\ J/g.c^o \times m_{(g)} \times \Delta T(c^o)$

$q = 0.14\ J/g.c^o \times 350_{(g)} - 65(c^o) = -3185\ J$

$q = \frac{-3185\ J}{1000 J/KJ} = -3.185\ kJ$.

ملاحظة: التحويل من الصغير (J) الى الكبير (kJ) نقسم على 1000 ، اما لتحويل من الكبير (kJ) الى الصغير (J) نضرب في 1000 .

سؤال: سخنت عينة من مادة مجهولة كتلتها 155g من درجة حرارة $25C^\circ$ الى $40C^\circ$ ، مما أدى الى امتصاص حرارة مقدارها 5700 J احسب الحرارة النوعية لهذه المادة

المطلوب حرارة نوعية واعطى كتلة وكمية حرارة و ΔT نستخدم العلاقة :

$\Delta T = Tf - Ti = 40 - 25 = 15\ c^o$

$q = S\ J/g.c^o \times m_{(g)} \times \Delta T\ (C^o)$

$5700\ J = S \times 155\ g \times 15\ c^o$

$S = \frac{5700 J}{155g \times 15\ c^o} = 2.45\ J/g.c^o$

سؤال (12-1): 4.5g من حبيبات الذهب امتصت 276J عند تسخينها فاذا علمت أن الحرارة الابتدائية كانت $25C^O$ احسب الدرجة الحرارية النهائية التي سخنت اليها . علماً ان الحرارة النوعية للذهب $0.13\ J/g.C^O$.

$q = S\ J/g.c^o \times m_{(g)} \times \Delta T\ c^o$

$276\ J = 0.13\ J/g.c^o \times 4.5_{(g)} \times \Delta T$

$$\Delta T = \frac{276\ J}{0.13\ J/g.c \times 4.5g} = 471.8\ C^O$$

$\Delta T = T_f - T_i \rightarrow T_f = \Delta T + Ti$

$T_f = 471.8 + 25 = 496.8\ C^O$

ملاحظة: اذا كان المجهول درجة الحرارة الابتدائية (Ti) او النهائية (Tf) فان المجهول الحقيقي (ΔT)

أسئلة واجب

س1-11) اذا تم رفع حرارة 34g من الايثانول من $25C^O$ الى $79C^O$، احسب كمية الحرارة الممتصة بواسطة الايثانول علماً ان الحرارة النوعية للإيثانول $2.44\ J/g.c^o$.

الناتج = 4479.8 J

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

سؤال2) قطعة من النحاس كتلتها 6g سخنت من $21\ C^O$ الى $124\ C^O$ احسب كمية الحرارة بوحدة (KJ) اذا علمت ان الحرارة النوعية للنحاس $0.39\ J/g.c^o$.

الناتج : 0.24 kJ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

سؤال3) 10g من حبيبات المغنيسيوم بعثت حرارة مقدارها 1.02 KJ عند تبريدها الى $40C^{O}$ احسب درجه الحرارة التي كانت عليها حبيبات المغنيسيوم علما ان الحرارة النوعية $1.02\ J/g.C^{O}$ ؟

الناتج : $140\ C^{O}$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

حرارة التفاعل (التغير في الانثالبي) ΔH

التغير في الانثالبي ΔH

هو دالة حالة ثرموداينميكية وخاصية شاملة تمثل كمية الحرارة الممتصة او المنبعثة المقاسة بثبوت الضغط .

$$\Delta Hr^{o} = \Delta H_{(p)} - \Delta H_{(R)}$$

حيث : ΔHr ← انثالبي التفاعل .

$\Delta H_{(p)}$ ← انثالبي النواتج .

$\Delta H_{(R)}$ ← انثالبي المتفاعلات .

ملاحظة: $\Delta Hr = q$ ولكن بثبوت الضغط .

دالة الحالة

هي تلك الخاصية او الكمية التي تعتمد على الحالة الابتدائية للنظام قبل التغيير والحالة النهائية للنظام بعد التغيير بغض النظر عن الطريقة او المسار الذي يسلكه التفاعل مثل الانثالبي و الانتروبي .

دالة المسار

هي الدالة التي تتغير قيمتها بتغير ظروف التجربة لذلك لا تعتبر دالة حالة لأنها تعتمد على المسار والخطوات التي تم من خلالها التغير مثل الشغل والحرارة .

الخواص العامة للنظام

① الخواص الشاملة : وهي الخواص التي تعتمد على كمية المادة في النظام مثل الكتلة والحجم و ΔH و ΔS و ΔG .

② الخواص المركزة : وهي الخواص التي لا تعتمد على كمية المادة في النظام مثل الكثافة والحرارة النوعية

علل) الانثالبي دالة حالة وهو خاصية شاملة . (وزاري)

يعتبر دالة حالة لأنه يعتمد على الحالة الابتدائية للنظام قبل التغير والحالة النهائية للنظام بعد التغير بغض النظر عن الخطوات او المسار الذي يسلكه التفاعل ويعتبر خاصيه شاملة لأنه يعتمد على كمية المادة الموجودة في النظام فالتغير في انثالبي 2mol يساوي ضعف التغير في انثالبي 1mol لنفس التفاعل .

الكيمياء الحرارية

علم يهتم بدراسة الحرارة الممتصة او المنبعثة نتيجة تغيرات فيزيائية وكيميائية .

ملاحظات

① اذا كانت ΔH قيمه موجبه (+) فأن التفاعل ماص للحرارة .

② اذا كانت الطاقة في جهة المتفاعلات فالتفاعل ماص للحرارة .

③ اذا كانت ΔH قيمه سالبه (-) فان التفاعل باعث للحرارة .

④ اذا كانت الطاقة في جهة النواتج فالتفاعل باعث للحرارة .

مخطط الطاقة

اولاً : اذا كان التفاعل ماص للحرارة .

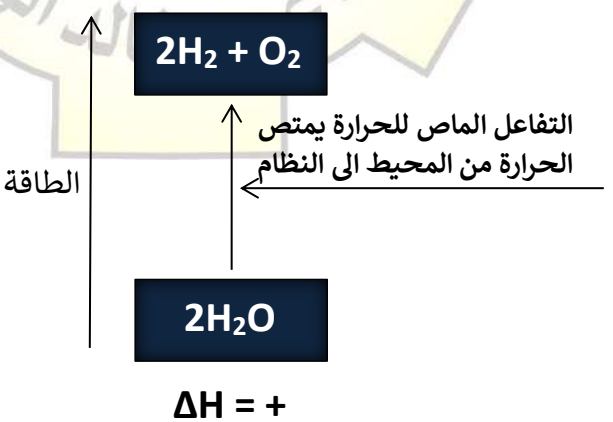
خطوات كتابة المخطط :

① نكتب المتفاعلات للأسفل والنواتج للأعلى مع مراعاة سهم من المتفاعلات الى النواتج .

② سهم في الوسط من المحيط الى النظام ونكتب عليه (التفاعل الماص يمتص الطاقة من المحيط الى النظام) .

③ سهم الطاقة ودائماً للأعلى .

مثال : ارسم مخطط الطاقة للتفاعل التالي . $2H_2O_{(L)} + Energy \rightarrow 2H_{2(g)} + O_{2(g)}$

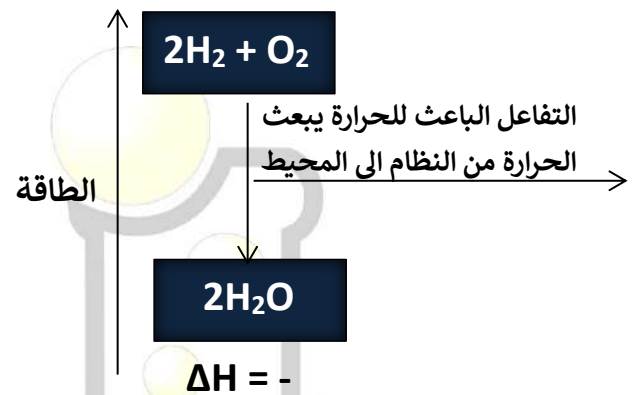


ثانياً : اذا كان التفاعل باعث للحرارة

خطوات كتاب المخطط :

① نكتب المتفاعلات للأعلى والنواتج للأسفل مع مراعاة سهم من المتفاعلات الى النواتج.
② سهم في الوسط من النظام الى المحيط ونكتب عليه التفاعل الباعث يبعث الطاقة من النظام الى المحيط .
③ سهم الطاقة للأعلى دائماً .

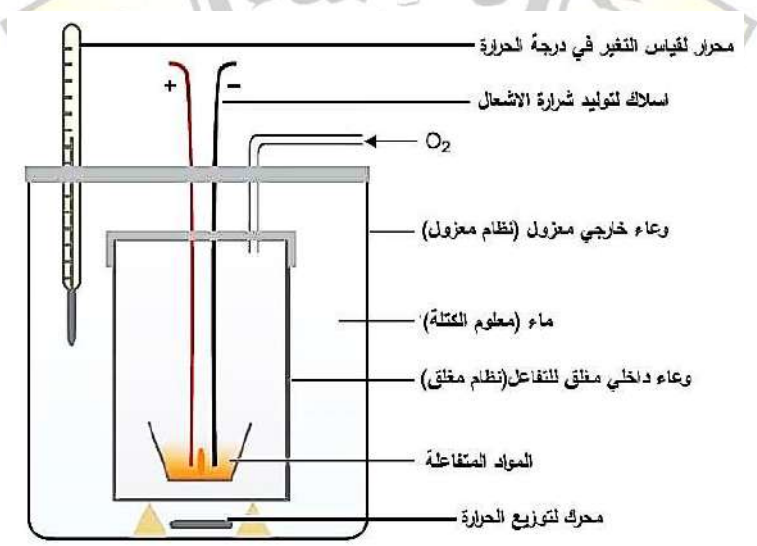
مثال : ارسم مخطط الطاقة للتفاعل التالي : $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(L)} + Energy$



قياس انثالبي التفاعل (المسعر)

سؤال (1 – 8): صف المسعر الحراري الذي تتم بواسطته قياس الحرارة الممتصة او المنبعثة عند ثبوت الضغط

يستخدم المسعر لقياس انثالبي التفاعل ويتكون المسعر من وعاء التفاعل مغمور في كمية معينة من الماء معروفة الكتلة موجود في وعاء معزول عزلا جيداً .



خطوات حل مسائل المسعر

① ايجاد ΔT باستخدام ← $\Delta T = T_f - T_i$. وفي بعض الأحيان تعطى قيمة التغيير كاملة عندما يذكر (ارتفعت بمقدار، انخفضت بمقدار، تغيرت بمقدار ، ازدادت بمقدار)

② ايجاد كمية الحرارة للماء باستخدام :

- $q = C \times \Delta T$ ← اذا اعطى سعه حرارية في السؤال .
- $q = S \times m \times \Delta T$ ← اذا اعطى حراره نوعيه (ذكر السعة الحرارية مهملة) .

③ ايجاد عدد مولات المادة الداخلة في المسعر باستخدام ← $n = \frac{m\,(g)}{M\ g/mol}$.

④ايجاد كمية الحرارة للمادة بوحدة J/mol وذلك بقسمة q في الخطوة الثانية على n في الخطوة الثالثة.

⑤ تحويلها الى وحدة KJ/mol اذا طلب في السؤال ذلك بالقسمة على 1000 .

⑥ اذا طلب كمية الحرارة لأكثر من مول نضرب في عدد المولات المعطاة في السؤال ويجب وضع إشارة سالبة في الناتج لانه تفاعل احتراق أي باعث للحرارة .

مثال (2-1) : باستخدام المسعر وضعت 3g من الكلوكوز كتلته المولية 180 g/mol في وعاء العينة الذي ملئ بكمية 1200g من الماء ((الحرارة النوعية للماء 4.2 J/g.C°)) وكانت درجة الحرارة الابتدائية 21.0 C° ودرجه الحرارة النهائية 25.5 C° احسب كمية الحرارة المتحررة بوحده KJ نتيجة احتراق 1mol من الكلوكوز ؟ (السعة الحرارية مهملة) .

① $\Delta T = T_f - T_i \rightarrow \Delta T = 25.5 - 21.0\ C^o = 4.5\ C^o$

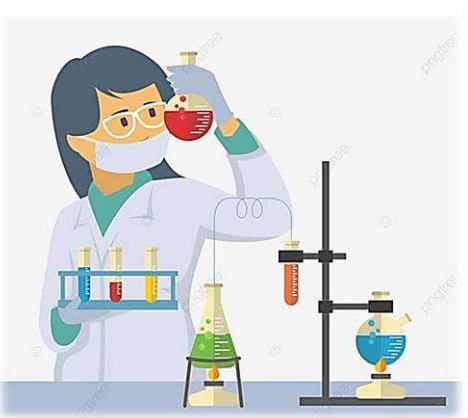
② $q = S \times m \times \Delta T$ >>> $q = 4.2 \times 1200 \times 4.5$

$q = -22680\ J$ لأنه طلب كمية الحرارة المتحررة

③ $n = \frac{m}{M} \rightarrow n = \frac{3\ g}{180\ g/mol} = 0.0166\ mol$

④ $q = \frac{q\ J}{n\ mol} \rightarrow q = \frac{-2268o\ J}{0.0166\ mol} = -1360800\ J/mol$

⑤ $q = \frac{-1360800}{1000} = -1360.8\ KJ/mol$



تمرين (1 – 2): اذا تم حرق 3g من الهيدرازين كتلتـه المولية 32 g/mol في مسعر يحتوي 1000g من الماء (الحرارة النوعية للماء 4.2 J/g . C°) فان درجه الحرارة ترتفع من 24.6C° الى 28.2 C° احسب كمية الحرارة المتحررة بوحدة kJ نتيجة احتراق 1mol من الهيدرازين . (السعة الحرارية مهملة)

① $\Delta T = Tf - Ti = 28.2 - 24.6 = 3.6\ C^{o}$

② $q = S_{J/g.c^{o}} \times m_{g} \times \Delta T\ c^{o}$

$q = 4.2 \times 1000 \times 3.6 = -15120\ J$

③ $n = \frac{m}{M} \rightarrow n = \frac{3\ g}{32\ g/mol} = 0.094\ mol$

④ $q = \frac{q}{n} \rightarrow q = \frac{-15120}{0.094} = -161000\ J/mol$

⑤ $q\ kJ/mol = \frac{-161000\ J/ml}{1000 J/kJ} = -161\ kJ/mol$

ملاحظة: اذا ذكر في السؤال أن درجة الحرارة إرتفعت بمقدار يعني انه اعطى ΔT بالقيمة الموجبة ، امـــا اذا قـــال انخفضت بقـدار اي انه اعطى ΔT بالقيمـــة السالبـــة .

سؤال : عند حدوث تفاعل كيميائي في مسعر سعته الحرارية الكلية 2.4 kJ/C° فان درجة الحرارة ترتفع بمقدار 0.12 C° احسب التغير في الانثالبي لذلك التفاعل بوحدة J ؟

بما انه اعطى سعه حرارية نستخدم القانون :

$q = C\ kJ/C^{\circ} \times \Delta T\ C^{\circ}$

$q = 2.4 \times 0.12 = -0.288\ kJ$

$q = 0.288\ KJ \times 1000\ J/kJ = -288\ J = \Delta H$

سؤال (1 – 14): تم حرق عينه كتلتها 1.5g من حامض الخليك كتلته المولية 60 g/mol في مسعر يحتوي 750g من الماء (الحرارة النوعية للماء 4.2 J/g.C°) فاذا ارتفعت درجة حرارة المسعر من 24 C° الى 28 C° احسب كمية الحرارة التي تنبعث نتيجة احتراق مول واحد من الحامض ((علماً ان السعة الحرارية مهملة)) .

① $\Delta T = Tf - Ti = 28 - 24 = 4\ C^{o}$

② $q = S_{J/g.C^{o}} \times m_{(g)} \times \Delta T\ c^{o}$

$q = 4.2 \times 750 \times 4 = -12600\ J$

③ $n = \frac{m}{M} \rightarrow n = \frac{1.5\ g}{60\ g/mol} = 0.025\ mol$

④ $q_{J/mol} = \frac{q\ (J)}{n\ (mol)} = \frac{-12600}{0.025} = -504\ 000\ J/mol$

سؤال إضافي : باستخدام المسعر وضع **34.2g** من مركب عضوي في وعاء العينة الذي ملئ بكمية **900g** من الماء (الحرارة النوعية للماء **4.2J/g.C°**) وكانت درجة الحرارة الابتدائية **27C°** والنهائية **29.5 C°** وان كمية الحرارة المتحررة بوحدة **kJ** نتيجة احتراق مول واحد من المركب العضوي كانت **94.5** ما هي الكتلة المولية للمركب العضوي ؟

① $\Delta T = T_f - T_i$ ➔ $\Delta T = 29.5 - 27 = 2.5\ c^o$

② $q = S_{J/g.c^o} \times m_{(g)} \times \Delta T\ c^o$

$q = 4.2 \times 900 \times 2.5 = -9450\ J$

لأنه اعطى كمية للحرارة المتحررة .

تتحول وحدة KJ الى J المعطاة في السؤال لان q بوحده الجول J :

$q\ J/mol = -94.5\ KJ/mol \times 1000\ J/KJ$

$q\ J/mol = -94500\ J/mol$

③ $q\ J/mol = \frac{q\ J}{n\ mol} \rightarrow -94500\ J/mol = \frac{-9450\ J}{n}$

$n = \frac{-9450\ J}{-94500\ J/mol} = 0.1mol$

④ $n\ (mol) = \frac{m\ g}{M\ g/mol}$

$M = \frac{34.2g}{0.1mol} = 342g/mol$

ملاحظة " اذا طلب في سؤال المسعر الكتلة او الكتلة المولية للمادة الداخلة في المسعر فان المجهول عدد المولات (n) لذلك قدمنا الخطوة الرابعة على الخطوة الثالثة .

أسئلة وزارية واجب

سؤال ① اذا تم حرق عينه كتلتها 1.5g من حامض الخليك CH_3COOH كتلته المولية 60 g/mol بوجود كمية كافية من الاوكسجين تحررت حراره مقدارها 12.6KJ احسب :

1) كمية الحرارة بوحدة KJ نتيجة احتراق مول واحد من الحامض .

2) كمية الحرارة نتيجة احتراق نصف مول .

الناتج (1) – 504 kJ /mol (2) – 252 kJ/mol

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

سؤال ② تم حرق عينه من حامض الخليك كتلته المولية 60g/mol في مسعر يحتوي 1000g من الماء ((الحرارة النوعية للماء 4.2 J/g.C)) فاذا ارتفعت درجه الحرارة بمقدار 6C° وكانت كميه الحرارة التي تنبعث نتيجة احتراق مول واحد من الحامض 126 kJ احسب كتلة الحامض التي تم حرقها . ((علماً ان السعة الحرارية مهملة)).

الناتج m = 12 g

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

المعادلة الكيميائية الحرارية

① اذا كان التغير في الانثالبي قيمة موجبة فالتفاعل ماص للحرارة .

$H_2O_{(S)} \rightarrow H_2O_{(L)}$ $\Delta H = +6$ KJ/mol

②اذا كان التغير في الانثالبي قيمة سالبة فالتفاعل باعث للحرارة .

$H_2O_{(L)} \rightarrow H_2O_{(S)}$ $\Delta H = -6$ kJ/mol

③ عند قلب المعادلة تقلب اشارة الانثالبي .

④ عند ضرب او قسمة المعادلة برقم معين نضرب او نقسم قيمة الانثالبي على هذا الرقم .

قانون لابلاس : كمية الحرارة المنبعثة تساوي كمية الحرارة الممتصة لأي تفاعل كيميائي او تغير فيزيائي .

انثالبي التفاعل القياسية

سؤال (1-15) ماذا تعني ظروف التفاعل القياسية في الكيمياء الحرارية وما هي اوجه الاختلاف عن S.T.P المستخدم في الغازات .

الظروف القياسية في الكيمياء الحرارية حراره $25\ C^0$ وضغط 1 atm وظروف الغازات القياسية هي حراره 0 C^0 وضغط 1 atm .

أنواع الانثالبيات

انثالبي التكوين القياسية ΔHf^o

هي الحرارة اللازمة لتكوين مول واحد من اي مركب من عناصره الأساسية وبأثبت صورها في الظروف القياسية .

سؤال) متى انثالبي التكوين ΔHf^o = انثالبي التفاعل ΔHr^o ؟

1) يجب ان يكون المتكون مول واحد من اي مركب .
2) من عناصره الأساسية وبأثبت صورها .
3) في الظروف القياسية درجه حراره $25\ C^o$ وضغط 1 atm.

ملاحظة: هناك عناصر توجد بحالة جزيء فقط اي ثنائية الذرة وهي H_2 , N_2 , O_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2 , F_2 , P_4

جدول يوضح العناصر بأثبت صورها		
العنصر	رمزه الكيميائي	الصورة الأثبت له
الكاربون	C	الكرافيت (grf)
الكبريت	S	المعيني (rho)
الهيدروجين	H_2	غاز (g)
الاوكسجين	O_2	غاز (g)
الكلور	Cl_2	غاز (g)
البروم	Br_2	سائل (L)
اليود	I_2	صلب (S)
الفلور	F_2	غاز (g)
الزئبق	Hg	سائل (L)
الحديد	Fe	صلب (S)
الفسفور	P_4	صلب (S)

مثال (3-1) : اذا علمت ان انثالبي التكوين القياسية للبنزين C_6H_6 تساوي 49 kJ/mol اكتب المعادلة الحرارية بحيث $\Delta Hf^o = \Delta Hr^o$ ؟

$$6C_{(qra)} + 3H_{2(g)} \rightarrow C_6H_{6(L)}$$

$$\Delta Hr^o = \Delta Hf^o = 49\ kJ/mol$$

لأن المتكون مول واحد من عناصره الأساسية بأثبت صورها .

تمرين (1 – 3) :اذا علمت ان حرارة التكوين القياسية لحامض الكبريتيك H_2SO_4 تساوي -811 KJ/ mol اكتب المعادلة الحرارية بحيث $\Delta Hf^o = \Delta Hr^o$.

$$H_{2\,(g)} + S_{(\,rho\,)} + 2O_{2(g)} \rightarrow H_2SO_4$$

$$\Delta Hr^o = \Delta Hf^o = -811\ kJ/mol$$

ملاحظة " عند كتابة معادلة المتكون نكتب المركب المعطى في جهة النواتج ثم نكتب عناصره بأثبت صورها في جهة المتفاعلات .

مثال (1 – 4) اي من التفاعلات التالية يتساوى فيها ΔHr^o مع ΔHf^o .

1- $4Fe_{(s)} + 3O2_{(g)} \rightarrow 2Fe_2O_3$ $\quad \Delta Hr^o = -1625\ kJ$

2- $C_{(gra)} + O2_{(g)} \rightarrow CO_2$ $\quad \Delta Hr^o = -394\ kJ$

3- $CO_{(g)} + \frac{1}{2} O2_{(g)} \rightarrow CO_2$ $\quad \Delta Hr^o = -283\ kJ$

① $\Delta Hf^o \neq \Delta Hr^o$ لان المتكون اكثر من مول واحد .

② $\Delta Hf^o = \Delta Hr^o$ لان المتكون مول واحد من CO_2 من عناصره الاساسية وبأثبت صورها .

③ $\Delta Hf^o \neq \Delta Hr^o$ الأن المواد المتفاعله ليست عناصر إنما مركب CO .

ملاحظة

هناك قانون يستخدم لحساب ΔHf^o اذا كان المتكون اكثر من مول ولكن من عناصره الأساسية وبأثبت صورها

$$\Delta Hf^o = \frac{\Delta Hr^o}{n \text{ المتكونة}} .$$

تمرين (1 – 4): احسب انثالبي التفاعل القياسية ΔHr^o للتفاعل التالي اذا علمت ان انثالبي التكوين القياسية لفلوريد الهيدروجين (HF) تساوي - 271kJ/mol

$$H_{2(g)} + F_{2(g)} \rightarrow 2HF_{(g)}$$

$\Delta Hf = \frac{\Delta Hr^o}{n \text{ المتكونة}} \rightarrow \Delta Hr^o = \Delta Hf \times n$ المتكونة

$\Delta Hr^o = -271KJ/mol \times 2mol = -542\ kJ$

انثالبي الأحتراق القياسية ΔHC^o

وهي الحرارة المتحررة من حرق مول واحد من اي مادة حرقاً تاماً في الأوكسجين في الظروف القياسية .

سؤال) متى انثالبي الاحتراق ΔHc^o = انثالبي التفاعل ΔHr^o . (وزاري)

① عندما يكون المحترق مول واحد من اي مادة مع كميه وافره من الأوكسجين .

② في الظروف القياسية حراره 25 C^o و ضغط 1 atm .

ملاحظات

① حرق العناصر مع الأوكسجين يعطى اكاسيدها دائماً $C + O_{2(g)} \rightarrow CO_2$

② حرق المركبات العضوية مع الأوكسجين يعطى CO_2 و H_2O دائماً $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$

③ حرق الاكاسيد الصغيرة يعطي اكاسيد اكبر بذرة اوكسجين واحدة $CO + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow CO_2$.

④ في حراره الاحتراق نكتب العنصر او المركب المراد حرقه في جهة المتفاعلات مع الأوكسجين .

⑤ دائماً في موازنة المركبات العضوية نوازن كاربون ثم هيدروجين ثم أوكسجين .

⑥ اذا كان المركب العضوي بدون أوكسجين فأن عدد مولات الأوكسجين في المتفاعلات تساوي عدد ذرات الاوكسجين في النواتج مقسوماً على 2 .

⑦ اذا كان المركب العضوي يحتوي على اوكسجين فأن عدد مولات الأوكسجين في المتفاعلات تساوي عدد ذرات الاوكسجين في النواتج ناقص عدد ذرات الاوكسجين في المركب مقسوماً على 2 .

مثال (1 – 5) : اكتب المعادلة الكيميائية لحرق الكحول المثيلي السائل CH_3OH اذا علمت ان ΔHC^o = – 727 kJ/mol

نضع المركب في جهة المتفاعلات مع O_2 :

$$CH_3OH + {}^3/_2\, O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$$
$$\Delta Hr^o = \Delta HC^o = -727\ KJ/mol$$

تمرين (1 – 5) اكتب تفاعل احتراق البروبان C_3H_8 علماً أن $\Delta HC^o = -2219\ kJ/mol$.

$$C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$$
$$\Delta Hr^o = \Delta HC^o = -2219\ kJ/mol$$

ملاحظة: يمكن حساب ΔHC^o اذا كان المحترق اكثر من مول واحد باستخدام القانون :

$$\Delta HC^o = \frac{\Delta Hr^o}{n \text{ المحترقة}}$$

سؤال (1 – 17) : احسب التغير في انثالبي التكوين القياسية ΔHf^o لـ Al_2O_3 والتغير انثالبي الاحتراق القياسية ΔHC^o لـ Al في التفاعل الآتي :

$$4Al_{(s)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2Al_2O_3 \qquad \Delta Hr^o = -3340\ kJ$$

لإيجاد ΔHf لـ Al_2O_3 يجب ان يكون المتكون مول واحد وعليه نقسم ΔHr^o على 2

$$\Delta Hf^o = \frac{\Delta Hr^o}{n \text{ المتكونه}} \rightarrow \Delta Hf = \frac{-3340}{2} = -1670\ kJ/mol$$

لإيجاد ΔHC^o لـ Al يجب ان يكون المحترق مول واحد وعليه نقسم ΔHr^o على 4

$$\Delta HC^o = \frac{\Delta Hr^o}{n \text{المحترقه}} \rightarrow \Delta HC^o = \frac{-3340}{4} = -835\ kJ/mol$$

تعاليل وزارية

① ظهور كسور في المعادلات الكيميائية الحرارية .

الجواب) بسبب تغير في عدد المولات لجعل المتكون او المحترق مول واحد .

② تكون القيمة العددية لحرارة التفاعل $C + O_2 \rightarrow CO_2$ هي نفسها حرارة تكوين غاز CO_2 وحرارة احتراق الكرافيت .

الجواب) لان المعادلة تمثل تكوين مول واحد من مركب من عناصره الاساسية وهذا يمثل ΔHf^o , والمحترق مول واحد مع كمية وافره من الاوكسجين وهذا يمثل ΔHC^o .

اسئلة وزارية واجب

س 1) احسب (1) حرارة الاحتراق القياسية للحديد (2) حرارة التكوين القياسية لاوكسيد الحديديك من انثالبي التفاعل التالي :

$$4Fe + 3O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3 \quad \Delta Hr^o = -1644\ kJ$$

الناتج : (2) -822 , (1) -411

.....

.....

.....

.....

.....

س 2) احسب انثالبي التكوين القياسية ΔHf^o لـ H_2O و ΔHC^o لـ H_2 للتفاعل التالي :

$$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O \quad \Delta Hr^o = -572\ kJ$$

الناتج : $-286 kJ/mol$

.....

.....

.....

.....

.....

انثالبي التغيرات الفيزيائية

① **انثالبي التبخر $\Delta Hvap$:** وهي الحرارة اللازمة لتبخر مول واحد من اي مادة .

$$H_2O_{(L)} \rightarrow H_2O_{(g)} \quad \Delta H_{vap} = +20\ kJ$$

ملاحظة: التبخر تحول من سائل الى غاز ويكون ماص للحرارة وهذا يعني $\Delta H = +$.

② **انثالبي التكثيف $\Delta H_{(cond)}$:** وهي الحرارة اللازمة لتكثيف مول واحد من اي مادة .

$$H_2O_{(g)} \rightarrow H_2O_{(L)} \quad \Delta H_{cond} = -2\ kJ$$

ملاحظة: التكثيف تحول من غاز الى سائل عكس التبخر والتفاعل يكون باعث للحرارة اي $\Delta H = -$.

③ **انثالبي الانصهار $\Delta H_{(fus)}$:** وهي الحرارة اللازمة لانصهار مول واحد من اي مادة .

$$H_2O_{(s)} \rightarrow H_2O_{(L)} \quad \Delta H_{(fus)} = 5kJ$$

ملاحظة: الانصهار تحول من صلب الى سائل والتفاعل يكون ماص للحرارة اي $\Delta H = +$.

④ **انثالبي التبلور (الانجماد) $\Delta H_{(cryst)}$:** وهي الحرارة اللازمة لانجماد مول واحد من اي مادة .

$$H_2O_{(L)} \rightarrow H_2O_{(S)} \quad \Delta H_{cryst} = -5\ kJ$$

ملاحظة: الانجماد تحول من سائل الى صلب والتفاعل باعث للحرارة اي $\Delta H = -$.

مثال (6-1) : اذا علمت ان انثالبي التبخر للامونيا تساوي 23 kJ/mol احسب انثالبي التكثيف للأمونيا.

نكتب معادلة التبخر اولاً :

$NH_{3\,(L)} \rightarrow NH_{3\,(g)} \quad \Delta H_{vap} = 23\ kJ/mol$

حيث عملية التكثيف عكس التبخر :

$NH_{3\,(g)} \rightarrow NH_{3\,(L)} \quad \Delta H_{cond} = -\Delta H_{vap} = -23\ kJ/mol$

ملاحظة : عند قلب المعادلة تقلب اشارة الانثالبي ΔH .

تمرين (6-1): اذا علمت ان انثالبي الانصهار لحامض الخليك CH3COOH الثلجي 5.11 kJ/mol احسب انثالبي الانجماد لهذا الحامض .

نكتب معادلة انصهار الحامض :

$CH_3\ COOH_{(s)} \xrightarrow{fus} CH_3COOH_{(L)} \quad \Delta H_{fus} = 5.11\ kJ/mol$

عملية الانجماد عكس الانصهار :

$CH_3\ COOH_{(L)} \xrightarrow{cryst} CH_3\,C\,OOH_{(s)} \quad \Delta Hcryst = -5.11\ kJ/mol$

طرائق حساب انثالبي التفاعل القياسية

① استخدام قانون هيس

قانون هيس : عند تحويل المتفاعلات الى نواتج فأن التغير في انثالبي التفاعل هو نفسه سواء تم التفاعل في خطوة او سلسلة من الخطوات وفائدته : تكمن في امكانية قياس انثالبي التفاعلات التي لا يمكن قياسها بشكل مباشر لكون حدوثها غير ممكن او تكون نواتج جانبية .

علل) هناك مركبات لا يمكن تصنيفها مباشرة من عناصرها الأساسية ؟

① لأن التفاعل يسير ببطء شديد .

② تكون مركبات غير مرغوب بها .

ملاحظات لحل مسائل هيس

① سوف يعطي او نكون نحن معادلة الهدف والتي هي المعادلة التي يطلب الانثالبي لها .

② لا يشترط العمل على جميع مواد معادلة الهدف .

③ يجب العمل على جميع المعادلات المعطاة .

④ عند قلب المعادلة تقلب اشارة الانثالبي .

⑤ عند ضرب المعادلة في رقم ما نضرب قيمة الانثالبي بهذا الرقم .

⑥ اذا تكررت ماده في اكثر من معادله نتركها ونذهب الى المادة التي بعدها .

⑦ اذا اضطررنا للعمل على هذه المادة المتكررة فأننا نجمع عدد مولاتها من المعادلات .

مثال (1 – 7) :- احسب انثالبي التكوين القياسية للمركب CS_2 من عناصره الأساسية بأثبت صورها

$$C_{(gra)} + 2S_{(rho)} \rightarrow CS_2 \quad \Delta Hf = ?$$

اذا اعطيت المعادلات التالية :

1) $C_{(gra)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} \quad \Delta Hr^o = -394\ KJ/mol$

2) $S_{(rho)} + O_{2(g)} \rightarrow SO_{2(g)} \quad \Delta Hr^o = -296\ kJ/mol$

3) $CS_{2(L)} + 3O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2SO_{2(g)} \quad \Delta Hr^o = -1072\ kJ/mol$

تبقى المعادلة الأولى ونضرب المعادلة الثانية في 2 ونقلب المعادلة الثالثة

1- $C_{gra} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} \quad \Delta Hr^o = -394\ kJ/mol$

2 - $2\ S_{(rho)} + 2\ O_{2(g)} \rightarrow 2\ SO_{2(g)} \quad \Delta Hr^o = -592\ kJ/mol$

3 - $CO_{2(g)} + 2SO_{2(g)} \rightarrow CS_{2(L)} + 3O_{2(g)} \quad \Delta Hr^o = +1072\ kJ/mol$

$C_{(gra)} + 2S_{(rho)} \rightarrow CS_{2(l)} \quad \Delta Hf = \Delta Hr^o = +86\ kJ/mol$

تمرين (1 – 7) وزاري 2018 / د1) احسب انثالبي التكوين القياسية للأستلين C_2H_2 من عناصرها الأساسية

$2C_{(gra)} + H_{2(g)} \rightarrow C_2H_{2(g)} \quad \Delta Hf = ?$ اذا اعطيت المعادلات الحرارية :

1- $C_{gra} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} \quad \Delta Hr^o = -394\ kJ/mol$

2- $H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow H_2O \quad \Delta Hr^o = -286\ kJ/mol$

3- $2C_2H_{2(g)} + 5O_{2(g)} \rightarrow 4CO_{2(g)} + 2H_2O_{(L)} \quad \Delta Hr^o = -2599\ kJ/mol$

نضرب المعادلة الاولى في 2 وتبقى المعادلة الثانية وتقلب المعادلة الثالثة وتقسم على 2 .

1- $2C + 2O_2 \rightarrow 2CO_2 \quad \Delta Hr^o = -788\ kJ/mol$

2- $H_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow H_2O \quad \Delta Hr^o = -286\ kJ/mol$

3- $2CO_2 + H_2O \rightarrow C_2H_2 + \frac{5}{2}O_2 \quad \Delta Hr^o = +1299.5kJ/mol$

$2C_{(qra)} + H_{2(g)} \longrightarrow C_2H_2 \quad \Delta Hf = \Delta Hr^o = +225.5\ kJ/mol$

سؤال (1 – 18): اذا كان لديك المعادلات التالية :

1- $H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2HCl_{(g)} \quad \Delta Hr^o = -185\ kJ$

2- $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)} \quad \Delta Hr^o = -484\ kJ$

احسب ΔHr^o للتفاعل الأتي : $4HCl_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2Cl_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$

نضرب المعادلة الأولى في (2) وتقلب ايضا وتبقى المعادلة الثانية كما هي

$4HCl \rightarrow 2H_2 + 2Cl_2 \quad \Delta Hr^o = +370\ KJ$

$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O \quad \Delta Hr^o = -4848KJ$

$4HCl_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2Cl_{2(g)} + 2H_2O_{(g)} \quad \Delta Hr^o = -114KJ$

(سؤال) اذا اعطيت المعادلات الحرارية الآتية :

1- $FeO + H_2 \rightarrow Fe + H_2O$ $\quad \Delta Hr^o = 25\ KJ$

2- $3FeO + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow Fe_3O_4$ $\quad \Delta Hr^o = -318\ KJ$

3- $H_2 + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow H_2O$ $\quad \Delta Hr^o = -242\ KJ$

احسب ΔHr^o للتفاعل الأتي : $3Fe + 4H_2O \rightarrow Fe_3O_4 + 4H_2$

تقلب المعادلة الاولى وتضرب في (3) وتبقى المعادلة الثانية كما هي وتقلب المعادلة الثالثة.

1- $3Fe + 3H_2O \longrightarrow 3FeO + 3H_2$ $\quad \Delta Hr^o = -75\ KJ$

2- $3FeO + \frac{1}{2} O_2 \longrightarrow Fe_3O_4$ $\quad \Delta Hr^o = -318\ KJ$

3- $H_2O \longrightarrow H_2 + \frac{1}{2} O_2$ $\quad \Delta Hr^o = +242\ KJ$

$3Fe_{(s)} + 4H_2O_{(g)} \longrightarrow Fe_3O_{4(s)} + 4H_{2(g)}$ $\quad \Delta Hr^o = -151\ KJ$

ملاحظة
الهيدروجين تكررت بالمعادلات اضطررنا للعمل عليه لذلك جمعنا عدد مولاته في المعادلات لذلك فقط قلبنا المعادلة الثالثة .

(سؤال إضافي) جد انثالبي التكوين القياسي للأثلين C_2H_4 اذا علمت ان حرارة احتراق كل من H_2 و C و C_2H_4 بوحدات KJ/mol على التوالي (-286 , -394 , -1411) .

المطلوب ايجاد ΔHf^o لـ C_2H_4 لذلك معادلة الهدف تكون :

الهدف $2C_{gra} + 2H_{2(g)} \rightarrow C_2H_4$ $\quad \Delta Hf = ?$

نكتب معادلة احتراق كل من (H_2 , C , C_2H_4).

1- $H_{2(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \longrightarrow H_2O$ $\quad \Delta Hr^o = -286\ KJ/mol$

2- $C_{(qra)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_2$ $\quad \Delta Hr^o = -394\ KJ/mol$

3- $C_2H_4 + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_2 + 2H_2O$ $\quad \Delta Hr^o = -1411\ KJ/mol$

تضرب المعادلة الاولى والثانية في (2) وتقلب المعادلة الثالثة للحصول على معادلة الهدف .

1- $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O$ $\quad \Delta Hr^o = -572\ KJ/mol$

2- $2C_{(qra)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_2$ $\quad \Delta Hr^o = -788\ KJ/mol$

3- $2CO_2 + 2H_2O \longrightarrow C_2H_4 + 3O_{2(g)}$ $\quad \Delta Hr^o = +1411\ KJ/mol$

$2C_{qra} + 2H_{2(g)} \longrightarrow C_2H_4$ $\quad \Delta Hf = \Delta Hr^o = +51\ KJ/mol$

سؤال (1-31) وزاري 2017 /2024د) اذا علمت ان انثالبي احتراق كل من غاز CO , H_2 , CH_3OH بوحدات KJ/mol هي على التوالي (284 - , 286 - , 727 -) احسب ΔHr^o باستخدام قانون هيس للتفاعل التالي : $CO_{(g)} + 2H_{2(g)} \longrightarrow CH_3OH$ الهدف

تكتب معادلات الاحتراق لكل من CO , H_2 , CH_3OH

1- $CO + \frac{1}{2} O_{2(g)} \longrightarrow CO_2$ $\Delta Hr^o = -284$ KJ/mol

2- $H_2 + \frac{1}{2} O_{2(g)} \longrightarrow H_2O$ $\Delta Hr^o = -286$ KJ/mol

3- $CH_3OH + \frac{3}{2} O_{2(g)} \longrightarrow CO_2 + 2H_2O$ $\Delta Hr^o = -727$ KJ/mol

تبقى المعادلة الاولى وتضرب المعادلة الثانية في (2) وتقلب المعادلة الثالثة

1- $CO + \frac{1}{2} O_{2(g)} \longrightarrow CO_2$ $\Delta Hr^o = -284$ KJ/mol

2- $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O$ $\Delta Hr^o = -572$ KJ/mol

3- $CO_2 + 2H_2O \longrightarrow CH_3OH + \frac{3}{2} O_{2(g)}$ $\Delta Hr^o = +727$ KJ/mol

---

$CO + 2H_{2(g)} \longrightarrow CH_3OH$ $\Delta Hr^o = -129$ KJ/mol

اسئلة وزارية خاصة بهيس

سؤال 1 / وزاري 1995) يحترق البيوتان C_4H_{10} فيعطي CO_2 وسائل الماء ويبعث حرارة مقدارها - 2878KJ/mol ويحترق مرة اخرى ليعطي CO_2 وبخار الماء ويبعث حرارة مقدارها -2658KJ/mol احسب حرارة تبخر الماء .

نكتب معادلة الهدف وهي معادلة تبخر الماء

$H_2O_{(L)} \longrightarrow H_2O_{(g)}$ $\Delta Hvap = ?$

نكتب معادلات احتراق

1- $C_4H_{10} + {}^{13}/_{2} O_{2(g)} \longrightarrow 4CO_2 + 5H_2O_{(L)}$ $\Delta Hr^\circ = -2878$

2- $C_4H_{10} + {}^{13}/_{2} O_{2(g)} \longrightarrow 4CO_2 + 5H_2O_{(g)}$ $\Delta Hr^\circ = -265$

للحصول على المعادلة الهدف نقلب المعادلة الأولى ونقسم على (5) ونقسم المعادلة رقم(2) على (5)

1- $\frac{4}{5} CO_2 + H_2O_{(L)} \longrightarrow \frac{1}{5} C_4H_{10} + \frac{{}^{13}/_{2}}{5} O_{2(g)}$ $\Delta Hr^\circ = +575.6$

2- $\frac{1}{5} C_4H_{10} + \frac{{}^{13}/_{2}}{5} O_{2(g)} \longrightarrow \frac{4}{5} CO_2 + H_2O_{(g)}$ $\Delta Hr^\circ = -531.6$

$H_2O_{(L)} \longrightarrow H_2O_{(g)}$ $\Delta Hr^\circ = +44 kJ/mol$

س2 / وزاري 2013) احسب انثالبي التكوين القياسية لغاز CO اذا علمت ان حرارة تفكك CO_2 هي 394KJ/mol وان حرارة التفاعل الآتي :

$$CO + \frac{1}{2} O_{2(g)} \longrightarrow CO_2 \qquad \Delta Hr^o = -283\ KJ/mol$$

تكتب معادلة الهدف وهي تكوين CO

الهدف $C_{(qra)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \longrightarrow CO_{(g)} \qquad \Delta Hf^o = ?$

المعادلات المعطاة : التفكك عكس التكوين

1- $CO_{2(g)} \longrightarrow C_{(gra)} + O_{2(g)} \qquad \Delta Hr^o = 394KJ/mol$

2- $CO + \frac{1}{2} O_{2(g)} \longrightarrow CO_2 \qquad \Delta Hr^o = -283KJ/mol$

نقلب المعادلة الأولى والثانية للحصول على المعادلة الهدف .

$C_{(gra)} + O_{2(g)} \longrightarrow \cancel{CO_{2(g)}} \qquad \Delta Hr^o = -394KJ/mol$

$\cancel{CO_{2\ (g)}} \longrightarrow CO_{(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \qquad \Delta Hr^o = +283KJ/mol$

$$C_{(qra)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \longrightarrow CO \qquad \Delta Hr^O = -111KJ/mol$$

اسئلة وزارية واجب خاصة بهيس

سؤال 1 / 2004) احسب انثالبي تكوين البروبان C_3H_8 من حرارة احتراقه التي تبلغ -2220KJ/mol علما ان حرارة التكوين القياسية للماء ولغاز CO_2 هي -286KJ/mol و -393.5K/mol على التوالي .

الناتج) ΔHf = ΔHr^o = -104.5KJ/mol

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

سؤال 2 / 1995) جد انثالبية التكوين القياسية لأوكسيد الحديديك Fe_2O_3 من انثالبية التفاعلات الآتية :

$2Al_2O_3 \longrightarrow 4Al + 3O_2$ $\quad \Delta Hr^o = =3352KJ/mol$

$2Al + Fe_2O_3 \longrightarrow 2Fe + Al_2O_3$ $\quad \Delta Hr^o = -853KJ/mol$

الناتج) ΔHf = ΔHr^o = -823KJ/mol

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

سؤال 3 / 2009) للتفاعل الأتي $CH_4+2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O$ وجد ان حرارة الاحتراق له - 890KJ احسب حرارة التكوين القياسية للميثان علما ان حرارة التكوين القياسية لكل من H_2O هي -286 ولـ CO_2 -393.5 .

الناتج) ΔHf = -75.5KJ/mol

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

سؤال 4 / 2016) يحترق البنزين C_6H_6 في الهواء ويبعث حرارة مقدارها -3271KJ/mol ليعطي CO_2 وسائل الماء احسب انثالبي التكوين القياسية للبنزين بوحدات KJ/mol اذا علمت ان انثالبي الأحتراق لكل من الكرافيت (C=-394) وللهيدروجين (H_2 =-286) .

الناتج) $\Delta Hr = \Delta Hf = 49KJ/mol$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

سؤال 5 / 2016) احسب انثالبي التكوين القياسية للمركب CS_2 من عناصره الأساسية بأثبت صورها $C_{(qra)} + 2S_{(rho)} \rightarrow CS_{2(L)}$ اذا علمت ان انثالبي الاحتراق لكل من الكاربون و الكبريت و لسائل CS_2 بوحدات (KJ/mol) على التوالي (394- و 296- و 1072-) .

الناتج) $\Delta Hr = \Delta Hf = 86KJ/mol$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

② طريقة استخدام قيم انثالبى التكوين القياسية ΔHf^o

يمكن استخدام ΔHf^o لحساب ΔHr^o من خلال العلاقة :

$$\Delta Hr^o = \Sigma\, n\Delta Hf^o(p) \; - \; \Sigma\, n\Delta Hf^o(R)$$

حيث ان : Σ تعني مجموع و n عدد مولات المادة في المعادلة , (p) نواتج و (R) متفاعلات .

ملاحظات

① نعرف ان السؤال يخص موضوع حساب ΔHr^o باستخدام ΔHf^o اذا اعطى في السؤال (ΔHf^o) للنواتج والمتفاعلات ويطلب (ΔHr^o) أو يعطي (ΔHr^o) و (ΔHf^o) لأغلب مواد المعادله ويطلـــب (ΔHf^o) لماده واحد .

② (ΔHf^o) للعناصر بأثبات صورها = صفر .

مثال (1 – 8) : يجري تفاعل الثرميت وفق المعادلة التالية :

$$2Al_{(s)} + Fe_2O_{3(s)} \rightarrow Al_2O_{3\,(s)} + 2\,Fe_{\,(s)}$$

احسب انثالبي التفاعل اذا علمت ان :

$\Delta Hf^o\, Al_2O_3 = -1670$ kJ/mol و $\Delta Hf^o\, Fe_2O_3 = -822$ kJ/mol

$$2\,Al_{(s)} + Fe_2O_{3\,(s)} \rightarrow Al_2O_{3\,(s)} + 2Fe_{(s)}$$

$$0 \qquad -822 \qquad -1670 \qquad 0$$

$$\Delta\, Hr^o = \Sigma\, n\, \Delta Hf^o\,(p) \; - \Sigma\, n\, \Delta Hf^o\,(R)$$

$$\Delta\, Hr^o = [\,(-1670) + (2\times 0)\,] - [\,(-822) + (2\times 0)\,]$$

$$\Delta\, Hr^o = (-1670) - (-822)$$

$$\Delta\, Hr^o = -1670 + 822 = -848 \text{ kJ/mol}$$

ملاحظة

لسهولة الحل نكتب المعادلة ونضع قيمة كل مادة تحتها في المعادلة .

تمرين (1-8):- يحترق البنزين C_6H_6 في الهواء ويعطي CO_2 وسائل الماء احسب ΔHr^o لهذا التفاعل اذا علمت ان :

$\Delta Hf^o{}_{CO_2} = -394$ kJ/mol , $\Delta Hf^o\, H_2O = -286$ kJ/mol , $\Delta Hf^o{}_{C_6H_6} = 49$ kJ/mol

نكتب اولا معادلة احتراق البنزين :

$$C_6H_{6(l)} + \frac{15}{2}\,O_{2(g)} \rightarrow 6CO_{2(g)} + 3H_2O_{(L)}$$

$$49 \qquad 0 \qquad -394 \qquad -286$$

$$\Delta Hr^o = \Sigma\, n\, \Delta Hf^o{}_{(p)} - \Sigma\, n\, \Delta Hf^o{}_{(R)}$$

$$\Delta Hr^o = [\,(6\times -394) + (3\times -286)\,] - [\,(49) + (0)\,]$$

$$\Delta\, Hr^O = -3222 - 49 = -3271 KJ/mol$$

سؤال (1-22) :- أحسب انثالبي التكوين القياسية للمركب HPO_3
$P_4O_{10} + 4HNO_3 \rightarrow 4HPO_3 + 2N_2O_5$ حيث ΔHr^o لهذا التفاعل -180 kJ علماً أن
$\Delta Hf^o_{P_4O_{10}} = -2984$, $\Delta Hf^o_{HNO_3} = -174$, $\Delta Hf^o_{N_2O_5} = -43$

$P_4O_{10} + 4HNO_3 \rightarrow 4HPO_3 + 2N_2O_5$

-2984 -174 $\Delta Hf^o = ?$ -43

$\Delta Hr^o = \Sigma\ n\ \Delta Hf^o_{(p)} - \Sigma\ n\ \Delta Hf^o_{(R)}$

$-180 = [(4\ X) + (2\times -43)] - [(-2984) + (4\times -174)]$

$-180 = [(4\ X) + (-86)] - [(-2984) + (-696)]$

$-180 = 4\ X - 86 + 3680 \rightarrow -180 = 4\ X + 3594 \rightarrow -180 - 3594 = 4\ X$

$4\ x = -3774 \rightarrow X = \frac{-3774}{4} = -943.5$

$\Delta Hf^o_{HPO_3} = -943.5$ kJ/mol

سؤال (1-16) :-في مسعر حراري وضع 2.6 g من الاستلين C_2H_2 (M= 26 g/mol) فوجد ان كمية الحرارة المنبعثة من الاحتراق تساوي 130 KJ احسب انثالبية التكوين القياسية للأستلين علما أن :
$\Delta Hf^o_{CO_2} = -393.5$ kJ/mol , $\Delta Hf^o_{H_2O} = -286$ kJ/mol

اولاً : بأستخدام المسعر نجد q kJ/mol وهي نفسها ΔHr^o

$n\ (mol) = \frac{m\ g}{M\ g/mol} \rightarrow n = \frac{2.6}{26} = 0.1$ mol

$q\ kJ/mol = \frac{q}{n} = \frac{-130\ kJ}{0.1\ mol} = -1300\ kJ/mol = \Delta Hr^o$

$C_2H_{2(g)} + \frac{5}{2} O_{2(g)} \rightarrow 2CO_2 + H_2O$ ⟸ نكتب معادلة احتراق الاستلين

$\Delta Hf = ?$ 0 -393.5 -286

$\Delta Hr^o = \Sigma\ n\ \Delta Hf^o_{(p)} - \Sigma\ n\ \Delta Hf^o_{(R)}$

$-1300 = [(2\times -393.5) + (-286)] - [X] + (0)]$

$-1300 = -787 - 286 - X \rightarrow -1300 = -1073 - X$

$X = -1073 + 1300 = 227$ kJ/mol $= \Delta Hf^o\ C_2H_2$

سؤال واجب وزاري 2005) عند حرق 1.6 g من الميثان في مسعر حراري انبعثت حرارة مقدارها 89 KJ احسب انثالبي التكوين القياسية للميثان CH_4 اذا علمت ان : ΔHf_{CO2} = -393.5 kJ/mol ΔHf_{H_2O} = -286 kJ/mol علماً ان الكتلة المولية للميثان (M = 16 g/mol) ؟

الناتج) ΔHf^o = -75.5 .

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

العمليات التلقائية

هي عملية فيزيائية او كيميائية يمكن ان تحدث من تلقاء نفسها عند ظروف معينة دون تأثير خارجي .

ومن الامثلة عليها :

1) سقوط الماء من اعلى الشلال ولكن صعوده مستحيل .
2) انتشار رائحة العطر بعد فتح الغطاء .
3) ذوبان ملح الطعام في الماء .
4) ذوبان قطعة من السكر في كوب القهوة .
5) انجماد الماء النقي تحت $0C^o$ وينصهر الجليد تلقائيا فوق $0C^o$.
6) تفاعل قطعة الصوديوم Na بشدة مع الماء مكونه NaOH وهيدروجين .

علل) ما هو سبب حدوث التفاعلات التلقائية ؟ (وزاري)

بسبب حصول انخفاض في طاقة النظام الكلية اي ان الطاقة النهائية اقل من الطاقة الابتدائية للنظام .

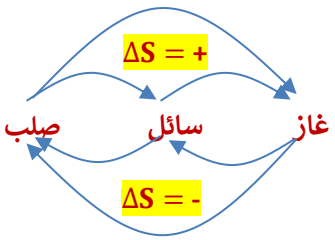
الانـتـروبـي $\Delta S r^o$

هي دالة حالة ثرموداينميكية تعتبر مقياس لدرجة اللانتظام للنظام ويرمز لها بالرمز S ولا يمكن قياس القيمة المطلقة لها وإنما يقاس التغير الحاصل في الانتروبي .

حيث ان :

$$\Delta S = S_f - S_i$$

وحده الانتروبي ← J/K.mol



ملاحظات

1) اذا كانت $\Delta S = +$ التفاعل تحول من النظام الى اللانظام .
2) اذا كانت $\Delta S = -$ التفاعل تحول من اللانظام الى النظام .
3) عند التحول من صلب الى سائل يزيد الانتروبي $\Delta S = +$.
4) عند التحول من سائل الى غاز يزيد الانتروبي $\Delta S = +$.
5) عمليات التسخين – الانصهار – الغليان – التبخر – التسامي – عمليات تزداد العشوائية فيها $\Delta S = +$.
6) عمليه التبلور – الانجماد – التبريد – التكثيف – الندى – عمليات تقل فيها العشوائية $\Delta S = -$.
7) ذوبان صلب في سائل وسائل في سائل عمليات يزيد فيها الانتروبي $\Delta S = +$.
8) ذوبان غاز في سائل عمليات يقل فيها الانتروبي $\Delta S = -$.
9) كل تفكك زيادة في العشوائية $\Delta S = +$ وكل اتحاد نقصان في العشوائية $\Delta S = -$.
10) اذا كان عدد مولات المواد الناتجة اكبر من عدد مولات المواد المتفاعلة فأن $\Delta S = +$ والعكس صحيح.

مخطط يوضح الملاحظات

التغير في الانتروبي $\Delta S r^o$

$\Delta S = +$ تحول من النظام الى اللانظام

1. غليان .
2. انصهار .
3. تبخر .
4. تسامي .
5. تفكك .
6. تسخين .
7. ذوبان صلب في سائل .
8. عدد مولات النواتج اكبر .
9. ذوبان سائل في سائل .

$\Delta S = -$ تحول من اللانظام الى النظام

1. تكثيف .
2. انجماد .
3. تبريد .
4. اتحاد .
5. ذوبان غاز في سائل .
6. عملية الندى .
7. مولات المتفاعلات اكبر .
8. تصلب .

مثال (1-9) : تنبأ اذا كان التغير في الانتروبي ΔS اكبر او اقل من الصفر للعمليات التالية :

1) تجمد كحول الاثيل .

الجواب) الانجماد تحول من سائل الى صلب يقل الانتروبي ΔS اقل من الصفر .

2) تبخر سائل البروم .

الجواب) التبخر تحول من سائل الى غاز يزداد الانتروبي ΔS اكبر من الصفر .

3) ذوبان الكلوكوز في الماء .

الجواب) ذوبان الكلوكوز تحول من صلب الى سائل يزداد النتروبي ΔS اكبر من الصفر .

4) تبريد غاز النتروجين .

الجواب واجب) .....

تمرين (1-9) كيف يتغير انتروبي النظام للعمليات التالية ؟

1) تكثيف بخار الماء .

الجواب) التكثيف تحول من بخار الماء الى سائل الماء تقل العشوائية اي يقل الانتروبي .

2) تكوين بلورات السكر .

الجواب) تحول من سائل الى صلب تقل العشوائية اي يقل الانتروبي .

3) تسخين غاز الهيدروجين .

الجواب واجب) .....

4) تسامي اليود .

الجواب واجب) .....

علل ما يأتي :

1) تكون أنتروبي (التسامي – الإنصهار – التبخر) موجبة .

الجواب) وذلك لأن الطاقة الحركية للجزيئات سوف تزداد وتكون حركتها أكثر حرية وعشوائية مما يزيد من الأنتروبي .

2) تكون أنتروبي (التكثيف – الإنجماد التصلب) سالبة .

الجواب) وذلك لأن الجزيئات سوف تفقد طاقتها الحركية بشكل طاقة حرارية وتصبح حركتها مقيدة تقل العشوائية مما يؤدي إلى إنخفاظ في قيمة الأنتروبي الكلية للنظام وتكون $\Delta S = -$.

3) التسخين يسبب زيادة في الأنتروبي .

الجواب) وذلك لأن التسخين يؤدي لزيادة جميع الحركات الجزيئية (الإنتقالية والدورانية والإهتزازية) وبذلك تزداد أنتروبي النظام الكلية أي $\Delta S = +$.

حساب التغير في الانتروبي ΔSr^o

يمكن حساب ΔSr^o بأستخدام العلاقة التالية :

$$\Delta Sr^o = \sum n\, S^o(p) - \sum n\, S^o(R)$$

ملاحظة

S^o للعناصر بأثبت صورها لها قيمة تعطى أو تطلب .

مثال (1 – 10) احسب التغير في انتروبي التفاعل القياسي ΔSr^o للتفاعل التالي عند الظروف القياسيه $25c^o$ وضغط 1 atm $2CO_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)}$ اذا علمت ان :

$S^o(O_2) = 205$ J/K.mol , $S^o(CO) = 198$ J/K.mol , $S^O(CO_2) = 214$ J/k.mol

$\Delta Sr^o = \sum n\, S^o_{(p)} - \sum n\, S^o_{(R)}$

$\Delta Sr^o = [(2\times 214)] - [(2\times 198) + (205)]$

$\Delta Sr^o = 428 - 601 \rightarrow \Delta Sr^o = -173$ J/K.mol

تمرين (1- 10) إحسب التغير في الأنتروبي ΔSr^o للتفاعل التالي عند الظروف القياسية $25\ C^O$ وضغط 1 atm $4Fe_{(s)} + 3\ O_{2(g)} \rightarrow 2Fe_2O_{3(s)}$ اذا علمت ان :

$S^o(Fe_2O_3) = 87$ J/K.mol , $S^o(O_2) = 205$ J/K.mol , $S^o(Fe) = 27$ J/k.mol

$\Delta Sr^o = \sum n\, S^o_{(p)} - \sum n\, S^o_{(R)}$

$\Delta Sr^o = [(2\times 87)] - [(4\times 27) + (3\times 205)]$

$\Delta Sr^o = [(174) - (108 + 615)$

$\Delta Sr^o = 174 - 723 = -549$ J/k.mol

سؤال (1-29) أذا علمت ان قيمة ΔSr^o للتفاعل التالي 137 J/K.mol وان قيم $S^o(O_2) = 205$ J/K.mol فما هي قيمة S^o للأوزون . $2O_{3(g)} \rightarrow 3\ O_{2(g)}$

$\Delta Sr^o = \sum n\, S^o_{(p)} - \sum n\, S^o_{(R)}$

$137 = [(3\times 205)] - [(2X)]$

$137 = (615) - (2X)$

$2X = 478 \rightarrow X = \frac{478}{2} = 239$ J/k.mol $= S^o(O_3)$

اسئلة واجب

سؤال 1) احسب التغير في انتروبي التفاعل القياسة ΔSr^o للتفاعل التالي :

$$SiH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow S_iO_{2\ (s)} + 2H_2O_{\ (L)}$$

اذا علمت ان :

$S^o (S_i H_4) = 206\ J/k\ .\ mol$, $S^o(O_2) = 205\ J/k\ .\ mol$
$S^o (S_iO_2) = 42\ J/k\ .\ mol$, $S^o (H_2O) = 70\ J/k\ .\ mol$

الناتج) - 434 J/K.mol

.....
.....
.....
.....

سؤال2) احسب ΔSr^o التفاعل التالي عند درجة حرارة $25C^o$ وضغط 1atm

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

اذا علمت ان :

$S^o (N_2) = 192\ J/k\ .\ mol$, $S^o (H_2) = 131\ J/k\ .\ mol$, $S^o (NH_3) = 193\ J/k\ .\ mol$

الناتج) – 199 J/k .mol

.....
.....
.....
.....

طاقة كبس الحرة ΔG

هي دالة حالة ثرموداينميكية تتيح لنا التنبؤ بتلقائية العمليات الفيزيائية والكيميائية والتي تصف الطاقة العظمى التي يمكن الحصول عليها من التغير في الأنثالبي ولأنتروبي .

وحدة طاقة كبس ← kJ/mol .

ملاحظات

1- اذا كانت $\Delta G = +$ يعني التفاعل غير تلقائي .
2- اذا كانت $\Delta G = -$ يعني التفاعل تلقائي .
3- اذا كانت $\Delta G = 0$ يعني التفاعل متزن .

يمكن قياس طاقة كبس الحرة ΔGr^o باستخدام العلاقة التالية :

$$\Delta Gr^o = \sum n\ \Delta Gf^o_{(p)} - \sum n\ \Delta Gf^o_{(R)}$$

س (1 – 30) عرف طاقة كبس الحرة للتكوين القياسية وماهي وحداتها ؟

الجواب) هي مقدار التغير في الطاقة الحرة عند تكوين مول واحد من اي مادة من عناصرها الأساسية و بثابت صورها عند الظروف القياسية حراره $25C^o$ وضغط 1 atm ووحداتها kJ/ mol ويرمزلها ΔGf^o .

ملاحظة ΔGf^o **للعناصر بأثبت صورها يساوي صفر .**

مثال (1 – 11) احسب طاقة كبس الحرة القياسية للتفاعل التالي ثم بين هل التفاعل تلقائي ام لا ؟

$$2C_6H_{6\,(L)} + 15O_{2(g)} \rightarrow 12CO_{2(g)} + 6H_2O_{(L)}$$

علماً أن : $\Delta Gf^o\,(C_6H_6) = 173$, $\Delta Gf\,(CO_2) = -394$, $\Delta Gf^o(H_2O) = -237$

$$\Delta Gr^o = \sum n\Delta Gf^o_{(p)} - \sum n\Delta Gf^o_{(R)}$$

$$\Delta Gr^o = [\,(12 \times -394) + (6 \times -237)\,] - [(2\times 173) + (15 \times 0)]$$

$$\Delta Gr^o = [\,(-4728) + (-1422)\,] - [\,(346)\,]$$

$$\Delta Gr^o = -6150 - 346 = -6496\ kJ/mol$$

التفاعل تلقائي

تمرين (1 – 11) احسب طاقة كبس الحرة القياسية للتفاعل التالي : $2NO_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2NO_{2(g)}$

علماً أن : $\Delta Gf^o\,(NO) = 87$, $\Delta Gf^o\,(NO_2) = 52$

$$2\,NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$$
$$87 \qquad\quad 52$$

$$\Delta Gr^o = \sum n\,\Delta Gf^o_{(p)} - \sum n\,\Delta Gf^o_{(R)}$$

$$\Delta Gr^o = [\,(2 \times 52)\,] - [\,(2 \times 87)\,]$$

$$\Delta Gr^o = 104 - 174 = -70\ kJ/mol$$

التفاعل تلقائي

هناك علاقة تربط طاقة كبس الحرة ΔGr^o والأنثالبي ΔHr^o والأنتروبي ΔSr^o :

$$\Delta Gr^o = \Delta Hr^o - T\,\Delta Sr^o$$

ملاحظة يجب ذكر التفاعل تلقائي ام لا حتى اذا لم يطلب ذلك في السؤال .

ملاحظات

1) انثالبي التفاعل ΔHr^o نحصل عليه من المسعر أو مجموع انثالبيات التكوين او من هيس او من طاقة كبس الحرة $\Delta Gr^o = \Delta Hr - T\Delta Sr^o$

2) التغير في الأنتروبي ΔSr^o نحصل عليه من مجموع الأنتروبي للتفاعل : $\Delta Sr^o = \sum ns^o_{(p)} - \sum ns^o_{(R)}$ ، او من طاقة كبس الحرة $\Delta Gr^o = \Delta Hr^o - T\Delta Sr^o$.

3) طاقة كبس الحرة يمكن الحصول عليها من مجموع طاقات كبس الحره للتكوين ΔGf^o او من طاقة كبس الحرة $\Delta Gr^o = \Delta Hr^o - T\Delta Sr^o$.

4) درجه الحراره يجب ان تكون بالكلفن $Tk = tc + 273$ وبالظروف القياسيه درجة الحراره $25\ c^o$.

5) اذا طلب ΔGr^o او ΔHr^o يجب تحويل ΔSr^o الى وحدة kJ/k.mol وذلك بالقسمه على 1000 .

مثال (13-1) وزاري 2016) للتفاعل الآتي : $C_2H_5OH_{(L)}+3O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)}+3H_2O_{(L)}$ **بالاستعانة بالمعلومات الآتية :**

المادة	ΔHf^o KJ/mol	S^oJ/K.mol
C_2H_5OH	-278	161
O_2	0	205
CO_2	-394	214
H_2O	-286	70

احسب (1- ΔHr^o 2- ΔSr^o 3- ΔGr^o عند الظروف القياسية .

1. حساب ΔHr^o :

$$\Delta Hr^o = \Sigma n\Delta Hf^o(p) - \Sigma n\Delta Hf^o(R)$$

$$\Delta Hr^o = [(2\times -394) + (3 \times -286)] - [(-278) + (3 \times 0)]$$

$$\Delta Hr^o = [(-788) + (-858)] - [(-278)] \rightarrow \Delta Hr^o = -1646 + 278 = -1368\ kJ/mol$$

2. حساب ΔSr^o :-

$$\Delta Sr^o = \Sigma nS^o(p) - \Sigma nS^o(R)$$

$$\Delta Sr^o = [(2 \times 214) + (3 \times 70)] - [(161) + (3 \times 205)]$$

$$\Delta Sr^o = [(428) + (210)] - [(161) + (615)] \rightarrow \Delta Sr^o = 638 - 776 = -138\ J/K.\ mol$$

نحول وحدة ΔSr^o الى KJ لأيجاد

$$\Delta Sr^o KJ/K.mol = \frac{-138\ J/K.mol}{1000 J/K,mol} = -0.138\ KJ/K.\ mol$$

نحول درجة الحرارة

$$TK = tc^o + 273 \rightarrow TK = 25+273 = 298\ K$$

3. حساب ΔGr^o :

$$\Delta Gr^o = \Delta Hr^o - T\Delta Sr^o$$

$$\Delta Gr^o = -1368 - (298 \times 0.138)$$

$$\Delta Gr^o = -1368 + 41.124 = -1326.876\ KJ/mol$$

التفاعل تلقائي

تمرين (13-1) احسب ΔGr^o للتفاعل الاتي عند الظروف القياسية

$C_5H_{12(L)} + 8O_{2(g)} \rightarrow 5CO_{2(g)} + 6H_2O_{(L)}$

حيث ان $\Delta Hr^o = -3536\ KJ/mol$, $\Delta Sr^o = 374\ J/k.mol$

نحول وحدة ΔSr^o الى KJ لأيجاد ΔGr^o

$$KJ/K.mol = \frac{374\ J/K.mol}{1000 J/K,mol} = 0.374\ KJ/K.mol \Delta Sr^o$$

نجد ΔGr^o

$$TK = tc^o + 273 \rightarrow TK = 25+273 = 298\ K$$

$$\Delta Gr^o = \Delta Hr^o - T\Delta Sr^o$$

$$\Delta Gr^o = -3536 - (298 \times 0.374)$$

$$\Delta Gr^o = -3536 - 111.425 = -3647.425\ KJ/mol$$

التفاعل تلقائي

تمرين :- اذا كان لديك التفاعل الاتي :

$HCOOH_{(L)} \rightarrow CO_{(g)} + H_2O_{(L)}$ فأذا كانت $\Delta Sr^o = 234\,J/K.mol$, $\Delta Hr^o = 16\ KJ/mol$ احسب طاقة كبس الحرة ΔGr^o عند الظروف القياسية .

نحول وحدة ΔSr^o الى KJ

$$KJ/K.mol = \frac{234\,J/K.mol}{1000J/K,mol} = -0.234\,KJ/K.mol \Delta Sr^o$$

Tk= 25+273= 298k

$$\Delta Gr^o = \Delta Hr^o - T\Delta Sr^o$$

$$\Delta Gr^o = 16 - (298 \times 0.234)$$

$$\Delta Gr^o = 16 - 69.732 = -53.732\,KJ/mol$$

التفاعل تلقائي

حكمة كيمائية

قلم الرصاص والالماس كلاهما من مادة الكربون الفرق فقط في ترتيب الذرات

أعد ترتيب أمورك ستصبح حياتك لها قيمة

تمرين /وزاري 2014 -2019) جد قيمة ΔGr^o للتفاعل $2CO_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)}$ الذي يجري بالظروف القياسية اذا اعطيت المعلومات التالية :

$\Delta Hf^oCO_2 = -393.5\,KJ/mol \Delta Hf^oCO = -110.5\,KJ/mol$
$S^oCO = 198\,J/K.mol \quad , \quad S^oCO_2 = 214\,J/K.mol \quad , \quad S^oO_2 = 205\,J/K.mol$

نجد $Hr^o\Delta$ اولا :

$Hr^o = \Sigma n\Delta Hf^o(p) - \Sigma n\Delta Hf^o(R)\ \Delta$

$Hr^o = [(2\times\ -393.5)] - [(2\times -110.5) + (0)]\Delta$

$= -\ 787 + 221\ =\ -\ 566\ kJ/mol\ \Delta Hr^o$

نجد $Sr^o\Delta$ ثانيا :

$\Delta Sr^o = \Sigma nS(p)\ -\ \Sigma nS^o(R)$

$\Delta Sr^o = [(2\times 214)] - [(2\times 198) + (205)]$

$\Delta Sr^o = 428 - 601 = -173\ J/K\,.mol$

نحول وحدة $Sr^o\Delta$ الى KJ/k.mol

$\Delta Sr^oKJ/K.mol = \frac{-173\,J/K.mol}{1000J/KJ} = -0.173\,KJ/K.mol$

نجد $Gr^o\Delta$:

$TK = tc^o + 273$ ➔ $TK = 25+273 = 298\ K$

$\Delta Gr^o = \Delta Hr^o - T\Delta Sr^o$

$\Delta Gr^o = -566 - (298\times 0.173)$

$\Delta Gr^o = -566 + 51.554 = -514.446\,KJ/mol$

التفاعل تلقائي

ملاحظة

لحل مثل السؤال أعلاه نجد ΔHr^o اولا من مجموع انثالبي التكوين ΔHf^o , ثم نجد ΔSr^o من مجموع S^o نواتج ــ متفاعلات ثم نجد ΔGr^o بأستخدام : $\Delta Gr^o = \Delta Hr^o - T\Delta Sr^o$ لأنه لم يعطي ΔGf^o للنواتج و المتفاعلات .

سؤال(31-1) احيائي & سؤال (22-1) تطبيقي وزاري2002) للتفاعل $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O$ احسب قيمة ΔSr^o للتفاعل بوحدات J/K.mol علما ان :

$\Delta Gf^oH_2O = -228\ KJ/mol \Delta Hf^oH_2O = -242\ KJ/mol$,

نجد ΔHr^o اولا :

$\Delta Hr^o = \Sigma n\Delta Hf^o(p) - \Sigma n\Delta Hf^o(R)$

$\Delta Hr^o = [(2\times\ -242)] - [(0) + (0)]$

$= -\ 484\ kJ/mol\ \Delta Hr^o$

نجد $r^o\Delta G$ ثانيا :

$\Delta Gr^o = \Sigma nGf^o\ (p) - \Sigma nGf^o(R\ )$

$\Delta Gr^o = [(2 \times -228)] - [(0) + (0)]$

$K\ J/\ mol \Delta Gr^o = -456$

نجد $r^o\Delta S$ بأستخدام علاقة كبس :

$TK = tc^o + 273$ ➔ $TK = 25+273 = 298\ K$

$\Delta Gr^o = \Delta Hr^o - T\Delta Sr^o$

$T\Delta Sr^o = \Delta Hr^o - \Delta Gr^o$

$\Delta Sr^o = -484 + 456\ 298$

$$\Delta Sr^o = \frac{-28KJ/mol}{298K} = -0.094\ KJ/K.mol$$

$\Delta Sr^o\ J/K.mol = -0.094\ KJ/K.mol \times 1000\ J/KJ$

$\Delta Sr^o = -94\ J/K\ .mol$

سؤال (اضافي) : للتفاعلات الأتية عند درجة $25C^o$:

$CCl_4 + H_2 \rightarrow HCl + CHCl_3$ $\Delta Hr^o = -\ 91\ KJ$, $\Delta Gr^o = -\ 103.72\ KJ$

$3Fe_2O_3 \rightarrow 2Fe_3O_4 + \frac{1}{2}O_2$ $\Delta Hr^o = 235.8KJ$, $\Delta Gr^o = 195.7\ KJ$

على فرض ان ΔHr^o و ΔSr^o لكلا التفاعلين لا تتغير عند درجة تغير الحرارة جد : $\Delta\ Gr^o$ للتفاعل الأول عند درجة $65C^o$ و التفاعل الثاني عند 1000k .

نجد ΔHr^o التفاعل الأول عند $65c^o$

$$\Delta Gr^o = \Delta Hr^o - T\Delta Sr^o \implies \Delta Sr^o = \frac{\Delta Hr^o - \Delta Gr^o}{T}$$

نجد ΔSr^o اولا عند $25C^o$

$$\Delta Sr^o = \frac{-91.+103.72}{298} \implies \Delta Sr^o = 0.042\ KJ/K.mol$$

$Tk = 65 + 273 = 338K$

نجد ΔGr^o عند $65C^o$

$\Delta Gr^o = \Delta Hr^o - T\Delta Sr^o$

$\Delta Gr^o = -91 - (338 \times 0.042)$

$$\Delta Gr^o = -105KJ$$

$\Delta Gr^o = \Delta Hr^o - T\Delta Sr^o \implies \Delta Sr^o = \frac{\Delta Hr^o - \Delta Gr^o}{T}$

ΔGr^o التفاعل الثاني عند 1000k

$\Delta Sr^o = \frac{235.8 - 195.7}{298} \implies \Delta Sr^o = 0.134\,J/K.mol$

نجد ΔSr^o اولا عند 25C°

$\Delta Gr^o = \Delta Hr^o - T\Delta Sr^o$

$\Delta Gr^o = 235.8 - (1000 \times 0.134)$

$\Delta Gr^o = 101.8KJ$

نجد ΔGr^o عند 1000k

سؤال إضافي) للتفاعل $3O_{2(g)} \rightarrow 2O_{3(g)}$ عند $25C^O$ قيمة S^O لـ O_2 يساوي 205 J/K.mol و S^O لـ O_3 يساوي 239 J/k.mol و ΔGf^o لـ O_3 يساوي 163 KJ/mol احسب ΔHf^o لـ O_3 .

ملاحظة

في هذا السؤال طلب ΔHf^o لـ O_3 { يجب ايجاد قيمة ΔHr^o من قانون كبس } .

نجد ΔGr^o اولاً :

$\Delta Gr^o = \sum n\Delta Gf^o_{(p)} - \sum n\Delta f^o_{(R)}$

$\Delta Gr^o = [\,(2\times163)\,] - [\,(3\times0)\,]$

$\Delta Gr^o = 326$ KJ/mol .

نجد ΔSr^o :

$\Delta Sr^o = \sum n\, S^O_{(P)} - \sum n\, S^O_{(R)}$

$\Delta Sr^o = [\,(2\times239)\,] - [\,(3\times205)\,]$

$\Delta Sr^o = 478 - 615 = -137$ J/k.mol .

نحول ΔSr^o الى kJ/k.mol :

$\Delta Sr^o = \frac{-137J/K.mol}{1000\,J/KJ} = -0.137$ KJ/K.mol

$T_k = 25 + 273 = 298$ k

نجد ΔHr^o من علاقة كبس :

$\Delta Gr^o = \Delta Hr^o - T\Delta Sr^o$

$\Delta Hr^o = \Delta Gr^o + T\Delta Sr^o$

$\Delta Hr^o = 326 + (\,298 \times -0.137\,)$

$\Delta Hr^o = 285.2$ KJ/mol .

من ΔHr^o نجد ΔHf^o لـ O_3 :

$\Delta Hr^o = \sum n\Delta Hf^o_{(p)} - \sum n\Delta Hf^o_{(R)}$

$285.2 = [\,(2X)\,] - [\,(3\times0)\,]$

$2X = 285.2$ KJ/mol .

$X = \frac{285.2}{2} = 142.6$ KJ / mol $= \Delta Hf^o$ O_3

ملاحظات

※ اذا اعطى في السؤال درجتي حرارة .

※ طلب بين عند اي درجة حراره يصبح التفاعل تلقائي .

خطوات الحل

※ نحول وحدات درجة الحرارة الى الكلفن .

※ نجد ΔG عند درجة حرارة الاولى .

※ نجد ΔG عند درجة حرارة الثانية .

س/ إضافي:- للتحويل $H_2O_{(S)} \rightarrow H_2O_{(L)}$ وجد أن ΔH = 6 KJ و ΔS = 22 J/K.mol بين مع ذكر السبب في اي درجة حراريه من الدرجات الأتية يكون تحويل الجليد الى سائل تلقائيا (250 K ام 300 K).

نحول ΔSr° الى KJ/K.mol

$$\Delta sr\ KJ/K.mol = \frac{22\ J/K.oml}{1000\ J/KJ} = 0.022\ KJ/K.mol$$

نجد ΔG عند 250 K

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$
$$\Delta G = 6 - (250 \times 0.022)$$
$$\Delta G = 6 - 5.5 = 0.5\ KJ/mol$$

التفاعل غير تلقائي عند 250 K

نجد ΔG عند 300 K

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$
$$\Delta G = 6 - (300 \times 0.022)$$
$$\Delta G = 6 - 6.6 = -0.6\ KJ/mol$$

التفاعل تلقائي عند 300 K

سؤال (33-1) وزاري 2019 د/1) التفاعل الاتي :

$CaCO_{3(S)} \rightarrow CaO_{(S)} + CO_{2(g)}$ غير تلقائي بالظروف الاعتيادية بين حسابيا بأي درجة حرارة يصبح عندها التفاعل تلقائي عند ($627C^O$ او 927C) اذا علمت ان ΔHr^o للتفاعل تساوي (178.5KJ/mol) و ΔSr^o تساوي (160J/K.mol) .

نحول ΔSr° الى KJ/k.mol

$$\Delta Sr^o = \frac{160\ J/K.mol}{1000\ J/KJ} = 0.16\ KJ/K.mol$$

اولاً: نجد ΔGr° عند $27\ C^O$

$$Tk = 627 + 273 = 900\ k$$
$$\Delta Gr^o = \Delta Hr^o - T\ \Delta Sr^o$$
$$\Delta Gr^o = 178.5 - (900 \times 0.16)$$
$$\Delta Gr^o = 178.5 - 144 = 34.5 KJ/mol$$

غير تلقائي عند

ثانياً: نجد ΔGr° عند $927\ C^O$

$$Tk = 927 + 273 = 1200\ k$$
$$\Delta Gr^o = \Delta Hr^o - T\ \Delta Sr^o$$
$$\Delta Gr^o = 178.5 - (1200 \times 0.16)$$
$$\Delta Gr^o = 178.5 - 192 = -13.5 KJ/mol$$

التفاعل تلقائي عند درجة حراره $927\ C^O$

ملاحظات لحل الأسئلة التي يطلب فيها درجة الحرارة ليصبح التفاعل تلقائي .

1) نفرض أن التفاعل متزن يعني $\Delta G = 0$.
2) تحويل وحدة ΔS الى $KJ / K. mol$.
3) سوف يعطي ΔH و ΔS نفس الإشارة .
4) اذا كانت اشاره ΔH و ΔS قيم موجبة يجب ان يكون الحد $T\Delta S$ أكبر من الحد ΔH وعليه نقول بعد ايجاد درجة الحرارة (T) يجب تسخين التفاعل ليصبح التفاعل تلقائي .
5) اذا كانت إشارة ΔH و ΔS قيم سالبة يجب ان يكون الحد $T\Delta S$ اصغر من الحد ΔH وعليه نقول بعد ايجاد درجة الحرارة (T) يجب تبريد التفاعل لكي يصبح تلقائي .

س (1-32) :- جد درجة الحرارة التي ستصبح عندها التفاعلات تلقائيه اذا علمت ان ΔH و ΔS لها .

التفاعل A) $\Delta H = 126\ KJ/mol$, $\Delta S = 48\ J / K. mol$

نحول وحدة ΔS الى $kJ / k.mo$.:

$$\Delta S = \frac{+48 J/K.mol}{1000\ J/kJ}$$

$$\Delta S = 0.0\ 48\ KJ/\ K.mol\ .$$

نفرض التفاعل متزن $\Delta G = 0$

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$
$$0 = \Delta H - T\Delta S$$
$$T\Delta S = \Delta H$$
$$T = \frac{\Delta H}{\Delta S}$$
$$T = \frac{126\ KJ/mol}{0.048\ kJ/\ k.mol} = 2625\ k.$$

وعليه يجب تسخين التفاعل لكي يصبح التفاعل تلقائي .

التفاعل B) $\Delta H = -12\ KJ/mol$, $\Delta S = -105\ J / K. mol$

نحول وحدة ΔS الى $k\ J /K.mol$:

$$\Delta S = \frac{-105 J/K\ .\ mol}{1000\ J\ /KJ}$$

$$\Delta S = -0.105\ k\ J / k.\ mol$$

نفرض التفاعل متزن $\Delta G = 0$.

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$
$$0 = \Delta H - T\Delta S$$
$$T = \frac{\Delta H}{\Delta S}$$
$$T = \frac{-12\ KJ/mol}{-0.105\ kJ\ /k.mol} = 114.3\ k$$

وعليه يجب تبريد التفاعل لكي يصبح تلقائي .

(1- 20) وزاري 2015) تتفكك كاربونات الكالسيوم حسب المعادلة الآتية:

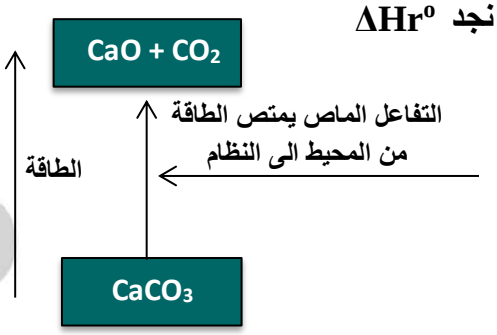
$CaCO_{3(S)} \rightarrow CaO_{(S)} + CO_{2(g)}$

قيمة Δsr^o للتفاعل 160J /k. mol فاذا علمت أن ΔHf^o لكل من $CaCO_3, CaO, CO_2$ هي على التوالي بوحدات KJ/ mol (– 393.5 , – 635 , –1207) جد :

1- ΔHr^o للتفاعل ثم أرسم مخطط الطاقة . 2- ΔGr^o للتفاعل .

3) درجة الحرارة التي سيصبح عندها التفاعل تلقائي

1- نجد ΔHr^o



$\Delta Hr^o = \sum n\ \Delta Hf^o{}_{(P)} - \sum n\ \Delta Hf^o{}_{(R)}$

$\Delta Hr^o = [\ (-635) + (-393.5)\ ] - [\ (-1207)\ ]$

$\Delta Hr^o = -1028.5 + 1207$

$\Delta Hr^o = +178.5\ kJ / mol .$

2- نجد ΔGr^o :-

نحول ΔSr^o الى kJ / k. mol.

$\Delta Sr^o = \frac{160J/K.mol}{1000\ J/kJ} = 0.16\ kJ / k. mol .$

$\Delta Gr^o = \Delta Hr^o - T\ \Delta Sr^o$

$\Delta\ Gr^o = 178.5 - (298 \times 0.16)$

$\Delta\ Gr^o = 178.5 - 47.68 = 130.82\ KJ / mol .$

3- نجد درجة الحرارة T

نفرض التفاعل متزن $\Delta G = 0$

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

$0 = \Delta H - T\Delta S$

$T = \frac{\Delta H}{\Delta S}$

$T = \frac{178.5\ kJ/\ mol}{0.16\ kJ/K\ .\ mol} = 1115.6\ k .$

وعليه يجب تسخين التفاعل الى اكثر من 1115 . 6 ليصبح التفاعل تلقائي .

سؤال اضافي) من قيم ΔH و ΔS تنبأ بأي التفاعلين التاليين يكون التفاعل تلقائياً عند درجة حرارة $25C^{O}$ وضغط 1atm :

التفاعل : A $\Delta H = 11\ KJ/mol$ و $\Delta S = 30\ J/K.mol$

التفاعل : B $\Delta H = 2\ KJ/mol$ و $\Delta S = 113\ J/K.mol$

اذا لم يكن كل من التفاعلين تلقائياً عند درجة حراره $25C^{O}$ وضغط 1atm فبأي درجة حرارة قد يكونا تلقائياً ؟

التفاعل A

$Tk = 25 + 273 = 298\ k$

$\Delta S = \frac{30\ J/K.mol}{1000\ J/KJ} = 0.03\ KJ/K.mol$

نجد ΔG

$\Delta G = \Delta H - T\ \Delta S$

$\Delta\ G = 11 - (298 \times 0.03)$

$\Delta\ G = 11 - 8.94 = 2.06\ KJ / mol$

نجد درجة الحرارة التي يكون التفاعل عندها تلقائي

نفرض التفاعل متزن $\Delta G = 0$

$\Delta G = \Delta H - T\ \Delta S$

$0 = \Delta H - T\ \Delta S$

$T\ \Delta S = \Delta H$

$T = \frac{\Delta H}{\Delta S}$

$T = \frac{11\ KJ/mol}{0.03\ KJ/K.mol} = 366.7\ k$

يجب تسخين التفاعل لكي يصبح تلقائياً

التفاعل B

$\Delta S = \frac{113\ J/K.mol}{1000\ J/KJ} = 0.113\ k$

نجد ΔG

$\Delta G = \Delta H - T\ \Delta S$

$\Delta\ G = 2 - (298 \times 0.133)$

$\Delta\ G = 2 - 39.634 = -37.634\ KJ / mol$

التفاعل تلقائي

ملاحظة : اذا ذكر بأي درجة حرارة قد يكون التفاعل تلقائياً يعني طلب جد درجة الحرارة التي يصبح التفاعل عندها تلقائي

أسئلة وزارية (واجب) خاصة بطاقة كبس الحرة

س1/ 2011 : احسب ΔSr^o للتفاعل الأتي عند $25c^o$:- $H_{2(g)} + F_{2(g)} \rightarrow 2HF$ أذاعلمت أن ΔHf^o لغاز HF = 273 kJ / mol – و ΔGf^o لغاز HF = 275 kJ / mol – .

$\Delta Sr^o = 13.42$ J/k . mol

.....

.....

.....

.....

.....

.....

س2 2017) أحسب ΔSr^o للتفاعل الغازي التالي عند $25c^o$ وضغط 1atm) وهل التفاعل تلقائي : $N2_{(g)}$

$3H_{2\,(g)} \rightarrow {}_2NH_{3(g)} +$ اذا علمت أن :-

ΔHf^o للأمونيا = 46 k J /mol – و Δ Gf^o للأمونيا = 17 k J/mol – .

$\Delta Sr^o =$ – 194 J/K . mol

.....

.....

.....

.....

.....

.....

س3) 2018 احسب ΔGr^o للتفاعل التالي عند $25c^o$ وضغط 1atm

$C_5H_{12} + 8\,O_{2(g)} \rightarrow 5CO_2 + 6\,H_2O$ اذا علمت أن :

$\Delta Hf^o(CO_2) = -394$ kJ / mol و $\Delta Hf^o(H_2O) = -286$ KJ\mol

$\Delta Hf^o(C_5H_{12}) = -150$ kJ /mol و $\Delta Sr^o = 374$ J/k . mol

$\Delta Gr^o = -3674.5$KJ/mol

.....

.....

.....

تطبيقات معادلة كبس ((تعاليل كبس))

ما هما أكثر عاملين يضمنان تلقائية التفاعل ؟

1) اذا كانت طاقة الأنثالبي اقل مايمكن أي ان ((ΔH)) سالبه يعني التفاعل باعث للحرارة .
2) أذا كان الأنتروبي اعلى مايمكن يعني تحول من النظام الى الانظام أي ((ΔS)) موجبه .

ملاحظات لحل تعاليل كبس

1) اذا كانت ΔG موجبه التفاعل غير تلقائي .
2) اذا كانت ΔG سالبه التفاعل تلقائي .
3) عمليات (التسخين – التبخر – الغليان – الأنصهار – التسامي – التفكك) عمليات ماصه للحراره ((ΔH)) موجبه والتفاعل تحول من النظام الى اللانظام ((ΔS)) موجبه .
4) عمليات (التبلور – الانجماد – التكثيف – الندى – التبريد – الأتحاد) عمليات باعثه للحراره ((ΔH)) سالبه والتفاعل تحول من اللانظام الى النظام ((ΔH)) سالبه .
5) ذوبان صلب في سائل اوسائل في سائل تزداد العشوائيه ((ΔS)) موجبه .
6) ذوبان غاز في سائل تقل العشوائية ((ΔS)) سالبه .
7) سواء قال في التعليل العملية تلقائية او غير تلقائية نحن نفترض حدوثها بالنسبة ل ΔH و ΔS ولكن أذا ذكر أن العمليه تلقائيه يجب اثبات ((ΔG)) سالبه و أذا ذكر أن العمليه لاتتم او غير تلقائيه يجب اثبات ((ΔG)) موجبة .

س (1- 34) علل مايأتي على ضوء علاقة كبس .

1- عملية انصهار الجليد تلقائيه بالظروف الاعتيادية .

1- العملية تلقائية – = ΔG .
2- العملية ماصة للحرارة + = ΔH .
3- العملية تحول من النظام الى اللانظام + = ΔS .
4- والحد $T\Delta S$ اكبر من الحد ΔH

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$
$$- = + (-) +$$
$$- = + -$$

2) لايتحلل الماء الى عناصره الأساسيه في الظروف الأعتيادية .

1- العملية غير تلقائية + = ΔG .
2- العملية ماصة للحرارة + = ΔH .
3- العملية تحول من النظام الى اللأ نظام + = ΔS .
4- والحد TΔS اصغرمن الحد ΔH

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$
$$+ = + (-) +$$
$$+ = + -$$

3) يذوب غاز SO_2 في الماء تلقائياً ويبعث حرارة عالية .

1- العملية تلقائية – = Δ G .
2- العملية باعثة للحرارة – = ΔH .
3- العملية تحول من اللا نظام الى النظام - = ΔS .
4- والحد TΔS اصغر من الحد ΔH .

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$
$$- = - (-) -$$
$$- = - +$$

4) لا تتفكك كاربونات الكالسيوم بدرجات الحرارة الأعتيادية .

1- العملية غير تلقائية + = Δ G .
2- العملية ماصة للحرارة + = Δ H .
3- العملية تحول من النظام الى اللا نظام + = Δ S .
4- والحد TΔS اصغر من الحد ΔH

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$
$$+ = + (-) +$$
$$+ = + -$$

5) تفكك اوكسيد الزئبق II يكون تلقائي عند درجات الحرارة العالية.

1- العملية تلقائية – = Δ G.
2- العملية ماصة للحرارة + = Δ H.
3- العملية تحويل من النظام الى اللانظام + = Δ S.
4- والحد TΔS أكبر من الحد Δ H.

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$
$$- = + (-) +$$
$$- = + -$$

6) لا ينجمد الماء تلقائياً بالظروف الأعتياديه .

1- العملية غير تلقائية $\Delta G = +$.
2- العملية باعثه للحرارة $\Delta H = -$.
3- العملية تحويل من اللانظام الى النظام $\Delta S = -$.
4- والحد $T\Delta S$ اكبر من الحد ΔH .

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$
$$+ = - (-) -$$
$$+ = - +$$

سؤال واجب : علل مايأتي على ضوء علاقة كبس .

1- يتحلل الأوزون الى الأوكسجين تلقائياً في الظروف الاعتيادية .
2- يتسامى اليود في درجات الحرارة العالية .
3- لا تحدث عملية الندى في فصل الصيف .
4- لا يتسامى اليود بدرجات الحرارة المنخفضة .
5- بعض الأملاح تذوب تلقائياً بالرغم من ان عملية ذوبانها تصاحبها امتصاص حراره .
6- ينجمد الماء تلقائياً بدرجات الحرارة المنخفضة جداً .

حساب انتروبي التغيرات الفيزيائية

درجة حرارة الانصهار Tm :وهي الدرجة الحرارية التي تتحول بها المادة من حالتها الصلبة الى السائلة .

درجة حرارة الغليان Tb : وهي الدرجه الحرارية التي تتحول عندها المادة من حالتها السائلة الى الغازية .

ملاحظات

1) ΔG عند درجة الغليان ((T b)) وعند درجة الانصهار ((T m)) تساوي صفر .
2) وجد العالم تروتن ان قيمة ((ΔS)) لأغلب السوائل قيمه ثابته وتساوي 85 J/ K. mol .
3) يصبح قانون معادله الأنصهار ← $\Delta S\ fus = \frac{\Delta H\ fus}{Tm}$
4) يصبح قانون معادلة التبخر← $\Delta S\ vap = \frac{\Delta H\ vap}{Tb}$
5) درجة الأنصهار Tm ودرجة الغليان Tb تقاس بالكلفن .
6) درجة غليان الماء تساوي $100C^o$ ودرجة انصهار الجليد تساوي $0C^o$.
7) التغير بالتسامي (انثالبي التسامي) تساوي مجموع انثالبيات الانصهار والتبخر لكونهما دالة حالة

تمرين (1- 14) وزاري 2016 – 2013) احسب التغير في انتروبي للتحول الأتي : $H_2O_{(L)} \rightarrow H_2O_{(g)}$ عند درجة غليان الماء $100c^o$ علماً ان $\Delta Hvap = 44\ kJ/mol$.

$Tk = 100 + 273 = 373k$

نجد $\Delta S\ vap$:

$$\Delta S\ vap = \frac{\Delta H\ vap}{Tb}$$

$$\Delta S\ vap = \frac{44\ kJ/mol}{373\ k} = 0.118\ kJ/K.\ mol$$

نحول ΔS الى وحدة J :

$$\Delta S = 0.118 kJ / k.\ mol \times 1000 J / kJ = 118\ J / k.\ mol$$

أسئلة واجب

س) ما قيمة ΔSr لتبخر الماء بوحدات J/K.mol اذا علمت ان انثالبي التكوين القياسيه للماء تساوي -286 KJ/mol وانثالبي التكوين القياسيه لبخار الماء تساوي -242 KJ/mol .

الناتج) $\Delta S_{Vap} = 115\ J/K.mol$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

حل أسئلة الفصل الأول

س: إختر الجواب الصحيح مع بيان السبب بوضوح .

1) يتفاعل فلز الصوديوم مع الماء تلقائياً ويتكون محلول هيدروكسيد الصوديوم مع انبعاث حراره فأن :

أ- ΔG > صفر . ب – ΔS < صفر . ج – ΔH < صفر .

الجواب (ب) ΔS < صفر وذلك لأن العملية تحول من النظام الى اللانظام .

2) يتسامى الجليد تلقائياً عندما تكون :

أ – $T\Delta S > \Delta H$. ب – $\Delta H > T\Delta S$. ج – $T\Delta S = \Delta H$.

الجواب (أ) $T\Delta S > \Delta H$ وذلك حسب علاقه كبس :

1- العملية تلقائية – = ΔG .

2- العملية ماصة للحرارة + = ΔH .

3- العملية تحول من النظام الى اللانظام + = ΔS .

4- ولحد $T\Delta S$ > من الحد ΔH .

3) عند زيادة الضغط على غاز في اناء مغلق بدرجه حراره ثابته فأن قيمة ΔS تصبح :-

أ – موجبة ب – سالبة ج – صفر

الجواب (ب) سالبة لأن بزياده الضغط تقل المساحة السطحية للجزيئات وبالتالي تقل العشوائية .

4) تفاعل ما غير تلقائي حيث قيمه $T\Delta S > \Delta H$ لجعله تلقائي تقترح :

أ- تبريد التفاعل ب – تسخين التفاعل ج – لا يمكن جعله تلقائياً

الجواب (ب) تسخين التفاعل لان بتسخين التفاعل تصبح قيمه $T\Delta S > \Delta H$ لذلك يصبح التفاعل تلقائي .

5) اذا كان التفاعل ما باعثاً للحرارة وتصاحبه زيادة في الانتروبي فأنه يكون :

أ – تلقائي ب – غير تلقائياً ج – متزن

الجواب (أ) تلقائي حسب العلاقة :

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

$$\Delta G = (-) - (+) = -$$

6) للتفاعل الغازي الاتي :- $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightarrow 2\ NH_{3(g)}$ فأن قيمة ΔS للتفاعل :-

أ – صفر ب – موجبه ج – سالبه

الجواب (ج) سالبة لان عدد مولات المتفاعلات اكبر اي قلت العشوائية .

سؤال (1 – 3): ما المقصود بالتعابير الآتية :

1) عملية باعثة للحرارة : هي العملية التي يصاحبها انبعاث حرارة حيث تتحول الطاقة من النظام الى المحيط اي ΔH قيمه سالبه .

2) عملية ماصة للحرارة : هي العملية التي يصاحبها امتصاص حرارة حيث تتحول الطاقة من المحيط الى النظام اي ΔH قمية موجبة .

3) القانون الاول الثرموداينمكي : الطاقة لا تفنى ولا تستحدث من العدم ولكن يمكن تحويلها من شكل لآخر.

4) الجول : وحدة الطاقة حسب النظام الدولي للوحدات ويرمز له بالرمز (J) .

سؤال (1 – 5) لماذا من الضروري بيان الحالة الفيزيائية عند كتابة التفاعلات الحرارية ؟ (وزاري)

الجواب) لأن كمية الحرارة الممتصة او المتحررة تتغير بتغير الحالة الفيزيائية لمواد التفاعل .

سؤال (1 – 6) ما الفرق بين الحرارة النوعية و السعة الحرارية ؟ و ما هي وحدات هاتين الكميتين ؟ (وزاري)

ت	الحرارة النوعية	السعة الحرارية
1	كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة غرام واحد (1g) من اي مادة درجة سيليزية واحدة	كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة (m) مقدرة بالغرام m(g) من اي مادة درجة سيليزية واحدة
2	من الخواص المركزة	من الخواص الشاملة
3	وحداتها (($J/g.C^o$))	وحداتها ((J/C^o))

سؤال (1-25): أي من العمليات التالية تلقائية وايها غير تلقائية . (وزاري)

1) ذوبان ملح الطعام في الماء . ج/ عملية تلقائية
2) تسلق قمة ايفرست . ج/ عملية غير تلقائية
3) انتشار رائحة العطر في الغرفة بعد رفع غطاء قنينة العطر . ج/ عملية تلقائية
4) فصل الهيليوم و النيون من مزيج الغازات . ج/ عملية غير تلقائية

خلاصة الفصل الاول

خطوات حل مسائل المسعر

1) ايجاد ΔT ← $\Delta T = Tf - Ti$.

2) ايجاد كمية الحرارة $q(J)$ من خلال القوانين :

$q(J) = C \cdot \Delta T$ اذا كانت السعة الحرارية معلومة

&

$q(J) = S_{(J/g.C)} \times m(g) \times \Delta T(C^o)$ اذا كانت السعة الحرارية مهملة

3) نحسب عدد مولات المادة المحترقة من خلال :

$$n = \frac{m(g)}{M_{(g/mol)}}$$

4) ايجاد (q) بوحدة (J/mol) حسب القانون :

$$q(J/mol) = \frac{g(J)}{n(mol)}$$

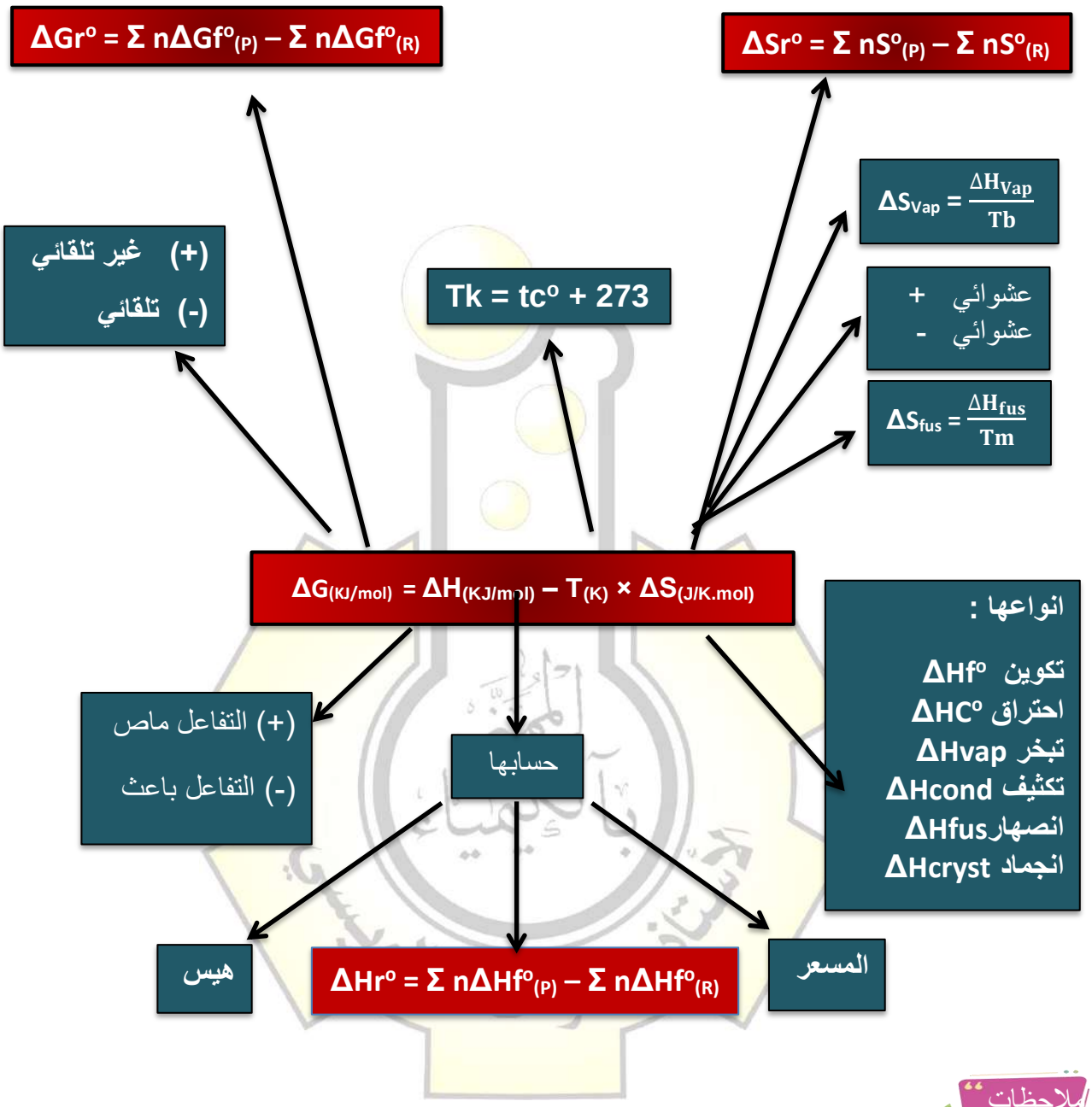
وتحويلها الى (KJ) اذا طلب ذلك في السؤال .

ملاحظات

1) اذا طلب كمية الحرارة « المتحررة أو المنبعثة أو المفقودة » فأن قيمة (q) تكون سالبة .

2) اذا طلب كمية الحرارة « الممتصة أو المكتسبة » فأن قيمة (q) تكون موجبة .

خلاصة القوانين



ملاحظات

1) ΔHf° و ΔGf° للعناصر باثبت صورها = صفر .

2) S° للعناصر باثبت صورها لها قيمة .

3) اذا كان المجهول ΔGr° أو ΔHr° حول وحدة ΔSr° الى KJ/K.mol بالقسمه على 1000 .

المميز بالكيمياء
الأستاذ عمر خالد الويسي

الفصل الثاني

الإتزان الكيميائي

التفاعل الكيميائي

هو تفاعل تتحول فيها مادة واحدة او اكثر الى مواد جديدة تختلف في صفاتها عن المادة او المواد التي تفاعلت في البداية .

المعادلة الكيميائية

هي إختصار علمي يمثل التحول الحاصل في المواد المتفاعلة للحصول على النواتج ويمثل السهم في المعادلة اتجاه التفاعل .

انواع التفاعلات الكيميائية

① **التفاعلات غير الانعكاسية (تامة)** : هي التفاعلات التي يتم فيها استهلاك تام لأحد او جميع المواد المتفاعلة ولا يمكن للمواد الناتجة ان تتفاعل لتكوين المواد التي تكونت منها عند نفس الظروف .

$$HCl_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \rightarrow NaCl_{(aq)} + H_2O_{(L)}$$

② **التفاعلات الانعكاسية (غير تامة)** : وهي التفاعلات التي يتم فيها تحويل المواد المتفاعلة الى نواتج في بداية التفاعل ويكون للمواد الناتجة القدره على ان تتفاعل مع بعضها لتكوين المواد المتفاعلة مره اخرى .

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

الإتزان الكيميائي

هي حالة اتزان ديناميكي حركي وليست حالة اتزان استاتيكي (ساكن) اي التفاعل مستمر بالأتجاهين وبنفس السرعة .

علل) تتوقف بعض التفاعلات الكيميائية بينما تظهر الأخرى كأنها متوقفة . (وزاري)

الجواب) التفاعلات التي تتوقف هي التفاعلات الغير انعكاسية حيث تستهلك المواد المتفاعلة اما التفاعلات التي تظهر كأنها متوقفة هي التفاعلات الأنعكاسية .

أنواع التفاعلات الانعكاسية

1- **التفاعلات الانعكاسية المتجانسة** : هي التفاعلات التي تكون فيها جميع المواد من طور واحد .

$$H_{2(g)} + F_{2(g)} \rightleftharpoons 2HF_{(g)}$$

2- **التفاعلات الانعكاسية غير متجانسة** : هي تفاعلات تكون فيها المواد اكثر من طور واحد .

$$2Hg_{(L)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2HgO_{(s)}$$

حالة الاتزان وقانون فعل الكتلة

قانون فعل الكتلة : عند ثبوت درجة الحرارة فأن سرعة التفاعل الكيميائي تتناسب طردياً مع التراكيز المولارية للمواد المتفاعلة كلاً منها مرفوع الى أس يمثل عدد المولات الموضوع امام كل ماده في المعادلة الكيميائية الموزونة .

ثابت الاتزان Keq

هو النسبة بين ثابت تناسب سرعة التفاعل الأمامي (Kf) وثابت تناسب سرعة التفاعل الخلفي (Kb) .

$$Keq = \frac{kf}{kb}$$

مثال (1-2) : للتفاعل المتزن الاتي : $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$ وجد ان ثابت سرعة التفاعل الأمامي kf يساوي 0.11 وثابت سرعة التفاعل الخلفي kb يساوي 0.05 .احسب ثابت الاتزان keq.

$$keq = \frac{kf}{kb} \rightarrow keq = \frac{0.11}{0.05} = 2.2$$

تمرين (1-2) : تفاعل ما متزن ثابت الأتزان لهُ keq يساوي 4.24 وثابت سرعة التفاعل الخلفي kb يساوي 0.02 احسب ثابت سرعة التفاعل الأمامي Kf .

$$keq = \frac{kf}{kb} \rightarrow Kf = keq \times Kb$$

$$Kb = 4.24 \times 0.02 = 0.0848$$

سؤال واجب : تفاعل متزن ثابت الاتزان لهُ keq يساوي 2×10^{-2} وثابت سرعة التفاعل الامامي kf يساوي 6×10^{-4} احسب ثابت سرعة التفاعل الخلفي kb .

الناتج) 3×10^{-2}

.....

.....

أنواع ثابت الاتزان

1- ثابت الاتزان بدلالة التراكيز المولارية Kc: هو حاصل ضرب التراكيز المولارية للمواد الناتجة عند الاتزان مقسوماً على حاصل ضرب التراكيز المولاريه للمواد المتفاعلة مرفوع كل منها الى أس يمثل عدد المولات الموضوعة امام المواد في المعادلة الموزونة , ويرمز له بالرمز Kc .

$$Kc = \frac{[\text{النواتج}]^n}{[\text{المتفاعلات}]^n}$$

2- ثابت الأتزان بدلالة الضغوط الجزئية Kp: هو حاصل ضرب الضغوط الجزئية للمواد الناتجة عند الاتزان مقسوماً على حاصل ضرب الضغوط الجزئية للمواد المتفاعلة مرفوع كل منها الى أس يمثل عدد المولات الموضوعة امام المواد في المعادلة الموزونة ويرمز لهُ بالرمز Kp .

$$Kp = \frac{P^n \text{ النواتج}}{P^n \text{ المتفاعلات}}$$

ملاحظة

① ثابت الأتزان Kc يأخذ المواد الغازية ((g)) و المحاليل المائية ((aq)) فقط و لا يأخذ المواد الصلبة ((S)) و المواد السائلة ((L)) .

② ثابت الأتزان Kp يأخذ المواد الغازية ((g)) فقط ولا يأخذ المواد المواد الصلبة ((S)) و المواد السائلة ((L)) و المحاليل المائية ((aq)) .

مثال :- اكتب ثابت الأتزان بدلالة التراكيز المولاريه ((Kc))و ثابت الأتزان بدلالة الضغوط الجزئية ((kp)) للتفاعل الأتي :

$$A_{(g)} + 2B_{(S)} \rightleftharpoons C_{(g)} + 3D_{(eq)}$$

$$Kc = \frac{[C]\,[D]^3}{[A]} \quad \text{و} \quad KP = \frac{Pc}{PA}$$

مثال (2-2) :اكتب ثوابت الأتزان للتفاعلات التالية بدلالة التراكيز المولارية والضغوط الجزئية :

1) $2HBr_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + Br_{2(g)}$

$$Kc = \frac{[H_2][Br_2]}{[HBr]^2} \quad \text{و} \quad Kp = \frac{P_{H2} \times P_{Br2}}{P^2 HBr}$$

2) $NO2^-_{(aq)} + H_2O_{(L)} \rightleftharpoons HNO_{2(aq)} + OH^-_{(aq)}$

$$Kc = \frac{[HNO_2][OH^-]}{[NO_2^-]} \quad \text{و} \quad Kp = \frac{1}{1} = 1$$

3) $2Hg_{(L)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2HgO_{(S)}$

$$Kc = \frac{1}{[O_2]} \quad \text{و} \quad Kp = \frac{1}{PO_2} = 1$$

تمرين (2-2) :- اكتب ثوابت الاتزان بدلالة التراكيز المولاريه Kc و ثوابت الاتزان بدلالة الضغوط الجزئية kp للتفاعلات التالية ان أمكن :

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

$kc = \frac{[CO]^2[O_2]}{[CO_2]^2}$, $KP = \frac{P^2CO \times PO_2}{P^2CO_2}$

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

$kc = \frac{[CO][H_2]}{[H_2O]}$, $KP = \frac{PCO \times PH_2}{PH_2O}$

$C_6H_5COOH_{(aq)} \rightleftharpoons C_6H_5COO^-_{(aq)} + H^+_{(aq)}$

$kc = \frac{[C_6H_5COO^-][H^+]}{[C_6H_5COOH]}$, $KP = 1$

$3ZnS_{(S)} + 3O_{2(g)} \rightleftharpoons 2ZnO_{(s)} + 2SO_{2(g)}$ واجب

حساب ثابت الأتزان Keq

ملاحظات

أولاً) اذا كان الثابت بدلالة التراكيز المولارية ((Kc)) يجب ان تكون التراكيز بالمولارية (M) حيث اذا اعطى :

أ- عدد مولات (n (mol)) يجب تحويل المولات الى مولارية و ذلك باستخدام القانون :

$$M = \frac{n\ (mol)}{V\ (L)}$$

ب - اذا اعطى كتلة بالغرام (g) نحول الكتله الى مولاريه باستخدام القانون :

$$\mathrm{M} = \frac{m(g)}{M(\ g/mol) \times V\ (L)}$$

ثانياً) اذا كان الثابت بدلالة الضغوط الجزئية ((kp))يجب ان تكون الضغوط بـ ((atm)) حيث :

أ- اذا اعطى ضغوط بـ ((Toor و mmHg)) يجب تحويلها الى ضغوط بـ ((atm)) حيث :

1 atm = 760 Torr
1 atm = 760 mmHg
Torr = mmHg

ب- اذا اعطى كتلة (g) يجب تحويلها الى ضغط بـ (atm) و ذلك من خلال :

1 – تحويل الكتلة (g) الى عدد مولات (n) باستخدام القانون $n = \frac{m\ g}{M\ g/mol}$

2 – استخدام قانون الغاز المثالي : $Pv = nRT \ \Rightarrow P = \frac{n.R.\ T}{V}$

حيث ان :

n ⟵ عدد المولات
P ⟵ الضغط بـ atm
V ⟵ الحجم و وحدته اللتر (L)
R ⟵ ثابت العام للغازات و قيمته 0.082

النوع الأول
لحساب ثابت الاتزان K_{eq}

1) في هذا النوع يعطي جميع التراكيز عند الاتزان و يطلب (Kc) او يعطي جميع الضغوط عند الاتزان و يطلب (Kp) .
2) يعطي جميع التراكيز عند الاتزان ماعدا تركيز مادة واحد و يعطي Kc .
3) يعطي جميع الضغوط عند الاتزان ما عدا ضغط مادة واحد و يعطي Kp .

خطوات الحل : نطبق قانون الثابت مباشرة .

مثال (2-4) جد قيمة Keq للتفاعل الأتي : $2CH_{4(g)} \rightleftharpoons C_2H_{2(g)} + 3H_{2(g)}$ اذا علمت ان التراكيز عند حصول الأتزان هي :

$[CH_4] = 0.02\ M \quad , \quad [C_2H_2] = 0.05\ M \quad , \quad [H_2] = 0.143\ M$

جميع التراكيز معلومة عند الأتزان نستخدم علاقة Kc :

$$Kc = \frac{[C_2H_2][H_2]^3}{[CH_4]^2} = \frac{(0.05) \times (0.143)^3}{(0.02)^2} = 0.362$$

تمرين (2-2) جد قيمة Keq للتفاعل الأتي عند 100 C^o $2NO_{2(g)} \rightleftharpoons N_2O_{4(g)}$ اذا علمت ان التراكيز لمواد التفاعل عند الأتزان :

$[N_2O_4] = 0.002\ M$ و $[NO_2] = 0.017\ M$.

$$KC = \frac{[N_2O_4]}{[NO_2]^2} = \frac{[0.002]}{[0.17]^2} = 6.92$$

س/ إضافي : للتفاعل الغازي التالي : $A_{(g)} \rightleftharpoons B_{(g)}$ اذا علمت ان تركيز [A] عند الأتزان يساوي 0.4 M وثابت الأتزان Kc يساوي 0.02 احسب تركيز [B] عند الاتزان .

$$KC = \frac{[B]}{[A]} \rightarrow 0.02 = \frac{[B]}{0.4}$$

$[B] = 0.02 \times 0.4 = 0.008\ M$

النوع الثاني
لحساب ثابت الاتزان

1- في هذا النوع يعطي تراكيز او ضغوط ابتدائيه و يطلب تراكيز او ضغوط عند الا تزان .

2- نعرف التراكيز والضغوط الابتدائيه من الكلمات التاليه : (أدخل – خلط – مزج – تفكك – قبل التفاعل – وضع – قبل التفكك - تراكيز ابتدائيه)

3- تراكيز ومولات المواد المتفاعله متساويه .

4- يعطي Kc اذا تراكيز مولاريه و Kp اذا ضغوط جزئيه .

خطوات حل هذا النوع

1) نحول التراكيز الى المولاري اذا الثابت Kc و الضغوط الى atm اذا الثابت Kp.

2) نكتب الفرضيه والمتكونه من ثلاث حقول .

	A	+	B	⇌	2C
التراكيز الأبتدائيه	M		M		0
التغير في التراكيز	-X		-X		+2
حالة الأتزان	M –X		M -X		2X

حيث الحقل الأول تراكيز ابتدائيه و الحقل الثاني تغير في التراكيز والحقل الثالث التراكيز عند الاتزان .

3) بأستخدام قانون الثابت Keq نجد قيمة ((X)) ومن ثم نجد التراكيز عند الاتزان .

ملاحظة

اذا كان الثابت مجهول يجب ان تكون جميع التراكيز او الضغوط معلومه عند الأتزان , اما اذا كان الثابت معلوم يجب ان يكون متغير واحد مجهول عند الأتزان ثم نطبق قانون الثابت .

مثال (2 – 5) وزاري/ للتفاعل الأتي : $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$ خلط 0.5 mol من H_2 وI_2 في وعاء حجمه لتر و بحراره $430\ C^o$ وصل التفاعل الى حالة الأتزان فوجد ان Kc لهذا التفاعل يساوي 5.29 احسب تراكيز المواد التي تمثل مزيج الأتزان . علماً ان $\sqrt{5.29} = 2.3$

لأن الحجم 1 لتر $M = n$

$H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$

تراكيز ابتدائية	0.5	0.5	0
التغير في التراكيز	-X	-X	+2X
تراكيز عند الاتزان	0.5-X	0.5-X	2X

الثابت معلوم ومتغير واحد مجهول

عند الاتزان نطبق قانون kc

$kc = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_1]}$ ➔ $5.29 = \frac{(2x)^2}{(0.5-x)^2}$ بالجذر

$2X = 1.15 - 2.3\ X$

$2.3 = \frac{2X}{0.5-X}$ ➔ $2.3X + 2X = 1.15$ ➔ $4.3X = 1.15$

$X = \frac{1.15}{4.3} = 0.267\ M$

وعليه التراكيز عند الأتزان :

$[H_2] = [I_2] = 0.5 - X$

$= 0.5 - 0.267 = 0.233\ mol/L$

$[HI] = 2X$ ➔ $= 2 \times 0.267 = 0.534\ mol/L$

تمرين (2-4) وزاري/ للتفاعل الأتي : $H_{2(g)} + Br_{2(g)} \rightleftharpoons 2HBr_{(g)}$ وضع في اناء حجمه لتر واحد 0.4 mol من كل من H_2 و Br_2 وبدرجة حراره 425 C^O احسب التراكيز عند الأتزان اذا علمت ان ثابت الأتزان لهذا التفاعل KC يساوي 0.25 .

لأن الحجم 1 لتر M = n

H_2	+	Br_2	$\rightleftharpoons$	2HBr
0.4		0.4		0
-X		-X		+2X
0.4 – X		0.4 – X		2X

$$KC = \frac{[HBr]^2}{[H_2][I_2]} \rightarrow 0.25 = \frac{(2X)^2}{(0.4-X)^2}$$

$$0.5 = \frac{2X}{0.4-X} \rightarrow 2X = 0.2 - 0.5X \rightarrow 2X + 0.5X = 0.2$$

$$X = \frac{0.2}{2.5} = 0.08\ M$$

وعليه التركيز عند الأتزان

$$[H_2] = [Br_2] = 0.4 - X$$

$$= 0.4 - 0.08 = 0.32\ M .$$

$$[HBr] = 2X = 2 \times 0.08 = 0.16\ M .$$

سؤال (2 – 22) & وزاري 2017 -2018) وضع 4 g من غاز HF في وعاء مغلق حجمه 2 L عند درجه حرارة 27 C^{O} وترك في الوعاء المغلق حتى تم الاتزان الكيميائي حسب المعادله : $2HF_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + F_{2(g)}$
فاذا كان KP يساوي 1.21 احسب الضغط الجزئي لغاز HF عند الأتزان علماً ان الكتله المولية للغاز 20 g/mol. علماً ان $\sqrt{1.21} = 1.1$

$$n = \frac{mg}{Mg/mol} = \frac{4\ g}{20\ g/mol} = 0.2\ mol$$

$$Tk = 27 + 273 = 300\ k$$

$$pv = n\,R\,T \rightarrow P = \frac{n \times R \times T}{V} \rightarrow P = \frac{0.2 \times 0.082 \times 300}{2} = 2.46\ atm$$

$$2HF \rightleftharpoons H_2 + F_2$$

الضغوط الابتدائية	2.46	0	0
التغير في الظغوط	-2X	+X	+X
الظغوط عند حالة الاتزان	2.46 – 2X	X	X

$$KP = \frac{PH_2 \times PF_2}{P^2\,HF} \rightarrow 1.21 = \frac{X^2}{(2.46 - 2X)^2}$$ بالجذر $$\rightarrow 1.1 = \frac{X}{2.46 - 2X}$$

$$X = 2.7 - 2.2X \rightarrow X + 2.2X = 2.7 \rightarrow 3.2X = 2.7 \rightarrow X = \frac{2.7}{3.2} = 0.84\ atm\ .$$

وعليه الضغوط عند الأتزان

$$P_{HF} = 2.46 - 2X \rightarrow 2.46 - (2 \times 0.84)$$

$$P_{HF} = 2.46 - 1.68 = 0.78\ atm\ .$$

ملاحظة

اذا كان الثابت kc واعطى كتله وكتله موليه وحجم وطلب تراكيز نطبق القانون :

$$M = \frac{m(g)}{M(\frac{g}{mol}) \times V(L)}$$

أسئلة وزارية واجب عن النوع الثاني

س1 : للتفاعل المتزن التالي : $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$ وفي وعاء حجمه لتر خلط 3 atm من غاز H_2 ومثلها من غاز I_2 وعند الوصول الى حاله الاتزان وجد ان قيمه ثابت الاتزان بدلالة الضغوط الجزئيه يساوي ((10^4)) جد الضغوط الجزئيه عند الاتزان .

= P_{I_2} = 0.06 atm . P_{H_2}

= 5.88 atm . P_{HI}

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

س2 : للتفاعل الغازي التالي : $A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons 2C_{(g)}$ وضع 3 mol من A و B في وعاء حجمه 1.5 لتر وصل التفاعل الى حاله الاتزان فوجد ان (Kc) يساوي 25 احسب التراكيز عند الاتزان .

[A] = [B] = 0.57 M .

[C] = 2.86 M .

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

النوع الثالث
لحساب ثابت الأتزان

ملاحظات مهمة لمعرفة هذا النوع

1- في هذا النوع يعطي تراكيز ابتدائيه او ضغوط ابتدائية ويطلب الثابت .

2- او يعطي قيمة الثابت ((Kc)) او ((Kp)) ويطلب تراكيز او ضغوط ابتدائية .

3- اذا ذكر في السؤال : خلط – ادخل – مزج – وضع – قبل التفاعل – قبل التفكك – يعني تراكيز او ضغوط ابتدائية ((الحقل الأول في الفرضية))

4- اذا ذكر كلمات - ما استهلك – ما تحلل – ما تفكك – كل هذه الكلمات تعني المستهلك يعني قيمة (X)

يعني الحقل الثاني من الفرضية للمتفاعلات بغض النظر عن الإشارة .

5- اذا ذكر كلمات – المتبقي – ما تبقى في الاناء – يعني تراكيز عند الاتزان للمتفاعلات أما اذا ذكر المتكون او ما تكون يعني تراكيز عند الاتزان للنواتج(الحقل الثالث من الفرضية).

6- قانون عدد المولات الكلية : $nT = nA + nB + nC$ عند الأتزان ولا يعتمد على عدد المولات في المعادلة

7- قانون الضغط الكلي : $PT = PA + PB + PC$ ولا يعتمد على عدد المولات في المعادله .

مخطط يوضح الملاحظات السابقة

$$A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightleftharpoons 3C_{(g)}$$

وضع – سخن – ادخل – مزج – خلط – قبل التفاعل – تراكيز ابتدائيه ←	M	M	0	
ما تفكك – ما تحلل – ما استهلك . ←	- X	-2X	+3X	قد زاد بمقدار أو مقدار ألزيادة
المتبقي – ما تبقى في الاناء – التراكيز عند الأتزان ←	M-X	M-2X	3X	المتكون او ما نتج او تراكيز عند الاتزان

مثال (2 – 6) في احد التجارب العلميه ادخل 0.625 mol من غاز N_2O_4 في وعاء سعته 5 L فتفكك الغاز حسب التفاعل الى حالة الأتزان وجد ان تركيز N_2O_4 المتبقي يساوي 0.025 M احسب قيمة Kc لهذا التفاعل .

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

$$M = \frac{n}{v} = \frac{0.625\ mol}{5\ l} = 0.125\ mol/L$$

$N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$		
التراكيز الأنتدائيه .	0.125	0
التغير في التراكيز .	-X	+2X
التراكيز عند الأتزان .	0.125 – X	2X

التركيز النهائي لـ N_2O_4 معطى = 0.025 وعليه نجد قيمة X .

$0.125 - X = 0.025\ M \rightarrow X = 0.125 - 0.025 = 0.1\ M$

$[\ N_2O_4\ ] = 0.025\ M$

$[\ NO_2\ ] = 2X = 2 \times 0.1 = 0.2\ M$.

وعليه التراكيز عند الاتزان

$$Kc = \frac{[\ NO_2\ ]^2}{[\ N_2\ O_4\ ]} \rightarrow Kc = \frac{(0.2)^2}{(0.025)} = 1.6$$

علمتني الكيمياء

ان هناك ما يسمىٰ (كيميـاء السعادة) تنبع من داخلنا ، فتضفي علىٰ وجوهنا لمسة من الرضا

مثال (2- 7) للتفاعل الغازي الأتي : $2SO_{3(g)} \rightleftharpoons 2SO_{2(g)} + O_{2(g)}$ وفي وعاء حجمه لتر وجد ان ضغط غاز SO_3 قبل تفككه يساوي 3 atm وعند وصول التفاعل الى حاله الاتزان وجد ان الضغط الكلي لخليط الغازات يساوي 4 atm احسب((kp)) للتفاعل عند الاتزان .

$$2SO_3 \rightleftharpoons 2SO_2 + O_2$$

الضغوط الابتدائيه	3	0	0
التغير في الضغوط	-2X	+2	+X
الضغوط عند الاتزان	3-2X	2X	X

$PT = P_{SO_3} + P_{SO_2} + P_{O_2}$

$4 = 3 - 2X + 2X + X \rightarrow 4 = 3 + X \rightarrow X = 4 - 3 = 1$ atm .

$P_{SO_3} = 3 - 2X = 3 - 2 \times 1 = 1$ atm

$P_{so_2} = 2X = 2 \times 1 = 2$ atm .

$P_{O_2} = X = 1$ atm .

وعليه الضغوط عند الاتزان

$Kp = \frac{P^2SO_2 \times PO_2}{P^2SO_3} \rightarrow Kp = \frac{(2)^2 \times (1)}{(1)^2} = 4$

ملاحظة : الضغوط الجزئية لا تعترف بحجم الأناء

تمرين (2 – 3) للتفاعل $2CO_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)} + O_{2(g)}$ وضع في اناء حجمه لتر 0.8 mol من غاز CO_2 وبدرجة حراره معينه وعند وصول التفاعل حالة الأتزان وجد ان نصف كمية الغاز قد تفككت احسب Kc .

M = n لأن الحجم لتر واحد

$$2CO_2 \rightleftharpoons 2CO + O_2$$

التراكيز الابتدائيه	0.8	0	0
التغير في التراكيز	-2X	+2X	+X
التراكيز عند الاتزان	0.8-2X	2X	X

$2X = \frac{1}{2} \times 0.8$

نصف كمية الغاز قد استهلكت وعليه .

$2X = 0.4 \rightarrow X = \frac{0.4}{2} = 0.2\ M$.

$[CO_2] = 0.8 - 2X$

$[CO_2] = 0.8 - (2 \times 0.2) \rightarrow 0.8 - 0.4 = 0.4\ M$.

وعليه التركيز عند الأتزان

$[CO] = 2X = 2 \times 0.2 = 0.4\ M$.

$[O_2] = X = 0.2\ M$.

$$Kc = \frac{[CO]^2 [O_2]}{[CO_2]}$$

$$Kc = \frac{(0.4)^2 \times (0.2)}{(0.4)^2} = 0.2$$

تمرين (2 – 4) وزاري 2015 – 2017- 2019) في التفاعل الغازي الأتي : $3H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$ وضعت مولات مختلفه من N_2 و H_2 في اناء حجمه لتر وعند وصول التفاعل حالة الأتزان وجد ان ما استهلك من H_2 يساوي 0.3 mol وما تبقى من N_2 يساوي 0.2 mol ما عدد مولات كل من N_2 و H_2 قبل التفاعل علماً ان ثابت الاتزان Kc للتفاعل يساوي 200 .

لأن الحجم لتر واحد $M = n$

$3H_2 + N_2 \rightleftharpoons 2NH_3$

التراكيز الابتدائيه	a	b	0
التغير في التراكيز	-3X	-X	+2X
التراكيز عند الاتزان	a-3X	b-X	2X

ما استهلك من $H_2 = 0.3$

وما تبقى من $N_2 = 0.2$ وعليه

$3X = 0.3 \rightarrow X = \frac{0.3}{3} = 0.1\ M$.

$b - X = 0.2 \rightarrow b - 0.1$

$b = 0.2 + 0.1 = 0.3\ mol$. عدد مولات [N_2] قبل التفاعل

وعليه التراكيز عند الاتزان

$[NH_3] = 2X = 2 \times 0.1 = 0.2\ M$.

$[H_2] = a - 3X = a - 3 \times 0.1 \rightarrow [H_2] = a - 0.3$

$[N_2] = 0.2\ M$.

$Kc = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3 [N_2]} \rightarrow 200 = \frac{(0.2)^2}{(a-0.3)^3 (0.2)}$

$(a - 0.3)^3 = \frac{0.2}{200} \rightarrow (a - 0.3)^3 = 0.001$ بالجذر

$a-0.3 = 0.1 \rightarrow a = 0.1 + 0.3 = 0.4\ mol$. عدد مولات [H_2] قبل التفاعل

(س/ وزاري 2014 – 2016- 2019) عند تسخين غاز NOCl النقي الى 240 C^O في اناء مغلق حجمه لتر حسب المعادلة : $2NOCl_{(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} + Cl_{2(g)}$ وعند وصول التفاعل حالة الأتزان وجد ان الضغط الكلي لمزيج الاتزان يساوي 1 atm والضغط الجزئي لغاز NOCl يساوي 0.4 atm احسب :1) الضغط الجزئي لغاز NOCl قبل التحلل .
2) ثابت الأتزان Kp للتفاعل عند نفس الدرجه .

$2NOCl \rightleftharpoons 2NO + Cl_2$

الضغوط الابتدائيه	Y	0	0
التغير في الضغوط	-2X	+2X	+X
الضغوط عند الاتزان	Y-2X	2X	X

اعطى PT وضغط NOCl وعليه نجد قيمة X .

$PT = P_{NoCl} + P_{NO} + P_{Cl2}$

$1 = 0.4 + 2X + X$

$1 - 0.4 = 3X \rightarrow 3X = 0.6$

$X = \frac{0.6}{3} = 0.2$ atm

1- نجد ضغط NOCl قبل التحلل

$Y-2X = 0.4$

$Y-2\times0.2 = 0.4$

$Y-0.4 = 0.4$

$Y = 0.8$ atm

2- نجد الضغوط عند الاتزان

$P_{NOCl} = 0.4$ atm .

$P_{NO} = 2X \rightarrow PNO = 2 \times 0.2 = 0.4$ atm .

$P_{Cl2} = X \rightarrow PCl_2 = 0.2$ atm .

نجد Kp

$Kp = \frac{P^2NO \times Pcl_2}{P^2NOCl} = \frac{(0.4)^2\ (0.2)}{(0.4)^2} = 0.2$

س (2-18)& تمهيدي 2014) في التفاعل المتزن الغازي $PCl_3+Cl_2 \rightleftharpoons PCl_5$ وجد ان ضغط PCl_3 الجزئي ضعف ضغط Cl_2 وعند وصول ألتفاعل الى موضع الاتزان وجد ان ضغط Cl_2 يساوي 1atm فأذا علمت ان K_P يساوي $\frac{1}{6}$ فما ضغط غازي PCl_3 وCl_2 بداية التفاعل .

نلاحظ انه ذكر في السؤال ان ضغط PCl_3 ضعف ضغط

$$PCl_3 + Cl_2 \rightleftharpoons PCl_3$$

2Y	Y	0
-X	-X	+ X
2Y-X	Y-X	X

ضغط Cl_2 عند الاتزان = 1 وعليه :

$Y - X = 1 \rightarrow X = Y - 1$

وعليه الضغوط عند الاتزان :

$$P_{PCl_3} = 2Y - X$$
$$P_{PCl_3} = 2Y - (Y - 1)$$
$$P_{PCl_3} = 2Y - Y + 1 \rightarrow P_{PCl_3} = Y + 1$$
$$P_{PCl_5} = X = Y - 1$$

$$P_{Cl_3} = 1\ atm$$

$$K_p = \frac{P_{PCl_5}}{P_{PCl_3} \times P_{Cl_2}} \rightarrow \frac{1}{6} = \frac{Y-1}{(Y+1)\times 1}$$

$6Y - 6 = Y + 1 \rightarrow 6Y - Y = 1 + 6$

$5Y = 7 \rightarrow Y = \frac{7}{5} = 1.4atm$

وعليه الضغوط بداية التفاعل :

$$P_{PCl_3} = 2Y = 2 \times 1.4 = 2.8atm$$

$$P_{Cl_2} = Y = 1.4\ atm$$

ملاحظة : حينما يكون هناك مجهولين في الفرضية ونريد استخراج احدهما بدلالة الاخر نستخرج بدلالة من يكون وحده في الفرضية (X)

س (20-2) & وزاري 2017 د 3) للتفاعل المتزن :- $CO_{2(g)} + H_{2\,(g)} \rightleftharpoons CO_{(g)} + H_2O_{(g)}$ وفي اناء حجمه لتر واحد تم خلط مولات متساوية من $H_2.CO_2$ وبدرجة حراره 2000K وصل التفاعل الى حالة الاتزان فوجد ان عدد مولات الكلية لخليط الغازات عند الاتزان تساوي 3 mol ما تراكيز خليط الاتزان علما بأن ثابت الاتزان K_C يساوي 4 .

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

	Y	Y	0	0
	-X	-X	+X	+X
عند الاتزان	Y-X	Y-X	X	X
	1.5-X	1.5-X	X	X

اعطى nT وعليه :

$nT = n_{co2} + nH_2 + nCO + nH_2O$

$3 = Y-X + Y-X + X + X \rightarrow 3 = 2Y$

ملاحظة : نختصر X+

$Y = \frac{3}{2} = 1.5\ M$

$K_C = \frac{[CO][H_2O]}{[CO_2][H_2]} \rightarrow 4 = \frac{X2}{(1.5-X)^2}$ بالجذر

$2 = \frac{X}{(1.5-x)} \rightarrow X = 3 - 2X$

$3X = 3 \rightarrow X = 1M$

وعليه التراكيز عند الاتزان :

$[CO_2]=[H_2]=Y-X$

$[CO_2]=[H_2]=1.5-1=0.5M$

$[CO_2]=[H_2]=X=1M$

س(اضافي) للتفاعل الافتراضي الغازي $A+aB \rightleftharpoons 2C$ وضع 2mol من A و5mol من B في اناء حجمه لتر وبدرجة حراره معينه وصل التفاعل الى حالة الاتزان فوجد ان ما استهلك من A مول واحد وما تبقى من B يساوي 2mol احسب K_C للتفاعل .

لان الحجم لتر واحد $M = n$

A	+	aB	⇌	2C
2		5		0
-X		-aX		+2X
2-X		5-aX		2X

نلاحظ ان ما استهلك من A مول واحد

$X= 1\ M$

ما تبقى من B 2mol نجد قيمة a

$5 - ax = 2 \rightarrow 5-a =2$

$a = 3mol$

وعليه التراكيز عند الاتزان :

$[C]=2X=2\times1=2M$

$[A]=2-X=2-1=1M$

$[B]=2M.$

$K_C=\frac{[C]^2}{[A][B]^3} \rightarrow K_C=\frac{(2)^2}{(1)(2)^3}= 0.5$

س(2-17) / في التفاعل المتزن $NiO_{(s)} + CO \rightleftharpoons Ni_{(s)} + CO_2$ وصل التفاعل حالة الاتزان فوجد ان ضغط غاز CO 304Torr والضغط الكلي 1atm جد ثابت الاتزان (k_p) ((1atm = 760 Torr))

نحول ضغط CO الى atm .

$$P_{CO} = \frac{304Torr}{760Torr/atm} = 0.4atm$$

نجد ضغط CO_2 عند الاتزان من PT

$$P_T = P_{CO} + P_{CO_2} \rightarrow 1 = 0.4 + P_{CO_2}$$

$$P_{CO_2} = 1 - 0.4 = 0.6atm$$

$$K_P=\frac{P_{CO_2}}{P_{CO}} \rightarrow K_P = \frac{0.6}{0.4} = 1.5$$

س/وزاري للتفاعل الغازي التالي :- $2NO_{(g)} + O_2 \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$ وضعت مولات مختلفة من O_2,NO في اناء التفاعل حجمه لتر واحد وعند وصول التفاعل حالة الاتزان وجد ان المتكون من NO_2 يساوي 0.8mol وتركيز كل من O_2,N متساويان وان K_C يساوى 10 جد عدد مولات NO,O_2 بداية التفاعل .

لأن الحجم لتر واحد . $M = n$

$2NO$	+	O_2	⇌	$2NO_2$
a		b		0
-2X		-X		+2X
a-2x		b-x		2x
Y		Y		0.8

عند الاتزان تركيز NO و O_2 متساويان نفرضهم Y

المتكون من $NO_2 = 0.8$ وعليه :

$2X=0.8 \rightarrow X=\frac{0.8}{2} = 0.4M$

مجهول واحد عند الاتزان نطبق قانون الثابت لايجاد Y

$K_C=\frac{[NO_2]^2}{[NO]^2[O_2]} \rightarrow 10 = \frac{(0.8)^2}{(Y)^2(Y)}$

$10Y^3=0.64 \rightarrow Y^3=\frac{0.64}{10}$

$Y^3=0.064$ بالجذر التكعيبي

$Y=0.4M=[NO]=[O_2]$ عند الاتزان

نجد عدد مولات NO و O_2 قبل التفاعل

$a-2X=Y \rightarrow a-2(0.4)=0.4$

$a-0.8=0.4 \rightarrow a=0.4+0.8=1.2mol$.

$b-X=Y \rightarrow b-0.4=0.4$

$b=0.4+0.4=0.8mol$.

لا تقلق إذا استمر حلمك بالتبخر ..
حتماً .. ستجد سطحاً تتكاثف عليه أحلامك يومياً ما ..

س/ وزاري التفاعل الاتي الماص . $C_2H_{6(g)} \rightleftharpoons C_2H_{4(g)}+H_{2(g)}$ وضع في وعاء حجمه لتر واحد مولات من غاز C_2H_6 وبدرجة حراره معينه وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان ربع كمية الغاز قد استهلكت وان $K_C=\frac{1}{2}$ جد تراكيز خليط الاتزان .

$$C_2H_{6(g)} \rightleftharpoons C_2H_{4(g)}+H_{2(g)}$$

Y	0	0
-X	+X	+X
Y-X	X	X

ملاحظة
كمية الغاز
يعني التركيز
او الضغط
الأبتدائي

نلاحظ ان ربع كمية الغاز قد استهلكت

$X = \frac{1}{4}Y$

$X=0.25\ Y$

$[C_2H_6]=7Y-X \rightarrow Y-0.25Y=0.75Y$ عند الاتزان

$[C_2H_4]=[H_2]=X=0.25Y$ عند الاتزان

$K_C=\frac{[C_2H_4][H_2]}{[C_2H_6]} \rightarrow \frac{1}{2}=\frac{(0.25Y)(0.25Y)}{(0.75Y)}$

$\frac{1}{2}=\frac{0.25Y}{3} \rightarrow 0.5Y=3 \rightarrow Y=\frac{3}{0.5}=6$

وعليه التراكيز عند الاتزان

$[C_2H_6]=0.75Y \rightarrow 0.75\times 6=4.5M$

$[C_2H_4]=[H_2]=0.25Y=0.25\times 6=1.5M$

اسئلة وزارية واجب خاصه بالنوع الثالث

س1:- يتفكك غاز N_2O_4 الى غاز NO_2 في اناء حجمه لتر واحد وكان ضغط الغاز قبل التفكك 2atm وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان الضغط الكلي يساوي 3atm احسب K_P .

الناتج :- $K_P=4$

س2:- التفاعل الاتي :- $2CO_{(g)2} \rightleftharpoons 2CO_{(g)}+O_{2(g)}$ في وعاء حجمه لتر واحد وضع 0.8mol من غاز CO_2 وعند وصول التفاعل حالة الاتزان وجد ان ربع كمية الغاز قد استهلكت احسب K_C.

الناتج :- $K_C=0.011$

س3:- وضع 4mol من SO_3 في وعاء حجمه 4L في درجة حراره معينه وعند الوصول الى حالة الاتزان وجد ان الوعاء يحتوي على 2.4mol من SO_2 احسب K_C للتفاعل الغازي :- $2SO_3 \rightleftharpoons 2SO_2+O_2$

الناتج :- $K_C=0.675$

س4 : التفاعل الغازي التالي :- $aA+2B \rightleftharpoons 3C$ في اناء حجمه لتر واحد وضع 0.2mol من A و 0.3mol من B وعند وصول حالة الاتزان وجد ان المتكون من C يساوي 0.3mol والمتبقي من A يساوي 0.1mol احسب K_C للتفاعل .

الناتج :- $K_C=27$

س5:- التفاعل الاتي :- $2HBr_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)}+Br_{2(g)}$ وضع 324g من غاز HBr كتلته المولية 81g/mol في وعاء حجمه 2L وعند وصول التفاعل حالة الاتزان وجد ان المتكون من غاز البروم 0.4M جد K_C للتفاعل .

الناتج :- $K_C=0.11$

س6:- وضع 4g من غاز HF في وعاء حجمه 2L عند درجه حراره $27C^O$ وترك الوعاء المغلق يتفكك حتى تم الاتزان الكيميائي حسب التفاعل $2HF_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + F_{2(g)}$ حيث لوحظ ان غاز H_2 زاد بمقدار (0.85atm) احسب ثابت الاتزان Kp علماً ان الكتله المولية للغاز تساوي (20g/mol) . ألناتج / $K_p=1.25$

ألناتج / $K_p=1.25$

س7: وعاء تفاعل سعته 5L يحتوي على كاربون صلب أدخل فيه 28g من غاز الهيدروجين وسخن الى درجة معينة وبعد وصول التفاعل $C_{(S)} +2H_{2(g)} \rightleftharpoons CH_{4(g)}$ حالة الاتزان وجد أن الوعاء يحتوي على 80g من غاز الميثان أحسب ثابت الاتزان للتفاعل علما أن الكتل الذريه للعناصر (C=12 و H=1)

ألناتج / $K_c=0.8$

النوع الرابع
لحساب ثابت الاتزان

1- في هذا النوع يعطي التراكيز الابتدائية او الضغوط الابتدائية ويطلب ثابت الاتزان .
2- يعطي النسبة المئوية للمتفكك او المتحلل او المستهلك وتمثل قيمة ((X)) في الفرضية .
3- قانون النسبة المئوية للمتحلل = $\frac{\text{ألمتحلل}}{\text{الابتدائي}} \times 100\%$

س (2-23) وزاري 2014 : اذا كانت درجة تفكك مول واحد من N_2O_4 الى NO2 هي 20 % في اناء حجمه لتر واحد احسب قيمة KC للتفاعل .

لان الحجم لتر واحد M=n

$$N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$$

N_2O_4	$2NO_2$
1	0
-X	+2X
1-X	2X

من النسبة المئوية للمتحلل نجد قيمة X

النسبة المئوية للمتفكك = $\frac{\text{المتفكك}}{\text{التركيز الابتدائي}} \times 100\ \%$

$$\%100 \times \frac{X}{1} = \%20$$

$$X = \frac{20}{100} = 0.2M$$

وعليه التراكيز النهائية :

$[N_2O_4] = 1 - X = 1 - 0.2 = 0.8M.$

$[NO_2] = 2X = 2 \times 0.2 = 0.4M$

$$K_C = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} \rightarrow K_C = \frac{(0.4)^2}{(0.8)} = 0.2$$

س /وزاري 2017) للتفاعل المتزن $A_{2(g)} \rightleftharpoons 2A_{(g)}$ وجد انه عند وضع مول من A_2 في اناء حجمه لتر يصل التفاعل حالة الاتزان فوجد انه يتحلل 1% من A_2 ما قيمة K_C للتفاعل, وما تركيز A الذي يكون في حالة اتزان مع 0.01M من A_2 وعند ظروف التفاعل نفسها .

لان الحجم لتر واحد M = n

A_2	$\rightleftharpoons$	2A
1		0
-X		+X
1-X		2X

من النسبة المئوية للمتحلل نجد X

النسبة المئوية للمتحلل من $A_2 = \frac{\text{المتحلل}}{\text{الابتدائي}} \times 100\%$

$$\frac{X}{1} \times 100\% = 1\%$$

$$X = \frac{1}{100} = 0.01M$$

وعليه التراكيز عند الاتزان $[A_2]=1-X=1-0.01=0.99M \cong 1M$

$[A]=2X=2\times0.01=0.02M$

$$K_C=\frac{[A]^2}{[A_2]} \rightarrow K_C=\frac{(0.02)^2}{(1)} = 4\times10^{-4}$$

نجد تركيز A عند الاتزان

$$K_C=\frac{[A]^2}{[A_2]} \rightarrow 4\times10^{-4}=\frac{[A]^2}{(0.01)}$$ بالجذر

$$2\times10^{-2}=\frac{[A]}{(0.1)} \rightarrow [A]=2\times10^{-3}M.$$

علمتني الكيمياء ..

إن الفلور من أصغر العناصر في الجدول الدوري ولكنه أنشطهم كيميائياً ! فلا تقلل من شأن أحد مهما كان صغيراً .

اسئلة وزارية واجب خاصة بالنوع الرابع

س1:- للتفاعل الغازي :- $N_{2(g)}+3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$ وضع 6mol من N_2 و8mol من H_2 في وعاء حجمه 2L وعند وصول التفاعل حالة الاتزان وجد ان النسبة المئوية للمتحلل من H_2 75%جد :
1- التراكيز عند الاتزان. 2- K_C. 3- النسبة المئوية للمتحلل من N_2.

الناتج :- 1- $[N_2]=2$, $[H_2]=1$, $[NH_3]=2$
2- $K_C=2$, 3- %33.3

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

س2:- التفاعل الغازي المتزن $N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$ وجد انه عند وضع مول واحد من N_2O_4 في اناء حجمه لتر واحد يصل التفاعل حالة الاتزان فوجد ان 80% منه قد تبقى . فما قيمة K_C .

الناتج : $K_C=0.2$

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

العلاقة بين ثابتي الاتزان Kp و Kc

هناك علاقة تربط kc و kp

1- اذا كان المجهول kp :

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

2- اذا كان المجهول kc :

$$Kc=kp(RT)^{-\Delta ng}$$

حيث ان :

R ← الثابت العام للغازات ويساوي 0.082 L.atm/k.mol

Δng ← $\Delta ng = \sum ng_{(p)} - \sum ng_{(R)}$

T ← درجة الحرارة بالكلفن $T_K=t_C+273$

ملاحظة : تتوقف العلاقة بين K_C و K_P على قيمة Δ ng حيث ان :-

1- Δng تساوي صفرا فأن Kp = Kc .
2- Δng تساوي قيمة موجبة فأن قيمة Kp اكبر من Kc .
3- Δng تساوي قيمة سالبة فأن قيمة Kp اصغر من Kc .

ملاحظات

1- نعرف السؤال يخص موضوع العلاقة بين Kc و Kp اذا اعطى kp وطلب Kc او العكس.

2- اعطى تراكيز وطلب kp او اعطى ضغوط وطلب kc .

3- اعطى kc وطلب ضغوط او اعطى kp وطلب تراكيز .

4- المواد الصلبه والمحاليل المائيه والمواد السائله لا تذكر في قانون العلاقه بين kc و kp وقيمة مولاتها تساوي صفر.

مثال (2-8) :- في تفاعل ما $\Delta ng = -1$ و $Kc = 4.1$ بدرجة حرارة $227\ C^o$ فما قيمة Kp لهذا التفاعل.

ملاحظة : اذا كان القوس مرفوع الى اس سالب فأنه يصبح مقام

$Tk = 224 + 273 = 500k$

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

$Kp = 4.1(0.082 \times 500)^{-1}$

$Kp = \frac{4.1}{41} = 0.1$

تمرين (2-5) :- احسب قيمة Kc للتفاعل المتزن التالي عند $500\ C^o$ اذا علمت ان قيمة Kp للتفاعل يساوي 1.5×10^{-5} عند درجة الحرارة نفسها :

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

$Tk = 500 + 273 = 773\ k$

$\Delta ng = 2 - 4 = -2$

$K_C = K_P(RT)^{-\Delta ng}$

$K_C = 1.5 \times 10^{-5}\ (0.082 \times 773)^{-(-2)}$

$K_C = 1.5 \times 10^{-5}(0.082 \times 773)^2$

$K_C = 0.06$

مثال(2-9) & وزاري 2015) افترض حصـــول الاتزان للتفاعل الاتي عند 300K

$NH_4HS_{(S)} \rightleftharpoons NH_{3(g)} + H_2S_{(g)}$ و وجد ان قيم الضغوط الجزئية لكل من غازي النواتج عند حصول الاتزان تساوي 0.3 atm احسب Kp و Kc للتفاعل .

نجد Kp اولا لأنه أعطى ضغوط

$K_P = P_{NH_3} \times P_{H_2S}$

$K_P = 0.3 \times 0.3 = 0.09$

$\Delta ng = 2 - 0 = 2$

$K_C = K_P(RT)^{-\Delta ng}$

$K_C = 0.09 \times (0.082 \times 300)^{-2}$

$K_C = \frac{0.09}{(24.6)^2} = 1.5 \times 10^{-4}$

تمرين (2-6) :- اذا كانت Kc تساوي 1.6 عند $1000\ C^{O}$ بالنسبة للتفاعل: $C_{(S)}+CO_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)}$ احسب ضغط CO عند ألاتزان عندما يكون ضغط CO_2 يساوي 0.6 atm .

$T_K = 1000 + 273 = 1273\ K$

$\Delta ng = 2 - 1 = 1$

نلاحظ أنه اعطى Kc وطلب ضغوط لذلك نجد Kp أولا.

$K_P = K_C(RT)^{\Delta ng}$

$K_P = 1.6(0.082 \times 1273)^1$

$K_P = 167$

نجد ضغط CO عند الاتزان

$K_P = \frac{P^2_{CO}}{P_{CO_2}} \rightarrow 167 = \frac{P^2_{CO}}{0.6}$

$P^2_{CO} = 100$ بالجذر

$P_{CO} = 10\ atm$

س(2-17) : للتفاعل المتزن $NiO_{(S)}+CO_{(g)} \rightleftharpoons CO_{2(g)}+Ni_{(s)}$ بدرجة حرارة $727C^{o}$ وصل التفاعل الى حالة الاتزان فوجد ان ضغط غاز CO في الفرن يساوي 340 Torr او304 والضغط الكلي يساوي 1 atm ما ثابت الاتزان Kc للتفاعل .
((معلومة 1atm =760 Torr)).

نحول ضغط CO الى atm

$P_{CO} = \frac{340 Torr}{760 Toor/atm} = 0.4\ atm$

$PT = P_{CO} + P_{CO_2}$

$1 = 0.4 + P_{CO_2} \rightarrow P_{CO_2} = 1 - 0.4 = 0.6\ atm$

نجد Kp اولا

$K_P = \frac{P_{CO_2}}{P_{CO}} \rightarrow K_P = \frac{0.6}{0.4} = 1.5$

$\Delta ng = 1-1 = 0$

لان Δng = صفر

$K_C = K_P = 1.5$

س(2-11) & وزاري 2013 & وزاري 2014-2016) عند تسخين غاز NOCl النقي الى درجة 240C° في اناء مغلق حجمه لتر يتحلل حسب المعادلة :- $2NOCl_{(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} + Cl_{2(g)}$ وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان الضغط الكلي لمزيج الاتزان يساوي 1atm والضغط الجزئي لغاز NOCl يساوي 0.64 atm احسب :-
1- الضغوط الجزئية لكل من غازي Cl_2 و NO عند الاتزان .
2- ثابت الاتزان K_C للتفاعل عند نفس درجة الحرارة .

$$2NOCl \rightleftharpoons 2NO + Cl_2$$

Y	0	0
-2X	+2X	+X
Y-2X	2X	X

الضغط الكلي PT=1
وضغط NOCl = 0.64
وعليه نجد X .

$PT = P_{NOCl} + P_{NO} + P_{Cl_2}$

$1=0.64 + 2X+X \rightarrow 1-0.64=3X$

$X= \frac{0.36}{3} = 0.12$ atm

$P_{NOCl} = 0.64$ atm

وعليه الضغوط عند الأتزان

$P_{N0} = 2X = 2 \times 0.12 = 0.24$ atm

$P_{Cl2} = X = 0.12$ atm

2 - نجد K_P ثم K_C :-

$K_P=\frac{P_{NO}^2 \times P_{Cl_2}}{P_{NOCl}^2} \rightarrow K_p=\frac{(0.24)^2 \times (0.12)}{(0.64)^2}=0.0169$.

$Tk=240+273=513K \rightarrow \Delta ng=3-2=1$

$K_C= K_P(RT)^{-\Delta ng} \rightarrow K_C= 0.0169(0.082 \times 513)^{-1}$

$K_C=\frac{0.0169}{42.066}= 4\times10^{-4}$

س(2-12):- التفاعل التالي يجري بدون عامل مساعد :- $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$ وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان الضغوط الجزئية $P_{NO_2=1.56atm}$ و $P_{N_2O_4} = 0.377atm$ عند درجة حرارة $100C^o$
احسب :
1- kp و kc للتفاعل .
2- ماذا يحدث للضغوط الجزئية في خليط الاتزان بعد اضافة العامل المساعد .

1- الضغوط معلومه نجد Kp اولا

$$K_P=\frac{P^2_{NO_2}}{P_{N_2O_4}}$$

$$K_P=\frac{(1.56)^2}{(0.377)}=6.455$$

$$T_K=100+273=373K^O$$

$$\Delta ng=2-1=1$$

نجد KC

$$K_C=K_P(RT)^{-\Delta ng}$$

$$K_C=6.455\times(0.082\times373)^{-1}$$

$$K_C=\frac{6.455}{30.586}=0.21$$

2- العامل المساعد لايؤثر على الضغوط الجزئية حيث يقلل من زمن التفاعل للوصل الى حالة الاتزان .

س(إضافي):- للتفاعل المتزن الاتي : $3A_{(g)} \rightleftharpoons ab_{(g)}$ وجد ان ثابت الاتزان Kc يساوي 147.6 وبدلالة Kpيساوي 6 بدرجة حرارة $27C^O$ جد قيمة a في المعادلة .

$$T_K=27+273=300K$$

ملاحظه : اذا اعطى Kc و Kp معلومه في السؤال ناخذ بدلالة الاكبر قيمه لذلك اخذنا بدلالة Kc .

$$\Delta ng=a-3$$

$$K_C= K_P(RT)^{-\Delta ng}$$

$$147.6=6(0.082\times300)^{-(-a-3)}$$

نقسم على 6

$$147.6=6(24.6)^{-a+3}$$

$$24.6=(24.6)^{-a+3}$$

اذا تساوت الأساسات تتساوى الأسس

$$1=-a+3$$

$$a= 3 - 1 = 2$$

س (2-23) & وزاري 2014) اذا كانت درجة تفكك مول واحد N_2O_4 الى NO_2 هي 20% عند درجة حرارة $27C^o$ وضغط 1atm في اناء حجمه لتر واحد احسب قيمة Kp للتفاعل .

لان الحجم لتر واحد $M = n$

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

1	0
-X	+2X
1-X	2X

من النسبة المئوية نجد قيمة X .

النسبة المئوية للمتحلل من N_2O_4 = $\frac{\text{المتحلل من } N_2O_4}{\text{التركيز الابتدائي}} \times 100\%$

$$100\% \times \frac{X}{1} = 20\%$$

$$X = \frac{20}{100}$$

$$X = 0.2M$$

وعليه التراكيز عند الاتزان :

$[N_2O_4] = 1-X = 1- 0.2 = 0.8M$

$[NO_2] = 2X = 2 \times 0.2 = 0.4M$

$$K_C = \frac{[NO2]^2}{[N2O4]} \rightarrow K_C = \frac{(0.4)^2}{(0.8)} = 0.2$$

نجد Kp :

$T_K = 27+273 = 300K$

$\Delta ng = 2-1 = 1$

$K_P = K_C(RT)^{\Delta ng}$

$K_P = 0.2(0.082 \times 300)^1$

$Kp = 4.92$

اسئلة واجب

س 1:- للتفاعل غير المتجانسين $CaO_{(s)} + CO_{2(g)} \rightleftharpoons CaCO_{3(s)}$ بحرارة $800C^{O}$ وجد ان ضغط CO_2 عند الاتزان يساوي 0.235atm احسب K_C عند درجة الحرارة نفسها .

الجواب / $K_C=374.38$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

س2:- للتفاعل المتزن الغازي $aA + B \rightleftharpoons 2C$ اذا علمت ان KC تساوي 82 مرة من KP جد قيمة a في المعادلة عند درجة حرارة 1000 K .

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

اهمية ثابت الاتزان

اولا :- تحديد اتجاه التفاعل :

1- اذا كانت قيمة الثابت كبيرة جدا يدل على ان تركيز المواد الناتجة كبيره اي ان التفاعل يتجه بأتجاه النواتج.

2- اذا كانت قيمة الثابت صغيره جدا يدل على ان تركيز النواتج قليل اي ان التفاعل يتجه نحو المتفاعلات.

3- اذا كانت قيمة الثابت تساوي او قريبه من الواحد يدل على ان التفاعل متزن ((كمية النواتج تساوي كمية المتفاعلات تقريبا)).

مثال (2-10):- من قيم ثوابت الاتزان K_C لكل من التفاعلات الاتية تنبأ بحالة الاتزان لها :-

1- $2HF_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + F_{2(g)}$ $\quad K_C=1\times10^{-95}$

2- $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$ $\quad K_C=8\times10^{25}$

3- $3H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$ $\quad K_C=1.1$

1. التفاعل الاول قمة K_C صغيره جدا وهذا يدل على ان تركيز النواتج قليل جدا لدرجة يمكن اعتباره لا يحدث من الناحية العلمية .
2. التفاعل الثاني قيمة K_C كبيره جدا وهذا يدل على ان تركيز النواتج كبير جدا لدرجة يمكن القول بأن هذا التفاعل وصل الى درجة قريبة من الكمال .
3. التفاعل الثالث قيمة K_C قريبة للواحد وهذا يدل على ان التفاعل متزن .

تمرين (2-9) واجب :- من قيم الثوابت الاتزان K_C لكل من التفاعلات الاتية تنبأ بحالة الاتزان لها .

1- $2H_2O_{(g)} \rightleftharpoons 2H_{2(g)}+O_{2(g)}$ $\quad K_C=1.1\times10^{-81}$

2- $H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftharpoons 2HCl_{(g)}$ $\quad K_c=4.4\times10^{32}$

3- $2CO_{(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftharpoons 2COCl_{2(g)}$ $\quad K_C=0.99$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ثانياً :- العلاقة بين ثابت الإتزان وطريقة كتابة المعادلة

اولاً :اذا تم قلب المعادلة فأن قيمة ثابت الاتزان للتفاعل ألثاني تساوي مقلوب ثابت الاتزان للتفاعل الاول .

مثال :- K_C للتفاعل التالي يساوي 10 $A_2 + B_2 \rightleftharpoons 2AB$ جد K_C للتفاعل التالي :- $2AB \rightleftharpoons A_2 + B_2$

المعادلة الثانية عكس المعادلة الاولى وعليه:- $K_{C_2} = \frac{1}{K_{C_1}} \rightarrow K_{C_2} = \frac{1}{10} = 0.1$

ثانياً: اذا ضربت المعادلة في اي رقم مثل ((2)) فأن K_{C_2} للمعادلة الثانية ترفع للأس ((2))

مثال :- K_C للتفاعل التالي يساوي 10 $A_2+B_2 \rightleftharpoons 2AB$ جد K_C للتفاعل التالي :- $2A_2+2B_2 \rightleftharpoons 4AB$

المعادلة الثانية انضربت $K_{C_2} = (K_{C_1})^2 \rightarrow K_{C_2} = (10)^2 = 100$

في المعامل ((2)) وعليه

ثالثاً: اذا ضربت المعادلة في المعامل $(\frac{1}{2})$ او قسمت المعادلة على (2) فأن K_C للمعادلة الثانية تساوي K_C للمعادلة الاولى مرفوع للاس نص أو نجذر قيمة الثابت.

مثال :- K_C للتفاعل التالي يساوي $2AB\ 16$ A_2+B_2 جد K_C للتفاعل التالي :- $\frac{1}{2}A_2 + \frac{1}{2}B_2 \rightleftharpoons AB$

المعادلة الثانية مضروبة في نصف $K_{C_2} = \sqrt{K_{C_1}}$ $K_{C_2} = \sqrt{16}$

وعليه ترفع للأس نصف :- $K_{C_2} = 4$

رابعاً: اذا كان ناتج من مجموع عدد من التفاعلات فأن ثابت الاتزان يساوي حاصل ضرب ثوابت الاتزان للتفاعلات التي ينتج منها التفاعل النهائي ((نفس قانون هيس)).

مثال :- جد K_C للتفاعل $C+O_2 \rightleftharpoons CO_2$ اذا اعطيت التفاعلات التاليه :-

1- $C + \frac{1}{2}O_2 \rightleftharpoons \cancel{CO}$ $K_{C_1} = 4$

2- $\cancel{CO} + \frac{1}{2}O_2 \rightleftharpoons CO_2$ $K_{C_2} = 3$ نجمع المعادلتين

$C + O_2 \rightleftharpoons CO_2$

$K_{C_3} = K_{C_1} \times K_{C_2}$

$K_{C_3} = 4 \times 3 = 12$

مثال (2-11) : اذا كان ثابت الاتزان للتفاعل التالي يساوي 0.36 $N_2O_{4\,(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$ فما ثابت الاتزان للتفاعلات التالية :

1- $2NO_2 \rightleftharpoons N_2O_4$ 2- $\frac{1}{2}N_2O_4 \rightleftharpoons NO_2$

المعادلة الاولية عكس المعادلة الاصلية وعليه :

$$Kc_2 = \frac{1}{K_{C_1}} \rightarrow K_{C_2} = \frac{1}{0.36} = 2.8$$

المعادلة الثانية ضرب المعادلة الاصلية في $\frac{1}{2}$ وعليه :

$$Kc_2 = \sqrt{(K_{C_1})}$$

$$K_{C_2} = \sqrt{0.36} = 0.6$$

تمرين (2-7) :- للتفاعل الاتي :- $2NO_{2(g)} \rightleftharpoons N_2O_{4(g)}$ ثابت الاتزان K_P يساوي 0.39 بدرجة حرارة $227C^o$ فما قيمة K_C للتفاعل التالي :- $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$.

نجد Kc للتفاعل الأول :-

$T_K = 227 + 273 = 500K$

$\Delta ng = 1 - 2 = -1$

$K_C = K_P(RT)^{-\Delta ng}$

$K_C = 0.39\ (0.082 \times 500)^{-(-1)}$

$K_C = 16$ ((للتفاعل الاول))

نلاحظ ان المعادله الثانيه عكس الأولى وعليه

$$Kc_2 = \frac{1}{K_{C_1}} \rightarrow K_{C_2} = \frac{1}{16} = 0.062$$

تمرين (2-11) :- للتفاعل الغازي :- $3H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$ بدرجة حرارة معينة وجد ان خليط الاتزان يحتوي على 0.02M من NH_3 و0.1 من N_2 وكذلك من H_2 ما ثابت الاتزان K_C للتفاعل :-

$$NH_{3(g)} \rightleftharpoons \frac{3}{2}H_{2(g)} + \frac{1}{2}N_{2(g)}$$

اعطى تراكيز عند الاتزان للتفاعل الاول نجد منه K_C :

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

$$K_C = \frac{(0.02)^2}{(0.1)^3 \times (0.1)} = 4$$

$$K_{C_2} = \sqrt{\frac{1}{K_{C_1}}}$$

نلاحظ ان المعادلة الثانية معكوس المعادلة الاولى ومقسومه على 2 وعليه تقلب قيمة K_C وتجذر :

$$K_{C_2} = \sqrt{\frac{1}{4}} = \sqrt{0.25} = 0.5$$

تمرين (2-9):- وجد ان ثابت الاتزان للضغوط الجزئية بدرجة حرارة 2000k لكل من التفاعلات الاتية :

1- $\frac{1}{2}Br_{2(g)} + \frac{1}{2}F2_{(g)} \rightleftharpoons BrF_{(g)}$ $\quad KP=150$

2- $\frac{1}{2}Br2_{(g)} + \frac{3}{2}F2_{(g)} \rightleftharpoons BrF3_{(g)}$ $\quad KP=2.5$

احسب ثابت الاتزان KC للتفاعل التالي : $BrF3_{(g)} \rightleftharpoons BrF_{(g)} + F2_{(g)}$

نجد K_P للتفاعل اولا ثم نجد K_C .

1- ~~$\frac{1}{2}Br_{2(g)}$~~ $+ \frac{1}{2}F_{2(g)} \rightleftharpoons BrF_{(g)}$ $\quad K_P=150$ $\quad$ تبقى المعادلة الاولى

2- $BrF_{3(g)} \rightleftharpoons$ ~~$\frac{1}{2}Br_{2(g)}$~~ $+ \frac{3}{2}F_{2(g)}$ $\quad K_P=0.4$ $\quad$ تقلب المعادلة الثانية

$$BrF_3 \rightleftharpoons BrF + F_2$$

$$K_P = 150 \times 0.4 = 60$$

$$\Delta ng = 2-1 = 1$$

$$K_C = K_P(RT)^{-\Delta ng}$$

$$K_C = 60 \times (0.082 \times 2000)^{-1}$$

$$K_C = \frac{60}{0.082 \times 2000} = 0.366$$

تمرين (2-8) & وزاري 2013) وضع مول واحد من بروميد الهيدروجين في وعاء مغلق حجمه لتر واحد وبدرجة حرارة معينة وصل التفاعل حالة الاتزان فوجد ان المتكون من غاز البروم 0.2mol حسب التفاعل الاتي : $2HBr \rightleftharpoons H_2+Br_2$ فما عدد مولات غاز HBr في خليط الاتزان لاناء اخر حجمه لتر الناتج من خلط غازي البروم والهيدروجين بكميات 2mol لكل منهما .

نجد k_c للتفاعل الاول :- ((لان الحجم لترواحد)) $M = n$

$2HBr$	$\rightleftharpoons$	H_2 +	Br_2
1		0	0
-2X		+X	+X
1-2X		X	X

المتكون من غاز $Br = 0.2$ وعليه نجد X

$X = 0.2$

$[H_2]=[Br_2]=X =0.2M$

$[HBr]= 1-2X =1-(2\times0.2)$ ➔ $[HBr]= 1-0.4= 0.6M$

$K_C=\frac{[H_2][Br_2]}{[HBr]}$ ➔ $K_C =\frac{(0.2)^2}{(0.6)^2}= \frac{1}{9}$

نلاحظ ان المعادلة الاولى عكس المعادلة الثانية وعليه :

$$K_{c_2} = \frac{1}{k_{c_1}} \gg\gg K_{c_2} = \frac{1}{\frac{1}{9}} = 9$$

H_2	+ Br_2	$\rightleftharpoons$ $2HBr$
2	2	0
-X	-X	+2X
2-X	2-X	2X

$K_C= \frac{[HBr]^2}{[H_2][Br_2]}$ ➔ $9 = \frac{(2X)^2}{(2-X)^2}$ بالجذر

$$3 = \frac{2X}{2-X} \rightarrow 2X = 6 - 3X \rightarrow X = \frac{6}{5} = 1.2$$

$[HBr]=2X =2\times1.2 = 2.4$ M.

س(15-2) :- ثابت الاتزان K_C يساوي 4.2×10^{-7} للتفاعل المتزن :- $CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$ و K_C يساوي 4.7×10^{-9} للتفاعل $CaCO_{3(S)} \rightleftharpoons CO_3^{-2} + Ca^{+2}$ و K_C يساوي 4.8×10^{-11} للتفاعل : $HCO_3^- \rightleftharpoons H^+ + CO_3^{-2}$ فما ثابت الاتزان K_C للتفاعل المتزن : $CO_2 + CaCO_{3(s)} + H_2O \rightleftharpoons Ca^{+2} + 2HCO_3$

1- $CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$ $K_C = 4.2 \times 10^{-7}$ للحصول على المعادلة المطلوبة

2- $CaCO_3 \rightleftharpoons CO_3^{-2} + Ca^{+2}$ $K_C = 4.7 \times 10^{-9}$ تبقى المعادلة الاولى والثانية

3- $H^+ + CO_3^{-2} \rightleftharpoons HCO_3^-$ $K_C = \frac{1}{4.8 \times 10^{-11}}$ وتقلب الثالثة :

$CO_2 + CaCO_{3(s)} + H_2O \rightleftharpoons Ca^{+2} + 2HCO_3^-$

$K_C = K_{C_1} \times K_{C_2} \times K_{C_3}$ ➔ $K_C = 4.2 \times 10^{-7} \times 4.7 \times 10^{-9} \times \frac{1}{4.8 \times 10^{-11}}$

$K_C = 4.1 \times 10^{-5}$

اسئلة وزارية واجب

س1 : وجد ان ثابت الاتزان بدلالة الضغوط الجزئية K_P بدرجة حرارة 1000K للتفاعلات

1- $C_{(S)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{(g)}$ $K_P = 2.9 \times 10^{10}$

2- $C_{(S)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{2(g)}$ $K_P = 5 \times 10^{20}$

احسب ثابت الاتزان K_C للتفاعل التالي :- $2CO_{(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{2(g)}$

الناتج / $K_C = 2.4 \times 10^{22}$

.....

س2 :- 2004 في التفاعل الغازي الاتي :- $A + B \rightleftharpoons 2C$ تم خلط 2mol من A,B في وعاء حجمه لتر واحد احسب عدد مولات المواد المتفاعلة والناتجة عند الاتزان وان K_C للتفاعل التالي $C \rightleftharpoons \frac{1}{2} A + \frac{1}{2} B$ يساوي $\frac{1}{3}$.

الناتج) $[A]=[B]=0.8\ M$, $[C]=2.4M$

.....

س3) في التفاعل الافتراضي الغازي $2AB \rightleftharpoons A_2 + B_2$ وضع 4mol من AB في اناء حجمه 2L وعند وصول التفاعل حالة الاتزان وجد ان المتكون من A_2 يساوي 0.2mol فما عدد مولات AB عند الاتزان لاناء اخر حجمه 2L والناتج من مزج A_2 و B_2 بكميات 2mol لكل منهما .

الناتج / $[AB]=3.6mol$

حاصل التفاعل Q

وهو قيمة افتراضيه تحسب في لحظة ما خلال التفاعل للتنبؤ بوصوله الى حالة الاتزان يعبر عن (Q) بنفس العلاقة المستعملة للتعبير عن (KC) والفرق الرئيسي بينهما هو ان التراكيز المستخدمه في علاقة (Q) هي ليست بالضروره القيم عند وصول التفاعل الى حالة الاتزان.

س :- ما هي فائدة معرفة حاصل التفاعل .

وذلك لتحديد اتجاه سير التفاعل عن طريق المقارنة مع K_C

1- اذا كانت قيمة $K_C < Q$ فأن التفاعل يتجه نحو المتفاعلات (خلفي).

2- اذا كانت قيمة $K_C > Q$ فأن التفاعل يتجه نحو النواتج (امامي) .

3- اذا كانت $K_C = Q$ فأن التفاعل متزن .

ملاحظات مهمة لحل مسائل حاصل التفاعل

1) نعرف السؤال يخص حاصل التفاعل اذا اعطى او طلب تراكيز ابتدائية للمواد الناتجة .

2) لايمكن كتابة الفرضية الابعد معرفة اتجاه سير التفاعل وذلك من خلال :

أ) المقارنة بين K_C و Q

ب) من خلال معرفة تركيز احد المواد الابتدائي والنهائي مثل تركيز الماده A المتفاعلة بداية التفاعل 0.2 وتركيزها عند الاتزان اصبح 0.6 يعني المتفاعلات زادت تأخذ الاشارة الموجبة ((+X)) والعكس صحيح .

ج) من خلال مصطلحات السؤال مثل اذا قال ان تركيز الماده قد زاد بمقدار يعني التفاعل باتجاه هذه الماده تأخذ الاشارة الموجبة ((+X)) اما اذا ذكر قل تركيزها اي تأخذ الاشارة السالبة ((-X))

د) من خلال قاعدة لي شاتليه وتأثير درجة الحرارة .

3) حاصل التفاعل Q نستخرجه من التراكيز الابتدائية و K_C نستخرجه من تراكيز عند الاتزان .

مثال (12-2):- ثابت الاتزان للتفاعل :- $3H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$ عند $500C^{O}$ هو 0.06 ادرس الحالات التاليه وقرر اتجاه سير التفاعل ((علما ان جميع التراكيز معبر عنها بوحدة mol/L))

$[H_2]$	$[N_2]$	$[NH_3]$	ت
0.002	0.00001	0.001	(1)
0.345	0.000015	0.0002	(2)
0.01	5.00	0.0001	(3)

نجد Q لكل تجربة وتقارن مع K_C :

1- $$Q = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3[N_2]} = \frac{(0.001)^2}{(0.002)^3(0.00001)} = 12.5 \times 10^5$$

Q اكبر من K_C اذا التفاعل يتجه نحو المتفاعلات .

2- $$Q = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3[N_2]} = = \frac{(0.0002)^2}{(0.345)^3(0.000015)} = 0.06$$

$Q=K_C$ التفاعل متزن

3- $$Q = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3[N_2]} = = \frac{(0.0001)^2}{(0.01)^3(5)} = 0.002$$

Q اصغر من K_C التفاعل يتجه نحو النواتج.

س(16-2) : ثابت الاتزان K_C يساوي 19.9 بدرجة حرارة 2500K للتفاعل المتزن $Cl_{2(g)} + F_{2(g)} \rightleftharpoons 2ClF_{(g)}$
ماذا يحدث لحالة الاتزان اذا كانت تراكيز الخليط (($[F_2]=1M$, $[Cl_2]=0.2M$, $[ClF]=1.2M$)).

لتحديد سير اتجاه التفاعل نجد Q ونقارنه مع K_C :

$$Q=\frac{[ClF]^2}{[Cl_2][F_2]}$$

$$Q= \frac{(1.2)^2}{(0.2)(1)} = 7.2$$

يتجه التفاعل نحو النواتج لان KC اكبر من Q

ملاحظة : اذا ذكر في السؤال ماذا يحدث
لحالة الاتزان يعني طلب اين يتجه التفاعل

س(2-25) & وزاري 2018 دور ثاني : في وعاء مغلق حجمه لتر واحد يتفاعل غاز CO مع بخار الماء وتكون CO_2 و H_2 بدرجة حراره 700K ما تراكيز خليط الغازات عند وصولها الى حالة الاتزان اذا تم وضع مول واحد من كل المتفاعلات والنواتج علما ان ثابت الاتزان K_C يساوي 5.29 . ($\sqrt{5.29} = 2.3$)

اعطى تراكيز النواتج والمتفاعلات نجد Q :

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

$$Q=\frac{[H_2][CO_2]}{[CO][H_2O]} \rightarrow Q=\frac{(1)\times(1)}{(1)\times(1)}=1$$

K_C اكبر التفاعل يتجه نحو النواتج .

CO	+	$H_2O \rightleftharpoons$	CO_2	+	H_2
1		1	1		1
-X		-X	+X		+X
1-X		1-X	1+X		1+X

$$K_C = \frac{[H_2][CO_2]}{[CO][H_2O]} \rightarrow 5.29 = \frac{(1+X)^2}{(1-X)^2}$$ بالجذر

$$2.3 = \frac{1+X}{1-X} \rightarrow 1+X = 2.3- 2.3X$$

$$2.3X + X = 2.3-1 \rightarrow X=\frac{1.3}{3.3}=0.4M$$

$$M[CO] = [H_2O] = 1 - X \rightarrow 1 - 0.4 = 0.6$$

$$M[H_2] = [CO_2] = 1 + X \rightarrow 1 + 0.4 = 1.4$$

علمتني الكيمياء..

إن الفلور من أصغر العناصر في الجدول الدوري ولكنه

أنشطهم كيميائياً ! فلا تقلل من شأن احد مهما كان صغيراً .

تمرين (2-15) :- في اناء حجمه 2L سخن 1.4 mol من مزيج الغازات Br_2, H_2,HBr الى درجة حرارة معينة وصل التفاعل حالة الاتزان $H_{2(g)} + Br_{(2)(g)} \rightleftharpoons 2HBr_{(g)}$ فاذا علمت ان ثابت الاتزان لتكوين مول واحد من HBr من غازي H_2 , Br_2 بدلالة الضغوط الجزئية K_P يساوي 0.25 فما عدد مولات المواد الناتجة والمتبقية في الاناء عند الاتزان.

قيمة الثابت المعطاه K_P لمول واحد لذا نكتب معادلة تكوين مول واحد :-

$\frac{1}{2} H_2 + \frac{1}{2} Br_2 \rightleftharpoons HBr \quad K_P=0.25$

نجد K_C من K_P :-

$\Delta ng=1-1=0$

$K_c=k_p=0.25$

نلاحظ ان معادلة التفاعل ضغف معادلة التكوين

$Kc_2 = (k_{c_1})^2 = (0.25)^2 = 0.0625$

نجد حاصل التفاعل Q :

$M=\frac{n}{V}=\frac{1.4}{2}=0.7 mol/L$

$Q=\frac{[HBr]^2}{[H_2][Br_2]}$

$Q=\frac{(0.7)^2}{(0.7)^2}=1$

Q>من K_C التفاعل يتجه نحو المتفاعلات :

H_2	+	Br_2	$\rightleftharpoons$	2HBr
0.7		0.7		0.7
+X		+X		-2X
0.7+X		0.7+X		0.7-2X

$K_C=\frac{[HBr]^2}{[H_2][Br_2]}$

$0.0625=\frac{(0.7-2X)^2}{(0.7+X)^2}$ بالجذر

$0.25=\frac{0.7-2X}{0.7+X}$

$0.7-2X=0.175+0.25X$

$0.7-0.175=0.25X+2X$

$0.525=2.25X$

$X=\frac{0.525}{2.25}=0.233M$

وعليه التراكيز عند الاتزان

$[H_2]=[Br_2]=0.7+X$

$M\ [H_2]=[Br_2]=0.7+0.233=0.933$

$[HBr]=0.7-2X$

$=0.7-(2\times0.233)=0.234M$

وعليه عدد المولات :

$n_{H_2}=n_{Br_2}=M\times VL$

$=0.933\times2=1.866mol$

$n_{HBrr}=M\times VL$

$=0.234\times2=0.468mol$

تمرين (2-14) وزاري 2015) للتفاعل الغازي : $3H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$ K_C له يساوي 9.0 (1) هل ان مزيج مكون من 2mol من كل الغازات N_2 , NH_3 , H_2 في وعاء حجمه لتر يمثل حالة اتزان ولماذا ؟ (2) لو افترضنا ان المزيج غير متزن ما حجم الاناء اللازم لجعله متزنا ؟.

اعطى تراكيز للمواد الناتجة والمتفاعلة نستخرج Q ونقارن مع K_C

لان الحجم لتر واحد M = n

$$Q = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3[N_2]} \rightarrow Q = \frac{(2)^2}{(2)^3(2)} = 0.25$$

$K_C \neq Q$ غير متزن .

نجد الحجم ((V)) الذي يجعل التفاعل متزن :

$$M = \frac{n}{v} = \frac{2}{v} \ (H_2 , N_2 , NH_3)$$

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

$$9 = \frac{(\frac{2}{V})^2}{(\frac{2}{V})^3 \frac{2}{V}} \rightarrow 9 = \frac{1}{(\frac{2}{V})^2}$$

$$9 = \frac{1}{\frac{4}{V}} \rightarrow 9 = \frac{V^2}{4}$$

$V_2 = 36$ بالجذر

$V = 6 \ L$

ملاحظة : عند الاتزان Q يساوي KC لذلك في هذا السؤال Q يساوي KC ويساوي 9

س (وزاري 1996) في التفاعل الافتراضي الغازي $2A + B \rightleftharpoons 3C$ في اناء حجمه لتر واحد وضع 3mol من B ومولات مختلفة كل من C وA وعند وصول التفاعل حالة الاتزان وجد ان اناء التفاعل يحتوي 6 mol من C و A ما عدد مولات كل من C وA قبل بدء التفاعل علما ان K_C يساوي 1.5 للتفاعل .

اعطى تركيزB الابتدائي لذلك نجد تركيز B عند الاتزان لكي نعرف اتجاه سير التفاعل :

$$K_C = \frac{[C]^3}{[A]^2[B]} \rightarrow 1.5 = \frac{(6)^3}{(6)^2 \times [B]}$$

$$[B] = \frac{(6)^3}{(6)^2 \times 1.5} = 4mol$$

نلاحظ ان تركيز $[B]$ قد ازداد التفاعل يتجة نحو المتفاعلات

	2A	+	B	⇌	3C
	a		3		b
	+2X		+X		-3X
عند الاتزان	a+2X		3+X		b-3X
	6		4		6

$[B] = 3 + x = 4 \rightarrow x = 4 - 3 = 1$

$[A] = a + 2X = 6 \rightarrow a + 2 \times 1 = 6$

a=6-2=4mol

$[C] = b - 3x = 6 \rightarrow b - 3 \times 1 = 6$

b-3=6→b=6+3=9mol

نلاحظ ان $[C]$ قل عند الاتزان لان التفاعل بأتجاه المتفاعلات .

س(وزاري 2013,2015,2018) للتفاعل الغازي الباعث للحراره $2HI \rightleftharpoons H_2 + I_2$ وفي اناء تفاعل حجمه لتر واحد وضعت مولات متساوية من I_2 وH_2 وضعفهما من HI , فوجد ان حرارة الاناء ارتفعت لحين استتباب حالة الاتزان ووجد ان الاناء يحتوي 1mol من HI و2mol من I_2 وH_2 احسب :-
1)تراكيز مكونات مزيج التفاعل قبل بدء التفاعل .
2) K_C للتفاعل .

1- نلاحظ ان الحرارة قد ارتفعت من تلقاء نفسها بمجرد وضع مواد التفاعل اي ان التفاعل باعث اتجه نحو النواتج :

$$2HI_{(g)} \rightleftharpoons H_2 + I_{2(g)}$$

2Y	Y	Y
-2X	+X	+X
2Y-2X	Y+X	Y+X
1	2	2

عند الاتزان

هناك طريقتان لايجاد قيمة Y

الطريقه الاولى

من معطيات السؤال نحصل على معادلتين :-

$[H_2]= [I_2]= Y + X =2$ .....(1)

$[HI] =2Y - 2X=2$ .....(2)

نضرب في 2

$2Y+2X=4$

$2Y-2X=1$

$4Y=5 \rightarrow Y= \frac{5}{4} = 1.25$ M

الطريقه الثانية

نعوض قيمة X في المعادله

$Y+X=2$

$X=2-X$

$2Y-2X=1$

$2Y-2(2-Y)=1$

$2Y-4+2Y=1$

$4Y=5$

$Y= \frac{5}{4} = 1.25$ M

$[H_2]= [I_2]=Y = 1.25M$

$[HI]= 2Y=2\times1.25 =2.5$ M

(2) نجد K_C :

$$K_C= \frac{[H_2][I_2]}{[HI]^2} \rightarrow K_C= \frac{2\times2}{1} = 4$$

ملاحظة

لحل الاسئله التي ترتفع او تنخفض فيها درجة الحرارة بصوره تلقائيه او الأناء يتحكم بدرجة الحراره

خطوات الحل

التفاعل الباعث للحرارة	التفاعل الماص للحرارة
1- زيادة درجة الحرارة يتجه التفاعل نحو النواتج (باتجاه الطاقة). 2- نقصان درجة الحراره يتجه التفاعل نحو المتفاعلات (عكس الطاقة).	1- زيادة درجة الحرارة يتجه التفاعل نحو المتفاعلات (باتجاه الطاقة). 2- نقصان درجة الحراره يتجه التفاعل نحو النواتج (عكس الطاقة).

اسئله وزارية عن حاصل التفاعل

س1 وزاري 2007 :- وضع 0.2 mol من كل من A_2 و B_2 في اناء حجمه لتر مع كميه من AB وصل التفاعل حالة الاتزان $A_{2(g)} + B_{2(g)} \rightleftharpoons 2AB_{(g)}$ حيث وجد ان عدد مولات AB انخفض بمقدار 0.2mol فاذا علمت ان kc للتفاعل $2AB_{(g)} \rightleftharpoons A_{2(g)} + B_{2(g)}$ يساوي 0.25 ما عدد مولات AB التي وضعت في الاناء ؟

لان الحجم لتر واحد M=n

نجد kc للتفاعل الاول ، المعادله (2) هي معكوس المعادله الاولى وعليه

$$KC_1 = \frac{1}{KC_2}$$

$$KC = \frac{1}{0.25} = 4$$

التفاعل يتجه نحو المتاعلات لان ذكران كمية النواتج انخفضت عند الاتزان .

$A_{2(g)}$	+	$B_{2(g)}$	$\rightleftharpoons$	$2AB_{(g)}$
0.2		0.2		Y
+X		+X		-2X
0.2+X		0.2+X		Y-2x

$2X = 0.2$

$X = \frac{0.2}{2} = 0.1$ M

مولات AB بداية التفاعل

$[A_2] = [B_2] = 0.2 + X$

$[A_2] = [B_2] = 0.2 + 0.1 = 0.3$ M

$[AB] = Y - 2X$

$[AB] = Y - 2 \times 0.1$

$[AB] = Y - 0.2$

نطبق قانون KC لأيجاد Y

$$Kc = \frac{[AB]^2}{[A_2][B_2]}$$

بالجذر

$$4 = \frac{(Y-0.2)^2}{(0.3)^2}$$

$$2 = \frac{a-0.2}{0.3}$$

وعلية التراكيز عند الاتزان

$Y - 0.2 = 0.6$

$Y = 0.6 + 0.2$

$Y = 0.8$ mol

س2 وزاري 2016 : في التفاعل الافتراضي الغازي $2A + B \rightleftharpoons 3C$ في اناء حجمة لتر واحد وضع 4mol من A و 8mol من C مع كميه من B وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان الاناء يحتوي على 4mol من B احسب KC اذا علمت ان حاصل التفاعل يساوي 16 .

نجد مولات B بداية التفاعل
ونقارن مع B عند الاتزان

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

$$16 = \frac{(8)^3}{(4)^2 \times [B]}$$

$$[B] = \frac{(8)^3}{(4)^2 \times (16)} = 2$$

التركيز الابتدائي 2 = [B]
التركيز عند الاتزان 4 = [B]
كمية الماده [B] زاد عند الاتزان
التفاعل يتجه نحو المتفاعلات .

$2A$	+	B	$\rightleftharpoons$	$3C$
4		2		8
+2X		+X		-3X
4+2X		2+X		8-3X

تركيز B عند الاتزان يساوي 4
نجد قيمة X

$2+X=4$
$X=4-2 = 2M$

وعلية التراكيز عند الاتزان

$[A] = 4 + 2X$
$[A] = 4 + (2\times2) = 8M$
$[B] = 4M$
$[C] = 8 - 3X$
$[C] = 8 - (3\times2) = 2M$

نجد KC

$$Kc = \frac{[C]^3}{[A]^2\,[B]}$$

$$KC = \frac{(2)^3}{(8)^2 \times (4)}$$

$KC = 0.03$

اسئلة وزارية واجب عن حاصل التفاعل

س1 / 1994:- وضع 2mol من HCl في وعاء حجمه لتر وبدرجة حرارة معينة وعند وصول التفاعل حالة الاتزان وجد ان المتبقي من HCl يساوي 1mol للتفاعل :- $2HCl_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + Cl_{2(g)}$ احسب عدد مولات خليط الاتزان في وعاء اخر حجمه لتر والناتج من مزج 2mol من HCl, H_2, Cl_2 في نفس الدرجة .

الناتج : $([HCl]=3M , [H_2]= [Cl_2]=1.5M)$

س2/ في التفاعل الافتراضي الغازي الماص للحراره $A + B \rightleftharpoons 2C$ في اناء حجمه لتر واحد وضعت مولات متساويه من A و B واربعة اضعافها من C وعند وصول التفاعل حالة الاتزان وجد ان درجة الحرارة ارتفعت تلقائياً و وجد ان تركيز A و B يساوي 1mol وتركيز C يساوي 3mol جد 1- عدد مولات A و B و C بداية التفاعل. 2- Kc.

الناتج / 1- [A] = [B] = 0.8mol
[C] = 3.2mol
2- kc =9

س3 / للتفاعل الغازي الافتراضي $A_{2(g)}+B_{2(g)} \rightleftharpoons 2AB_{(g)}$ وفي اناء حجمه لتر واحد وضعت مولات متساوية من كل من AB وB_2 و5mol من A_2 وعند وصول حالة الاتزان وجد ان عدد مولات B_2 تساوي 3mol ومولات AB تساوي 9mol احسب عدد مولات AB وB_2 قبل التفاعل علما ان K_C تساوي 9 .

الناتج : $[AB]= [B_2]= 5mol$

س4/ التفاعل الغازي الاتي $H_2 + Br_2 \rightleftharpoons 2HBr$ في وعاء حجمه (2L) سخن (0.4mol) من كل الغازات H_2 و Br_2 و HBr الى درجه حراره معينه حتى وصل التفاعل حالة الاتزان احسب عدد مولات الخليط عند الاتزان اذا علمت ان ثابت تفكك مول واحد من HBr يساوي 0.5 .

الناتج : $nHBr=0.6mol$
$nH_2=nBr_2=0.3mol$

س5/ في التفاعل الغازي الباعث للحراره $H_2 + Cl_2 \rightleftharpoons 2HCl$ وضعت مولات متساويه من H_2 و Cl_2 و ثلاث اضعافها من HCl في اناء حجمه لتر وعند وصول التفاعل حالة الاتزان وجد ان درجة حرارة الاناء انخفضت وتركيز كل من H_2 و Cl_2 تساوي 2mol وتركيز HCl يساوي 1mol 1- جد عدد مولات H_2 و Cl_2 بداية التفاعل. 2- kc .

الناتج/ $[H_2] = [Cl_2] = 0.6 mol$

$[HCl] = 1.8 mol$

$Kc = 0.25$

العلاقة بين الطاقة الحرة ΔG وثابت الاتزان

للتفاعل الاتي : $2A+2B \rightleftharpoons 3C+4D$ حيث ترتبط الطاقة الحره القياسية ΔG^O مع الطاقة الحره غير القياسيه ΔG بالعلاقة التاليه:-

$$\Delta G=\Delta G^O+RTLn\frac{[C]^3[D]^4}{[A]^2[B]^2} \ldots\ldots (1)$$

حيث ان :

R← ثابت الغازات $R=8.314\ J/K.mol$

T← درجة الحراره بالكلفن $T_K=T_C+273$

حيث تصبح المعادله الاولى :

$$\Delta G=\Delta G^O+RTLnQ \ldots\ldots (2)$$

وعند حالة الاتزان تصبح الطاقة الحره ΔG تساوي صفر وان $K_{eq}=Q$ عند الاتزان حيث تصبح المعادله النهائية:

$$\Delta G^O=-RTLn\ K_{eq}$$

ملاحظات

1- نعرف هذا الموضوع اذا اعطى Keq وطلب ΔG^o او ΔH^o او ΔSr^o .

2- اذا اعطى ΔG^o او ΔH^o اوΔSr^o وطلب Keq .

3- اذا كان المجهول Keq نحول ΔG^o الى وحدة J/mol لان R بوحدة J/K.mol .

4- احفظ Ln1=0 و Ln10=2.3 و Ln100=4

5 – ΔG^o ألمستخدمه في هذا الموضوع هي ΔGr^o

مثال (13-2) اذا علمت ان ΔG^O للتفاعل التالي -104KJ/mol عند حراره $25C^O$ وضغط 1atm : $CCl_{4(g)}+H_{2(g)} \rightleftharpoons HCl_{(g)}+CHCl_3$ احسب ثابت الاتزان K_{eq} عند الظروف نفسها .
(($Ln1.7\times10^{18}=42$))

$T_K=25+273=298K.$ نحول درجة الحراره الى كلفن .

$\Delta G^O J/mol=-104\times1000$ نحول ΔG^O الى وحده الجول .

$\Delta G^O=-104000J/mol$

$\Delta G^O=-RTLn\ K_{eq}$

$-104000J/mol=-8.314J/K.mol\times298K\times LnK_{eq}$

$$LnK_{eq}=\frac{-104000J/mol}{-8.314J/K.mol\times298K}$$

$LnK_{eq}=42 \rightarrow LnK_{eq}=Ln1.7\times10^{18}$

$K_{eq}=1.7\times10^{18}$

س(2-28) وزاري 2018) وضح الفرق بين ΔG و ΔG^O واكتب العلاقة بينهما ومتى تكون ΔG تساوي ΔG^O اثبت ذلك حسابيا.

ΔG : مقدار التغير في الطاقة الحره في ظروف غير قياسيه.

ΔG^O : مقدار التغير في الطاقة الحره في ظروف قياسيه.

العلاقة بينهما :

$$(\Delta G=\Delta G^O+RTLnQ)$$

وتكون $\Delta G=\Delta G^O$ اذا كان $Q=1$ (($Ln1=0$))

$$\Delta G=\Delta G^O+RTLnQ$$
$$\Delta G=\Delta G^O+RTLn1$$
$$\Delta G=\Delta G^O+RT\times0$$
$$\Delta G=\Delta G^O$$

تمرين (2-10) احسب ثابت الاتزان K_P للتفاعل التالي عند $25C^O$ وضغط 1atm : $2H_2O_{(L)} \rightleftharpoons 2H_{2(g)}+O_{2(g)}$
اذاعلمت الطاقة الحره لتكوين الماء : $\Delta G^O_f\ (H_2O)=-237KJ/mol$ وهل يحدث هذا التفاعل تلقائيا في درجة $25C^O$. $(Ln8\times10^{-84}=-191.3)$

نجد ΔG^O اولا

$$\Delta G^O=\sum n\Delta Gf^o_{(p)}-\sum n\Delta Gf^O_{(R}$$
$$\Delta G^O=[(0)+(0)]-[(2\times-237)]$$
$$\Delta G^O=474KJ/mol.$$

نحولها الى وحده J

$$\Delta G^OJ/mol=474KJ/mol\times1000J/KJ$$
$$\Delta G^OJ/mol=474000J/mol$$
$$T_K=25+273=298K.$$
$$\Delta G^O=-RTLn\ K_P$$
$$474000=-8.314\times298\ Ln\ K_P$$
$$Ln\ K_P=\frac{474000J/mol}{-8.314J/K.mol\times298\,k}$$
$$Ln\ K_P=-191.3$$
$$Ln\ K_P=Ln8\times10^{-84}$$
$$K_P=8\times10^{-84}$$

هذه القيمة صغيره جدا يعني ان التفاعل لايحدث تلقائيا .

س(2-29) اذا علمت ان ثابت التأين الذاتي للماء عند درجة حراره $25C^O$ وضغط 1atm تساوي 1×10^{-14} احسب قيمة ΔG^O للتأين $H_2O_{(L)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)}+OH^-_{(aq)}$ علما ان :

$Ln10^{-14}=-32.24$

ملاحظة : لايجاد (Ln) 10 مرفوع الى اس عدد صحيح سالب او موجب اضرب 2.3× الأس .

$T_K=25+273=298K$

$\Delta G^O=-RTLn\ K_w$

$\Delta G^O=-8.314J/K.mol\times298k\times-32.24$

$\Delta G^O=79881\ J/mol$

س/ اضافي / ثابت الاتزان لتفاعل ماعند $25C^O$ يساوي 1×10^{-5} و ΔSr للتفاعل نفسه يساوي -0.5KJ/K.mol احسب ΔHr^O للتفاعل. ($Ln10^{-5}=-11.5$)

$T_K=25+273=298K$

$\Delta G^O=-RTLn\ K_{eq}$

$\Delta G^O=-8.314J/K.mol\times298K\times Ln10^{-5}$

$\Delta G^O=-8.314J/K.mol\times298K\times-11.5$

$\Delta G^O=28500\ J/mol$

نحول ΔG الى وحدة الKJ .

$\Delta G^O KJ/mol=\frac{28500J/mol}{1000J/KJ}=28.5KJ/mol$

باستخدام علاقة كبس نجد ΔHr.

$\Delta G^O_r=\Delta Hr^O-T\Delta Sr^O$

$28.5=\Delta Hr^O-(298\times-0.5)$

$28.5=\Delta Hr^O+149$

$28.5-194=\Delta Hr^O$

$\Delta Hr^O=-120.5KJ/mol.$

قاعدة لو شاتليه

موضوع الاتزان : مدى انحراف او انزياح الاتزان الكيميائي باتجاه تكوين المواد الناتجة او المتفاعلة لتفاعل كيميائي متزن .

قاعدة لوشاتليه : اذا اثر مؤثر خارجي مثل تغير التراكيز او الحجم او الضغط او درجة الحراره على تفاعل متزن فأن هذا التفاعل يتجه بالاتجاه الذي يقلل من تأثير ذلك المؤثر ليصل التفاعل الى حالة اتزان جديده .

- هذا المبدأ يشابه قانون نيوتن في الانظمة الميكانيكية والذي ينص :

((لكل فعل رد فعل مساو له بالقوه ومعاكس له بالاتجاه))

المؤثرات الخارجية التي تؤدي الى الاخلال بحالة الاتزان

اولاً : تأثير التغير في تراكيز المواد المتفاعلة او الناتجة على موضع الاتزان :

في تفاعل هابر لأنتاج الأمونيا : $3H_{2(g)}+N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$

س1:- ماذا يحدث عند اضافة مزيد من الهيدروجين والنتروجين ((مواد متفاعلة)).

عند اضافة زياده من H_2وN_2 فأن التفاعل ينزاح للأمام ((اي بأتجاه النواتج)) للتخلص من الزيادة الحاصلة في المتفاعلات .

س2:- ماذا يحدث عند سحب كميه من H_2 و N_2 ((مواد متفاعلة)).

التفاعل ينزاح بأتجاه المتفاعلات ((الخلفي)) لسد النقص الحاصل في المتفاعلات.

س3:- ماذا يحدث عند اضافة مزيد من الامونياNH_3 ((مواد ناتجة)).

التفاعل ينزاح بالاتجاه الخلفي بأتجاه المتفاعلات للتخلص من الزياده الحاصله في NH_3.

س4:- ماذا يحدث عند سحب كمية من الامونيا NH_3.

التفاعل ينزاح بالاتجاه الامامي ((النواتج)) لسد النقص الحاصل في النواتج

ملاحظات مهمة

1- عند الاضافة للمتفاعلات يتجه التفاعل نحو النواتج.
2- عند السحب من المتفاعلات يتجه التفاعل نحو المتفاعلات .
3- عند الاضافة للنواتج يتجه التفاعل نحو المتفاعلات .
4- عند السحب من النواتج يتجه التفاعل نحو النواتج .
5- الخلاصة : عند السحب يتجه التفاعل نفس اتجاه المسحوب منه , وعند الاضافة يتجه التفاعل عكس اتجاه المادة المضاف لها .
6- التغير في تراكيز المواد المتفاعلة والناتجة يؤثر للمواد الغازية فقط والمحاليل المائيه.

ثانياً : تأثير الضغط او حجم الاناء لتفاعل على موضع الاتزان :

للتفاعل الغازي التالي : $2SO_{2(g)}+O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$

يعتمد تأثير الضغط على عدد مولات الغازية للمتفاعلات والنواتج حيث في التفاعل اعلاه عدد مولات المتفاعلات ((3)) لذلك عند زياده الضغط يتجه التفاعل نحو النواتج لأنها الاقل عدد مولات وعند نقصان الضغط يتجه التفاعل نحو المتفاعلات لأنها الأكثر عدد مولات .

ملاحظات مهمة

1- زياده الضغط ((نقصان الحجم)) يتجه التفاعل نحو عدد المولات الغازيه الاقل .
2- نقصان الضغط ((زيادة الحجم)) يتجه التفاعل نحو عدد المولات الغازيه الاكبر .
3- اذا كانت عدد مولات الغازية للمتفاعلات تساوي عدد مولات الغازية للنواتج فأن الضغط والحجم لا يؤثران على حالة الاتزان .
4- اذا كانت قيمة Δng موجبة يعني عدد مولات الغازية للنواتج اكبر.
5- اذا كانت قيمة Δng قيمه سالبة يعني عدد مولات الغازية للمتفاعلات اكبر .
6- $\Delta ng=\sum n(P)-\sum n(R)$.

ثالثاً : تأثير درجة الحرارة :

لفهم درجة الحراره نقسم التفاعل الى :

أ) اذا كان التفاعل ماص للحراه $\Delta H=+$ او الحرارة في جهة المتفاعلات فأن :
1- زيادة درجة الحراره ينزاح للتفاعل نحو النواتج للتخلص من الزياده الحاصله في الحراره.
2- خفض درجة الحراره ينزاح التفاعل نحو المتفاعلات لسد النقص الحاصل في الحراره .

ب) اذا كان التفاعل باعث للحراره $\Delta H=-$ او الحرارة في جهة النواتج :
1- زيادة درجة الحراره ينزاح التفاعل نحو المتفاعلات للتخلص من الزياده الحاصله في الحراره.
2- خفض درجة الحراره ينزاح التفاعل نحو النواتج لسد النقص الحاصل في الحراره .

ملاحظات مهمة

1- اين ما تكون الحراره سواء كان التفاعل باعث ام ماص فأن الزياده في الحراره ترجح التفاعل الذي لايحوي الحرارة .
2- عند خفض الحرارة يتجه التفاعل بالأتجاه الذي يحوي الحرارة.
3- المصطلحات ((رفع - زياده – تسخين)) كلها تعني زيادة الحرارة.
4- المصطلحات ((خفض - نقصان – تبريد)) كلها تعني نقصان درجة الحرارة.

رابعاً : تأثير اضافة العامل المساعد :

علل : العامل المساعد لا يؤثر على موضع الاتزان ؟

لان العامل المساعد يزيد من سرعة التفاعل الأمامي والخلفي بنفس الدرجة حيث يتم الوصول الى حالة الاتزان بسرعة عالية بدون حدوث تغيرات في المواد الداخلة في التفاعل .

العوامل المؤثر على ثابت الاتزان K_{eq}

((ان كل من التركيز والضغط والحجم والعامل المساعد لا يؤثر على قيمة ثابت الاتزان K_{eq} لان ثابت الاتزان يتناسب تناسب طرديا مع تراكيز المواد الناتجة)) العامل الذي يؤثر على ثابت الاتزان فقط درجة الحراره .

ملاحظة : في درجة الحراره اذا اتجه التفاعل نحو النواتج تزداد قيمة K_{eq} سواء كان التفاعل باعث ام ماص .

حل الاسئلة المتعلقة بقاعدة لي شاتليه

النوع الاول

1- يعطي تفاعل ونوع التفاعل ماص او باعث .

2- يطلب ما تأثير العوامل التاليه (درجة الحراره و الضغط و التغير في التراكيز و العامل المساعد) على حالة الاتزان وثابت الاتزان.

مثال (2-15) : ما تأثير كل من العوامل التالية على حالة الاتزان وثابت الاتزان للتفاعل المتزن الاتي :

$N_2F_{4(g)} \rightleftharpoons 2NF_{2(g)} \quad \Delta H=38.5KJ/mol$

1- تسخين خليط الاتزان . 2- سحب N_2F_4 من خليط الاتزان.

3- خفظ الضغط . 4- اضافة العامل المساعد.

1- التفاعل ماص للحراره وعند التسخين ينزاح التفاعل نحو النواتج للتخلص من الحراره الزائده وتزداد قيمة ثابت الاتزان K_{eq}.

2- سحب كمية من N_2F_4 ينزاح التفاعل نحو المتفاعلات لسد النقص الحاصل في تركيز N_2F_4 ولا يتأثر ثابت الاتزان K_{eq} .

3- عند خفض الضغط ينزاح التفاعل نحو النواتج لأنها الأكثر عدد مولات غازية ولا يتأثر ثابت الاتزان K_{eq}.

4- العامل المساعد لا يؤثر على حالة الاتزان ولا على ثابت الاتزان K_{eq} .

س(2-5) / للتفاعل المتزن الغازي الباعث للحراره:- $2NO_2 \rightleftharpoons N_2O_4$ كيف تتغير حالة الاتزان ولماذا ؟ 1 - زياده الضغط . 2- رفع درجة الحراره . 3- سحب غاز N_2O_4.

1- بزيادة الضغط يتجه التفاعل نحو النواتج لأنها الاقل عدد مولات غازية .

2- التفاعل باعث للحرارة وعند رفع درجة الحراره يتجه التفاعل نحو المتفاعلات لتعويض النقص الحاصل في الطاقة .

3- عند سحب غاز N_2O_4 يتجه التفاعل نحو النواتج لتعويض النقص الحاصل في تركيز N_2O_4 .

س(2-6) / للتفاعل الغازي المتزن الاتي : $P_{Cl_{5(g)}} \rightleftharpoons PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)}$ انثالبي التفاعل تساوي 92.5KJ
ما تأثير كل من العوامل التالية على حالة الاتزان وثابت الاتزان .
1) خفض درجة الحراره 2) اضافة زيادة من Cl_2 3) سحب PCl_3 .
4) زيادة الضغط على خليط الاتزان .

1) التفاعل ماص للحراره سوف يتجه التفاعل نحو المتفاعلات وتقل قيمة K_{eq} .

2) اضافة زياده من Cl_2 يتجه التفاعل نحو المتفاعلات ولا يتأثر ثابت الاتزان K_{eq} .

3) سحب من PCl_3 سوف يتجه التفاعل نحو النواتج ولا يتأثر ثابت الاتزان K_{eq}.

4) زياده الضغط يتجه التفاعل نحو عدد مولات الاقل اي المتفاعلات ولا يتأثر ثابت الاتزان K_{eq} .

س(2-9) / للتفاعل المتزن الباعث للحراره : $2PbS_{(s)}+3O_{2(g)}\rightleftharpoons 2PbO_{(s)}+2SO_{2(g)}$
وضح تأثير كل من العوامل التاليه على حالة الاتزان وثابت الاتزان. 1) خفض الضغط. 2) تبريد اناء التفاعل

1- عند خفض الضغط يتجه التفاعل نحو المتفاعلات لانها الاكثر عدد مولات غازية وثابت الاتزان لا يتأثر
2- التفاعل باعث للحراره وعند التبريد يتجه التفاعل نحو النواتج لتعويض الناقص الحاصل في الحراره وقيمه ثابت الاتزان تزداد.

ملاحظة : عند سحب اواضافة او تأثيرالضغط في المواد الصلبة لايؤثرعلى موضع الاتزان وثابت الاتزان .

س(2-8) هل يؤدي دائما رفع درجة حراره اي تفاعل في حالة اتزان الى زيادة في تراكيز النواتج ولماذا ؟

كلا ليس كل التفاعلات تؤدي الى زيادة تراكيز النواتج عند رفع درجة الحراره, التفاعلات الماصه فقط هي التي ترجح التفاعل الامامي عند رفع درجة الحراره , اما الباعثه ترجح التفاعل الخلفي .

النوع الثاني

1- يعطي تفاعل ونوع التفاعل باعث او ماص. 2- يطلب عدد من الاجراءات لزيادة او خفض انتاج ماده .

خطوات الحل :

1- اذا كانت الماده التي يطلب زيادة انتاجها في جهة النواتج نذكر اجراءات تجعل التفاعل يتجه نحو النواتج.

2- اذا كانت الماده التي يطلب زيادة انتاجها في جهة المتفاعلات نذكر اجراءات تجعل التفاعل يتجه نحوالمتفاعلات

3- اذا طلب خفض انتاج ماده نجعل التفاعل يتجه عكس اتجاه هذه الماده .

تمرين (2-12) مزيج الغازات ((C_2H_6,H_2,C_2H_4)) الموضوعة في وعاء مغلق عند $25C^o$ الى حالة الاتزان كما في التفاعل : $C_2H_4+H_2\rightleftharpoons C_2H_6+137KJ/mol$ صف عدد من الاجراءات التي تؤدي الى رفع كمية C_2H_6 الناتجة .

1- زيادة تراكيز المواد المتفاعلة .

2- سحب غاز C_2H_6 بأستمرار.

3- زيادة الضغط .

4- تبريد التفاعل .

4- نقصان الحجم .

س(2-23) صف اربع اجراءات تؤدي لرفع المنتوج للتفاعل الغازي المتزن الباعث للحراره :
$N_{2(g)}+3H_{2(g)}\rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$

1- خفض درجة الحراره .
2- زيادة تراكيز المواد المتفاعله.
3- زيادة الضغط.
4- سحب غاز NH_3 بأستمرار.

النوع الثالث

اولاً :

1- يعطي تفاعل ونوع التفاعل.

2- يعطي الثابت عند درجة حراره اولى .

3- يطلب بين هل قيمة الثابت زادت ام قلت عند درجة حراره ثانياً .

خطوات الحل :

1) نوحد وحدات درجة الحراره .

2) في التفاعل الماص بزيادة الحراره يزداد الثابت وبنقصان الحرارة يقل الثاب (علاقه طرديه بين الثابت و درجة الحرارة).

3) في التفاعل الباعث بزيادة درجة الحراره يقل الثابت وبنقصان الحراره يزداد الثابت (علاقه عكسيه بين الثابت ودرجة الحراره).

مثال (2-14) للتفاعل المتزن الاتي : $2Hg_{(L)}+O_{2(g)} \rightleftharpoons 2HgO_{(s)}$ ΔH للتفاعل تساوي 181KJ- عند درجة حراره 298K وKp للتفاعل يساوي 3.2×10^{20} بين هل قيمة K_P عند500K اكبر ام اقل من قيمتها عند 298K للتفاعل نفسه.

تقل قيمة K_P عند 500K لأن التفاعل باعث للحراره وعند زيادة درجة الحراره الى 500K يتجه التفاعل نحو المتفاعلات فتقل قيمة K_Pعند 500K اقل من K_Pعند 298K.

تمرين (2-11) للتفاعل المتزن الأتي : $2BrF_5 \rightleftharpoons Br_2+5F_2$ ΔH للتفاعل تساوي 858KJ عند حراره 1000K وK_P للتفاعل تساوي 7.4×10^{-16} بين هل قيمة K_P عند 1500K للتفاعل اكبر ام اقل من قيمتها عند 1000K للتفاعل نفسه.

تزاد قيمة K_P عند 1500K لأن التفاعل ماص للحراره وعند زيادة درجة الحراره الى 1500K يتجه التفاعل نحو النواتج فتزداد قيمة K_P لذلك K_P عند 1500K اكبر من K_P عند 1000K.

ثانياً : 1- يعطى درجتي حرارة . 2- يطلب بين هل التفاعل ماص ام باعث للحرارة .

خطوات الحل :

1- نوحد وحدات درجتي الحراره. 2- نجد الثابت عند درجة حراره اولى.
3- نجد الثابت عند درجة حراره ثانيه. 4- اذا ارتفعت الحراره وإزداد الثابت التفاعل ماص للحراره.
5- اذا ارتفعت الحراره وقل الثابت التفاعل باعث للحراره.

الخلاصة

في التفاعل الماص العلاقه طرديه بين الثابت ودرجة الحراره, وفي التفاعل الباعث للحراره العلاقه عكسيه بين الثابت ودرجة الحرارة .

س(2-27) التفاعل المتزن الاتي : $2SO_{3(g)} \rightleftharpoons 2SO_{2(g)}+O_{2(g)}$ وجد ان خليط الاتزان بدرجة حراره $25C^{O}$ يحتوي على $[SO_2]=0.08mol/L$ و $[O_2]=0.01mol/L$ و $[SO_3]=0.002mol/L$.وعند تبريد التفاعل الى $10c^{o}$ وجد ان K_C للتفاعل يساوي 4 بين هل التفاعل باعث ام ماص للحراره .

نجد K_C عند $25C^{O}$:

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

$$K_C=\frac{(0.08)^2(0.01)}{(0.002)^2}=16$$

وعند $(10C^{O})$ $K_C=4$ لذلك التفاعل ماص للحراره لانه قلت قيمة K_C بأنخفاض درجة الحراره لان التفاعل اتجه نحو المتفاعلات .

س(اضافي) للتفاعل المتزن $A \rightleftharpoons 2B$ كانت تراكيز الاتزان كما في تجارب الجدول التالي احسب K_C للتفاعل بدرجات حراره مختلفة ثم بين التفاعل ماص ام باعث للحراره .

C^{O}/درجة الحراره	[B] mol/L	[A] mol/L
127	0.8	0.01
227	0.7	0.1

نجد قيمة K_C عند درجة حراره $127C^{o}$

$$K_C=\frac{[B]^2}{[A]} \rightarrow K_C=\frac{(0.8)^2}{(0.01)}=64$$

نجد قيمة K_C عند درجة حراره $227C^{o}$

$$K_C=\frac{[B]^2}{[A]} \rightarrow K_C=\frac{(0.7)^2}{(0.1)}=4$$

نلاحظ ان قيمة ثابت الاتزان تقل كلما زادت درجة الحراره اذا التفاعل باعث للحراره .

س/ في اناء مغلق حجمه لتر واحد اجري التفاعل الاتي : $H_{2(g)}+I_2 \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$ عند $490C^o$ كان ثابت سرعة التفاعل الامامي kf=0.6256 وثابت سرعة التفاعل الخلفي Kb=0.0136 وان ثابت الاتزان للتفاعل بدرجة 872k يساوي 59 كيف يتأثر عدد مولات HI عند الاتزان بما يلي من اجراءات :
أ) اضافة مزيد من H_2. ب) انخفاض درجة الحراره. ج - ازاحة بعض من I_2 .

أ) اضافة مزيد من H_2 يتجه التفاعل نحو النواتج وبذلك تزداد عدد مولات HI.

ب) يجب معرفة التفاعل ماص ام باعث اولا :

نجد K_{eq} عند $490\ C^O$:

$TK=490+273=763K$

$$K_{eq}=\frac{K_f}{K_P}=\frac{0.6256}{0.0136}=46$$

التفاعل ماص للحراره لانه عند درجة حراره 872K الثابت يساوي 59 وعند حراره 763K الثابت يساوي 46 اي انه بأرتفاع درجة الحراره زادت قيمة الثابت لأن التفاعل ماص للحراره واتجه نحو النواتج .

في التفاعلات الماصة للحراره عند انخفاض درجة الحراره يتجه التفاعل نحو المتفاعلات وبذلك تقل عدد مولات HI.

ج) ازاحة بعض من I_2 يتجه التفاعل نحو المتفاعلات وتقل مولات HI.

اسئلة وزارية

س2013/1) ما تأثير ((تقليص الحجم , زيادة درجة الحراره)) على حالة الاتزان وثابت الاتزان لتفاعل غازي باعث للحراره وان $\Delta ng=-1$ حسب قاعدة لو شاتليه.

1) بما ان $\Delta ng=-1$ اذن عدد مولات المتفاعلات اكبر عند تقليص الحجم يتجه التفاعل نحو النواتج لأنها الاقل عدد مولات .

2) التفاعل باعث للحراره وعند زيادة درجة الحراره يتجه التفاعل نحو المتفاعلات وثابت الاتزان يقل.

س2015/2) في التفاعل الافتراضي المتزن $A_{(g)} \rightleftharpoons B_{(g)}$ لا يؤثر الضغط على حالة الاتزان .

لأن $\Delta ng=0$ حيث عدد مولات المتفاعلات تساوي عدد مولات النواتج .

اسئلة وزارية واجب

س1:- زيادة الضغط على خليط متوازن $\Delta ng= +1$ فأن الاتزان ينزاح بأتجاه المتفاعلات .

س2:- ما تأثير كل من العوامل التاليه على حالة الاتزان وثابت الاتزان للتفاعل المتزن :- $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$ $\Delta H=+$ 1- تسخين خليط التفاعل . , 2- زيادة الضغط .

س3:- للتفاعل المتزن التالي :- $2SO_{2(g)}+O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$ انثالبي التفاعل يساوي 198.2KJ- ماذا يحدث لتراكيز SO_3, O_2, SO_2 عند الاتزان بعد :- 1- زيادة درجة الحراره . , 2- تقليل الضغط المسلط على التفاعل .
3- زيادة تركيز SO_2 في خليط الاتزان . 4- اضافة عامل مساعد .

س4:- للتفاعل الأتي الماص للحراره :- $CaCO_{3(g)} \rightleftharpoons CO_{2(g)} + CaO_{(s)}$ ماذا يحدث للتفاعل المتزن عند :-
1- تقليل حجم الاناء . , 2- اضافة مزيد من CaO لخليط الاتزان .
3- سحب جزء من $CaCO_3$. , 4- اضافة مزيد من CO_2 الى خليط الاتزان .

س5:- للتفاعل $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$ ثابت الاتزان K_C لهذا التفاعل يساوي 6×10^{-3} عند درجة حراره 298K ولكنه يساوي 1.5×10^{-2} عند درجة حراره $35C^O$ هل تفكك N_2O_4 باعث ام ماص للحراره.
الجواب/ التفاعل ماص للحراره .

س6:- صف عدد من الاجراءات التي تؤدي الى رفع تركيز C_2H_4 للتفاعل الغازي الباعث للحراره :-
$C_2H_{4(g)}+H_{2(g)} \rightleftharpoons C_2H_{6(g)}$

س7:- للتفاعل الغازي $A_2+B_2 \rightleftharpoons 2AB$ وضع 0.06mol من A_2 و B_2 في اناء حجمه لتر بدرجة حراره $600c^o$ وعند وصول التفاعل حالة الاتزان وجد ان الاناء يحوي 0.06mol من AB , وفي اناء اخر حجمه 2L وضع 0.24mol من A_2 و B_2 بدرجة حراره 723K وعند الوصول الى حالة الاتزان وجد ان الاناء يحتوي 0.08mol من A_2 و B_2 هل التفاعل ماص ام باعث للحراره .
الناتج:- التفاعل باعث للحراره.

س8 :- التفاعل الانعكاسي $A_{(g)} \rightleftharpoons 2B_{(g)}$ من خلال جدول تراكيز الاتزان التالي احسب kc و kp للتفاعل بدرجات الحراره المختلفه ثم بين هل التفاعل ماص ام باعث

	A(mol/L)	B(mol/L)	درجة الحراره C^o
1	0.0125	0.843	200
2	0.171	0.764	300
3	0.250	0.724	400

حل اسئلة الفصل الثاني

س(2-1) املأ الفراغات في الجمل التالية بما يناسبها

1- في التفاعل المتزن الاتي : $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)} + 92KJ$ فأن خفض درجة الحرارة يؤدي الى زيادة تركيز المواد **الناتجة** .

2- اذا كانت قيمة ثابت الاتزان K_C لنظام متزن عند $500C^o$ تساوي 2×10^{-15} وقيمته عند $200C^o$ تساوي 4×10^{-12} فأن ذلك يدل على ان التفاعل **باعث** للحرارة.

3- في التفاعل المتزن الاتي : $CO_{2(g)}+2H_{2(g)} \rightleftharpoons CH_3OH_{(g)} + 127KJ$ عندما يضاف الهيدروجين الى هذا النظام المتزن فأن حرارة التفاعل **ترتفع** .

4- في التفاعلات الانعكاسية الباعثة للحراره يزاح موضع الاتزان نحو تكوين المواد المتفاعلة عند **زيادة** درجة الحرارة.

5- في التفاعل المتزن : $CO_{2(g)} + C_{(s)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)}$ فأن **خفض** الضغط يزيد من استهلاك غاز CO_2.

6- في التفاعل المتزن :- $N_2+O_2+180KJ \rightleftharpoons 2NO$ فأن رفع درجة الحرارة لأناء التفاعل يعمل على **زيادة** قيمة K_C للتفاعل .

7- التغير **بالضغط** لا يؤثر على حالة الاتزان للتفاعل المتزن الاتي :- $N_{2(g)}+O_{2(g)}+180kJ \rightleftharpoons 2NO_{(g)}$

8- للتفاعل المتزن : **طاقة** + $Cl_{2(g)}+H_{2(g)} \rightleftharpoons 2HCl_{(g)}$ يمكن زيادة تركيز HCl الناتج عند **خفض** حرارة التفاعل.

9- في التفاعل المتزن $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$ وبدرجة حرارة معينة اذا كانت قيمة Kp للتفاعل =3 والضغط الجزئي لغاز NO_2 يساوي 3atm فأن الضغط الجزئي N_2O_4 يساوي **3atm** .

10- في التفاعل المتزن الاتي :- $4NH_{3(g)} + 3O_{2(g)} \rightleftharpoons 2N_{2(g)}+6H_2O_{(g)}$ بدرجة حرارة معينة وجد K_C للتفاعل يساوي 1×10^{28} فهذا يدل على ان موضع الاتزان يقع في اتجاه تكوين **النواتج** .

11- عندما تكون Kp اصغر من Kcفأن مجموع عدد مولات المواد المتفاعلة **أكبر** من مجموع عدد مولات المواد الناتجة .

12- **احيائي فقط** / اذا كان حاصل التفاعل عند نقطة معينة من التفاعل اصغر من ثابت الاتزان Kc للتفاعل فأن التفاعل يتجه نحو المواد **الناتجة** .

13- عند زيادة الضغط الكلي على حالة الاتزان فيه عدد المولات للغازات المتفاعلة اصغر من عدد مولات الغازات الناتجة فأن موضع الاتزان ينحرف بأتجاه **المتفاعلات** .

14- العلاقة بين ثابت الاتزان K_C وتراكيز النواتج علاقة **طردية** .

15- احيائي فقط / عند تقليل الضغط في خليط متزن (($\Delta ng=-1$)) فالتفاعل ينزاح نحو المتفاعلات وثابت الاتزان kc لا يتأثر .

16- تفاعل متزن ثابت اتزانه kc=4 فعند سحب النواتج من خليط الاتزان فأن ثابت الاتزان لايتأثر.

17- احيائي فقط / عندما $\Delta ng=$ صفر لا يكون للضغط المسلط على التفاعل الغازي تأثير في حالة الاتزان .

18- يترجح التفاعل الخلفي لتفاعل متزن ماص للحرارة عند تبريد اناء التفاعل .

19- في التفاعلات الماصة للحرارة والتي هي في حالة اتزان ديناميكي تزداد تراكيز المواد الناتجه عند زيادة درجة الحراره .

20- احيائي فقط / في تفاعل متزن وجد ان $k_c = \frac{K_P}{RT}$ مما يدل على ان مجموع مولات المواد الغازية الناتجة في هذا التفاعل اكبر من مجموع مولات المواد الغازية المتفاعلة .

س(2-2) اختر الجواب الصحيح :

1-: ثابت الاتزان kc للتفاعل المتزن $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$ عند درجة حرارة $727C^o$ تبلغ 4.17×10^{-2} فأن اتجاه التفاعل عند خليط 0.4M من SO_3 و 0.1M من O_2 و0.02M من SO_2 تكون

الجواب // أ- بأتجاة المواد المتفاعلة .

2- التفاعل المتزن $CaCO_{3(S)} \rightleftharpoons CO_{2(g)} + CaO_{(S)}$ يتم في وعاء مغلق فأن كمية $CaCO_3$ تزداد عندما :

الجواب // ب - يزداد الضغط الكلي .

3- التفاعل المتزن $I_{2(g)} + F_{2(g)} \rightleftharpoons 2IF_{(g)}$ ثابت الاتزان kp يساوي 1×10^6 بدرجة حراره 200k فاذا كان الضغط الجزئي عند الاتزان 0.2atm لغاز IF و 4×10^{-3}atm فان الضغط الجزئي I_2 يساوي :

الجواب // جـ - 1×10^5atm .

4-: اذا كانت قيمة Kc للتفاعل : $Li_{(g)} + \frac{1}{2} I_{2(g)} \rightleftharpoons LiI_{(g)}$ عند 300k تساوي 640.3 فان قيمةKc للتفاعل $2LiI_{(g)} \rightleftharpoons 2Li_{(g)} + I_{2(g)}$ عند درجة الحراره نفسها :

الجواب // د – كل الاجابات السابقه خاطئه .

5- : عند اضافة محلول NaOH الى المزيج في السؤال السابق فأننا نتوقع ان يحدث.

الجواب // ب – نقص في تركيز $Cr_2O_7^{-2}$.

7- للتفاعل المتزن : $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)} + 92KJ$ قيمة Kp للتفاعل عند 25C° تساوي 5.5×10^{-5} لذا فأن قيمة Kc للتفاعل تساوي.

الجواب // جـ - 0.03 .

8- للتفاعل المتزن : $Br_{2(g)} \rightleftharpoons 2Br_{(aq)}$ قيمة kp عند الاتزان 2558.4 بدرجة حراره 4000k وقيمة Kf للتفاعل بدلالة التراكيز المولاريه تساوي 1.56 فأن قيمة k تساوي .

الجواب // أ – 0.2

9-:للتفاعل المتزن : $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$ ثابت اتزان kp يساوي 2 فأن التفاعل يتجه نحو النواتج عند ما تكون التراكيز للمواد الناتجه والمتفاعله بوحدات mol/L هي الاتي .

الجواب / د- جميع الاجابات السابقة خاطئه.

س(2-3) / علل ما يأتي : (وزاريات)

1-:زيادة حجم اناء التفاعل لتفاعل غازي $\Delta ng(p)<\Delta ng(R)$ يؤدي الى خفض المنتوج.
الجواب / لان التفاعل يتجه نحو عدد مولات الغازية الاكبر والتي هي مولات المواد المتفاعلة وبالتالي يقل المنتوج

2- في التفاعل المتزن :- طاقة+$A_{(g)} \rightleftharpoons B_{(g)}$ لاتتغير حرارة التفاعل عند زيادة الضغط .
الجواب/لان عدد مولات المواد المتفاعلة تساوي عدد مولات الموات الناتجة .

3- قيمة ثابت الاتزان للتفاعلات غير الانعكاسية تكون كبيرة جدا .
الجواب / وذلك لان المواد المتفاعلة تستهلك لتكوين مواد ناتجة حيث ان تركيز الماده المتفاعلة يساوي صفر وتكون كمية الناتج كبيره وبالتالي قيمة ثابت الاتزان كبيره .

4-: ترتفع درجة حرارة تفاعل ماص للحرارة عند Q=1 و K_C=0.3 .
الجواب/لان قيمة Qاكبر من قيمة K_C مما يرجح التفاعل الخلفي وتزداد درجة حرارة التفاعل الماص .

5- يعد التفاعل باعث للحرارة اذا انخفضت قيمة K_Cللتفاعل عند زيادة درجة حرارة التفاعل .
الجواب/ لان زيادة درجة حرارة التفاعل الباعث ترجح التفاعل الخلفي للتخلص من الحرارة الفائضة حيث تقل قيمة K_C كلما اتجه التفاعل نحو المتفاعلات

6- قيمةK_C تزداد عند رفع درجة حرارة التفاعل في حالة التفاعلات الماصة للحرارة .
الجواب/ لان ارتفاع حرارة التفاعلات الماصة للحراره يتجه التفاعل نحو النواتج للتخلص من الحراره الزائده حيث تزداد قيمة K_C كلما كان التفاعل امامي .

7- احيائي فقط : زيادة الضغط على خليط متوازن (($\Delta ng=+1$)) فأن الاتزان ينزاح بأتجاه المتفاعلات .
الجواب / لأن قيمة $\Delta ng=+$ يعني عدد مولات النواتج اكبر من عدد مولات المتفاعلات وزيادة الضغط يرجح التفاعل بأتجاه المولات الاقل اي المتفاعلات .

8- تتوقف بعض التفاعلات تماما بينما تظهر تفاعلات اخرى كأنها متوقفة .

الجواب / التفاعلات التي تتوقف تفاعلات تامة يحدث فيها استهلاك تام للمواد المتفاعلة بينما التي تظهر وكأنها متوقفة فهي تفاعلات تستمر بأتجاهين وصلت الى حالة الاتزان .

9- في التفاعل المتزن الاتي :- $SO_{2(g)}+Cl_{2(g)} \rightleftharpoons SO_2Cl_{2(g)}$ + طاقة **ترتفع حرارة التفاعل عند اضافة** SO_2 **الى الخليط .**

الجواب / لان عند اضافة SO_2 **الى خليط الاتزان يترجح التفاعل الخلفي حيث تزداد حرارة التفاعل الماص كلما كان التفاعل بأتجاه المتفاعلات .**

خلاصة الفصل الثاني

يقسم التفاعل الكيميائي الى
- تفاعل متجانس
- تفاعل غير متجانس
- تفاعل من حيث سير التفاعل يقسم الى
  - تفاعل تام (غير انعكاسي)
  - تفاعل غير تام (انعكاسي)

ثابت الاتزان Keq
- قانون $Keq = \frac{kf}{kb}$
- انواعه
  - ثابت الاتزان بدلالة التراكيز المولاريه kc.
  - ثابت الاتزان بدلالة الضغوط kp.
- اهمية
  - تحديد اتجاه التفاعل.
  - العلاقة بين ثابت الاتزان وكتابة المعادله.
    - عند قلب المعادله البسط يصبح مقام
    - عند ضرب المعادله (2) نرفع الأس (2)
    - عند قسمة المعادله نجذر قيمة الثابت

مراحل الفرضية

اولاً : قبل التفاعل نعرفها من الكلمات (وضع – خليط – مزج – سخن – ادخل – قبل التفكك – تفاعل)

ثانياً : المتغير (X)
- في المتفاعلات (استهلك – تفكك – تحلل – نقص بمقدار)
- النواتج (ازداد بمقدار – مقدار الزياده)

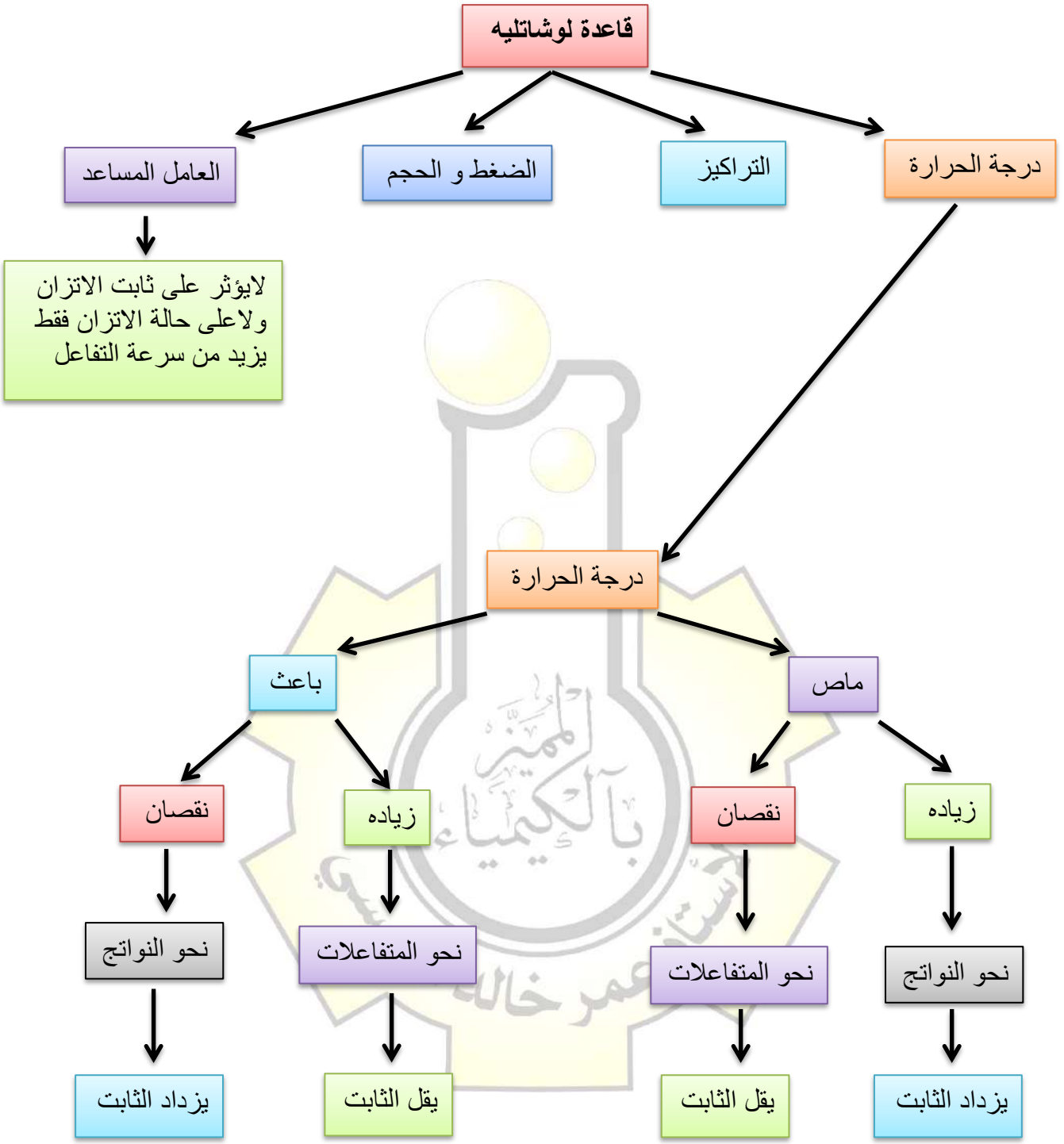
ثالثاً : عند الاتـــــزان
- المتفاعلات (وجد ان المتبقي او ما تبقى في الأناء)
- النواتج (وجد ان المتكون – ماتكون – مانتج)

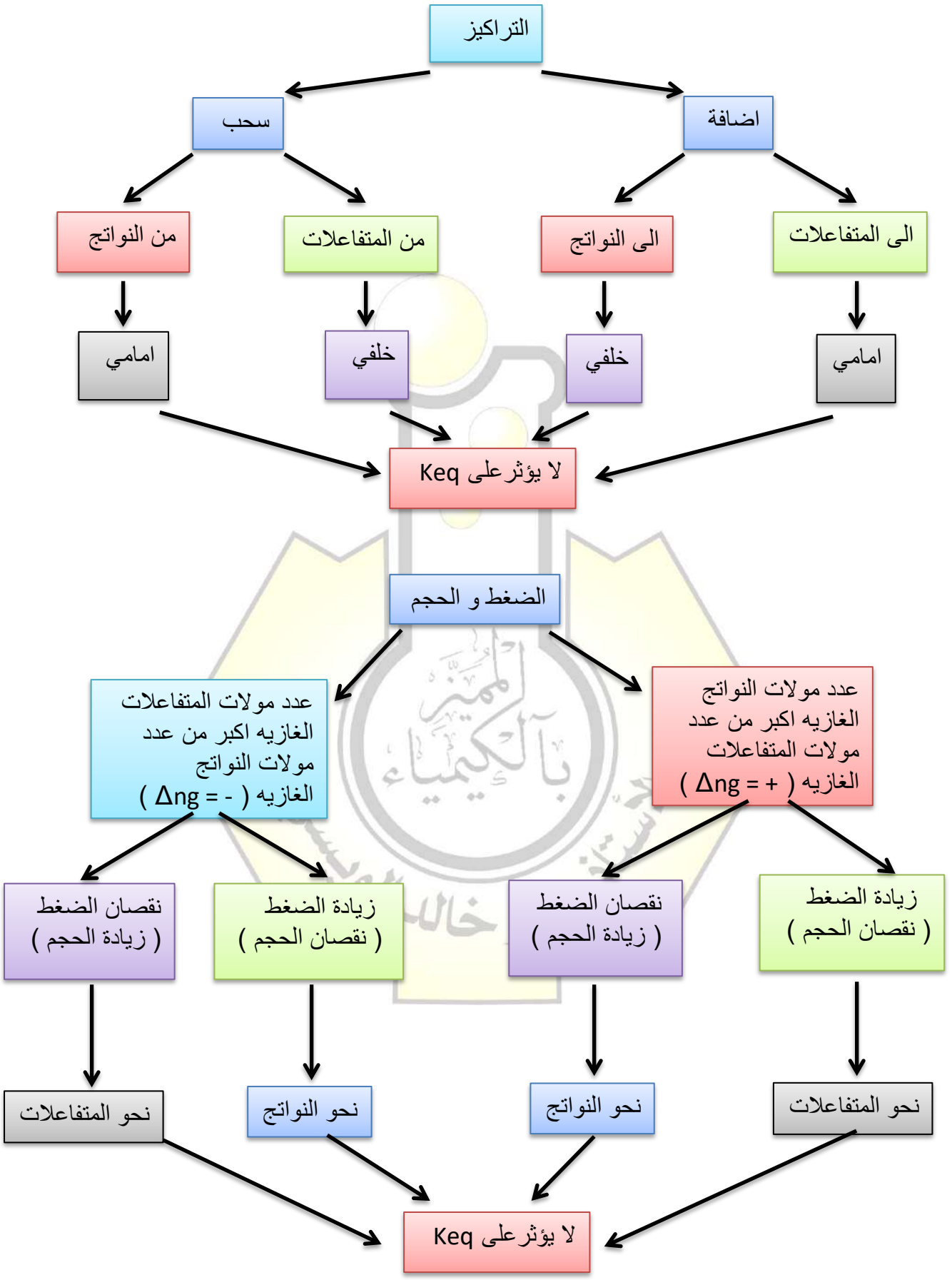
حاصل التفاعل Q :

1- Kc < Q التفاعل نحو المتفاعلات .
2- Kc > Q التفاعل نحو النواتج .
3- Kc = Q التفاعل متزن

العلاقة بين keq و ΔG^o

$\Delta G^o = \Delta G^o + RTLn_Q$
$\Delta G^o = - RTLn_Q$ Keq
R = 8.314 J/K.mol


قاعدة لوشاتليه
العامل المساعد
الضغط و الحجم
التراكيز
درجة الحرارة
لايؤثر على ثابت الاتزان
ولاعلى حالة الاتزان فقط
يزيد من سرعة التفاعل
درجة الحرارة
باعث
ماص
نقصان
زياده
نقصان
زياده
نحو النواتج
نحو المتفاعلات
نحو المتفاعلات
نحو النواتج
يزداد الثابت
يقل الثابت
يقل الثابت
يزداد الثابت


التراكيز
سحب
اضافة
من النواتج
من المتفاعلات
الى النواتج
الى المتفاعلات
امامي
خلفي
خلفي
امامي
لا يؤثرعلى Keq
الضغط و الحجم
عدد مولات المتفاعلات الغازيه اكبر من عدد مولات النواتج الغازيه (Δng = -)
عدد مولات النواتج الغازيه اكبر من عدد مولات المتفاعلات الغازيه (Δng = +)
نقصان الضغط (زيادة الحجم)
زيادة الضغط (نقصان الحجم)
نقصان الضغط (زيادة الحجم)
زيادة الضغط (نقصان الحجم)
نحو المتفاعلات
نحو النواتج
نحو النواتج
نحو المتفاعلات
لا يؤثرعلى Keq

المتميز بالكيمياء
الأستاذ عمر خالد الويسي

الفصل الثالث

الإتزان الأيوني

المواد الالكتروليتية والمواد الغير الالكتروليتية

المحلول المائي : هو مزيج متجانس ناتج من ذوبان مادة مذابة في المذيب (الماء) .

تقسم المحاليل الى نوعين :

1- المواد الالكتروليتية : هي المواد التي يمكن لمحاليلها المائية القابليه على التوصيل الكهربائي مثل كلوريد الصوديوم .

2- المواد غير الالكتروليتية : هي المواد التي لايمكن لمحاليلها المائية القابلية على التوصيل الكهربائي مثل السكروز .

ما هي أهم السمات المميزة للألكتروليتات

1- قابليتها على ايصال التيار الكهربائي في حالاتها المنصهره اوعندما تكون على شكل محلول في مذيب مستقطب .
2- تكون محصلة الشحنة الكهربائية لمحاليل الالكتروليتات مساويه للصفر اي ان محاليلها تكون متعادلة كهربائيا .
3- عند ذوبان الالكتروليتات في مذيب مستقطب كالماء فأن محلولها سوف يتضمن ايونات موجبة وايونات سالبة .
4- تعتمد قابلية المحلول الألكتروليتي للتوصيل الكهربائي على طبيعة الايونات المكونه له وعلى تركيز الايونات اضافة الى درجة حرارة المحلول.

أصناف الالكتروليتات

1- الالكتروليتات القوية : وهي المواد التي تكون محاليلها المائية عالية التوصيل الكهربائي (علل) بسبب تفككها التام في محاليلها المائيه مثل حامض الهيدروكلوريك HCl.

- بشكل عام هناك ثلاث أنواع من الالكتروليتات القوية
1- الحوامض القوية 2- القواعد القوية 3- معظم الاملاح الذائبة في الماء

2- الالكتروليتات الضعيفة : وهي المواد التي تكون محاليلها المائية ضعيفة التوصيل الكهربائي (علل) بسبب تفككها الجزئي في محاليلها المائية مثل حامض الخليك و الأمونيا .

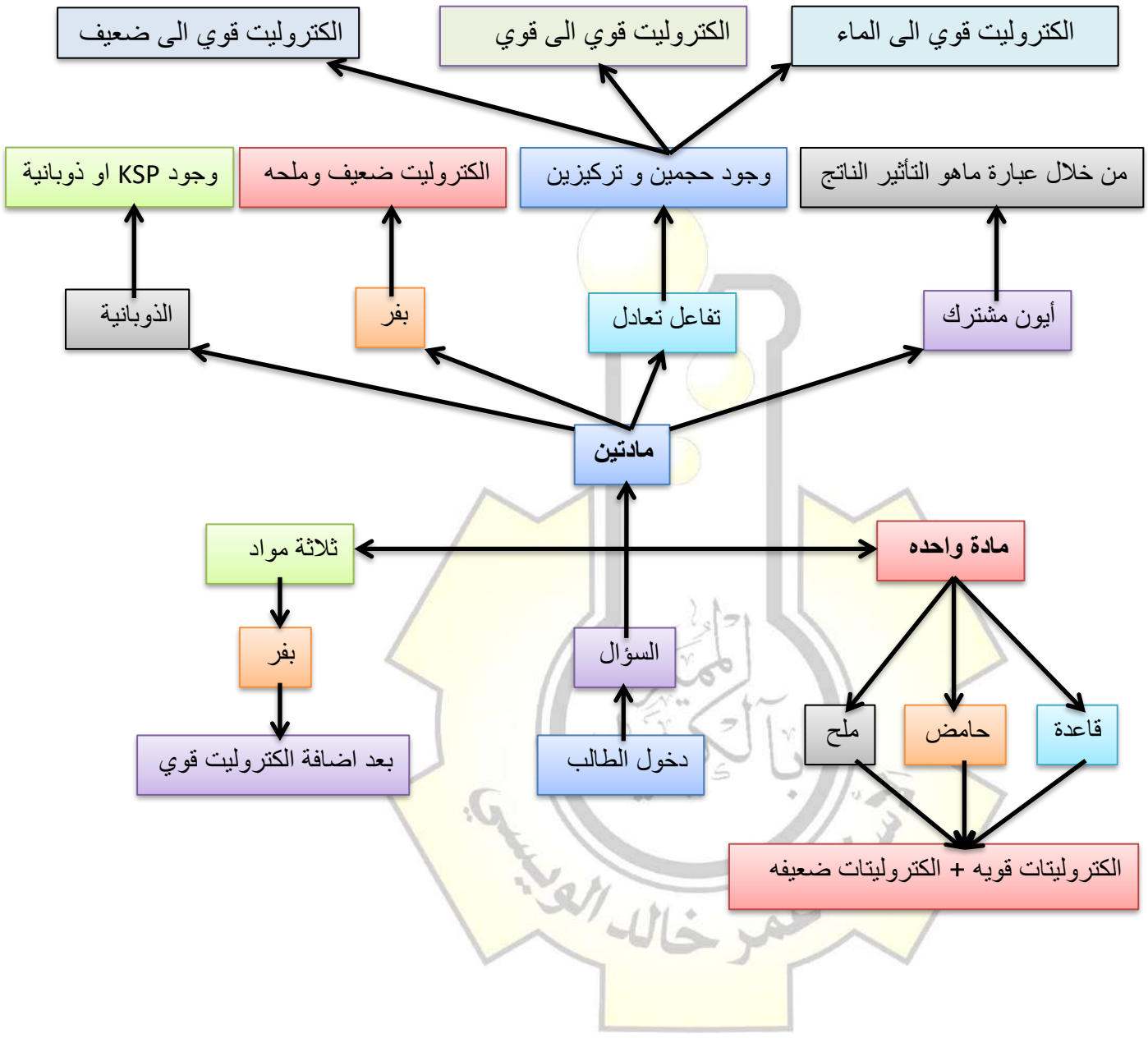
جدول الالكتروليتات القوية ((→))

حوامض قوية	قواعد قوية	أملاح ذائبة
1- حامض الهيدروكلوريك HCl	1- هيدروكسيد الصوديوم $NaOH$	1- كلوريد الصوديوم $NaCl$
2- حامض الكبريتيك H_2SO_4	2- هيدروكسيد البوتاسيوم KOH	2- كلوريد البوتاسيوم KCl
3- حامض الهيدروبروميك HBr	3- هيدروكسيد الليثيوم $LiOH$	3- نترات الصوديوم $NaNO_3$
4- حامض الهيدرويوديك HI	4- هيدروكسيد الباريوم $Ba(OH)_2$	4- كبريتات الصوديوم Na_2SO_4
5- حامض البيروكلوريك $HClO_4$	5- هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$	5- كلوريد الامونيوم NH_4Cl
6- حامض فوق المنغنيك $HMnO_4$	6- هيدروكسيد الربيديوم $RbOH$	
7- حامض النتريك HNO_3	7- هيدروكسيد المغنيسيوم $Mg(OH)_2$	
8- حامض الكروميك H_2CrO_4		

جدول الالكتروليتات الضعيفة ((⇋))

حوامض ضعيفة	قواعد ضعيفة	املاح شحيحة
1- حامض الخليك CH_3COOH	1- الامونيا NH_3	1- كبريتات الباريوم $BaSO_4$
2- حامض الفورميك $HCOOH$	2- الانلين C_6H_7N	2- كبريتات الرصاص $PbSO_4$
3- حامض الهيدروسيانيك HCN	3- البريدين C_5H_5N	3- كلوريد الفضة $AgCl$
4- حامض النتروز HNO_2	4- مثيل امين CH_3NH_2	4- يودات الباريوم $Ba(IO_3)_2$
5- حامض الكبريتوز H_2SO_3	5- هيدروكسيد الفضة $AgOH$	5- هيدروكسيد الخارصين $Zn(OH)_2$
6- حامض الفسفوريك H_3PO_4		
7- حامض الفينول C_6H_5OH		
8- حامض الاوكزاليك $H_2C_2O_4$		
9- حامض البنزويك C_6H_5COOH		
10- حامض البروبانويك C_2H_5COOH		

مخطط الفصل الثالث



الالكتروليتات القوية

تتفكك الالكتروليتات القويه بأتجاه واحد فقط ((→)) حيث يمكن حســـاب تراكيز الايونات مباشـــرة من المعادله حيث ان تركيز الايون يساوي تركيز الالكتروليت القوي مضروب في عدد مولات الايون في المعادلة

1) الالكتروليتات القوية ليس لها ثابت تفكك وليس لها درجة تأين ولا نسبة مئويه حيث تستهلك استهلاك تام .

2) القواعد القوية تنتهي بـ OH وقبلها عنصر عدا AgOH يعتبر قاعده ضعيفة.

مثال (3-1) : احسب التراكيز المولاريه لأيون Ba^{+2} وايون OH^- في محلول 0.03M من هيدروكسيد الباريوم.

الحل نكتب معادلة تفكك القاعد القوية :

$$Ba(OH)_2 \rightarrow Ba^{+2} + 2OH^-$$

0.03	0	0
0	0.03	0.06

$[Ba^{+2}]=0.03M$, $[OH^-]=0.06M$

تمرين (3-1) : احســـب تراكيز الاصـــناف الايونية في محاليل المركبات ((الكتروليتات قوية)) التالية حســـب التراكيز المشار اليها : أ- $HBr=0.2M$, ب- $KOH=0.05M$, ج- $CaCl_2=0.1M$

$HBr \rightarrow H^+ + Br^-$

0.2	0	0
0	0.2	0.2

$[H]=0.2M$ $[Br]=0.2M$

$KOH \rightarrow K^+ + OH^-$

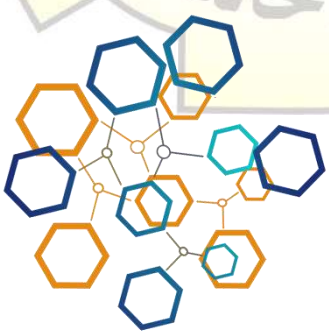
0.05	0	0
0	0.05	0.05

$[K^+]=0.05M$
$[OH^-]=0.05M$

$CaCl_2 \rightarrow Ca^{+2} + 2Cl^-$

0.1	0	0
0	0.1	2×0.1

$[Ca^{+2}]=0.1M$
$[Cl^-]=0.2M$



الالكتروليتات الضعيفة

تتفكك الالكتروليتات الضعيفة بأتجاهين ((⇌)) ونحسب تراكيز الايونات لها بأستخدام الفرضية حيث سوف يكون للالكتروليتات الضعيفة ثابت اتزان .

تفكك الالكتروليتات الضعيفة

الحامض : هو الماده التي لها القابلية على فقدان بروتون لتكوين قاعده قرينه حسب مفهوم برونشتد.

قاعدة قرينة + بروتون ⇌ حامض

القاعدة : هي المادة التي لها القابلية على اكتساب بروتون لتكوين حامض قرين.

حامض قرين ⇌ بروتون + قاعده

اولاً : الحوامض الضعيفة

تتفكك الحوامض الضعيفة تفكك غير تام ⇌ حسب المعادلة :

$$HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$$

ثابت التفكك الحامض الضعيف هو ((Ka)) : وهو حاصل ضرب تراكيز الايونات الناتجة مقسوماعلى تراكيز المواد المتفاعله كل منها مرفوع الى أس يمثل عدد المولات في المعادلة الموزونه .

ثانياً : القواعد الضعيفة

تتفكك القواعد الضعيفه تفكك غير تام ⇋ حسب المعادله :

$$B + H_2O \rightleftharpoons BH^+ + OH^-$$

ثابت تفكك القاعده الضعيفه هو ((K_b)) : وهو حاصل ضرب تراكيز الايونات الناتجه مقسوما على تراكيز المواد المتفاعله مرفوع كل منها الى أس يمثل عدد المولات في المعادله الموزونة .

ملاحظات

1- يستخدم الماء ((H_2O)) في معادلة تفكك القاعده الضعيفة فقط لأظهار ايون ((OH^-)) .

2- لا يذكر الماء في قانون ثابت التفكك لأن تركيزه قيمه ثابته يساوي 55.55.

خطوات حل مسائل الالكتروليتات الضعيفة

1- نكتب معادلة تفكك الالكتروليت الضعيف.

2- نكتب الفرضيه كما تعلمنا من حقلين حيث قيمة ((X)) تمثل $[H^+]$ للحامض و$[OH^-]$ للقاعده.

3- نستعمل اسلوب التقريب وذلك بأهمال قيمة ((-X)) المطروحة في الفرضيه وذلك في الحالات التالية :

أ- اذا كانت قيمة الثابت (10^{-5}) فما تحت.

ب- درجة التفكك تساوي 0.05 فما تحت .

جـ - النسبة المئوية للتأين 5% فما تحت .

درجة التفكك : هي النسبة بين كمية الصنف المذاب المتفكك عند حالة الاتزان الى كمية الصنف المذاب الكلية .

4- درجة التفكك $= \frac{\text{المتأين (X)}}{\text{الاصلي}}$

5- النسبة المئوية للتفكك $= \frac{\text{المتأين (X)}}{\text{الاصلي}} \times 100\%$

او النسبة المئوية للتفكك=درجة التفكك ×100 %

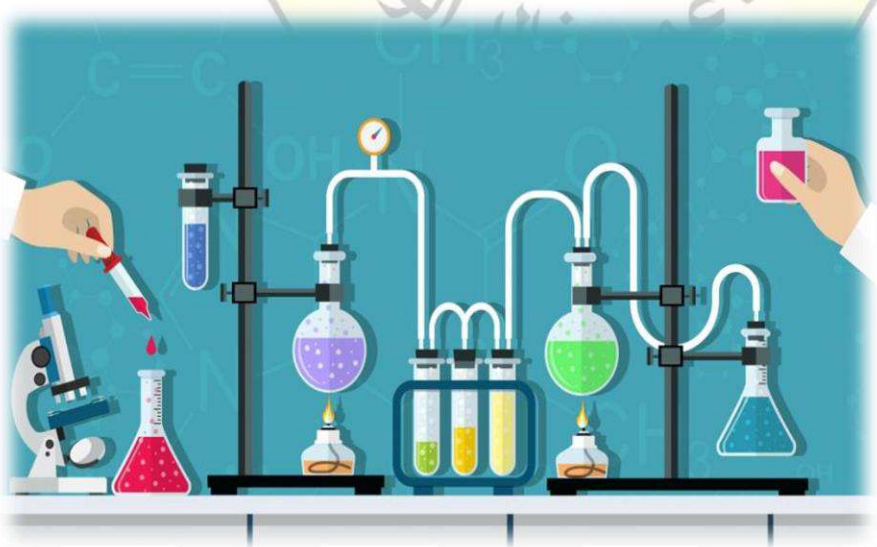
6- عدد مرات التخفيف $= \frac{M_1}{M_2}$ حيث ان :-

M_1 ← التركيز قبل التخفيف

M_2 ← التركيز بعد التخفيف

علل : تزداد درجة التفكك للالكتروليتات الضعيفة عند التخفيف في محاليلها المائية.

لأن عملية تخفيف المحلول تؤدي الى ازاحة موقع الاتزان من موقعه الاصـــلي الى موقع جديد لازالة التأثير الخارجي (عملية التخفيف) وذلك بأن يزداد تفكك المذاب وهذه العملية تؤدي الى نقصـان في كمية الجزء غير المتفكك من (المذاب) وتزيد من كمية الجزء المتفكك منه (الايونات).



مثال (3-3) احسب تركيز ايون الهيدروجين $H^+_{(aq)}$ المائي في 0.1M محلول مائي لحامض الخليك ودرجة التأين والنسبة المئوية لتفكك الحامض اذا علمت ان ثابت تفكك حامض الخليك 1.8×10^{-5} . علما ان $\sqrt{1.8} = 1.3$

نكتب معادله تفكك الحامض الضعيف :

$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$$

	0.1	0	0
يهمل	0.1 -X	X	X

$$K_a=\frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]} \rightarrow 1.8\times10^{-5}=\frac{X^2}{(0.1-X)}$$

$X^2 = 1.8\times10^{-6}$ بالجذر $\rightarrow X=1.3\times10^{-3}\,M=[H^+]$

درجة التفكك $=\frac{\text{المتأين (X)}}{\text{الابتدائي}}$

درجة التفكك $=\frac{1.3\times10^{-3}}{0.1}=0.013$

النسبة المئوية =درجة التفكك $\times$ 100 %

النسبة المئوية $= 0.013\times100\%=1.3\%$

تمرين (2-3) احسب تركيز ايون الهيدروجين المائي في المحلول المائي لحامض الهيدروسيانيك $((K_a=4.9\times10^{-10}))$ تركيزه يساوي 0.2M.علما ان $\sqrt{0.98} = 1$.

$$HCN \rightleftharpoons H^+ + CN^-$$

	0.2	0	0
يهمل	0.2 -X	X	X

$$K_a=\frac{[H^+][CN^-]}{[HCN]} \rightarrow 4.9\times10^{-10}=\frac{X^2}{0.2-X}$$

$X^2=0.98\times10^{-10}$ بالجذر

$X=1\times10^{-5}M=[H^+]$

مثال (5-3) احسب تركيز $[OH^-]$ ودرجة التأين والنسبة المئويه للمحلول المائي للأمونيا الذي تركيزه يساوي 0.2M علما ان ثابت تفكك القاعده الضعيفه $K_{b(NH_3)} = 1.8 \times 10^{-5}$ علما ان $\sqrt{3.6} = 1.9$.

نكتب معادلة تفكك القاعده الضعيفه :

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

	NH_3	NH_4^+	OH^-
	0.2	0	0
يهمل	0.2 -X	X	X

$$K_b=\frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]} \longrightarrow 1.8\times10^{-5}=\frac{X^2}{0.2-X}$$

$X^2=3.6\times10^{-6}$ بالجذر

$X=1.9\times10^{-3}M=[H^+]$

درجة التأين $= \frac{\text{المتفكك}}{\text{الابتدائي}}$ $9.5\times10^{-3}=\frac{1.9\times10^{-3}}{0.2}$

النسبة المئوية للمتفكك = درجة التأين $\times 100\%$

النسبة المئوية للمتفكك $= 9.5\times10^{-3}\times100\%=0.95\%$

تمرين (4-3) احسب درجة التأين للمحلول المائي للأنلين C_6H_7N $K_b=3.8\times10^{-10}$ الذي تركيزه يساوي 0.1M علما ان $\sqrt{38} = 6.2$.

$$C_6H_7N + H_2O \rightleftharpoons C_6H_7NH^+ + OH^-$$

	C_6H_7N	$C_6H_7NH^+$	OH^-
	0.1	0	0
يهمل	0.1 -X	X	X

$$K_b=\frac{[C_6H_7NH^+][OH^-]}{[C_6H_7H]} \longrightarrow 3.8\times10^{-10}=\frac{X^2}{0.1-X}$$

$X=6.2\times10^{-6}M=[OH^-]$ بالجذر

$X^2=38\times10^{-12}$

درجة التأين $= \frac{\text{المتأين}}{\text{الابتدائي}}$ $6.2\times10^{-5}=\frac{6.2\times10^{-6}}{0.1}$

تمرين (3-3) احسب تركيز ايون الهيدروجين المائي في المحلول المائي *للفينول* C_6H_5OH ($K_a=1.3\times10^{-10}$) الذي تركيزه (أ) 0.2M (ب) بعد تخفيفه لمئة مره. $\sqrt{0.26}=0.51$

أ

$$C_6H_5OH \rightleftharpoons C_6H_5O^- + H^+$$

0.2	0	0
0.2 -X	X	X

يهمل

$$K_a=\frac{[H^+][C_6H_5O^-]}{[C_6H_5OH]} \longrightarrow 1.3\times10^{-10}=\frac{X^2}{0.2-X}$$

$$X^2=0.26\times10^{-10} \longrightarrow X=0.51\times10^{-5}\ M=[H^+]$$

ب

عدد مرات التخفيف $=\frac{M1}{M_2} \longleftarrow 0.002M=\frac{0.2}{100}=M_2$

$$C_6H_5OH \rightleftharpoons C_6H_5O^- + H^+$$

0.002	0	0
0.002 -X	X	X

يهمل

$$K_a=\frac{[H^+][C_6H_5O^-]}{[C_6H_5OH]} \longrightarrow 1.3\times10^{-10}=\frac{X^2}{0.002-X}$$

$$X^2=0.26\times10^{-12} \longrightarrow X=0.51\times10^{-6}\ M=[H^+]$$

سؤال (13-3) يتأين حامض الخليك في محلوله المائي ذو التركيز 0.01M بمقدار 4.2% احسب ثابت تأين الحامض.

من النسبة المئوية نجد قيمة $[H^+]$:

$$\text{النسبة المئوية للتأين} = \frac{\text{المتأين}}{\text{الابتدائي}} \times 100\%$$

$$4.2\times10^{-4}\ M=\frac{4.2\times0.01}{100}=X \longleftarrow \%100\times\frac{X}{[0.01]}=\%4.2$$

$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$$

0.01	0	0
$0.01-4.2\times10^{-4}$	4.2×10^{-4}	4.2×10^{-4}

يهمل

$$K_a=\frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]} \longrightarrow K_a=\frac{(4.2\times10^{-4})^2}{0.01}=1.76\times10^{-5}$$

سؤال (3-19) اذا علمت ان النسبة المئوية لتفكك 0.1M حامض الهيدروسيانيك HCN تساوي 0.01% كم هو ثابت تأين هذا الحامض .

$$\text{النسبة المئوية} = \frac{\text{تركيز } [H^+] \text{ عند الاتزان}}{\text{الابتدائي}} \times 100\%$$

$$\frac{[H^+]}{0.1} \times 100\% = 0.01\%$$

$$[H^+] = \frac{0.1 \times 0.01}{100} = 1\times10^{-5}M$$

	HCN	$\rightleftharpoons$	H^+	+	CN^-
	0.1		0		0
يهمل	$0.1-1\times10^{-5}$		1×10^{-5}		1×10^{-5}

$$K_a = \frac{[H^+][CN^-]}{[HCN]} \longrightarrow K_a = \frac{(1\times10^{-5})^2}{0.1} = 1\times10^{-9}$$

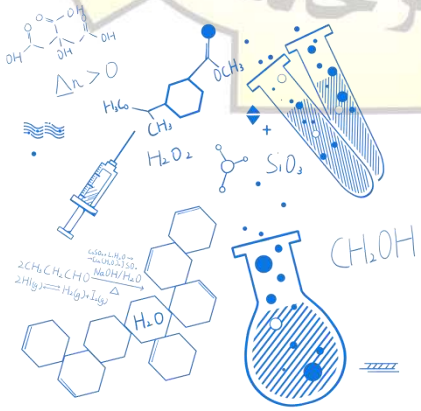
اسئله وزارية واجب

س3-6: اذا علمت ان قيمة K_a لحامض البروبانويك C_2H_5COOH يساوي 1.3×10^{-5} ما هي النسبه المئويه لتفكك الحامض في محلوله المائي ذو التركيز 0.65M علما ان $\sqrt{8.45} = 2.9$.

الناتج : 0.45%

س2: 1996-:ما كتلة الانلين C_6H_7N اللازم اذابتها بالماء ليصبح حجم محلول لتر واحد يحتوي على ايونات OH^- بتركيز $2\times10^{-6}M$ علما ان $K_b=4\times10^{-10}$ وأن الكتله المولية للأنلين تساوي 93 g/mol .

الناتج : m=0.93g



الحوامض الضعيفه احادية البروتون والمتعددة البروتون

الحوامض الضـــعيفة احادية البروتون : هي حوامض تمتلك بروتون ((H^+)) واحد قابل للتأين ويكون لها ثابت تفكك واحد مثل حامض النتروز HNO_2 .

الحوامض الضعيفة متعددة البروتون : هي حوامض تمتلك اكثر من بروتون ((H^+)) قابل للتأين ويكون لها اكثر من ثابت تفكك ((مثل حامض الأوكزاليك والفسفوريك))

يتفكك حامض الاوكزاليك كما في المعادلات :

(1) $H_2C_2O_4 \rightleftharpoons H^+ + HC_2O_4^-$ $\quad K_a=5.37\times10^{-2}$

(2) $HC_2O_4^- \rightleftharpoons H^+ + C_2O_4^{-2}$ $\quad K_a=5.10\times10^{-5}$

ويتفكك حامض الفسفوريك كما في المعادلات :

(1) $H_3PO_4 \rightleftharpoons H^+ + H_2PO_4^-$ $\quad K_a=7.11\times10^{-3}$

(2) $H_2PO_4^- \rightleftharpoons H^+ + HPO_4^{-2}$ $\quad K_a=6.23\times10^{-6}$

(3) $HPO_4^{-2} \rightleftharpoons H^+ + PO_4^{-3}$ $\quad K_a=4.80\times10^{-13}$

علل (وزاري) : عند تفكك الحوامض الضـــعيفة متعددة البروتون يكون ثابت التفكك للمعادلة الاولى اكبر من الثانية والثالثة ؟

لان الاصـــناف التي تحمل شـــحنه ســـالبة تقل قابليتها على فقدان بروتون ((H^+)) بســـبب زيادة قوة الجذب الألكتروستاتيكي بين الايونات المختلفة وبذلك يقل تفككها ويقل K_a.

التأين الذاتي للماء

هو تفاعل كيميائي يتم فيه انتقال بروتون[H^+] من جزيء ماء الى جزيء ماء اخر لتكوين ايون الهيدرونيوم H_3O^+ وايون الهيدروكسيد [OH^-] وتدعى هذه العملية بالبرتنه.

$H_2O + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + OH^-$

$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$

ثابت تفكك الماء هو K_W : $K_W \Leftarrow K_{Water}$

$K_W=[H^+][OH^-]$ ((لان قيمة الماء ثابته))

وجد عمليا ان تركيز [H^+]و[OH^-] في الماء النقي يساوي ((1×10^{-7})) القانون يصبح :

$K_W=1\times10^{-7}\times1\times10^{-7} \Longrightarrow K_W=1\times10^{-14}$

ملاحظات

1- تستخدم العلاقة اعلاه لأيجاد [H^+] بدلالة [OH^-] او ايجاد [OH^-] بدلالة [H^+].

2- اذا اعطى حامض نجد [H^+] ثم بأستخدام العلاقة نجد [OH^-] .

3- اذا اعطى قاعدة نجد [OH^-] ثم بأستخدام العلاقة نجد [H^+].

مثال (6-3) احسب تراكيز ايونات $[H^+]$و $[OH^-]$ في $0.05M$ من محلول حامض النتريك.

$$HNO_3 \longrightarrow H^+ + NO_3^-$$

0.05	0	0
0	0.05	0.05

نستخرج تركيز $[H^+]$ من الحامض القوي

$[H^+]=0.05M$

$K_W=[H^+][OH^-] \longrightarrow 1\times10^{-14}=5\times10^{-2}=[OH^-]$

$[OH^-]=\frac{1\times10^{-14}}{5\times10^{-2}}=2\times10^{-13}M.$

تمرين (5-3) احسب تركيز ايونات الهيدروجين H^+ المائية في محلول يحتوي على ايونات الهيدروكسيد OH^- المائية بتركيز (أ) $0.01M$, (ب) 2×10^{-9}

$K_W=[H^+][OH^-] \Longrightarrow [H^+]=\frac{1\times10^{-14}}{1\times10^{-2}}=1\times10^{-12}M$ (أ)

$K_W=[H^+][OH^-] \Longrightarrow [H^+]=\frac{1\times10^{-14}}{2\times10^{-9}}=5\times10^{-6}M$ (ب)

سؤال اضافي : احسب تركيز $[H^+]$و$[OH^-]$ في محلول $0.02M$ من حامض الخليك اذا علمت ان ثابت تفكك الحامض يساوي 1.8×10^{-5}.

نكتب معادلة تفكك الحامض الضعيف و نجد H^+ ثم OH^-

$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$$

0.02	0	0
0.02 -X	X	X

يهمل

$K_a=\frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]} \longrightarrow 1.8\times10^{-5}=\frac{X^2}{0.02-X}$

$X^2=0.36\times10^{-6}$ بالجذر $X=0.6\times10^{-3}M=[H^+]$

$K_W=[H^+][OH^-] \Longrightarrow [OH^-]=\frac{1\times10^{-14}}{0.6\times10^{-3}}=1.6\times10^{-11}M$

اسئلة واجب

س1:- احسب تركيز ايونات $[OH^-]$ في $0.004M$ من حامض الكبريتيك .

الناتج :- $[OH^-]=1.25\times10^{-12}M$

س2: احسب تركيز $[H^+]$ في $0.03M$ محلول قاعدة ضعيفة علما ان ثابت تفكك القاعدة الضعيفة يساوي 1.2×10^{-9}.

الناتج :- $[H^+]=1.6\times10^{-9}M$

الأس الهيدروجيني PH

وهي طريقة ملائمه لقياس او للتعبير عن تركيز ايون الهيدروجين خصوصاً تراكيز ايون الهيدروجين الصغيره او تساوي 1M بدلالة سالب لوغاريتم التركيز المولاري لأيون الهيدروجين في المحلول .

المجموعه الاولى/ اذا كان المجهول الذي يبدء بـ (P)	المجموعة الثانية / اذا كان المجهول المعامل (X) والمعلوم الذي يبدء بـ(P)
P=-log PX=-logX 1- PH = -log[H^+] 2- POH = -log[OH^-] 3- Pka = -logKa 4- PKb = -logKb 5- ΔPH = $PH_2 - PH_1$ 6- PKw= - log [Kw]	حيث :- نرفع الاساس عشره للأس (-P) $X=10^{-PX}$ 1- $[H^+] = 10^{-PH}$ 2- $[OH^-] = 10^{-POH}$ 3- $Ka = 10^{-PKa}$ 4- $Kb = 10^{-PKb}$

ملاحظات مهمة

1- العلاقه بين H^+ و OH^- عكسية دائما.
2- العلاقة بين PH وPOH عكسية دائما.
3- PH اصغر من 7 المحلول حامضي.
4- PH اكبر من 7 المحلول قاعدي .
5- PH يساوي 7 المحلول متعادل .

هناك علاقة تربط PH مع POH

$K_W=[H^+][OH^-]$

نأخذ log الطرفين $10^{-14}=[H^+][OH^-]$

$\log 10^{-14}=\log[H^+]+\log[OH^-]$ نضرب × -1

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

PH+POH=14

تستخدم هذه المعادلة لايجاد PH بدلاله POH او العكس

مراجعة لقوانين اللوغاريتم

(1) $Log10^{x}=x$

$Log10^{-2}=-2$, $Log10^{4}=4$

(2) في حالة الضرب نوزع(Log) ونحول الضرب الى جمع :

$((Log2\times10^{-3}))$	$Log0.05$
$((Log2+Log10^{-3}))$	$Log5\times10^{-2}$
	$Log5+Log10^{-2}$

(3) في حالة القسمة نوزع (Log) ونحول القسمة الى طرح :

$$Log\frac{x}{y} = Logx - Logy$$

$$Log\frac{4}{3}=Log4-Log3$$

(4) لأيجاد عدد اساسه (10) واسه عدد عشري سالب .

خطوات الحل

1- نأخذ اقرب قريب للأس العشري نجمعه ونطرحه من الاس.
2- نأخذ معكوس قاعده الضرب تجمع الاس ونوزع الأس على الاساس 10.
3- سوف يعطي قيمة الأس العشري في السؤال.

مثال :- جد قيمة $10^{-2.7}$ ((Log2=0.3))

$10^{(-2.7+3)-3}$ ➔ $10^{0.3-3}$

$10^{0.3}\times10^{-3}\Longrightarrow2\times10^{-3}$

(5) Log4=0.6 , Log3=0.47 , Log2=0.3 , Log1=0

Log8=0.9 , Log7=0.84 , Log6=0.78 , Log5=0.7 , log9=0.954

مثال (3-7) احسب قيمة PH محلول يكون فيه تركيز ايون H^{+} يساوي 0.05 mol/L ((Log5 = 0.7))

$PH = -Log[H^{+}]$ ➔ $PH = -Log\ 5\times10^{-2}$

$PH = -(Log\ 5 + Log\ 10^{-2})$ ➔ $PH = -0.7 + 2 = 1.3$

تمرين (3-6) احسب قيم الدالة الحامضية للمحاليل الاتيه :-

أ- $6\times10^{-4}M$ من حامض الهيدروكلوريك .

ب- $0.03M$ حامض الكبريتيك . ((Log6=0.78))

(أ) نجد $[H^+]$ ثم نجد PH :

$$HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$$

6×10^{-4} 0 0

0 6×10^{-4} 6×10^{-4}

$[H^+]=6\times10^{-4}M$

$PH=-Log\ [H^+] \longrightarrow PH=-Log\ 6\times10^{-4}$

$PH= -(Log6+Log10^{-4})$

$PH = -0.78+4=3.22$

(ب) نجد $[H^+]$ ثم نجد PH :

$$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^{-2}$$

0.03 0 0

0 0.06 0.03

$[H^+]=6\times10^{-2}M$

$PH=-Log[H^+]$

$PH=-Log6\times10^{-2}$

$PH=-(Log6+Log10^{-2})$

$PH=-0.78+2=1.22$

مثال (3-8) اذا كانت قيمة PH محلول تساوي 3.3 فكم يكون تركيز H^+ فيه ؟ (Log5=0.7)

$[H^+]=10^{-PH}$

$[H^+]=10^{(-3.3+4)-4}$

$[H^+]=10^{-0.7-4} \Longrightarrow [H^+]=10^{0.7}\times10^{-4}$

$[H^+]=5\times10^{-4}\ mol/L.$

مثال (3-9) احسب $[H^+]$ و$[OH^-]$ وPH وPOH لمحلول حامض الهيدروكلوريك بتركيز 0.015M.
((Log1.5=0.18))

نجد H^+ اولا لأن حامض:-

HCl	$\longrightarrow$	H^+	$+$ Cl^-
0.015		0	0
0		0.015	0.015

$[H^+]=1.5\times10^{-2}M.$

$K_W=[H^+][OH^-] \Longrightarrow [OH^-]=\frac{1\times10^{-14}}{1.5\times10^{-2}}=6.7\times10^{-13}M.$

$PH=-\log[H^+] \Longrightarrow PH=-\log1.5\times10^{-2}$

$PH=-(\log1.5+\log10^{-2}) \Longrightarrow PH=-(0.18-2)$

$PH=-0.18+2=1.82$

$PH+POH=14 \Longrightarrow POH=14-1.82=12.18$

تمرين(3-8) احسب قيم $[H^+]$, PH , $[OH^-]$, POH لمحلول المائي لـ $Ca(OH)_2$ تركيزه 0.015M وهل المحلول حامضي ام قاعدي . ((log3 =0.47))

نجد OH^- اولا لأن قاعدة

$Ca(OH)_2$	$\longrightarrow$	Ca^{+2}	$+$ $2OH^-$
0.015		0	0
0		0.05	0.03

$[OH^-]=3\times10^{-2}M$

$[H^+]=\frac{K_W}{[OH^-]} \Longrightarrow [H^+]=\frac{1\times10^{-14}}{3\times10^{-2}}=3.3\times10^{-13}M$

$POH=-\log[OH^-] \Longrightarrow POH=-\log3\times10^{-2}$

$POH=-(\log3+\log10^{-2}) \Longrightarrow POH=-0.47+2=1.53$

$PH+POH=14 \Longrightarrow PH=14-1.53=12.47$ المحلول قاعدي

مثال إضـــافي/ احســـب PH لمحلول الامونيا بتركيز 0.18M علما ان ثابت تأينها يســـاوي 1.8×10^{-5}. $(\log1.8=0.26)$

نجد OH^- اولا :

NH_3	+ H_2O ⇌	NH_4^+	+ OH^-
0.18		0	0
0.18-X		X	X

يهمل

$$K_b=\frac{[OH^-][NH_4^+]}{[NH_3]} \longrightarrow 1.8\times10^{-3}=\frac{X^2}{0.18}$$

$X^2=(1.8)^2\times10^{-6}$ بالجذر $X=1.8\times10^{-3}\,M = [OH^-]$

نجد POH :

$POH=-\log[OH^-] \Longrightarrow POH=-\log1.8\times10^{-3}$

$POH=-(\log1.8+\log10^{-2}) \Longrightarrow POH=-0.26+3=2.74$

$PH+POH=14 \Longrightarrow PH=14-2.74=11.26$

ملاحظة) لحل الأسئله التي يطلب بها مولارية او كتلةاو كتلة موليه او حجم للألكتروليتات القوية ويعطي PH .

خطوات الحل

اولاً : الحامض القوي :

1- من PH نجد $[H^+]$ ← $[H^+] = 10^{-PH}$.

2- اذا كان الحامض احادي البروتون فأن مولارية الحامض تساوي تركيز $[H^+]$.

3- اذا كان الحامض ثنائي البروتون فان : مولارية الحامض = $\frac{[H^+]}{2}$.

ثانياً : القاعدة القوية :

1- من PH نجد POH او من PH نجد تركيز $[H^+]$.

2- من POH نجد $[OH^-]$ ← $[OH^-] = 10^{-POH}$.

3- اذا كانت القاعده احادية الهيدروكسيد فأن : مولارية القاعده = $[OH^-]$.

4- اذا كانت القاعده ثنائية الهيدروكسيد : مولارية القاعدة = $\frac{[OH^-]}{2}$

قانون لايجاد الكتلة و الكتلة الموليه و الحجم بعد ايجاد المولاريه : $m = M_{mol/L} \times M_{g/mol} \times V_{(L)}$

ملاحظة) اذا طلب كتلة او كتلة موليه او حجم نجد المولاريه (المجهول الحقيقي التركيز المولاري)

تمرين (3-7) اذا علمت ان PH محلول لحامض النتريك يساوي 3.32 ما هي مولارية المحلول (Log4.79=0.68)

نجد تركيز $[H^+]$ من PH

$[H^+]=10^{-PH} \Longrightarrow [H^+]=10^{(-3.32+4)-4}$

$[H^+]=10^{0.68-4} \Longrightarrow [H^+]=10^{0.68}\times10^{-4}$

$[H^+]=4.79\times10^{-4}\ M$

لان الحامض احادي البروتون

$M_{HNO3}=[H^+]=4.79\times10^{-4}\ M$

س (3-18) ما كتلة هيدروكسيد البوتاسيوم (M=56g/mol) اللازم اضافتها الى 200ml من الماء لتصبح قيمة PH المحلول الناتج تساوي 11 .

من PH نجد POH

$PH+POH=14$

$POH=14-11=3$

نجد تركيز OH

$[OH]=10^{-POH}$

$[OH]=10^{-3}M$

لان القاعده احادية OH

$[OH]=M_{(KOH)}=10^{-3}M$

نحول الحجم الى لتر

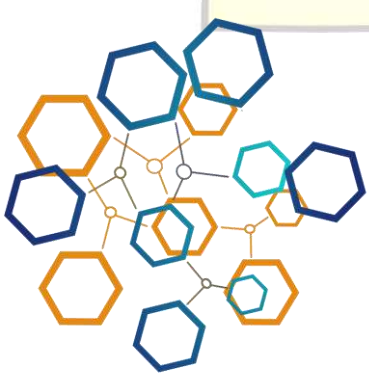
$VL=\frac{200ml}{1000ml/L}=0.2L$

نجد الكتله

$m=M\times M\times VL$

$m=10^{-3}\times56\times0.2=0.0112g$

ملاحظة : لحل الأسئله التي يطلب بها مولارية او كتلة او حجم او كتلة مولية للألكتروليت الضعيف ويعطي PH .



اولاً : الحامض الضعيف

1- نكتب معادلة تفكك الحامض ونكتب الفرضية وتركيز الحامض الابتدائي نرمز له (Y).
2- نجد قيمة (X) = تركيز $[H^+]$ من PH ← $[H^+] = 10^{-PH}$.
3- من قانون الثابت Ka وتركيز $[H^+]$ = (X) نجد قيمة (Y) مولارية الحامض .

ثانياً : القاعدة الضعيفة

1- نكتب معادلة تفكك القاعدة ونكتب الفرضية وتركيز القاعدة الابتدائي نرمز له (Y).
2- نجد قيمة (X) = $[OH]$ حيث نجد POH من PH ثم من POH نجد $[OH]$ ← $[OH] = 10^{-POH}$.
3- من قانون الثابت Kb وتركيز $[OH^-]$ = (X) نجد قيمة (Y) مولارية القاعدة .

س (3-4) ما عدد غرامات CH_3COOH الكتلة المولية له تساوي 60g/mol الواجب اضافتها الى 250ml من الماء المقطر ليصبح PH المحلول بعد الاضافة 2.7 علما ان PK_a للحامض =4.74. (log1.8=0.26) (log2=0.3)

$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$$

Y	0	0
Y-X	X	X

من PH نجد H^+ :

$[H^+]=10^{-PH} \Longrightarrow [H^+]=10^{(-2.7+3)-3}$

$[H^+]=10^{0.3-3} \Longrightarrow [H^+]=2\times10^{-3}M = (X)$

نجد K_a من PK_a :

$K_a=10^{-PKa} \Longrightarrow K_a=10^{(-4.74+5)-5}$

$K_a=10^{0.26-5} \Longrightarrow K_a=1.8\times10^{-5}$

$K_a=\frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]} \longrightarrow 1.8\times10^{-5}=\frac{(2\times10^{-3})^2}{Y}$

$Y = \frac{4\times10^{-6}}{1.8\times10^{-5}} = 0.22M$ مولارية الحامض

$VL=\frac{250}{1000} = 0.25L$

$m=M\times M\times V$

$m=0.22\ mol/L \times 60g/mol \times 0.25L$

$m=3.3g$

اسئلة وزارية واجب

س1:- ما كتلة حامض النتريك (M=63g / mol) الواجب اضـــافتها الى 300mol من الماء المقطر ليصـــبح PH المحلول يساوي 3.

الناتج / 0.0189g

س2:- ما هي كتلة حامض الكبريتيك الكتلة المولية له (98g/mol) اللازم اضـافتها الى 350ml لتصـبح قيمة PH تساوي 2.4. (log4=0.6)

الناتج / 0.0686g

س3:- PH محلول الانلين C_6H_7N يساوي 9 ودرجة تأينه 4×10^{-5} فما ثابت التأين له.

الناتج / $K_b=4\times10^{-10}$

س4:- لتر من محلول حامض ضـعيف اسـه الهيدروجيني يسـاوي 4.7 وان $K_a=5\times10^{-10}$ احسـب درجة تأينه . ((Log2=0.3))

الناتج / 2.5×10^{-5}

س5:- محلول هيدروكسيد الباريوم $Ba(OH)_2$ بتركيز 0.05M فأن PH للمحلول يساوي .....

الناتج / PH=13

س6:- ما عدد غرامات الامونيا NH_3 (M = 17 g/mol) الواجب اضـــافتها الى 500ml من الماء المقطر ليصبح PH المحلول بعد الاضافه 11.3 علماً ان PKb للقاعدة يساوي 4.74 (log1.8=0.26) (log2=0.3) .

الناتج / m = 1.87g

س7: احسـب التغير في الاس الهيدروجيني لمحلول من الفينول تركيزه 0.2M بعد تخفيفه بالماء مئة مره علماً ان ثابت تفكك الفينول يساوي 1.3×10^{-10} ($\sqrt{0.26}=0.5$) (log5=0.7) .

الناتج / ΔPH = 1

التمذوب

هو تفاعل المادة مع المذيب المستعمل لأذابتها ويكون الماء هو المذيب غالباً .

التحلل المائي : هو تفاعل الماده مع الماء المستعمل لأذابتها وتتضمن بعض تفاعلات التحلل المائي التفاعل مع H^+ و OH^- .

تفاعل التعادل : هو تفاعل حامض مع قاعده نتيجة اتحاد ايونات $[H^+]$ مع ايونات $[OH^-]$ وتكوين ملح من الايونات الموجبة والايونات السالبه للحامض ويجب الانتباه عند اضافه تركيز من الحوامض و القواعد المتفاعله حيث نجد المتبقي من هذا التفاعل لمعرفة الداله الحامضيه للنواتج المتبقيه في المحلول .

$$HCl_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \rightarrow NaCl_{(s)} + H_2O_{(L)}$$

ملاحظة الملح يكون ناتج من اتحاد الجزء الموجب من القاعده مع الجزء السالب من الحامض .

أنواع الاملاح

اولاً : املاح لقواعد قويه وحوامض قوية : وهي املاح ناتجة من اتحاد الأيون الموجب للقاعده القويه مع الايون السالب للحامض القوي وتكون هذه الاملاح متعادله .

علل (وزاري) : كلوريد الصوديوم NaCl ملح متعادل ولا يؤثر على PH .

لأنه ملح مشتق من قاعده قويه وحامض قوي حيث ليس لأيوناته الموجبه والسالبه التفاعل مع ايونات الماء بشكل ملحوظ.

ملاحظة PH للمحلول المتعادل يساوي (7) و $[H^+]$ يساوي 10^{-7} و $[OH^-]$ يساوي 10^{-7}.

تعاليل واجب :

1 : ملح كبريتات الصوديوم Na_2SO_4 لايؤثر على PH .

.....

.....

2 : ملح نترات البوتاسيوم KNO_3 ملح متعادل ولايؤثر على PH .

.....

.....

ثانياً : املاح لقواعد قويه وحوامض ضـعيفة :-عند اذابة هذا النوع من الاملاح في الماء يتكون محلول قاعدي لانه ملح مشتق من قاعده قويه وحامض ضعيف .

علل (وزاري) : عند ذوبان CH_3COONa في الماء يكون المحلول قاعدي ويزداد PH.

لانه ملح مشـتق من قاعده قويه وحامض ضـعيف لذلك عند ذوبانه في الماء يتفاعل الايون السـالب العائد الى الحامض الضـعيف ((قاعده قرينه قويه)) مع H^+ من الماء ليكون الحامض الضـعيف وتحصـل زياده في OH^- ويزداد PH.

تعاليل واجب :

1- عند ذوبان ملح سيانيد البوتاسيوم KCN في الماء يكون المحلول قاعدي ؟
2- عند ذوبان ملح نتريت الصوديوم $NaNO_2$ يتكون محلول قاعدي ؟

ثالثاً : املاح لقواعد ضـعيفه وحوامض قوية : هي املاح مشـتقه من قاعده ضـعيفه وحامض قوي عند ذوبانها في الماء تكون محاليل حامضيه .

علل (وزاري) : عند ذوبان ملح كلوريد الامونيوم NH_4Cl في الماء يكون المحلول حامضـي ويقل PH

لانه ملح مشـتق من حامض قوي وقاعده ضـعيفه حيث يتفاعل الأيون الموجب للملح العائد من القاعده الضـعيفه (حامض قرين قوي) مع OH^- للماء لتكوين القاعده الضـعيفه وتحصـل زياده في H^+ لذلك يصـبح المحلول حامضي ويقل PH.

تعاليل واجب :

1- عند اذابة كبريتات الامونيوم $(NH_4)_2SO_4$ في الماء يكون المحلول حامضي ؟
2- عند اذابة ملح بروميد الأنيليوم في الماء يكون المحلول حامضي ؟

"أدرس بذكاء وليس بجهد"

مسائل الاملاح

اولا : قوانين الملح المشتق من قاعده قويه وحامض ضعيف :

ملح مشتق من
قاعدة قوية – حامض ضعيف
↓
محلول مائي قاعدي

1- $K_h=\frac{K_W}{K_a}$

2- $PK_h=PK_W-PK_a$

3- $PH=\frac{1}{2}[PK_W+PK_a+\log C]$

4- $[H^+]=\sqrt{\frac{K_W\times K_a}{C}}$

5- $[OH^-]=\sqrt{\frac{K_W\times C}{K_a}}$

حيث ان :

- K_h ⟵ ثابت التحلل المائي للملح.
- K_a ⟵ ثابت تفكك الحامض الضعيف.
- K_W ⟵ ثابت التأين الذاتي للماء .
- C ⟵ تركيز الملح .

ملاحظات

1- نعرف السؤال يخص قانون الاملاح اذا اعطى في السؤال ملح فقط او صيغة الملح .
2- نعرف ان هذا الملح هو مشتق من قاعده قويه وحامض ضعيف من خلال :
- سوف يعطي ثابت تفكك الحامض K_a.
- من صيغة الملح حيث اذا بدأ بـ (خلات – فورمات – نتريت – سيانيد) وانتهى بـ (الصوديوم – البوتاسيوم – الكالسيوم – الليثيوم) جميعها املاح قاعديه .
- اذا كان PH اكبر من 7.

3- القوي يأخذ الاسم فقط والشغل كله للضعيف .

مثال (3-10) :- ما قيمة ثابت التحلل المائي لملح خلات الصـــوديوم اذا علمت ان ثابت تفكك حامض الخليك $K_{a(CH_3COOH)}=1.8\times10^{-5}$.

$$K_h=\frac{K_W}{K_a}=\frac{1\times10^{-14}}{1.8\times10^{-5}}=5.6\times10^{-10}$$

مثال (11-3):- احسب قيمة PH محلول لملح خلات الصوديوم تركيزه 0.01M في درجة حراره $25C^{O}$ علما بأن قيمة $K_{a(CH_3COOH)} = 1.8 \times 10^{-5}$ ((log1.8=0.26))

الملح مشتق من حامض ضعيف وقاعده قويه وعليه :

$$PH=\frac{1}{2}[PK_W + PK_a + \log C]$$

$$PK_W=-\log K_w \longrightarrow PK_w=-\log 10^{-14}$$

$$PK_w=14$$

$$PK_a=-\log K_a \longrightarrow PK_a=-\log 1.8\times10^{-14}$$

$$PK_a=-(\log 1.8+\log 10^{-5}) \longrightarrow PK_a=-(0.26-5)$$

$$PK_a=-0.26+5=4.74$$

$$\log C=\log 10^{-2}=-2$$

$$PH=\frac{1}{2}[14+4.74-2]$$

$$PH=\frac{1}{2}[18.74-2] \longrightarrow PH=\frac{1}{2}[16.74]=8.37$$

تمرين (9-3):- احسب تركيز ايون الهيدروكسيد للمحلول المائي لملح سيانيد البوتاسيوم KCN علما ان $K_{a(HCN)}=4.9\times10^{-10}$ وتركيزه 0.1mol/L وهل المحلول حامضي ام قاعدي . (($\sqrt{2.04}=1.43$))

الملح مشتق من حامض ضعيف وقاعده قويه :-

$$[OH^-]=\sqrt{\frac{K_W\times C}{K_a}} \longrightarrow [OH^-]=\sqrt{\frac{1\times10^{-14}\times10^{-1}}{4.9\times10^{-10}}}$$

$$[OH^-]=\sqrt{\frac{1\times10^{-15}}{4.9\times10^{-10}}}=\sqrt{2.04\times10^{-6}}=1.43\times10^{-3}M$$

(المحلول قاعدي)

ثانياً : قوانين الملح المشتق من حامض قوي وقاعده ضعيفه

ملح مشتق من
قاعدة ضعيفة – حامض قوي
↓
محلول مائي حامضي

1- $K_h=\frac{K_W}{K_b}$

2- $PK_h=PK_W-PK_b$

4- $[H^+]=\sqrt{\frac{K_W\times C}{K_b}}$

5- $K_h=\frac{[H^+]^2}{C}$

ملاحظة

نعرف ان هذا الملح هو ملح حامضي مشتق من حامض قوي وقاعده قويه من خلال :

- سوف يعطي ثابت تفكك القاعده K_b.
- من صيغة الملح حيث اذا بدأ بـــ (كلوريد – بروميد – نترات – يوديد) وانتهى بـــ (الامونيوم – الانلين – البريدين- مثيل أمين) جميعها املاح حامضيه .
- اذا كان PH اصغر من 7.

مثال(3-12):- كم هي قيمة PH محلول كلوريد الامونيوم تركيزه 0.2mol / L اذا علمت ان قيمة ثابت تفكك القاعده الضعيفه $K_{b(NH_3)}=1.8\times10^{-5}$ ((log1.8=0.26)) ((log2=0.3)).

الملح حامضي ناتج من حامض قوي وقاعده ضعيفه

$PH=\frac{1}{2}[PK_W-PK_b-\log C]$

$PK_w=14$

$PK_b=-\log K_b \longrightarrow PK_b=-\log1.8\times10^{-5}$

$PK_b=-(\log1.8+\log10^{-5}) \longrightarrow PK_a=-(0.26-5)$

$PK_b=-0.26+5=4.74$

$\log C=\log0.2\longrightarrow \log C=\log2\times10^{-1}$

$\log C==\log2+\log10^{-1}\longrightarrow \log c=0.3-1=-0.7$

$PH=\frac{1}{2}[14-4.74+0.7]$

$PH=\frac{1}{2}[9.96] \longrightarrow PH=4.98$

تمرين (3-11) : احسب قيمه POH لمحلول نترات الامونيوم $PK_b\,(NH_3)=4.74$ بتركيز 0.5M هل المحلول حامضي ام قاعدي . (log5=0.7)

الملح حامضي نجد PHاولا ثم نجد POH :

$$PH=\frac{1}{2}[PK_W - PK_b - \log C]$$

$PK_w=14$

$Logc=log0.5 \longrightarrow logc=log5\times10^{-1}$

$Logc=log5+log10^{-1} \longrightarrow logc=0.7-1= -0.3$

$PH=\frac{1}{2}[14-4.74+0.3]$

$PH=\frac{1}{2}[9.26+0.3] \longrightarrow \frac{1}{2}[9.56]$

$PH=4.78$

$PH+POH=14$

$POH=14-4.78=9.22$

المحلول حامضي لأن PH اكبر من 7

س(3-3) في المحاليل المائية للمواد التاليه هل يكون المحلول حامضيا او قاعديا او متعادلا ولماذا ؟

1) NH_4Cl
2) Na_2SO_4
3) CH_3COOK
4) CaF_2
5) $MgSO_4$
6) KCl.

1) محلول حامضي لأنه مشتق من قاعدة ضعيفة وحامض قوي .
2) محلول متعادل لأنه مشتق من قاعدة قويه وحامض قوي .
3) محلول قاعدي لأنه مشتق من قاعدة قويه وحامض ضعيف.
4) محلول قاعدي لأنه مشتق من قاعدة قويه وحامض ضعيف.
5) محلول متعادل لأنه مشتق من قاعدة قويه وحامض قوي .
6) محلول متعادل لأنه مشتق من قاعدة قويه وحامض قوي .

س(12-3) : احسب قيمه PH و $[OH^-]$ لمحاليل الأملاح التاليه:-

(1) 0.1M سيانيد الصوديوم NaCN .

علما ان : $K_{a(HCN)} = 4.9\times10^{-10}$ (log4.9=0.7) $(\sqrt{2.04} = 1.43)$

الملح قاعدي مشتق من قاعده قويه وحامض ضعيف :

$PH=\frac{1}{2}[PK_W + PK_a + \log C]$

$PK_w=14$

$PK_a=-\log K_a$

$PK_a=-\log 4.9\times10^{-10}$

$PK_a=-(\log 4.9+\log 10^{-10})$

$PK_a=-(0.7-10)$

$PK_a=-0.7+10=9.3$

$\log C=\log 0.1$

$\log C=\log 10^{-1}$

$\log=-1$

$PH=\frac{1}{2}[14+9.3-1]$

$PH=\frac{1}{2}[23.3-1]$

$PH=\frac{1}{2}[22.3]=11.15$

$[OH^-]=\sqrt{\frac{K_W\times C}{K_a}}$

$[OH^-]=\sqrt{\frac{1\times10^{-14}\times10^{-1}}{4.9\times10^{-10}}} \Rightarrow =\sqrt{2.04\times10^{-6}}$

$[OH-]= 1.43\times10^{-3}M.$

(2) 0.25M نترات الامونيوم NH_4NO_3

علما ان $K_{b(NH_3)} = 1.8 \times 10^{-5}$ ($\sqrt{1.39} = 1.18$, log2.5=0.4 , log1.8=0.26)

الملح حامضي

$PH=\frac{1}{2}[PK_W - PK_b - logC]$

$PK_w=14$

$PK_b=-logK_b$

$PK_b=-log1.8\times10^{-5}$

$PK_b=-(log1.8+log10^{-5})$

$PK_a=-(0.26-5)$

$PK_b=-0.26+5=4.74$

$logC=log0.25$

$logC=log2.5\times10^{-1}$

$logC==log2.5+log10^{-1}$

$logc=0.4-1=-0.6$

$PH=\frac{1}{2}[14-4.74+0.6]$

$PH=\frac{1}{2}[9.26+0.6]$

$PH=\frac{1}{2}[9.86]$

$PH=4.93$

نجد تركيز H^+ ثم نجد تركيز OH^-:

$[H^+]=\sqrt{\frac{K_W\times C}{K_b}} \longrightarrow [H^+]=\sqrt{\frac{1\times10^{-14}\times0.25}{1.8\times10^{-5}}}$

$[H^+]=\sqrt{1.39\times10^{-10}} = 1.18\times10^{-5}M$

$K_W=[H^+][OH^-] \longrightarrow [OH^-]=\frac{1\times10^{-14}}{1.8\times10^{-5}} = 8.5\times10^{-10}M$

(3) 0.5M نترات الصوديوم $NaNO_3$.

ملح متعادل

$PH=7$

$[OH^-]=10^{-7}M$

اسئلة وزارية خاصة بالاملاح

س1: احسب قيمة ثابت التحلل المائي لخلات الصوديوم الذي له قيمة POH تساوي 3 وتركيز الملح 0.01M

نجد PH لمعرفة نوع الملح :

PH+POH=14

PH=14-3=11 **الملح قاعدي لان PH اكبر من 7**

$[H^+]=\sqrt{\frac{K_W \times C}{K_b}}$ $1\times10^{-11}=\sqrt{\frac{1\times10^{-14}\times K_a}{1\times10^{-2}}}$ **بالتربيع**

$1\times10^{-22}=\frac{1\times10^{-14}\times K_a}{1\times10^{-2}} \longrightarrow K_a=\frac{1\times10^{-24}}{1\times10^{-14}}=1\times10^{-10}$

$K_h=\frac{K_W}{K_a}=\frac{1\times10^{-14}}{1\times10^{-10}}=1\times10^{-14}$

س 2) نصف لتر من محلول احد الاملاح تركيز ايون الهيدروكسيد يساوي $1\times10^{-9}M$ جد عدد مولات المحلول اذا كان ثابت تفكك الالكتروليت الضعيف المشتق منه الملح يساوي 2×10^{-5}.

لمعرفة نوع الملح نجد PH اولاً :

$[OH^-]=1\times10^{-9}M$

$POH=-\log[OH^-] \longrightarrow PH=-\log10^{-9} \Rightarrow POH=9$

$PH+POH=14 \longrightarrow PH=14-9=5$ **الملح حامضي**

$[H^+]=10^{-PH}=10^{-5}M$

$[H^+]=\sqrt{\frac{K_W \times C}{K_b}} \longrightarrow 1\times10^{-5}=\sqrt{\frac{1\times10^{-14}\times C}{2\times10^{-5}}}$ **بالتربيع**

$10^{-10}=\frac{1\times10^{-14}\times C}{2\times10^{-5}} \longrightarrow C=\frac{2\times10^{-15}}{1\times10^{-14}}=0.2M$

$n=M\times VL \longrightarrow n=0.2mol/L\times0.5L=0.1mol$

س3 : اذا علمت ان PH احد الاملاح يساوي 11 وان ثابت تحلله المائي يساوي 1×10^{-4} احسب عدد مولاته الموجودة في نصف لتر من المحلول .

الملح قاعدي لأن PH اكبر من 7 :

نجد K_a :

$$K_h=\frac{K_W}{K_a}$$

$$K_a=\frac{K_W}{K_h}$$

$$K_a=\frac{1\times10^{-14}}{1\times10^{-4}}=1\times10^{-10}$$

$$[H^+]=10^{-PH}=10^{-11}M$$

$$[H^+]=\sqrt{\frac{K_W\times K_a}{C}} \rightarrow 1\times10^{-11}=\sqrt{\frac{1\times10^{-14}\times1\times10^{-10}}{c}}$$ بالتربيع

$$C=\frac{1\times10^{-24}}{1\times10^{-22}}=0.01M$$

$$n=M\times VL$$

$$n=0.01mol/L\times0.5L=0.005mol$$

اسئله وزارية واجب

س1 : ما عدد مولات NH_4Cl المذابه في نصف لتر من الماء المقطر لكي تصبح قيمهPH تساوي 5 علما ان ثابت تفكك الامونيا يساوي 10^{-5}.

الناتج : $n=0.05mol$

س2 : لتر من مجلول 0.2mol من NH_4NO_3 احسب الاس الهيدروجيني له علما ان $(K_{b(NH_3)}=2\times10^{-5})$ $(\log2=0.3)$.

الناتج : PH=5

س3:- PH محلول مائي لأحد الأملاح يساوي 5 سخن 100ml من محلول الملح حتى الجفاف فتخلف 0.535g من الملح الصلب احسب قيمة ثابت التحلل المائي للملح الذي كتلته المولية $53.5g/mol$.

الناتج : 1×10^{-9}

س4:- لتر من محلول حامض الخليك بتركيز 0.2M و PH=2.7 احسب PH لمحلول 0.2M خلات الصوديوم . (Log2=0.3) .

الناتج : PH = 9

تأثير الأيون المشترك

هي ظاهرة تقليل تفكك الالكتروليت الضعيف وذلك بسبب اضافة الكتروليت قوي يحوي احد ايونات الالكتروليت الضعيف في نفس المحلول .

انواع الايون المشترك

1- حامض ضعيف يضاف له ملحه القاعدي :

ايون مشترك

$HCN \rightleftharpoons H^+ + CN^-$ (حامض ضعيف)

$KCN \longrightarrow K^+ + CN^-$ (ملحه القاعدي)

نلاحظ ان الحامض HCN سيقل تفككه بوجود ملحه القاعدي KCN حيث يترجح التفاعل الخلفي بأتجاه الحامض بسبب الزيادة في CN^- الايون المشترك وذلك التخلص من الزيادة الحاصلة حسب قاعدة لي شاتليه وبالتالي يقل تفككه .

2- قاعده ضعيفة يضاف لها ملحها الحامضي :

ايون مشترك

$NH_4OH \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$

$NH_4Cl \longrightarrow NH_4^+ + Cl^-$

نلاحظ ان القاعدة NH_4OH سيقل تفككها بوجود الملح بسبب الزيادة الحاصلة في الايون المشترك NH_4^+ مما يترجح التفاعل الخلفي نحو القاعدة الضعيفة حسب قاعدة لي شاتليه فيقل تفككها .

خطوات حل مسائل الايون المشترك

1- نكتب معادلة تفكك الالكتروليت الضعيف ونجد المطلوب سواء كان H^+ او OH^- او PH او درجة التأين ((للألكتروليت الضعيف فقط حامض أو قاعده)).

2- نكتب معادلة تفكك الالكتروليت الضعيف ونفرض التغير في التراكيز (Y).

3- نكتب معادلة تفكك الملح تحت معادلة تفكك الالكتروليت الضعيف ونجد قيمة (Y)ثم نجد المطلوب سواء كان H^+ او PH او OH^- او درجة التأين او النسبه المئويه بعد اضافة الالكتروليت القوي الى الالكتروليت الضعيف (بوجود الايون المشترك) .

4- او يمكن أيجاد $[H^+]$ للحامض بعد اضافة الالكتروليت القوي باستخدام القانون :

$$[H^+]=Ka\times\frac{[acid]}{[sait]}$$

5- او يمكن أيجاد تركيز [OH] للقاعده بعد اضافة الالكتروليت القوي باستخدام القانون :

$$[OH]=Kb\times\frac{[base]}{[sait]}$$

ملاحظات

1- نفرق بين الايون المشترك وبفر اذا ذكر في السؤال (ما التأثير الحاصل من اضافة ملح الى الكتروليت ضعيف).
2- اذا طلب ما التأثير على (H^+ او OH^- او درجة التأين او PH) نجدهم قبل اضافة الايون المشترك ونجدهم بعد اضافة الايون المشترك.
3- دائماً الذي يأتي من الالكتروليت الضعيف في الايون المشترك يهمل سواء معلوم او مجهول.

مثال (3-13):- ما التأثير الذي تحدثه اضافة 8.2g (0.1mol) من ملح خلات الصوديوم CH_3COONa الى لتر واحد من محلول حامض الخليك بتركيز $0.1mol/L$ على تركيز ايون H^+ عند $25C^o$ علما بأن :

$K_{a(CH_3COOH)} = 1.8 \times 10^{-5}$ $\quad \sqrt{1.8} = 1.3$

نكتب معادله تفكك الحامض الضعيف ونجد H^+ قبل الاضافه :

$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$$

	0.1	0	0
يهمل	0.1 -X	X	X

$$K_a=\frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]} \Longrightarrow 1.8\times10^{-5}=\frac{X^2}{0.1}$$

$X^2=1.8\times10^{-6}$

بالجذر $\Longrightarrow X=1.3\times10^{-3}M=[H^+]$

قبل الاضافة

نجد تركيز H^+ بعد اضافة الملح :-

حل (1) : بأستخدام المعادلات

$CH_3COOH \rightleftharpoons$	CH_3COO^-	$+ H^+$	
	0.1	0	0
يهمل	0.1 -Y	Y	Y
$CH_3COONa \longrightarrow$	CH_3COO^-	$+ Na^+$	
	0.1	0	0
	0	0.1	0.1

$$K_a=\frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]}$$

يهمل

$$1.8\times10^{-5}=\frac{(0.1+Y)\times Y}{0.1}$$

$$Y=\frac{1.8\times10^{-6}}{0.1}=1.8\times10^{-5}M=[H^+]$$ بعد الإضافة

حل (2) : بأستخدام القانون

$$[H^+]=Ka\times\frac{[acid]}{[sait]}$$

$$[H^+] = 1.8\times10^{-5} \times \frac{0.1}{0.1}$$

$[H^+] = 1.8\times10^{-5}$ M بعد الاضافة

تمرين (11-3) ما هو التأثير الناتج من اضـــافة 26.75g من ملح كلوريدالامونيوم (NH_4Cl =53.5g / M) mol) الى لتر من محلول الامونيا بتركيز 0.1M على درجة تفكك القاعدة .
اذا علمت ان : $K_{b(NH_3)} = 1.8 \times 10^{-5}$ $(\sqrt{1.8} = 1.3)$

نجد درجة التفكك قبل اضافة الملح :

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

	0.1	0	0
يهمل	0.1 -X	X	X

$$K_b=\frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]} \longrightarrow 1.8\times10^{-5}=\frac{X^2}{0.1}$$

$$X^2=1.8\times10^{-6} \longrightarrow X=1.3\times10^{-3}M=[OH^-]$$

درجة التفكك $= \frac{\text{المتفكك}}{\text{الابتدائي}} = \frac{1.3\times10^{-3}}{0.1} = 1.3\times10^{-2}$

نجد تركيز الملح اولا ثم نجد درجة التفكك بعد الإضافة

$$M=\frac{m(g)}{Mg/mol\times VL}=\frac{26.75g}{53.5g/mol\times1L}=0.5M$$

حل (1) : بأستخدام المعادلات

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

	0.1	0	0
يهمل	0.1 -Y	Y	Y

$$NH_4Cl \longrightarrow NH_4^+ + Cl^-$$

0.5	0	0
0	0.5	0.5

$$K_b=\frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_4]}$$

يهمل

$$1.8\times10^{-5}=\frac{(0.5+Y)\times Y}{0.1}$$

$$Y=\frac{1.8\times10^{-6}}{0.5}=3.6\times10^{-6}M=[OH^-]$$

درجة التفكك $= \frac{\text{المتفكك}}{\text{الابتدائي}} = \frac{3.6\times10^{-6}}{0.1} = 3.6\times10^{-5}$

درجة التفكك قلت بوجود الايون المشترك

حل (2) : بأستخدام القانون

$$[OH^-]=Kb\times\frac{[baes]}{[sait]}$$

$$[OH^-] = 1.8\times10^{-5} \times \frac{0.1}{0.5}$$

$$[OH^-] = \frac{1.8\times10^{-6}}{0.5}$$

$$[OH^-] = 3.6\times10^{-6}\ M$$

المحاليل المنظمة (محاليل بفر)

هو مزيج مكون من حامض ضعيف وملحه القاعدي او قاعده ضعيفه وملحها الحامضي ويكون له القابليه على مقاومة التغير في الاس الهيدروجيني PH عند اضافة كميه صغيره من الكتروليت قوي(حامض او قاعدة) .

أنواع محلول بفر

النوع الاول : حامض ضعيف وملحه القاعدي :

له اربع قوانين :

أ) اذا كان المحلول حامض ضعيف وملحه القاعدي فقط:-

$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$ حامض ضعيف

$CH_3COONa \longrightarrow CH_3COO^- + Na^+$ ملح قاعدي

يكون القانون : $PH = PK_a + \log \frac{Salt}{acid}$

حيث ان : Salt ← الملح و acid ← الحامض

ب) عند اضافة حامض قوي الى المحلول اعلاه :-

$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$

$CH_3COONa \longrightarrow CH_3COO^- + Na^+$

$H_2SO_4 \longrightarrow SO_4^{-2} + 2H^+$

زياده في H^+

يصبح القانون : $PH = PK_a + \log \frac{Salt - H^+}{acid + H^+}$

حيث المؤثر هو الحامض القوي الذي يطلق ايونات H^+ فيزداد تركيزها لذلك يترجح التفاعل الخلفي نحو الحامض فيزداد تركيزه ويقل تركيز الملح حسب قاعده لي شاتليه.

ج) عند اضافة قاعده قويه الى المحلول :

$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$$
$$CH_3COONa \longrightarrow CH_3COO^- + Na^+$$
$$KOH \longrightarrow K^+ + OH^-$$

H_2O

يصبح القانون :

$$PH = PK_a + \log \frac{[salt] + OH^-}{[acid] - OH^-}$$

المؤثر هي القاعده القويه التي تطلق ايونات OH^- التي تتحد مع ايونات H^+ من الحامض لتكوين الماء حيث يقل تركيز H^+ ويترجح التفاعل الامامي فيقل تركيز الحامض بمقدار OH^- ويزداد تركيز الملح القاعدي .

الخلاصة : عند اضافة حامض قوي الى محلول بفر مكون من حامض ضعيف وملح قاعدي يزداد الحامض الضعيف بمقدار $[H^+]$ ويقل الملح القاعدي بمقدار $[H^+]$ ، وعند اضافة قاعده قويه الى محلول بفر مكون من حامض ضعيف وملح قاعدي سوف يقل الحامض بمقدار $[OH^-]$ ويزداد الملح القاعدي بمقدار $[OH^-]$.

د- اذا طلب تركيز $[H^+]$ لمحلول بفر مكون من حامض ضعيف وملحه يصبح القانون :

$$[H^+] = K_a \times \frac{acid}{salt}$$

ملاحظات

1) بفر هو نفسه ايون مشترك اذا متكون من مادتين حامض ضعيف وملحه ولكن في الايون المشترك يذكر عبارة ما تأثير ، اما اذا كان السؤال يحتوي على ثلاث مواد فهذا واضح بفر.

2) الذي يتحكم في محلول بفر الضعيف دائما .

3) المضاف الثالث قوي دائما.4- اشارة البسط عكس اشارة المقام دائما.

ملاحظة يمكن معرفة نوع المحلول مكون من حامض ضعيف وملحه من :

1) من صيغة الحامض الضعيف .
2) اذا اعطى K_a في السؤال .
3) اذا كان PH اصغر من 7.

النوع الثاني : قاعدة ضعيفة وملحها الحامضي :

له اربع قوانين :

أ- اذا كان المحلول قاعده ضعيفه وملحها الحامضي :

$$NH_3+H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$
$$NH_4Cl \longrightarrow NH_4^+ + Cl^-$$

يكون القانون : $POH=PK_b+\log\frac{[salt]}{[base]}$

حيث ان : Salt ← ملح و base ← قاعده

- **عند اضافة حامض قوي الى المحلول اعلاه :-**

$$NH_3+H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$
$$NH_4Cl \longrightarrow NH_4^+ + Cl^-$$
$$HCl \longrightarrow Cl^- + H^+$$

H_2O

يصبح القانون : $POH=PK_b+\log\frac{[salt]+H^+}{[base]-H^+}$

المؤثر هو الحامض الذي يطلق ايونات $[H^+]$ الذي تتحد مع ايونات $[OH^-]$ من القاعده الضعيفه لتكوين جزيئات الماء حيث يقل تركيز $[OH^-]$ ويترجح التفاعل الامامي فيزداد تركيز الملح الحامضي ويقل تركيز القاعدة الضعيفة.

ب - عند اضافة قاعدة قوية الى المحلول أعلاه :

$$NH_3+H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$
$$NH_4Cl \longrightarrow NH_4^+ + Cl^-$$
$$NaOH \longrightarrow Na^+ + OH^-$$

زياده في OH^-

يصبح القانون : $POH=PK_b+\log\frac{[salt]-OH^-}{[base]+OH^-}$

المؤثر هي القاعده القويه التي تطلق ايونات $[OH^-]$ فتصبح زياده في ايونات $[OH^-]$ حيث يترجح التفاعل العكسي فيزداد تركيز القاعده ويقل تركيز الملح الحامضي.

جـ - اذا طلب تركيز $[OH^-]$ لمحلول بفر مكون من قاعده ضعيفه وملحها الحامضي يصبح القانون :-

$$[OH^-]=K_b\times\frac{base}{salt}$$

ملاحظة

يمكن معرفة نوع المحلول مكون من قاعده ضعيفه وملحها من :

- من صيغة القاعده الضعيفه.
- اذا اعطى K_b في السؤال.
- اذا كان PH اكبر من 7.

الخلاصة : عند اضافة حامض قوي الى محلول بفر مكون من قاعده ضعيفه وملحها الحامضي يزداد تركيز OH- وعند اضافة قاعده قويه يقل تركيز الملح بمقدار , [H+] ويقل تركيز القاعده بمقدار [H+] الملح بمقدار OH- ويزداد تركيز القاعده بمقدار

خطوات حل مسائل بفر

اولاً : اذا السؤال يحتوي على مادتين فقط :

نعرف نوع الالكتروليت حامض ضعيف وملحه او قاعده ضعيفه وملحها نطبق القانون ونجد المطلوب

ثانياً : اذا كان السؤال يحتوي على ثلاث مواد يعني تم اضافة مادة ثالثة الكتروليت قوي حيث تتم اضافة القوي على اربعة انواع :

أ) اذا كان المضاف عدد مولات n(mol) نحولها الى مولاري (M) وذلك بالقسمه على الحجم (VL)

$$M=\frac{n(mol)}{V(L)}$$

ب) اذا كان المضاف كتله بالغرام (g) نحولها الى مولاري وذلك باستخدام القانون :-

$$M=\frac{m(g)}{Mg/mol\times V(L)}$$

جـ) اذا كان المضاف تركيز كبير ولدينا حجمان نستخدم قانون التخفيف لايجاد التركيز بعد الاضافة :-

$$M_1V_1=M_2V_2$$

بعد الاضافة = قبل الاضافة

د) اذا اعطى تركيز بالمولاري صغير مثل 0.1M او 0.2M نأخذه مباشرة للمضاف.

مثال (14-3) احســـب تركيز ايون H^+ و PH لمحلول مكون من 0.1M حامض الخليك و 0.2M خلات الصوديوم علما ان $K_{a(CH_3COOH)} = 1.8 \times 10^{-5}$. log9=0.954

المحلول بفر مكون من حامض ضعيف وملحه وعليه نجد H^+ ثم PH:-

$$[H^+]=K_a\times\frac{acid}{salt}$$

$$[H^+]=1.8\times10^{-5}\times\frac{0.1}{0.2}=9\times10^{-6}M.$$

$$PH=-\log[H^+] \longrightarrow PH=-\log9\times10^{-6}$$

$$PH=-(\log9+\log10^{-6}) \rightarrow PH=-(0.954-6)$$

$$PH=-0.954+6=5.046$$

مثال (15-3) ماذا يجب ان يكون تركيز كلوريد الامونيوم في محلول يحتوي امونيا ($PK_b=4.74$) بتركيز 0.1M لتكون قيمة PH المحلول تساوي 9. (log1.8=0.26).

المحلول مكون من قاعده ضعيفه وملح حامضي

$$PH+POH=14$$

$$POH=14-9=5$$

$$POH=PK_b+\log\frac{[salt]}{[base]}$$

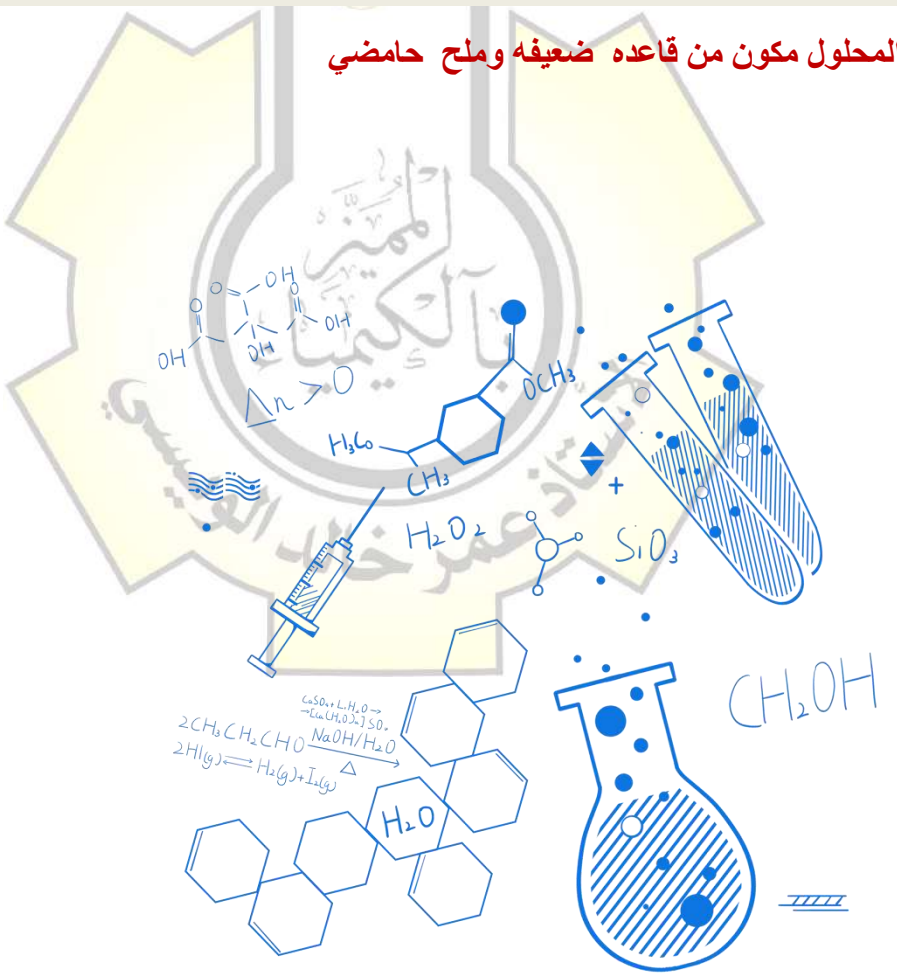
$$5=4.74+\log\frac{[salt]}{0.1}$$

$$5-4.74=\log\frac{[salt]}{0.1}$$

$$0.26=\log\frac{[salt]}{0.1}$$

$$\log1.8=\log\frac{[salt]}{0.1}$$

$$Salt=1.8\times0.1=0.18M$$



تمرين (13-3) & وزاري 2015) احســب قيمة الاس الهيدروجيني PH لمحلول يحتوي على NH_3 بتركيز 0.15M وNH_4Cl بتركيز 0.3M ، وقارن النتيجة مع قيمة PH محلول الامونيا ذي تركيز 0.15M علما ان $PK_b=4.74$. $(\sqrt{2.7}=1.6)$, (log1.8=0.26) (log1.6=0.2) , (log2=0.3)

نجد PH للمحلول الاول قاعده ضعيفه وملحها

$$POH=PK_b+\log\frac{[salt]}{[base]}$$

$$POH=4.74+\log\frac{0.3}{0.15} \Longrightarrow POH=4.74+\log2$$

$$POH=4.74+0.3=5.04$$

$$PH=14-5.04=8.96$$

نجد PH لمحلول الامونيا فقط :

$$K_b=10^{-PK_b} \Longrightarrow K_b=10^{(-4.74+5)-5}$$

نحول PK_b الى K_b :

$$K_b=10^{0.26}\times10^{-5} \Longrightarrow K_b=1.8\times10^{-5}$$

$$NH_3+H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

	0.15	0	0
يهمل	0.15 -X	X	X

$$K_b=\frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]} \longrightarrow 1.8\times10^{-5}=\frac{X^2}{0.15}$$

$$X^2=2.7\times10^{-6} \longrightarrow X=1.6\times10^{-3}M=[OH^-]$$

نجد POH ثم نجد PH :

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

$$POH=-\log1.6\times10^{-3}$$

$$POH=-(\log1.6+\log10^{-3}) \Longrightarrow POH=-(0.2-3)$$

$$POH=-0.2+3=2.8$$

$$PH+POH=14 \Longrightarrow PH=14-2.8=11.2$$

نلاحظ ان PH للامونيا =11.2 ولكنها قلت بوجود الملح الحامضي بسبب الايون المشترك.

تمرين (12-3) ما تركيز حامض الخليك في محلول يحوي اضـــافة الى الحامض ملح خلات الصـــوديوم بتركيز 0.3M اذا علمت ان قيمة PH للمحلول تســـاوي 4.31 علما ان :- $K_a=1.8\times10^{-5}$. (log1.8=0.26) (log0.37=-0.43)

المحلول حامض ضعيف وملحه القاعدي :

$$PH=PK_a+\log\frac{[salt]}{[acid]}$$

$$PK_a=-\log K_a$$

$$PK_a=-\log1.8\times10^{-5}$$

$$PK_a=-(\log1.8+\log10^{-5}) \longrightarrow PK_a=-(0.26-5)$$

$$PK_a=-0.26+5=4.74$$

$$4.31=4.74+\log\frac{0.3}{[acid]}$$

$$4.31-4.74=\log\frac{0.3}{[acid]}$$

$$-0.43=\log\frac{0.3}{[acid]} \Longrightarrow \log0.37=\log\frac{0.3}{[acid]}$$

$$[acid]=\frac{0.3}{0.37}=0.81M$$

س(7-3) ماتركيز الأمونيا$[NH_3]$ في المحلول الذي يكون في حالة اتزان مع 0.01M من $[NH_4^+]$ و 1.2×10^{-5} من $[OH^-]$ علما ان ثابت تفكك الأمونيا 1.8×10^{-5} .

محلول يتكون من قاعدة ضعيفة وملحها

$$[OH^-]=Kb\times\frac{[baes]}{[sait]}$$

$$1.2\times10^{-5}=1.8\times10^{-5}\times\frac{[NH_3]}{0.01}$$

$$[NH_3]=\frac{1.2\times10^{-7}}{1.8\times10^{-5}}=6.67\times10^{-3}\ M$$

س (3-8) & وزاري 2017) احسب كتلة ملح خلات الصوديوم (M=82g/mol) اللازم اضافتها الى لتر واحد من محلول 0.125M حامض الخليك للحصول على محلول بفر تكون قيمة PH له تساوي 4.74 علما ان $PK_a=4.74$.

المحلول مكون من حامض ضعيف وملحه القاعدي وعليه :

$$PH=PK_a+\log\frac{[salt]}{[acid]}$$

$$4.74=4.74+\log\frac{[salt]}{0.125}$$

$$0=\log\frac{[salt]}{0.125} \Longrightarrow \log1=\log\frac{[salt]}{0.125}$$

$$[salt]=0.125M$$

$$m=M\times M\times VL$$

$$m=0.125mol/L\times82g/mol\times1L$$

$$m=10.25g$$

س (3-10) & وزاري 2014) اذا كانت هناك حاجة لتحضير محلول بفر ذو PH=9 من مزج NH_3 مع NH_4Cl كم يجب ان تكون النسبة بين $\frac{[NH_4^+]}{[NH_3]}$ علما ان $PK_b=4.74$ (log1.82=0.26)

قاعده ضعيفه وملحها :

$$POH=PK_b+\log\frac{[salt]}{[base]}$$

$$PH+POH=14$$

$$POH=14-9=5$$

$$5=4.74+\log\frac{[NH_4^+]}{[NH_3]}$$

$$0.26=\log\frac{[NH_4^+]}{[NH_3]}$$

$$Log1.82=\log\frac{[NH_4^+]}{[NH_3]} \Longrightarrow \frac{[NH_4^+]}{[NH_3]}=1.82$$

س (3-14)& وزاري 2016) احسب كتلة كلوريد الامونيوم M =53.5g/mol= الواجب اضافتها الى 500ml من محلول 0.15M امونيا لجعل PH المحلول تساوي 9 .
علما ان ثابت تفكك الامونيا 1.8×10^{-5} (log1.8=0.26)

قاعده ضعيفه وملحها :

$POH=14-9=5$

$PK_b=-\log K_b$

$PK_b=-\log 1.8\times10^{-5}$

$PK_b=-(\log 1.8+\log 10^{-5})$

$PK_b=-(0.26-5)$

$PK_b=4.74$

$POH=PK_b+\log\frac{[salt]}{[base]}$

$5=4.74+\log\frac{[salt]}{[0.15]}$

$0.26=\log\frac{[salt]}{[0.15]}$

$Log1.8=\log\frac{[salt]}{[0.15]}$

$[salt]=1.8\times0.15=0.27M$

$VL=\frac{500}{1000}=0.5L$

$m=M\times M\times VL$

$m=0.27\times53.5\times0.5=7.22g$ كتلة الملح

س & اضـافي & خارج العراق 2018) محلول من حامض ضـعيف النسـبة المئوية لتأين 1% و PH=2.7 مزج مع ملحه المشتق منه تركيزه 0.1M ما PH المحلول الناتج بعد المزج علما ان : (log2=0.3)

المحلول حامض ضعيف وملحه وعليه :

$$PH=PK_a+\log\frac{[Salt]}{[acid]}$$

نلاحظ ان تركيز الحامض مجهول و K_a مجهول نكتب معادلة تفكك الحامض الضعيف .

	HA	$\rightleftharpoons$	H^+	+	A^-
	Y		0		0
يهمل	Y -X		X		X

من PH نجد تركيز H

$$[H^+]=10^{-PH} \Longrightarrow [H^+]=10^{(-2.7+3)-3}$$

$$[H^+]=10^{-0.3}\times10^{-3} \Longrightarrow [H^+]=2\times10^{-3}M = X$$

من قانون النسبة المئويه نجد تركيز الحامض

$$\text{النسبه المئوية}=\frac{\text{المتأين}}{\text{الابتدائي}}\times100\%$$

$$\frac{2\times10^{-3}}{Y}\times100\%=\%1$$

$$Y = 0.2M = [acid]$$

نجد Ka

$$K_a=\frac{[H^+][A^-]}{[HX]} \Longrightarrow K_a=\frac{(2\times10^{-3})^2}{0.2}=2\times10^{-5}$$

$$PK_a=-\log \Longrightarrow PK_a=-\log2\times10^{-5}$$

$$PK_a=-(\log2+\log10^{-5}) \Longrightarrow PK_a=-0.3+5=4.7$$

$$PH=4.7+\log\frac{0.1}{0.2}$$

$$PH=4.7+(\log1-\log2)$$

$$PH=4.7-0.3$$

$$PH=4.4$$

مثال (16-3) احسب قيمه الاس الهيدروجيني PH بعد اضافة 1ml من محلول حامض الهيدروكلوريك تركيزه 10M الى لتر من محلول بفر مكون من حامض الخليك بتركيز 0.1M وخلات الصوديوم بتركيز 0.1M علما ان $PK_a=4.74$ (log0.81=-0.09).

المحلول بفر مكون من حامض ضعيف وملحه ثم تم اضافة حامض قوي :

(1)نجد تركيز الحامض القوي بأستخدام قانون التخفيف :

$V_2=1L=1000ml$

$M_1V_1=M_2V_2$

$10M\times1ml=M_2\times1000ml$

$M_2=\frac{10\ \times1ml}{1000ml}=0.01\ M$

	HCl	$\longrightarrow$	H^+	+	Cl^-
	0.01		0		0
	0		0.01		0.01

$PH=PK_a+\log\frac{Salt-H^+}{acid+H^+}$

$PH=4.74+\log\frac{0.1-0.01}{0.1+0.01}$

$PH=4.74+\log\frac{0.09}{0.011}$

$PH=4.74+\log 0.81$

$PH=4.74+(-0.09)$

$PH=4.74-0.09=4.65$

تمرين (13-3) احسب قيمة الاس الهيدروجين PH:- (أ) للتر من محلول بفر مكون من الامونيا بتركيز 0.1M وكلوريد الامونيوم بتركيز 0.1M. (ب) لنفس محلول بفر لكن بعد اضافة 1ml من حامض الكبريتيك تركيزه 10M ثم احسب مقدار التغير في قيمة PH علما ان $PK_b=4.74$. (log1.5=0.18)

(أ)محلول بفر مكون من قاعده ضعيفه وملحها :

$$POH=PK_b+\log\frac{[salt]}{[base]}$$

$$POH=4.74+\log\frac{0.1}{0.1}$$

$$POH = 4.74$$

$$PH + POH = 14$$

$$PH=14-4.74=9.26$$

(ب)نجد تركيز الحامض القوي باستخدام قانون التخفيف :

$$V_2=1000ml$$

$$M_1V_1=M_2V_2$$

$$10M\times1ml=M_2\times1000ml$$

$$M_2=\frac{10M\times1ml}{1000ml}=0.01M=[H_2SO_4]$$

$$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^{-2}$$

0.01	0	0
0	0.02	0.01

$$POH=PK_b+\log\frac{[salt]+H^+}{[base]-H^+}$$

$$POH=4.74+\log\frac{0.1+0.02}{0.1-0.02} \Longrightarrow POH=4.74+\log\frac{0.12}{0.08}$$

$$POH=4.74+\log 1.5 \Longrightarrow POH=4.74+018=4.92$$

$$PH=14-4.92=9.08$$

$$\Delta PH=PH_2-PH_1 \Longrightarrow \Delta PH=9.08-9.26=-0.18$$

ملاحظة

اذا طلب مقدار التغير في PH نجد PH_1 من محلول بفر الضعيف وملحه (مادتين) ثم نجد PH_2 من محلول بفر (ثلاث مواد) ثم نطبق القانون :

$$\Delta PH=PH_2-PH_1$$

ملاحظة

اذا كان المضاف حامض فأن قيمة ΔPH تكون سالبه اما اذا كان المضاف قاعدة فأن قيمة ΔPH تكون موجبة .

س (3-9) & وزاري 2013 (أ) مـاقيمـة الاس الهيـدروجيني لمزيج بفري مكون من حـامض النتروز (HNO_2) $K_{a(HNO_2)} = 4.5 \times 10^{-4}$ بتركيز 0.12M ونتريت الصوديوم $NaNO_2$ بتركيز 0.15M .
(ب) احسب قيمة PH المحلول الناتج بعد اضافة (1g) من هيدروكسيد الصوديوم ($M = 40\ g/mol$) الى لتر واحد من محلول بفر . (log1.8=0.26)(log1.25=0.1) (log4.5=0.65)

(أ) حامض ضعيف وملحه القاعدي :

$PK_a=-\log K_a$

$PK_a=-\log 4.5\times10^{-4} \Longrightarrow PK_a=-(\log4.5+\log10^{-4})$

$PK_a=-(0.65-4) \Longrightarrow PK_a=-0.65+4=3.35$

$PH=PK_a+\log\frac{[Salt]}{[acid]} \Longrightarrow PH=3.35+\log\frac{0.15}{0.12}$

$PH=3.35+\log1.25 \Longrightarrow PH=3.35+0.1=3.45$

(ب) نجد تركيز القاعده القويه :

$M=\frac{m(g)}{Mg/mol\times V(L)}=\frac{1g}{40g/mol\times1L}=0.025\ M$

$NaOH$	$\longrightarrow$	Na^+	+	OH^-
0.025		0		0
0		0.025		0.025

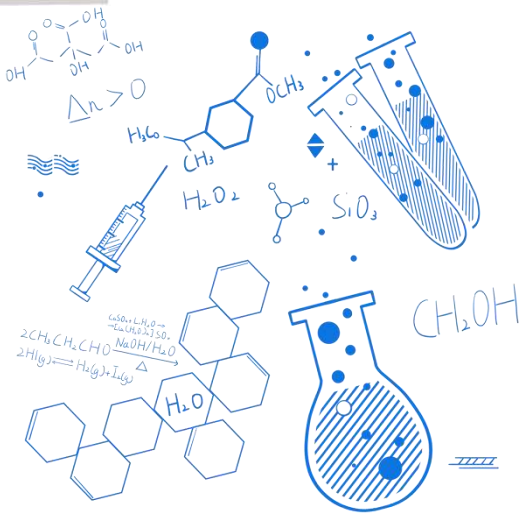
$PH=PK_a+\log\frac{Salt+OH^-}{acid-OH^-}$

$PH=3.35+\log\frac{0.15+0.025}{0.12-0.025}$

$PH=3.35+\log\frac{0.175}{0.095}$

$PH=3.35+\log1.8$

$PH=3.35+0.26=3.61$



س(3-24) اضافي & وزاري 2019) اضيف 0.05mol من محلول $Ba(OH)_2$ مره الى لتر من الماء المقطر ومره اخرى الى لتر من محلول مكون من HCN وNaCN كل منهابتركيز 0.3M كم سيكون مقدار التغير في قيمة PH في الحالتين علما ان :- K_a لـ $HCN=6\times10^{-10}$ (log2=0.3) (log6=0.78)

نجد ΔPH مع الماء المقطر

لأن الحجم لتر واحد $M=n$

$$Ba(OH)_2 \longrightarrow Ba^{+} + 2OH^{-}$$

0.05	0	0
0	0.05	0.1

$[OH]=0.1M=10^{-1}$

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

$POH=-\log10^{-1}$

$POH=1$

$PH=14-POH \Longrightarrow PH=14-1=13$

$\Delta PH=PH_2-PH_1$

$\Delta PH=13-7=6$

2) نجد PH_1 لمحلول بفر (حامض ضعيف وملحه)

$$PH = PKa + \log\frac{[salt]}{[acid]}$$

$PK_a=-\log K_a$

$PK_a=-\log(6\times10^{-10})$

$PK_a=-(\log6+\log10^{-10}) \Longrightarrow PK_a=-0.78+10=9.22$

$$PH=9.22+\log\frac{0.3}{0.3}=9.22$$

نجد PH_2 لمحلول بفر بعد اضافة قاعده قويه :

$$PH=PK_a+\log\frac{[salt]+OH^-}{[acid]-OH^-}$$

$$PH=9.22+\log\frac{0.3+0.1}{0.3-0.1}=$$

$PH=9.22+0.3=9.52$

$\Delta PH=PH_2-PH_1$

$\Delta PH=9.52-9.22=0.3$

ملاحظة

فكرة هذا السؤال اناءان الاول يحتوي على الماء PH للماء يساوي 7 تم اضافة قاعدة قوية الية وطلب مقدار التغير في PH و الاناء الثاني حامض ضعيف وملحه ثم تم اضافة قاعدة قوية اليه وطب مقدار التغير في PH

اسئلة وزارية خاصة بـ (محلول بفر)

س1(2016) خارج العراق) لتر من محلول يحتوي على 0.04M من حامض ضعيف و 0.02M من ملحه ما عدد مولات هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$ الازم اضافته اليه لتصبح PH المحلول تساوي 5.3 .
علماً ان $Ka = 10^{-5}$ (log2 = 0.3)

نجد [OH] للقاعدة القوية باستخدام قانون بفر

ملاحظة

لحل اسئلة بفر التي يطلب بها مولارية اوعدد مولات او كتلة او كتلة مولية او حجم للالكتروليت القوي :

خطوات الحل :

اولا : الحامض القوي

1) نجد تركيز H للحامض باستخدام قانون بفر.
2) اذا كان الحامض أحادي البروتون فان مولارية الحامض = تركيز H.
3) اذا كان الحامض ثنائي البروتون فان مولارية الحامض = $\frac{[H^+]}{2}$

ثانيا : القاعده القوية

1) نجد OH باستخدام قانون بفر
2) اذا القاعده أحادية الهيدروكسيد [OH] فإن تركيز القاعده =[OH]
3) اذا كانت القاعده ثنائية الهيدروكسيد [OH] فإن تركيز القاعده = $\frac{[OH]}{2}$

$$PH = PK_a + \log \frac{[salt] + OH^-}{[acid] - OH^-}$$

$$PK_a = -\log K_a$$

$$PK_a = -\log 10^{-5} = 5$$

$$5.3 = 5 + \log \frac{0.02+x}{0.04-x}$$

$$5.3 - 5 = \log \frac{0.02+x}{0.04-x}$$

$$0.3 = \log \frac{0.02+x}{0.04-x}$$

$$Log2 = \log \frac{0.02+x}{0.04-x}$$

$$2 = \frac{0.02+x}{0.04-x}$$

$0.02 + X = 0.08 - 2X \rightarrow 3X = 0.06$

$X = \frac{0.06}{3} = 0.02M = [OH]$

$M_{Ca(OH)2} = \frac{[OH]}{2} = \frac{0.02}{2} = 0.01mol$

س2 : أحسب كتلة حامض الهيدروكلوريك 35M.5 g/mol= اللازم إضافته إلى لتر من محلول بفر مكون من 0.02M قاعده ضعيفه و 0.01M ملحها لتتغير قيمة PH بمقدار 0.3 (علما ان PKb=5)

نجد PH_1 للقاعده الضعيفه وملحها

$$POH=PK_b+\log\frac{[salt]}{[base]}$$

$$POH= 5 + \log\frac{0.01}{0.02}$$

$$POH = 5 - 0.3 = 4.7$$

$$PH + POH = 14 \rightarrow PH = 14 - 4.7 = 9.3$$

ملاحظة
اذا كان المضاف حامض قوي تكون قيمة ΔPH سالبة اما اذا مان المضاف قاعده قويةتكون قيمة ΔPH موجبة

نجد PH_2

$$\Delta PH = PH_2 - PH_1$$

$$-0.3 = PH_2 - 9.3 \rightarrow PH_2 = 9$$

$$PH + POH = 14 \rightarrow POH = 14 - 9 = 5$$

نجد $[H^+]$ للحامض القوي بأستخدام قانون بفر

$$POH=PK_b+\log\frac{[salt]+H^+}{[base]-H^+}$$

$$5=5+\log\frac{0.01+X}{0.02-X}$$

$$0=\log\frac{0.01+X}{0.02-X}$$

$$Log1=\log\frac{0.01+X}{0.02-X} \rightarrow 1 = \frac{0.01+X}{0.02-X}$$

$$0.01 + x = 0.02 - X \rightarrow 2X = 0.01$$

$$X = \frac{0.01}{2} = 0.005\ M = [HCl]$$

نجد الكتلة

$$m= M \times M \times V$$

$$m = 0.005 \times 35.5 \times 1 = 0.177g$$

اسئلة وزارية واجب

س1:- محلول بفر يتكون من 0.02M من NH_4Cl و0.01M من NH_3 اضيف الى لتر من محلول 1ml من KOH بتركيز 10M, احسب مقدار التغير في PH علما بأن: - (log2=0.3)
$Kb(NH_3) = 1.8 \times 10^{-5}$ (log1.8=0.26)

الناتج :- ΔPH=0.6

س2 : لتر من محلول الامونيا تركيزه 0.05M كانت النسبة المئويه لتأينه 2% ما تركيز كلوريد الامونيوم الواجب اضافتها اليه ليصبح PH يساوي 8.3. (log2=0.3)

الناتج :- $[Salt] = 0.5\ M$

س3 : محلول الامونيا حجمه لتر ودالته الحامضيه تساوي 11 ودرجة تفككها تساوي 0.02 احسب PH(1)المحلول بعد اضافة 0.1mol من NH_4Cl المحلول بعد اضافة 0.05mol من KOH الى PH(2),. المحلول المتكون في اولا. (log2=0.3)

الناتج :- PH=9 ,(2)PH=9.6(1)

س4:- احسب مقدار التغير في PH بعد اضافة 2g من هيدروكسيد الصوديوم $M = 40g/mol$ الى لتر من محلول بفر مكون من حامض الخليك وخلات الصوديوم تركيز كل منهما 0.2 علما ان $K_a=1.8\times10^{-5}$.
(log1.67=0.22)(log1.8=0.26)

الناتج :- ΔPH=0.22

س5:- ماتركيز خلات الصوديوم CH_3COONa في محلول يحتوي اضافه الى للملح على حامض الخليك CH_3COOH تركيزه 0.02M وان PH للمحلول تساوي 4.74, ثم احسب PH المحلول اعلاه بعد اضافة 2ml من محلول حامض الهيدروكلوريك تركيزه 5M الى لتر من المحلول اعلاه علما ان :- $K_{a(CH_3COOH)} = 1.8 \times 10^{-5}$.
(log1.8=0.26)(log2=0.3) (log3=0.48)

الناتج :- $[Salt] = 0.02$ M PH=4.26

س6 :- ما هي كتلة حامض الكبريتيك 98 g/molM = الواجب اضافتها الى لتر من محلول بفر مكون من 0.1M حامض الخليك و 0.2M خلات الصوديوم ليصبح PH للمحلول يساوي 5 علماً ان : (ka= $CH_3COOH) = 1.8 \times 10^{-5}$

(log1.8 = 0.16)

الناتج :- m=0.343g

س8:- ما كتلة هيدروكسيد البوتاسيوم 56g/molM= الواجب إضافتها إلى لتر من محلول بفر مكون من حامض ضعيف بتركيز 0.2M وملحة بتركيز 0.2M لتتغير قيمة PH بمقدار 0.3علما ان PKa=5 (log1.8 = 0.16) .

الناتج :- m=3.75g

الإضافة أو التخفيف

النوع الأول

اضافة الكتروليت قوي (حامض او قاعدة) الى الماء .

خطوات الحل :

1- نعتبر V_2 هو حجم الماء اذا كان حجم الالكتروليت من 1ml الى 10ml .
2- نجد تركيز الألكتروليت القوي بأستخدام قانون التخفيف $M_1V_1=M_2V_2$.
3- اذا كان المضاف حامض نجد تركيز $[H^+]$ ثم نجد PH .
4- اذا كان المضاف قاعدة نجد تركيز $[OH^-]$ ثم نجد POH وبعدها PH .

ملاحظات

1- الاس الهيدروجيني للماء PH=7 وهو PH_1 .
2- حجم الالكتروليت هو V_1 دائماً.

س(3-2) : جد مقدار التغير في قيمة PH للماء عند اضافة الى لتر منه المحاليل الأتيه.

1- 1ml من HCl تركيزه 10M

V_2= 1L = 1000 ml

نجد تركيز الحامض بعد الاضافه :

$M_1V_1=M_2V_2$

$10M\times1ml=M_2\times1000ml$

تركيز HCl $M_2=\frac{10\times1ml}{1000ml}=0.01M$

$HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$

0.01 0 0

0 0.01 0.01

$[H^+]=0.01=1\times10^{-2}M$

$PH=-\log[H^+]$

$PH=-(\log1+\log10^{-2})$

$PH=2$

$\Delta PH=PH_2-PH_1$

$\Delta PH=2-7=-5$

2- 1ml من NaOH تركيزه 10M.

نجد تركيز القاعده بعد

$V_2=1L=1000ml$

$M_1V_1=M_2V_2$

$10M\times1ml=M_2\times1000ml$

$M_2=\frac{10M\times1ml}{1000ml}=0.01M$

$NaOH \longrightarrow Na^+ + OH^-$

0.01 0 0

0 0.01 0.01

$[OH^-]=0.01=1\times10^{-2}M$

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

$POH=-\log1\times10^{-2}$

$POH=-(\log1+\log10^{-2})$

$POH=2$

$PH=14-POH$

$PH=14-2=12$

$\Delta PH=PH_2-PH_1$

$\Delta PH=12-7=5$

النوع الثاني

اضافة الكتروليت قوي الى الكتروليت قوي (حامض قوي الى قاعدة قويه او العكس).

خطوات الحل

1- نجد V_2 ← $V_2 = V_{\text{الحامض}} + V_{\text{القاعده}}$

2- نجد تركيز الحامض والقاعدة بعد الاضافه بأستخدام قانون التخفيف .

3- نكتب معادلة تفكك الحامض القوي ونجد $[H^+]$ ونكتب معادلة تفكك القاعدة القويه ونجد $[OH^-]$.

4- اذا كان $[H^+]=[OH^-]$ فأن PH=7 ملح متعادل.

5- اذا كان $[H^+]$ اكبر من $[OH^-]$ فأن ← $[H^+] = [H^+] - [OH^-]$ المتبقي .

6- اذا كان $[OH^-]$ اكبر من $[H^+]$ فأن ← $[OH^-] = [OH^-] - [H^+]$ المتبقي .

7- نجد المطلوب PH او POH.

س (3-6) ما قيمة PH لكل من المحاليل المحضره بأضافة 10ml من HCl تركيزه 0.1M الى :

1- 10ml من NaOH تركيزه 0.1M.

$V_2=V_{HCl}+V_{NaOH}$

$V_2=10+10=20ml$

نجد تركيز الحامض بعد الاضافه :

$M_1V_1=M_2V_2$

$0.1M\times10ml=M_2\times20ml$

$M_2=\frac{0.1M\times10ml}{20ml}=0.05M=[H^+]$

نجد تركيز القاعده بعد الاضافه :

$M_1V_1=M_2V_2$

$0.1M\times10ml=M_2\times20ml$

$M_2=\frac{0.1M\times10ml}{20ml}=0.05M=[OH^-]$

$[OH^-]=[H^+]\rightarrow PH=7$

2- 15ml من NaOH تركيزه 0.1M (log2=0.3)

$V_2=10+15=25ml$

نجد تركيز HCl .

$M_1V_1=M_2V_2$

$0.1\times10=M_2\times25$

$M_2=\frac{0.1M\times10ml}{25ml}=0.04M=[H^+]$

نجد تركيز NaOH .

$M_1V_1=M_2V_2$

$0.1\times15=M_2\times25$

$M_2=\frac{0.1M\times15ml}{25ml}=0.06M=[OH^-]$

$[OH^-]_{المتبقي}=[OH^-]-[H^+]$

$[OH^-]=0.06-0.04=0.02M$

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

$POH=-(\log2\times10^{-2})$

$POH=-(\log2+\log10^{-2})$

$POH=-(0.3-2)$

$POH=-0.3+2=1.7$

$PH=14-POH$

$PH=14-1.7=12.3$

س(3-24) : احسب قيمة PH لمحلول نتج من مزج 26ml من 0.2M هيدروكسيد الصوديوم مع 50ml من 0.1M من حامض الهيدروكلوريك . (log2.7=0.43)

$V_2=26+50=76ml$

اضافة حامض قوي الى قاعده قويه :

نجد تركيز القاعده NaOH

$M_1V_1=M_2V_2$

$0.2\times26=M_2\times76$

$M_2=\frac{0.2M\times26ml}{76ml}=0.0684\ M=[OH^-]$

نجد تركيز حامض HCl

$M_1V_1=M_2V_2$

$0.1\times50=M_2\times76$

$M_2=\frac{0.1M\times50ml}{76ml}=0.0657=[H^+]$

$[OH]_{المتبقي}=[OH^-]-[H^+]$

نلاحظ OH اكبر من H وعليه :

$[OH^-]_{المتبقي}=0.0684-0.0657=0.0027=2.7\times10^{-3}\ M$

نجد POH :

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

$POH=-(\log2.7\times10^{-3})$

$POH=-(\log2.7+\log10^{-3})$

$POH=-(0.43-3)$

$POH=-0.43+3=2.57$

$PH=14-POH$

$PH=14-2.57=11.43$

النوع الثالث

اضافة الكتروليت ضعيف الى الكتروليت قوي (اضافة حامض ضعيف الى قاعدة قوية او العكس) .

خطوات الحل :

1- نجد V_2 ← $V_2 = V_{\text{حامض}} + V_{\text{قاعده}}$.
2- نجد تركيز الحامض بعد الاضافة بأستخدام قانون التخفيف $M_1V_1 = M_2V_2$.
3- نجد تركيز القاعدة بعد الاضافة بأستخدام قانون التخفيف $M_1V_1 = M_2V_2$.
4- اذا كانت التراكيز متساوية ينتج ملح ونستخدم قانون الاملاح لأيجاد PH.
5- اذا كانت التراكيز غير متساوية سوف يكون تركيز الضعيف دائما أكبر ويكون الناتج محلول بفر.

س (6-3) ماقيمة PH لكل من المحاليل المحضـــره بأضـــافة 10ml من HCl تركيزه 0.1M الى 10ml من NH_3 تركيزه 0.1M علما ان :- ($\log 1.8=0.26$) و ($K_b=1.8\times10^{-5}$) و ($\log 5=0.7$)

$V_2=10+10=20$

نجد تركيز HCl .

$M_1V_1=M_2V_2 \Longrightarrow 0.1\times10=M_2\times20$

$M_2=\frac{0.1M\times10ml}{20ml}=0.05M$

نجد تركيز NH_3 .

$M_1V_1=M_2V_2 \Longrightarrow 0.1\times10=M_2\times20$

$M_2=\frac{0.1M\times10ml}{20ml}=0.05M$

$$NH_3 + HCl \rightarrow NH_4Cl$$

تركيز الحامض = تركيز القاعدة
ملح حامضي

0.05	0.05	0
0	0	0.05

$PH=\frac{1}{2}[PK_W - PK_b - logC]$

$PK_W=14$

$PK_b=-\log K_b \Longrightarrow PK_b=-\log(1.8\times10^{-5})$

$PK_b=-(\log1.8+\log10^{-5}) \Longrightarrow PK_b=-(0.26-5)$

$PK_b=-0.26+5=4.74$

$\log C=\log5\times10^{-2}$

$\log5+\log10^{-2} \Longrightarrow 0.7-2=-1.3$

$PH=\frac{1}{2}[14-4.74+1.3]=5.28$

س(3-22) & وزاري 2018 & خارج العراق) كم ستكون قيمة PH المحلول الناتج من مزج 20ml من 0.2M هيدروكسيد الصوديوم NaOH مع 50ml من 0.1M حامض الخليك CH_3COOH علما بأن :

$K_{a(CH_3COOH)} = 1.8 \times 10^{-5}$ (log4=0.6) و (log1.8=0.26)

$V_2=50+20=70ml$

نجد تركيز NaOH بعد الاضافة

$M_1V_1=M_2V_2 \Longrightarrow 0.2\times20=M_2\times70$

$M_2=\frac{0.2M\times20ml}{70ml}=0.057M$

نجد تركيز CH_3COOH بعد الاضافة

$M_1V_1=M_2V_2 \Longrightarrow 0.1\times50=M_2\times70$

$M_2=\frac{0.1M\times50ml}{70ml}=0.071M$

$$CH_3COOH + NaOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$$

0.071	0	0	تركيز الحامض لايساوي القاعده
0.014	0.057	0.057	الناتج محلول بفر

$PK_a=-logK_a \Longrightarrow PK_a=-log(1.8\times10^{-5})$

$PK_a=-(log1.8+log10^{-5}) \Longrightarrow PK_a=-0.26+5=4.74$

$PH=PK_a+\log\frac{[salt]}{[acid]} \Longrightarrow PH=4.74+\log\frac{0.057}{0.014}$

$PH=4.74+log4 \Longrightarrow PH=4.74+0.6=5.34$

اسئلة وزارية خاصة بالأضافة

س1:- احسب قيمة PH لمحلول نتج من تخفيف 1ml من 13.6M حامض الهيدروكلوريك الى لتر من الماء علما ان :- (log0.0136=-1.866)

الناتج : PH=1.866

س2:- عند اضافة 25ml من 0.2M محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH الى 50ml من 0.1M محلول حامض الخليك CH_3COOH ماذا ستكون قيمة PH للمحلول الناتج علما أن :-

$(K_{a\,(CH_3COOH)} = 1.8 \times 10^{-5})$ (log6.7=0.82) و (log1.8=0.26) .

الناتج :- PH=8.78

س3: مزج 100ml من محلول 0.05M حامض الكروميك H_2CrO_4 مع 100ml من محلول 0.05M هيدروكسيد الباريوم $Ba(OH)_2$ احسب PH المحلول الناتج علماً ان : (log2=0.3)(log5=0.7)

الناتج : PH=12.3

س4: أضيف 0.03mol من HCI الى لتر من محلول الامونيا بتركيز 0.06M احسب مقدار التغير في قيمة PH للمحلول الناتج من إضافة 1ml من KOH بتركيز 10Mعلما ان : $kb=2\times10^{-5}$ (log2=0.3)

الناتج :- ΔPH=0.3

س5: أضيف 1mol من NaOH إلى لتر من محلول حامض HCN بتركيز 2M جد مقدار التغير في PH عند إضافة 0.05mol من حامض الكبريتيك H_2SO_4 إلى نصف لتر من المحلول. (log2=0.3)

الناتج : ΔPH=-0.17

الذوبانيه وثابت حاصل الذوبان

عدد مولات المادة التي تذوب في لتر واحد من المحلول المشبع للمادة وتكون في حالة اتزان بين الماده الصلبه ومحلولها .

على ماذا تعتمد قابلية الذوبان ؟

1- الفرق في مقدار الطاقة اللازمه لكسر الأواصر بين الايونات المكونه للماده .
2- مقدار ما ينتج من طاقة نتيجة انتشار هذه الايونات في الماء .

ثابت حاصل الاذابة K_{SP} : هو حاصل ضرب التراكيز المولاريه للأيونات الناتجة من تفكك الملح الشحيح كلا منها مرفوع الى اس يمثل عدد المولات في المعادلة الموزونة :

$$AgCl \rightleftharpoons Ag^+ + Cl^-$$
$$K_{SP} = [Ag^+][Cl^-]$$

انواع الذوبانية

1- الذوبانية المولارية $S_{mol/L}$ قانونها :

$$S_{mol/L} = \frac{Sg/l}{Mg/mol}$$

2- الذوبانية الغرامية $S_{g/L}$ قانونها :

$$S_{g/L} = S_{mol/L} \times M_{g/mol}$$

ملاحظات

1) نعرف ان السؤال يخص موضوع الذوبانية اذا اعطى او طلب K_{SP} او يعطي او يطلب الذوبانية .
2) الاملاح تكون شحيحه ضعيفه في حالتها الصلبه (رواسب) وتكون املاح تتفكك تفكك تام في محاليلها المائية .
3) اغلب القواعد القوية هي الكتروليتات قوية في محاليلها المائيه ومواد شحيحة في حالتها الصلبة.

كيفية كتابة معادلة تفكك المواد شحيحة الذوبان والتعبير عن الثابت

1- ملح احادي التكافؤ AgCl

$$AgCl \rightleftharpoons Ag^+ + Cl^-$$
$$S \quad S$$
$$Ksp = [Ag^+][Cl^-]$$
$$Ksp = S \times S$$
$$Ksp = S^2$$

2- مادة شحيحة ثنائية التكافؤ $Zn(OH)_2$

$$Zn(OH)_2 \rightleftharpoons Zn^{+2} + 2OH^-$$
$$S \quad 2S$$
$$Ksp = [Zn^{+2}][OH^-]^2$$
$$Ksp = S \times (2S)^2$$
$$Ksp = S \times 4S^2$$
$$Ksp = 4S^3$$

انواع مسائل الذوبانية

النوع الاول

1- يعطي K_{sp} ويطلب الذوبانية المولارية او الغرامية.
2- يعطي الذوبانية المولارية او الغرامية ويطلب K_{SP} .

خطوات الحل

1- نكتب معادلة تفكك المادة شحيحة الذوبان .
2- نطبق قانون K_{SP} ونجد المجهول سواء كان الثابت او الذوبانية المولارية .

ملاحظات

1- اذا اعطى K_{SP} وطلب ذوبانية غرامية Sg/L يجب ايجاد الذوبانية المولارية من K_{SP} ثم نجد الذوبانية الغرامية .
2- اذا اعطى ذوبانية غرامية Sg/L وطلب K_{SP} يجب تحويل الذوبانية الغرامية الى ذوبانية مولارية ثم ايجاد K_{SP}.

مثال(3-17) ماهي الذوبانية المولارية لملح كبريتات الرصاص $PbSO_4$ اذا علمت ان ثابت حاصل الذوبان لهذا الملح $K_{SP}=1.6\times10^{-8}$. $(\sqrt{1.6}=1.26)$

نكتب معادلة تفكك الملح ثم نطبق قانون الثابت :

$$PbSO_4 \rightleftharpoons Pb^{+2} + SO_4^{-2}$$
$$S \qquad S$$

$K_{SP} = [Pb^{+2}][SO_4^{-2}]$

$K_{SP} = S \times S$

$K_{SP} = S^2$

$S^2=1.6\times10^{-8}$ بالجذر

$S=1.26\times10^{-4}M$

مثال (3-18) & وزاري 2015 د\2) احسب قيمة ثابت حاصل الاذابة K_{SP} لملح كبريتات الباريوم اذا علمت ان لتر واحد من محلوله المائي المشـــبع يحوي 0.0025g من ملح $BaSO_4$ الذائب علماً ان الكتلة المولية للملح (233g/mol)

نجد الذوبانية المولارية اولا ثم نجد K_{SP} :

$$Smol/L=\frac{Sg/L}{Mg/mol}$$

$$Smol/L=\frac{0.0025g/L}{233g/mol}=1.1\times10^{-5}mol/L$$

$$BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + SO_4^{-2}$$
$$S \quad S$$

$$K_{SP}=[Ba^{+2}][SO_4^{-2}]$$

$$K_{SP}=S^2$$

$$K_{SP}=(1.1\times10^{-5})^2=1.2\times10^{-10}$$

تمرين (3-16)اذا علمت ان لترا واحد من المحلول المشـــبع لكرومـات الفضـــه Ag_2CrO_4 $(g/mol$ M=332) يحوي 0.0215g من الملح احسب ثابت حاصل الذوبان لهذا الملح.

نجد الذوبانية المولارية اولا :

$$Smol/L=\frac{Sg/L}{Mg/mol}$$

$$Smol/L=\frac{0.0215g/L}{332g/mol}=6.5\times10^{-5}mol/L$$

$$Ag_2cro_4 \quad 2Ag^{+1} + CrO_4^{-2} \rightleftharpoons$$
$$2S \quad S$$

$$K_{SP}=[Ag^{+1}]^2[CrO_4^{-2}]$$

$$K_{sp}=(2S)^2(S)$$

$$K_{SP}=4S^3$$

$$K_{SP}=4(6.5\times10^{-5})^3=1.09\times10^{-12}$$

تمرين & وزاري 2013 تمهيدي) احسب الذوبانية المولارية والذوبانية بدلالة (g/L) لملح كلوريد الفضة AgCl (M=143.5g/mol) في محلوله عند حالة الاتزان اذا علمت ان $K_{SP}=1.8\times10^{-10}$. ($\sqrt{1.8}=1.3$)

نجد اولا الذوبانية المولارية من K_{SP} :

$$AgCl \rightleftharpoons Ag^{+} + Cl^{-}$$
$$S \quad S$$

$K_{SP}=[Ag^{+1}][Cl^{-1}]$

$K_{SP}=S^2$

$S^2=(1.8\times10^{-10})^2$

$S=1.3\times10^{-5}M$

نجد الذوبانية الغرامية

$Sg/L = Smol/L \times M\ g/mol$

$Sg/L = 1.3\times10^{-5}\ mol/L \times 143.5\ g/mol$

$Sg/L = 1.93\times10^{-3}\ g/L$

س(3-16) ما عدد غرامات ملح كرومات الفضة Ag_2CrO_4 (M=332 g/mol) التي يمكن ان تذوب في 100ml من الماء المقطر علما بأن $K_{SP}=1.1\times10^{-12}$. ($\sqrt[3]{275}=6.5$)

نجد اولا الذوبانية المولارية من K_{SP} ثم نجد الكتلة :

$$Ag_2cro_4 \rightleftharpoons 2Ag^{+1} + CrO_4^{-2}$$
$$2S \quad S$$

$K_{SP}=[Ag^{+1}]^2[CrO_4^{-2}]$

$K_{SP}=(2S)^2(S) \implies K_{SP}=4S^3$

$S^3=\frac{K_{SP}}{4} \implies S^3=\frac{1.1\times10^{-12}}{4}$

$S^3=275\times10^{-15}$ بالجذر $\implies S=6.5\times10^{-5}mol/L$

$m = M\times M\times V$

$VL=\frac{100}{1000}=0.1L$

$m=6.5\times10^{-5}mol/L\times 332\ g/mol\times 0.1L=2.161\times10^{-3}g$

س(3-20) & وزاري 2014,2015,2016) احســـب الذوبانية المولارية mol /L والذوبانية بدلالة g/L لمحلول هيدروكســـيد الخارصـــين $Zn(OH)_2$ $(M = 99.4\ g/mol)$ عند حالة الاتزان اذا علمت ان :- $K_{SP}=1.2\times10^{-17}$. $(\sqrt[3]{3} = 1.43)$

نجد الذوبانية المولارية من K_{SP}:-

$$Zn(OH)_2 \rightleftharpoons Zn^{+2} + 2OH^-$$
$$S \quad 2S$$

$K_{SP}=[Zn^{+2}][OH^-]^2$

$K_{SP}= S \times (2S)^2 \rightarrow K_{SP} = 4S^3$

$S^3 = \frac{K_{SP}}{4} \rightarrow S^3 = \frac{1.2\times10^{-17}}{4}$

$S^3= 3 \times 10^{-18} \Longrightarrow S =1.43 \times 10^{-6}M$

$Sg/L = Smol/L \times Mg/mol$

$Sg/L = 1.43\times10^{-6}mol/L\times99.4g/mol$

$Sg/L = 1.42\times10^{-4}g/L$

NOTES

الذوبانية وحاصل الترسيب

النوع الثاني

يقسم الى : اولاً :

1- يطلب في السؤال حساب (ادنى - اصغر - اقل)تركيز .

2- يعطي مادة شحيحة تحتوي على ايون معلوم التركيز والاخر مجهول التركيز.

3- يحتوي على عبارة يبدء ترسيب المادة الشحيحة .

4- يعطي Ksp او ما يوصلني اليه.

خطوات الحل :

1- نكتب معادلة تفكك المادة شحيحة الذوبان .

2- نضع قيمة الايون المعلوم تحته والايون المجهول نضع [ ] .

3- من K_{SP} وقيمة الايون المعلوم نجد تركيز الايون المجهول .

مثال (3-19) اذا علمت ان تركيز ايون الفلوريد F^- في محلول يساوي $2\times10^{-2}M$ احسب ادنى تركيز من ايون الكالسيوم يكون لازما وجوده في المحلول ليبدء ترسيب ملح فلوريد الكالسيوم CaF_2 ($K_{SP}=4.9\times10^{-11}$).

نكتب معادلة تفكك الملح الشحيح ونجد تركيز الايون المجهول :

$$CaF_2 \rightleftharpoons Ca^{+2} + 2F^-$$
$$[\ ] \quad 2\times10^{-2}$$

$$K_{SP}=[Ca^{+2}][F^-]^2$$

$$4.9\times10^{-11}=[Ca^{+2}]\times(2\times10^{-2})^2$$

$$[Ca^{+2}]=\frac{4.9\times10^{-11}}{4\times10^{-4}}=1.23\times10^{-7}M$$

ملاحظة

اذا اعطى تراكيز ليست في المحلول المائي المشبع او الماء النقي او اذا كانت احد التراكيز معلومة لا نضرب في عدد المولات .

ثانياً : يطلب في السؤال

1- حساب اقل دالة حامضية PH .
2- يعطي مادة شحيحة تحتوي على ايونات OH^-.
3- يعطي ايون معلوم التركيز وتركيز $[OH^-]$ مجهول دائماً.
4- يحتوي على عبارة يبدء ظهور الراسب في المحلول .
5- يعطي Ksp او ما يوصلني اليه .

خطوات الحل

1- نكتب معادلة تفكك المادة شحيحة الذوبان .
2- نضع قيمة الايون المعلوم تحته وتحت المجهول [ ] ومن K_{SP} والايون المعلوم نجد تركيز الايون المجهول الذي يكون OH^- دائما .
3- من OH^- نجد POH ثم من POH نجد PH او من OH^- نجد H^+ ثم من H^+ نجد PH.

تمرين (3-15) & وزاري 2014) ما هي اقل داله حامضـــيه PH لمحلول يحوي ايون الحديد (III) بتركيز يساوي $2\times10^{-10}M$ التي اذا تم الوصول اليها او تجاوزها يبدء راسب هيدروكسيد الحديد (III) بالظهور في المحلول علماً ان ksp يساوي 5×10^{-38} $(\sqrt[3]{250}=6.3)$ $(\log6.3=0.8)$

نكتب معادله تفكك المادة ونجد تركيز $[OH^-]$.

$$Fe(OH)_3 \rightleftharpoons Fe^{+3} + 3OH^-$$
$$2\times10^{-10} \quad [\ ]$$

$$K_{SP}=[Fe^{+3}][OH^-]^3$$

$$5\times10^{-38}=(2\times10^{-10})\times[OH^-]^3$$

$$[OH^-]^3=\frac{5\times10^{-38}}{2\times10^{-10}}$$

$$[OH^-]^3=2.5\times10^{-28}$$

$$[OH^-]^3=250\times10^{-30}$$

$$[OH^-]=6.3\times10^{-10}M$$

من OH نجد POH :

$$POH=-\log[OH^-]$$
$$POH=-\log6.3\times10^{-10}$$
$$POH=-(\log6.3+\log10^{-10})$$
$$POH=-(0.8-10)$$
$$POH=-0.8+10=9.2$$

من POH نجد PH :

$$PH+POH=14$$
$$PH=14-POH$$
$$PH=14-9.2=4.8$$

ملاحظة : يمكن من $[OH^-]$ نجد $[H^+]$ ثم من $[H^+]$ نجد PH حسب (log) المعطى في السؤال .

النوع الثالث

1- يكون السؤال يحتوي على عبارة هل تتوقع ان يحصل ترسيب او هل تترسب المادة الشحيحة .
2- يعطي ksp او ما يوصلني اليه .

خطوات الحل :

1- يجب ايجاد K_{SP} للمادة الشحيحة او يعطى في السؤال .
2- نجد الحاصل الايوني (Qsp) ونقارن الحاصل الايوني مع K_{SP} حيث :
أ- K_{SP} اكبر من الحاصل الايوني لا يحصل ترسيب .
ب- K_{SP} اصغر من الحاصل الايوني يحصل ترسيب .
جـ - K_{SP} يساوي الحاصل الايوني المحلول مشبع .

ملاحظة : نحصل على k_{sp} من تراكيز في محلولها المائي المشبع او في الماء النقي اما الحاصل الايوني نحصل عليه من تراكيز ليست في محلولها المائي

& اضافي & وزاري 2018) هل يتكون راسب عند مزج 10ml من 0.01M محلول يحتوي ايونات SO_4^{-2} و 10ml من 0.001M محلول يحتوي ايونات Ba^{+2} علما ان $K_{SP(BaSO_4)} = 1.6 \times 10^{-10}$

نجد تركيز SO_4^{-2} و Ba^{+2} بأستخدام قانون التخفيف

$V_2 = V_{SO_4^{-2}} + V_{Ba^{+2}}$

$V_2 = 10+10 = 20ml$

$M_1V_1 = M_2V_2 \Longrightarrow M_2 = \frac{0.01M \times 10ml}{20ml} = 0.005M = [SO_4^{-2}]$

$M_1V_1 = M_2V_2 \Longrightarrow M_2 = \frac{0.001M \times 10ml}{20ml} = 0.0005M = [Ba^{+2}]$

$$BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + SO_4^{-2}$$
$$0.0005 \quad 0.005$$

$Qsp = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}]$

$Qsp = (5\times10^{-4}) \times (5 \times 10^{-3}) = 25\times10^{-7}$

(يحصل ترسيب)

تمرين 3-17) & وزاري 2018) محلول من نترات الفضه تركيزه 0.01M وحجمه 20ml اضيف الى 80ml من محلول 0.05M كرومات البوتاسيوم K_2CrO_4 بين هل تترسب كرومات الفضه علما ان : $Ksp_{(Ag_2CrO_4)} = 1.1 \times 10^{-12}$.

نجد تركيز نترات الفضه بعد الاضافة :

$V_2=V(AgNO_3)+V(K_2CrO_4)$

$V_2=20+80=100ml$

$M_1V_1=M_2V_2$

$0.01M\times20ml=M_2\times100ml$

$M_2=\frac{0.01M\times20ml}{100ml}=0.002\ M$

الاملاح في محاليلها تتفكك تفكك

$$AgNO_3 \rightarrow Ag^+ + NO_3^-$$
$$0.002 \quad 0.002$$

نجد تركيز كرومات البوتاسيوم بعد الاضافه :

$M_1V_1=M_2V_2$

$0.05\times80=M_2\times100$

$M_2=\frac{0.05M\times80ml}{100ml}=0.04M$

الاملاح في محاليلها تتفكك تفكك

$$K_2CrO_4 \rightarrow 2K^+ + CrO_4^{-2}$$
$$0.08 \quad 0.04$$

نكتب معادلة تفكك كرومات الفضه Ag_2CrO_4 ونجد الحاصل الايوني :

$$Ag_2CrO_4 \rightleftharpoons 2Ag^+ + CrO_4^{-2}$$
$$0.002 \quad 0.04$$

$Qsp = [Ag^+]^2\ [CrO_4^{-2}]$

$QSP = (2\times10^{-3}) \times (4 \times 10^{-2}) = 16\times10^{-8}$

يحصل ترسيب لان K_{SP} اصغر من الحاصل الايوني

س(3-22) احيائي & وزاري 2013) ان تركيز الكالسيوم (M=40g/mol) في بلازما الدم يساوي 0.1g/L فأذا كان تركيز ايون الاوكزالات فيه يساوي 1×10^{-7} M , هل تتوقع ان تترسب اوكزالات الكالسيوم CaC_2O_4 . $PK_{sp} = 8.64$, (log2.3=0.36)

نجد الذوبانية المولارية للكالسيوم .

$$Smol/L=\frac{Sg/L}{Mg/mol}$$

$$Smol/L=\frac{0.1g/L}{40g/mol}=0.0025mol/L$$

نكتب معادلة تفكك الملح ونجد الحاصل الايوني :

$$CaC_2O_4 \rightleftharpoons Ca^{+2} + C_2O_4^{-2}$$
$$25\times10^{-4} \quad 1\times10^{-7}$$

$$Qsp = [Ca^{+2}][C_2O_4^{-2}]$$

$$Qsp = (25\times10^{-4})\times(1\times10^{-7})$$

$$Qsp = 25\times10^{-11}$$

نجد K_{SP} من PK_{SP} :

$$K_{SP}=10^{-PK_{SP}}$$

$$K_{SP}=10^{(-8.64+9)-9}$$

$$K_{SP}=10^{0.36-9}$$

$$K_{SP}=10^{0.36}\times10^{-9}$$

$$K_{SP}=2.3\times10^{-9}$$

الحاصل الايوني اصغر من K_{SP} لايحصل ترسيب .

تمرين(3- 16) محلول حجمه لتر يحتوي 0.001mol من كل من ايونات Al^{+3} و Fe^{+3} اضيفت اليه كميه من محلول NaOH . بين رياضـــياً ايهما يترســـب اولا $Al(OH)_3$ او $Fe(OH)_3$ علما ان : $Ksp_{Al(OH)_3} = 3.5 \times 10^{-34}$, $(\sqrt[3]{350} = 7.04)$, $(\sqrt[3]{50} = 3.7)$, $Ksp_{Fe(OH)_3} = 5 \times 10^{-38}$,

لان الحجم لتر واحد M=n

نجد ذوبانية $Al(OH)_3$

$Al(OH)_3 \rightleftharpoons Al^{+3} + 3OH^-$

0.001 [ ]

$K_{SP}=[Al^{+3}][OH^-]^3$

$3.5\times10^{-34} = [OH]^3 \times 0.001$

$[OH^-]^3=\frac{3.5\times10^{-34}}{1\times10^{-3}}$

$[OH^-]^3=3.5 \times 10^{-31}$

$[OH^-]^3=350 \times 10^{-33}$

$[OH^-]=7.04 \times 10^{-11}M$

نجد ذوبانية $Fe(OH)_3$:

$Fe(OH)_3 \rightleftharpoons Fe^{+3} + 3OH^-$

0.001 [ ]

$K_{SP}=[Fe^{+3}][OH^-]^3$

$5 \times 10^{-38}=(0.001)\times [OH^-]^3$

$[OH^-]^3=\frac{5\times10^{-38}}{1\times10^{-3}}$

$[OH^-]^3=5 \times 10^{-35}$

$[OH^-]^3=50 \times 10^{-36}$

$[OH^-]=3.7 \times 10^{-12}M$ (($Fe(OH)_3$ يترسب اولا لانه الاقل ذوبانيه))

ملاحظات

1) اذا أعطى في السؤال مادتان شحيحتان.
2) أعطى Ksp لكل مادة شحيحة.
3) أعطى ايون معلوم التركيز والآخر مجهول التركيز.
4) ذكر في الســؤال بين رياضــيا أيهما يترســب اولا.

خطوات الحل :

1- نكتب معادلة تفكك المادة الشحيحة الأولى.
2 - نضع قيمة الايون المعلوم تحته والمجهول [ ].
3- من ksp وتركيز الايون المعلوم نجد ذوبانية المجهول.
4- نفس الخطوات تعاد للمادة الشحيحة الثانية.
5- المادة الشحيحة الاقل ذوبانية تترسب اولاً لأن الذوبانية عكس الترسيب.

العوامل المؤثرة على الذوبانية

1- درجة الحرارة : تزداد ذوبانية معظم المواد شـــحيحة الذوبان عند زيادة درجة الحرارة ولكن يختلف مقدار هذه الزيادة من مادة الى اخرى حسب قوى الترابط بين الجزيئات .

2- تأثير الايون المشـترك : تقل قابلية ذوبان المواد شـحيحة الذوبان بوجود الأيون المشـترك حسـب قاعدة لي شاتليه ويمكن الاستفادة من هذه الظاهرة في التحكم بعملية ذوبان الرواسب .

النوع الرابع

حساب الذوبانية بوجود الايون المشترك :

1- يطلب الذوبانية في الماء النقي او في محلوله المائي المشبع (S) .

2- يطلب الذوبانية بوجود الايون المشترك (Y) .

3- أحياناً يكون المجهول هو تركيز القوي .

خطوات الحل :

1- من K_{SP} نجد الذوبانية في الماء النقي او المحلول المشبع (S) (نوع اول) .

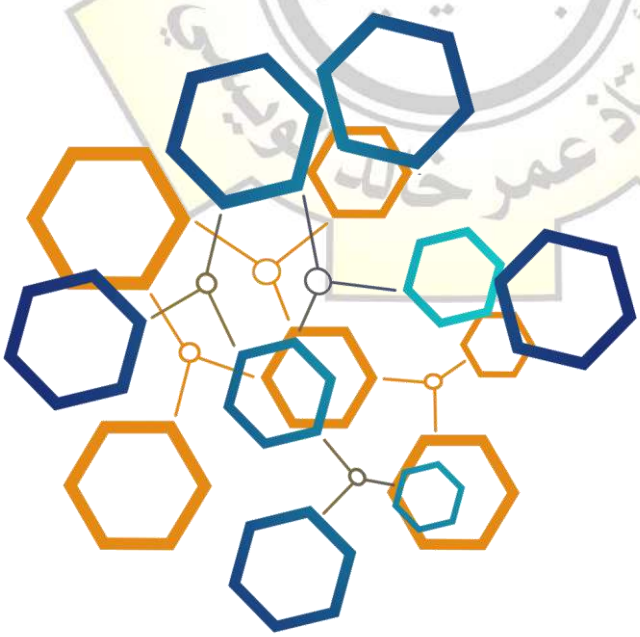
2- نكتب معادلة تفكك الملح ونفرض الذوبانية (Y) في الايون المشترك ونكتب تحتها معادلة تفكك الالكتروليت القوي .

3- اذا اعطى تركيز القوي بـ (mol او g) يجب تحويلها الى مولارية كما تعلمنا سابقا .

4- اذا اعطى تركيز القوي تركيز مولاري كبير واعطى حجمان في السؤال نستخدم قانون التخفيف لأيجاد التركيز بعد الاضافه .

5- اذا كان المجهول تركيز او كتلة او حجم الالكتروليت القوي سوف يعطي ذوبانية في الايون المشترك (Y) وهي الاقل دائماً.

6- دائماً الذي يأتي من الالكتروليت الضعيف في الايون المشترك يهمل سواء كان معلوم او مجهول.



مثال (3-20) ماهي الذوبانية المولارية لملح يودات الباريوم $B(IO_3)_2$ $(K_{SP}=1.57\times10^{-9})$ (أ) في الماء النقي (ب) في ملح يودات البوتاسيوم KIO_3 بتركيز $0.02mol/L$ ثم قارن النتائج . $(\sqrt[3]{0.4}=0.73)$

(أ) في الماء النقي :

$$Ba(IO_3)_2 \rightleftharpoons Ba^{+2} + 2IO_3^-$$
$$S \quad 2S$$

$K_{SP}=[Ba^{+2}][IO_3^-]^2$

$K_{SP}= S \times (2S)^2$

$K_{SP}= 4S^3 \Longrightarrow S^3= \frac{K_{SP}}{4}$

$S^3=\frac{1.57\times10^{-9}}{4} \Longrightarrow S^3=0.4\times10^{-9}$ بالجذر

$S=0.73\times10^{-3}M$ (الذوبانيه في الماء النقي)

(ب) في محلول KIO_3 :

$$Ba(IO_3)_2 \rightleftharpoons Ba^{+2} + 2IO_3$$
$$Y \quad 2Y$$
$$KIO_3 \longrightarrow K^+ + IO_3^-$$
$$0.02 \quad 0 \quad 0$$
$$0 \quad 0.02 \quad 0.02$$

$K_{SP}=[Ba^{+2}][IO_3^-]^2$

$K_{SP}=Y(0.02+2Y)^2$ ← يهمل

$Y = \frac{K_{SP}}{(0.02)^2}$

$Y = \frac{1.57\times10^{-9}}{4\times10^{-4}} = 3.9\times10^{-6}M$

الذوبانية قلت بوجود الايون المشترك .

ملاحظة : اذا طلب مقدار الانخفاض في الذوبانية نطبق القانون مقدار الانخفاض = $\frac{S}{Y}$

تمرين (3-18) قيمة حاصل الاذابة لملح فلوريد المغنيسيوم MgF_2 تساوي $K_{SP}=6.5\times10^{-9}$. (أ) احسب الذوبانية المولارية لهذا الملح في الماء النقي . (ب) احسب الذوبانية المولارية لهذا الملح في محلول فلوريد الصوديوم NaF تركيزه 0.1mol /L ثم قارن النتيجتين . $(\sqrt[3]{1.63}=1.18)$

(أ) نحسب الذوبانية في الماء النقي :

$$MgF_2 \rightleftharpoons Mg^{+2} + 2F^-$$
$$S \quad 2S$$

$K_{SP}=[Mg^{+2}][F^-]^2$

$K_{SP}=(S)(2S)^2 \Longrightarrow K_{SP}=4S^3$

$6.5\times10^{-9}=4S^3 \Longrightarrow S^3=\frac{6.5\times10^{-9}}{4}$

$S^3=1.63\times10^{-9}$ بالجذر

$S=1.18\times10^{-3}$ mol / L

(ب)في محلول NaF القوي :

$$MgF_2 \rightleftharpoons Mg^{+2} + 2F^-$$
$$Y \quad 2Y$$
$$NaF \longrightarrow Na^+ + F^-$$
$$0.1 \quad 0 \quad 0$$
$$0 \quad 0.1 \quad 0.1$$

$K_{SP}=[Mg^{+2}][F^-]^2$

$6.5\times10^{-9}=Y(0.1+\underbrace{2Y}_{\text{يهمل}})^2$

$Y=\frac{6.5\times10^{-9}}{1\times10^{-2}}=6.5\times10^{-7}M$

الذوبانية قلت بوجود الايون المشترك .

س(3-11) & وزاري 1993 & تمهيدي 2017) ما ذوبانية $BaSO_4$ في محلول مائي مشـــبع منه علما بأن K_{SP} يســـاوي 1.6×10^{-10} وما ذوبانيته بعد اضـــافة 1ml من H_2SO_4 تركيزه 10M الى لتر من المحلول المشبع منه . $(\sqrt{1.6}=1.26)$

الذوبانية في محلول مائي مشبع :

$$BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + SO_4^{-2}$$
$$S \quad S$$

$K_{SP}=[Ba^{+2}][SO_4^{-2}]$

$K_{SP}=S\times S \Longrightarrow K_{SP}=S^2$

$S^2=1.6\times10^{-10}$ بالجذر

$S=1.26\times10^{-5}M$

نجد تركيز H_2SO_4 بعد الاضافه :

$V_2=1000ml$

$M_1V_1=M_2V_2$

$10\times1=M_2\times1000$

$M_2=\frac{10M\times1ml}{1000ml}=0.01$

نجد الذوبانية في محلول H_2SO_4 القوي

$$BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + SO_4^{-2}$$
$$Y \quad Y$$
$$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^{-2}$$
$$0.01 \quad 0 \quad 0$$
$$0 \quad 0.02 \quad 0.01$$

$K_{SP}=[Ba^{+2}][SO_4^{-2}]$

$1.6\times10^{-10}=Y(0.01+Y)$ ← يهمل

$Y=\frac{1.6\times10^{-10}}{1\times10^{-2}}=1.6\times10^{-8}\ M$

س(15-3) احسب الذوبانية المولارية mol/L والذوبانية بدلالة g/L لملح كبريتات الفضة Ag_2SO_4 علما ان : $(\sqrt{20}=4.4)(\sqrt[3]{3}=1.4)$ K_2SO_4 كبريتات البوتاسيوم 0.15M في محلول (ب) في الماء النقي . (أ) في (4.92) يساوي PK_{SP} و $M=314g/mol$ (log1.2=0.08)

$K_{SP}=10^{-K_{SP}}$

نجد Ksp اولاً

$K_{SP}=10^{(-4.92+5)-5} \Longrightarrow K_{SP}=10^{0.08-5}$

$K_{SP}=10^{0.08}\times10^{-5} \Longrightarrow K_{SP}=1.2\times10^{-5}$

(أ) نجد الذوبانية المولارية في الماء النقي :

$$Ag_2SO_4 \rightleftharpoons 2Ag^+ + SO_4^{-2}$$
$$2S \quad S$$

$K_{SP}=[Ag^+]^2[SO_4^{-2}] \Longrightarrow K_{SP}=(2S)^2(S)$

$K_{SP}=4S^2 \Longrightarrow S^3=\frac{1.2\times10^{-5}}{4}$

$S^3=3\times10^{-6}$ بالجذر $S=1.4\times10^{-2}mol/L$

نجد الذوبانية الغرامية

$Sg/L=Smol/L\times Mg/mol$

$Sg/L=1.4\times10^{-2}mol/L\times314g/mol=4.396g/L$

(ب) نجد الذوبانية المولارية في محلول K_2SO_4 القوي :

$$Ag_2SO_4 \rightleftharpoons 2Ag^+ + SO_4^{-2}$$
$$2Y \quad Y$$
$$K_2SO_4 \longrightarrow 2K^+ + SO_4^{-2}$$
$$0.15 \quad 0 \quad 0$$
$$0 \quad 0.15 \quad 0.15$$

يهمل

$K_{SP}=[Ag^+]^2[SO_4^{-2}] \Longrightarrow K_{SP}=(2Y)^2(0.15+Y)$

$4Y^2=\frac{1.2\times10^{-5}}{0.15} \Longrightarrow 4Y^2=8\times10^{-5}$

$Y^2=\frac{8\times10^{-5}}{4} \Longrightarrow Y^2=2\times10^{-5}$

$Y^2=20\times10^{-6}$ ➔ $Y=4.4\times10^{-3}M$

نجد الذوبانية الغرامية

$Yg/L=Ymol/L\times Mg/mol$

$Yg/L=4.4\times10^{-3}\times314=1.38g/L$

س(17-3) ما ذوبانية ملح كرومات الباريوم $BaCrO_4$ في محلول يكون فيه تركيز كلوريد الباريوم القوي $BaCl_2$ يساوي 0.1M اذا علمت ان $K_{SP(BaCrO_4)} = 1.2 \times 10^{-10}$.

نجد الذوبانية في الايون المشترك :

$BaCrO_4 \rightleftharpoons$	Ba^{+2}	+	CrO_4^{-2}
	S		S
$Bacl_2 \longrightarrow$	Ba^{+2}	+	$2Cl^-$
0.1	0		0
0	0.1		0.2

$K_{SP}=[Ba^{+2}][CrO_4^{-2}]$

$1.2\times10^{-10}=(S)(0.1+S)$

$S=\frac{1.2\times10^{-10}}{1\times10^{-1}} = 1.2 \times 10^{-9}M$

ملاحظات

1) اذا طلب تركيز او كتلة او حجم او PH القوي قبل وبعد الاضافة.

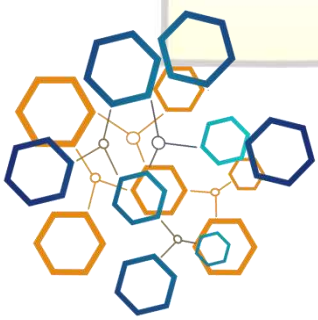
2) اعطى ذوبانية في المحلول المشبع وذوبانية بوجود الالكتروليت القوي.

خطوات الحل

1) من الذوبانية المولارية في المحلول المشبع نجد Ksp .

2) من Ksp والذوبانية في الايون المشترك (الاقل) نجد تركيز القوي بعد الاضافه (M_2) ثم نجد PH بعد الاضافة .

3) نجد تركيز القوي قبل الاضافه (M_1) بأستخدام قانون التخفيف ثم نجد PH قبل الاضافة .



تمرين & اضافي & 2019-2020) احسب (PH) لمحلول حامض الكبريتيك بعد اضافة 1ml منه الى لتر من محلول مشبع $PbSO_4$ لتغير ذوبانية المحلول من $1.26\times10^{-4}M$ الى 3.2×10^{-6}

نجد K_{SP} من المحلول المشبع :

$$PbSO_4 \rightleftharpoons Pb^{+2} + SO_4^{-2}$$
$$S \qquad S$$

$K_{SP}=[Pb^{+2}][SO_4^{-}]^2$

$K_{SP}=S\times S$ ➔ $K_{SP}=S^2$

$K_{SP}=(1.26\times10^{-4})^2=1.6\times10^{-8}$

نجد تركيز H_2SO_4 بعد الاضافه (M_2) بالايون المشترك :

$$PbSO_4 \rightleftharpoons Pb^{+2} + SO_4^{-2}$$
$$Y \qquad Y$$
$$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^{+} + SO_4$$
$$X \qquad 0 \qquad 0$$
$$0 \qquad 2X \qquad X$$

$K_{SP}=[Pb^{+2}][SO_4^{-}]^2$

$1.6\times10^{-8}=(Y)\ (X + Y)$ ← يهمل

$X=\frac{1.6\times10^{-8}}{3.2\times10^{-6}}$

$X=0.005M=[H_2SO_4]$

$[H^{+}]=2X = 2\times0.005=0.01M=10^{-2}M$

$PH=-\log[H^{+}]$

$PH=-\log10^{-2}$

$PH=2$

تمرين & اضافي & 2019 دور ثاني) محلول مشبع من $Mg(OH)_2$ حجمه لتر ومحلول اخر مشبع من $Zn(OH)_2$ حجمه لتر ايضا . ما عدد مولات NaOH الواجب اضافتها الى احد المحلولين لتصبح ذوبانية المحلولين متساوية علما بأن :
$(Ksp_{Mg(OH)_2} = 1.8 \times 10^{-11})$ و $(Ksp_{Zn(OH)_2} = 1.2 \times 10^{-17})$
$(\sqrt{12.5} = 3.5)$ $(\sqrt[3]{4.5} = 1.65)$, $(\sqrt[3]{3} = 1.44)$

نجد ذوبانية $Mg(OH)_2$ اولا :

$$Mg(OH)_2 \rightleftharpoons Mg^{+2} + 2OH^-$$
$$S \quad 2S$$

$K_{SP}=[Mg^{+2}][OH^-]^2$

$K_{SP}=(S)\times(2S)^2$

$K_{SP}=4S^3 \Longrightarrow S^3=\frac{1.8\times10^{-11}}{4}$

$S^3=4.5\times10^{-12}$ بالجذر

$S=1.65\times10^{-4}$ M

نجد ذوبانية $Zn(OH)_2$:

$$Zn(OH)_2 \rightleftharpoons Zn^{+2} + 2OH^-$$
$$S \quad 2S$$

$K_{SP}=[Zn^{+2}][OH^-]^2$

$K_{SP}=(S)\times(2S)^2$

$K_{SP}=4S^3 \Longrightarrow S^3=\frac{1.2\times10^{-17}}{4}$

$S^3=3\times10^{-18}$ بالجذر

$S=1.44\times10^{-6}$ M

نضيف NaOH الى $Mg(OH)_2$ لانه الاكبر ذوبانية :

$$Mg(OH)_2 \rightleftharpoons Mg^{+2} + 2OH^-$$
$$Y \quad 2Y$$
$$NaOH \longrightarrow Na^+ + OH^-$$
$$X \quad X \quad X$$

$Ksp=[Mg^{+2}][OH^-]^2$

$1.8 \times 10^{-11} = (Y) \times (X + 2Y)^2$ ← يهمل

$X^2=\frac{1.8\times10^{-11}}{1.44\times10^{-6}} \Longrightarrow X^2=1.25\times10^{-5}$

$X^2 = 12.5 \times 10^{-6}$ بالجذر

$X=3.5 \times 10^{-3}$ mol NaOH عدد مولات

ملاحظات
1) اذا أعطى مادتان شحيحتان واعطى ksp لكل مادة .
2) طلب تركيز القوي اللازم إضافته إلى احد المادتين لجعل الذوبانيه متساوية .

خطوات الحل
1) نجد ذوبانية كل ماده شحيحه من ksp .
2) نضيف الالكتروليت القوي إلى المادة الأكبر ذوبانية (ناخذ معادلة وثابت الأكبر ذوبانية) ولكن ناخذ ذوبانية الاقل دائما (Y).
3) دائما عندما توجد ذوبانيتين في السؤال ناخذ الذوبانيه الاقل ونعوضها في الايون المشترك.

س اضـافي & وزاري 2018(د)2 & خارج العراق) ذوبانية AgCl في محلوله المائي المشـبع 1.34×10^{-5}
أحسب : 1) ذوبانيته في 0.1M من $CaCl_2$. 2) بين هل يترسب AgCl في محلول يحتوي على ايونات Cl^- و Ag^+ كلا منهما بتركيز $1\times10^{-6}M$ ولماذا ؟

نجد K_{SP} من الذوبانية في محلوله المائي المشبع :

$$AgCl \rightleftharpoons Ag^+ + Cl^-$$
$$S \quad S$$

$K_{SP}=[Ag^+][Cl^-]$

$K_{SP}=S\times S$ ➔ $K_{SP}=S^2$

$K_{SP}=(1.34\times10^{-5})^2=1.8\times10^{-10}$

نجد الذوبانية بوجود $CaCl_2$:

$$AgCl \rightleftharpoons Ag^+ + Cl^-$$
$$Y \quad Y$$
$$CaCl_2 \longrightarrow Ca^{+2} + 2Cl^-$$
$$0.1 \quad 0 \quad 0$$
$$0 \quad 0.1 \quad 0.2$$

$K_{SP}=[Ag^+][Cl^-]$

$1.8\times10^{-10}=(Y)(0.2+Y)$ ← يهمل

$Y=\frac{1.8\times10^{-10}}{0.2}=9\times10^{-10}M$

نجد الحاصل الايوني ونقارنه مع K_{SP} :

$$AgCl \rightleftharpoons Ag^+ + Cl^-$$
$$1\times10^{-6} \quad 1\times10^{-6}$$

$Qsp = [Ag^+][Cl^-]$

$Qsp =(1\times10^{-6})^2 =1\times10^{-12}$

لا يحصل ترسيب لان Ksp اكبر من Qsp

س & اضافي & وزاري 2018د/2) الذوبانيه المولاريه لـ $Pb(IO_3)_2$ في محلول 0.1M من $NaIO_3$ تساوي $2.4\times10^{-11}mol/L$ احسب الذوبانيه المولاريه لـ $Pb(IO)_3$ في محلوله المائي المشبع.($\sqrt[3]{60}=3.9$)

من الذوبانية بالايون المشترك وتركيز القوي نجد Ksp

$$Pb(IO_3) \rightleftharpoons Pb^{+2} + 2IO_3^-$$
$$Y \quad 2Y$$
$$NaIO_3 \longrightarrow Na^+ + IO_3^-$$
$$0.1 \quad 0 \quad 0$$
$$0 \quad 0.1 \quad 0.1$$

$K_{SP}=[Pb^{+2}][IO_3^-]^2$

يهمل

$K_{SP}= (Y)(0.1+ 2Y)^2$

$K_{SP}=2.4\times10^{-11}\times10^{-2}=2.4\times10^{-13}$

نجد الذوبانية في المحلول المائي المشبع من K_{SP} :

$$Pb(IO_3)_2 \rightleftharpoons Pb^{+2} + 2IO_3$$
$$S \quad 2S$$

$K_{SP}=[Pb^{+2}][IO_3^-]^2$

$K_{SP}=(S)\times(2S)^2$

$2.4\times10^{-13}=4S^3$

$S^3=\frac{2.4\times10^{-13}}{4}$

$S^3=6\times10^{-14}$

$S^3=60\times10^{-15}$

$S=3.9\times10^{-5}mol/L$

ملاحظات

1) اذا طلب في السؤال ذوبانية مولارية في المحلول المشبع يجب ايجاد Ksp اولآ.
2) الثابت نحصل عليه فقط من الذوبانية المولارية في المحلول المشبع (الماء النقي) أو من الذوبانية بوجود الايون المشترك (Y) وتركيز القوي

اسئلة وزارية خاصة بالذوبانية

س2006/1) اذا علمت ان ذوبانية $BaSO_4$ في محلوله المائي المشبع تساوي $10^{-5}M$ فما عدد مولات كبريتات البوتاسيوم K_2SO_4 اللازم اضافتها الى لتر من المحلول المائي لخفض ذوبانية الى $10^{-8}M$.

نجد K_{SP} من الذوبانية في محلوله المائي المشبع :

$$BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{+} + SO_4^{-2}$$
$$S \quad S$$

$K_{SP}=[Ba^{+2}][SO_4^{-2}]$

$K_{SP}=S\times S$ ➔ $K_{SP}=S^2$

$K_{SP}=(10^{-5})^2$ ➔ $K_{SP}=10^{-10}$

نجد تركيز K_2SO_4 القوي من Ksp والذوبانية في الايون المشترك :

$$BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{+} + SO_4^{-2}$$
$$Y \quad Y$$
$$K_2SO_4 \longrightarrow 2K^{+} + SO_4$$
$$X \quad 0 \quad 0$$
$$0 \quad X \quad X$$

$K_{SP}=[Ba^{+2}][SO_4^{-2}]$

$1\times10^{-10}=(Y)(X + Y)$ ← يهمل

$X=\frac{1\times10^{-10}}{1\times10^{-8}}$

$X=1\times10^{-2}mol$ عدد مولات كبريتات البوتاسيوم

س2) وزاري 2009 & وزاري تمهيدي 2015) ذوبانية $PbSO_4$ في محلوله المائي المشـــبع $1\times10^{-4}M$ كم مليلتر من حامض الكبريتيك بتركيز 10M يجب اضافتها الى لتر من المحلول لجعل ذوبانيته $10^{-6}M$.

نجد K_{SP} اولا من الذوبانية في المحلول المشبع :

$$PbSO_4 \rightleftharpoons Pb^{+2} + SO_4^{-2}$$
$$S \quad S$$

$K_{SP}=[Pb^{+2}][SO_4^{-2}]$

$K_{SP}=S\times S$ ➔ $K_{SP}=S^2$

$K_{SP}=(1\times10^{-4})^2=1\times10^{-8}$

نجد تركيز H_2SO_4 (M_2) بالايون المشترك :

$$PbSO_4 \rightleftharpoons Pb^{+2} + SO_4^{-2}$$
$$Y \quad Y$$
$$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^{-2}$$
$$X \quad 0 \quad 0$$
$$0 \quad 2X \quad X$$

$K_{SP}=[Pb^{+2}][SO_4^{-}]$

$1\times10^{-8}=(Y)\ (X + Y)$ ← يهمل

$X=\frac{1\times10^{-8}}{1\times10^{-6}}=0.01M=M_2$

نستخدم قانون التخفيف لايجاد V_1 :

$V_2=1000ml$

$M_1V_1=M_2V_2$

$10M\times V_1=0.01M\times1000ml$

$V_1=\frac{0.01M\times1000ml}{10M}=1ml$

س3 وزاري 2009) أضـيف 0.001mol من كرومات الباريوم $BaCrO_4$ الى لتر من الماء المقطر فوجد ان $0.99 \times 10^{-3}M$ ماده غير ذائبه ما تركيز 1ml من H_2CrO_4 الازم إضـــافته إلى المحلول لخفض قابلية الذوبان 1000 مرة .

نجد الجزء الذائب من الملح وهو الذوبانية (S) في المحلول المشبع

$n_{الاصلي} = n_{الذائب} + n_{الغير ذائب}$

$1\times10^{-3} = n_{الذائب} + 0.99\times10^{-3}$

$n_{الذائب} = 1\times10^{-5}M$

$$BaCrO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + CrO_4^{-2}$$
$$S \quad S$$

نجد Ksp

$Ksp = S^2 \rightarrow Ksp = (1\times10^{-5})^2 = 1\times10^{-10}$

نجد الذوبانية بالايون المشترك (Y) من عدد مرات الانخفاض

$\frac{S}{Y}$ = عدد مرات الانخفاض

$\frac{10^{-5}}{Y} = 1000$

$Y = 10^{-8}M$

$$BaCrO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + CrO_4^{-2}$$
$$Y \quad Y$$
$$H_2CrO_4 \rightarrow 2H^+ + CrO_4^{-2}$$
$$X \quad 0 \quad 0$$
$$0 \quad 2X \quad X$$

نجد تركيز H_2CrO_4 (M_2) من Ksp والذوبانيه من الايون المشترك

$Ksp = [Ba^{+2}][CrO_4^{-2}]$

$1\times10^{-10} = Y\ (X + Y)$ ← يهمل

$X = \frac{1\times10^{-10}}{1\times10^{-8}} = 0.01M = M_2$

$V_2 = 1000ml$

نجد تركيز H_2CrO_4 (M_1) من قانون التخفيف

$M_1V_1 = M_2V_2$

$M_1\times1ml = 0.01M\times1000ml$

$M_1 = \frac{0.01M\times1000ml}{1ml} = 10M$

س4 وزاري (2011) : اذا علمت ان تركيز ايونات الفلوريد F في المحلول المائي المشبع MgF_2 يساوي 2×10^{-3} احسب 1) قابلية ذوبانه في المحلول المشبع وقيمة Ksp. 2) قابلية ذوبانه في محلول يحتوي على NaF بتركيز 0.1M.

نجد الذوبانية في المحلول المشبع

$$MgF_2 \rightleftharpoons Mg^{+2} + 2F^-$$
$$S \quad 2S$$

$[F] = 2S$

$2\times10^{-3} = 2S \rightarrow S = \frac{2\times10^{-3}}{2}$

$S = 1 \times 10^{-3}M$

نجد Ksp

$Ksp = [Mg^{+2}]\,[F^-]^2$

$Ksp = 4S^3 \rightarrow Ksp = 4 \times (10^{-3})^3$

$Ksp = 4 \times 10^{-9}$

نجد الذوبانية بالايون المشترك

$$MgF_2 \rightleftharpoons Mg^{+2} + 2F^-$$
$$Y \quad 2Y$$
$$NaF \rightarrow Na^+ + F^-$$
$$0.1 \quad 0 \quad 0$$
$$0 \quad 0.1$$

$Ksp = [Mg^{+2}]\,[F^-]^2$

$4 \times 10^{-9} = Y \times (0.1 + Y)^2$ ← يهمل

$Y = \frac{4\times10^{-9}}{1\times10^{-2}} = 4 \times 10^{-7}M$

1- تأثير الاس الهيدروجيني PH : تزداد ذوبانية المواد شحيحة الذوبان الحاويه على OH^- عند اضافة حامض H^+ حيث تتحد H^+ و OH^- لتكوين جزيء ماء وتقل ذوبانية المواد الشحيحة الذوبان الحاويه على OH^- عند اضافة قاعدة OH^- بسبب الايون المشترك .

النوع الخامس

1- يعطي PH ويعطي مادة شحيحة تحتوي على أيونات OH^-.
2- يوجد في السؤال عبارة محلول مائي تثبت حامضيته .

خطوات الحل

1- من PH نجد POH ثم نجد OH^- او من PH نجد H^+ ثم من H^+ نجد OH^-.
2- نكتب معادلة تفكك المادة شحيحة الذوبان
3- نضع قيمة OH^- تحتها في المعادله ومن K_{SP} و OH^- نجد ذوبانية الايون المجهول .

مثال (3 – 21) احسب الذوبانيه المولاريه لهيدروكسيد المغنيسيوم ($K_{SP}=1.8\times10^{-11}$) في محلول ثبتت حموضته عند PH=10.5 (log3.2=0.5).

نجد تركيز $[H^+]$ من PH:

$[H^+]=10^{-PH}$ ➔ $[H^+]=10^{(-10.5+11)-11}$

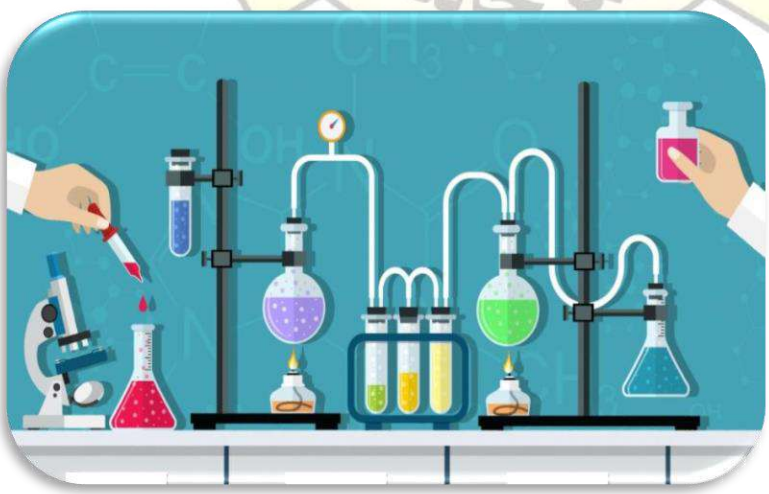
$[H^+]=10^{0.5}\times10^{-11} \longrightarrow [H^+]=3.2\times10^{-11}M$

$[OH^-]=\frac{1\times10^{-14}}{3.2\times10^{-11}}=3.1\times10^{-4}M$

$$Mg(OH)_2 \rightleftharpoons Mg^{+2} + 2OH^-$$
$$S \quad 3.1\times10^{-4}$$

$K_{SP}=[Mg^{+2}][OH^-]^2 \Longrightarrow 1.8\times10^{-11}=S\times(3.1\times10^{-4})^2$

$S=\frac{1.8\times10^{-11}}{9.6\times10^{-8}}=1.9\times10^{-4}M$



تمرين (3-19)& وزاري2013 (د\2) احسب ذوبانية هيدروكسيد الخارصين في محلول ثبتت حامضيته عند (أ)PH=6.(ب)PH=9 اذا علمت ان $Ksp_{Zn(OH)_2} = 1.2 \times 10^{-17}$ ثم ناقش النتائج .

(أ) من PH نجد POH ثم نجد OH^-

POH=14-PH

POH=14-6=8

$[OH^-]=10^{-PH} \Longrightarrow [OH^-]=10^{-8}M$

$$Zn(OH)_2 \rightleftharpoons Zn^{+2} + 2OH^-$$
$$S \qquad 10^{-8}$$

$K_{SP}= [Zn^{+2}] [OH^-]^2$

$1.2\times10^{-17}=S\times (1\times10^{-8})^2$

$S=\frac{1.2\times10^{-17}}{1\times10^{-16}}=1.2\times10^{-1}M$

(ب) عند PH=9 :

POH=14-PH

POH=14-9=5

$[OH^-]=10^{-PH} \Longrightarrow [OH^-]=10^{-5}M$

$$Zn(OH)_2 \rightleftharpoons Zn^{+2} + 2OH^-$$
$$S \qquad 10^{-5}$$

$K_{SP}= [Zn^{+2}] [OH^-]^2$

$1.2\times10^{-17}=S\times (1\times10^{-5})^2$

$S=\frac{1.2\times10^{-17}}{1\times10^{-10}}=1.2\times10^{-7}M$

الذوبانية قلت بزيادة PH

س اضـافي & وزاري 2019 د/2) الاس الهيدروجيني لمحلول مشـبع من $Fe(OH)_2$ يسـاوي 9.5 احسـب ذوبانيته في محلول ثبتت حامضيته عند PH=10. (log3=0.5)

نجد من PH=9.5 POH ثم نجد OH :

$POH=14-PH$

$POH=14-9.5=4.5$

$[OH^-]=10^{-PH} \Longrightarrow [OH^-]=10^{-4.5+5-5}$

$[OH^-]=10^{0.5}\times10^{-5} \Longrightarrow [OH^-]=3\times10^{-5}M$

من $[OH^-]$ نجد S بالقسمة على 2لانه في محلوله المائي المشبع :

$$2S \Longrightarrow S=\frac{3\times10^{-5}}{2}=1.5\times10^{-5}M$$

$$Fe(OH)_2 \rightleftharpoons Fe^{+2} + 2OH$$
$$S \qquad 2S$$

نجد K_{SP} :

$K_{SP}=[Fe^{+2}][OH^-]^2$

$K_{SP}=(S)(2S)^2 \rightarrow K_{SP}=4S^3$

$K_{SP}=4(1.5\times10^{-5})=13.5\times10^{-15}$

نجد ذوبانية $Fe(OH)_2$ عند PH=10.

$POH=14-PH$

$POH=14-10=4$

$[OH^-]=10^{-PH} \Longrightarrow [OH^-]=10^{-4}M$

$$Fe(OH)_2 \rightleftharpoons Fe^{+2} + 2OH^-$$
$$S \qquad 10^{-4}$$

$K_{SP}=[Fe^{+2}][OH^-]^2$

$13.5\times10^{-15}=S\times(1\times10^{-4})^2$

$$S=\frac{13.5\times10^{-15}}{1\times10^{-8}}=13.5\times10^{-7}M$$

اسئلة وزارية واجب خاصة بالذوبانية

س1: لتر من محلول يحتوي 0.01M من كل من ايونات Sr^{+2} و Ba^{+2} اضيفت اليه كميه من Na_2SO_4 الصلب ايهما يترسب اولا $BaSO_4$ ام $SrSO_4$ بين ذلك رياضيا ولماذا علما ان :- $(Ksp_{(BaSO_4)} = 1.6 \times 10^{-10})(Ksp_{(SrSO_4)} = 3.8 \times 10^{-7})$.

الناتج :- $BaSO_4$ يترسب اولا.

س2:- اذا علمت ان ذوبانية PbI_2 في المحلول المائي المشبع تساوي $10^{-3}M$ فما عدد مولات KI اللازم اضافتها الى لتر من محلول PbI_2 لخفض الذوبانيه الى 10^{-5}.

الناتج :- 0.02mol

س3:- اذا كانت قابلية ذوبان $BaSO_4$ في الماء النقي تساوي 0.009g/L احسب قابلية ذوبانه في محلول Na_2SO_4 0.1M علما ان الكتله المولية لـ $BaSO_4$ تساوي 233g/mol .

الناتج :- 1.52×10^{-8}

س4:- اذا علمت ان ذوبانية كبريتات الرصاص في محلول 0.01 من حامض الكبريتيك يساوي $10^{-6}M$ احسب قابلية ذوبان $PbSO_4$ في محلوله المائي المشبع.

الناتج : $1\times10^{-4}M$

س5:- ما تركيز (1m) من حامض الكبريتيك المركز H_2SO_4 الواجب اضافتها الى لتر من المحلول المائي لكبريتات الباريوم $BaSO_4$ لتتغيرالذوبانية المولارية من $(1.26\times10^{-3}M)$الى $(1.6\times10^{-4}M)$.

الناتج : 10M

س6:- تركيز ايون $[H^+]$ لمحلول مشبع من $Fe(OH)_2$ يساوي 3×10^{-15} M احسب ذوبانيته في محلول ثبتت حامضيته عند PH = 10 .

الناتج : 13.5×10^{-7}

س7:- اضيف محلول هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) الى لتر من محلول يحتوي (0.1mol) من كل من ايونات $(Mg^{+2}, Fe^{+3}, Al^{+3})$ بين رياضياً ايهما يترسب اولاً $Al(OH)_3$ او $Fe(OH)_3$ او $Mg(OH)_2$علماً ان

$Ksp_{Mg(OH)_2} = 1.2 \times 10^{-11}$ و $Ksp_{Fe(OH)_3} = 4 \times 10^{-38}$ و $Ksp_{Al(OH)_3} = 2 \times 10^{-33}$

($\sqrt[3]{0.4} = 0.73$ و $\sqrt[2]{1.2} = 1.1$ و $\sqrt[3]{20} = 2.7$)

الناتج : $Fe(OH)_3$ يترسب اولاً

س8:- اذا علمن ان ذوبانية ذوبان $Fe(OH)_2$ في محلول NaOH تساوي $10^{-10}M$ علما انهُ نفس مولات NaOH الموجوده في المحلول لو اضيفت الى 0.005M من حامض الكبريتيك H_2SO_4 تم الحصول على محلول PH=7 جد Ksp لمحلول $Fe(OH)_2$.

الناتج : $Ksp = 1\times10^{-14}$

س9:- محلول مشبع من $CaCO_3$ حجم لتر ومحلول اخر مشبع من Ag_2CO_3 حجمه لتر ايضاً فما عدد مولات Na_2CO_3 الواجب اضافتها الى احد المحلولين لجعل ذوبانية المحلولين متساوية علماً ان

$Ksp_{CaCO_3} = 4 \times 10^{-9}$ و $Ksp_{Ag_2CO_3} = 3.2 \times 10^{-11}$ $(\sqrt[2]{0.4} = 0.63)$

الناتج : 0.001mol

س10:- الاس الهيدروجيني لمحلول مائي مشبع من $Mg(OH)_2$ هو 10.3 احسب ثابت حاصل الذوبان .

الناتج:- $Ksp = 4\times10^{-12}$

س11:- اذا علمت ان قابلية ذوبان $PbSO_4$ في محلول 0.01M من Na_2SO_4 تنخفض بمقدار100 مره عن قابلية ذوبانه في المحلول المشبع احسب : 1- قابلية ذوبانه في المحلول المشبع 2- Ksp 3- الذوبانية في الايون المشترك .

الناتج : $S=1\times10^{-4}M$, $Y=1\times10^{-6}M$, $Ksp=1\times10^{-8}M$

حـــل اسئلـــة الفصـــل الثالث

س(3-1) المعادلة الاتية تبين حالة الاتزان بين جزيئات الماء وأيوناتة

$2H_2O_{(L)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + OH_{(aq)}$

أ) هل يتأثر اتزان هذا النظام بتغير درجة الحراره ؟

ب) ما قيمة ثابت الحاصـــل الايوني بالماء عند درجة حراره $25C^O$ ؟ وكم هو تركيز ايون الهيدروجين وتركيز ايون الهيدروكسيد في الماء النقي ؟

أ) نعم يتأثر بتغير بدرجة الحرارة .

ب) $Kw = 10^{-14}$ و $[H^+] = 10^{-7}M$ و $[OH^-] = 10^{-7}M$.

س(3 - 5) أختر الجواب الصحيح :

1- ان عدد مليغرامات يودات الباريوم $M = 487g/mol$ و $Ksp = 1.57\times10^{-9}$ التي يمكن ان تذوب في 150ml من الماء النقي هي :-

(ج) 53.4mg .

2- التراكيز المولارية لأيونات Na^+ و SO_4^{-2} في محلول مائي نقي هي :

(ج) $[SO_4^{-2}] = 0.4M$ و $[Na^+] = 0.8M$

3- قيمة PH و POH لمحلول 0.05M هيدروكسيد الصوديوم هي :

(ج) $PH = 12.7$ و $POH = 1.3$

4- ان قيمة POH لمحلول نترات الأمونيوم المائيه بتركيز 0.5M تساوي :

(ب) 22 9.

خلاصة الفصل الثالث

اولاً : الإلكتروليتات القوية

نعرفها من
- الأسم والصيغة (الجدول)
- لا يحتوي على ثابت ولا درجة تأين او نسبه المئويه

حساب ايوناته ← تركيز الالكتروليت القوي × n = تركيز الايون

ثانياً : الإلكتروليتات الضعيفة

نعرفها من
- الأسم و الصيغه (الجدول)
- يحتوي على ثابت ودرجة تأين ونسبه مئوية

يقسم الى :

1) حامض ضعيف :

$$Ka = \frac{[H^+]^2}{Y}$$

$$\text{درجة التأين} = \frac{[H^+]}{\text{الابتدائي}}$$

$$\text{النسبه المئويه} = \text{درجة التأين} \times 100\%$$

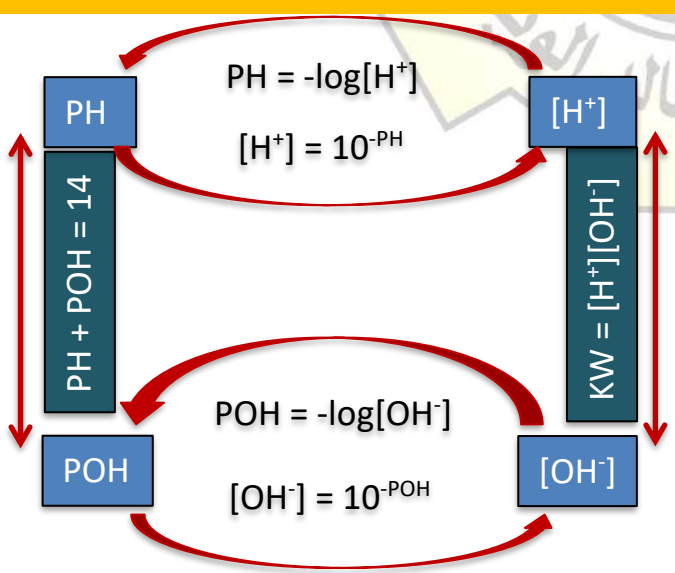
2) قاعدة ضعيفة :

$$Kb = \frac{[OH^-]^2}{Y}$$

$$\text{درجة التأين} = \frac{[OH^-]}{\text{الابتدائي}}$$

$$\text{النسبه المئويه} = \text{درجة التأين} \times 100\%$$

ثالثاً : الأس الهيدروجيني PH



ملاحظات

1- PH تساوي 7 المحلول متعادل .
2- PH اكبر من 7 المحلول قاعدي .
3- PH اقل من 7 المحلول حامضي .
4- العلاقة عكسيه بين PH و POH .

رابعاً : الاملاح

النوع الاول : ملح قاعدي ناتج من قاعده قوية وحامض ضعيف

نعرف الملح القاعدي من :

أ- من الاسم والصيغة حيث اذا بدء بـ (خلات – فورمات – سيانيد) وانتهى بعنصر .

ب- اذا اعطى Ka .

جـ - PH فوق 7 .

قوانينه

1- $Kh = \frac{kw}{ka}$

2- $PH = \frac{1}{2}$ [PKw + PKa + logC]

3- $[H^+] = \sqrt{\frac{KW \times Ka}{C}}$

4- $[OH^-] = \sqrt{\frac{KW \times C}{Ka}}$

النوع الثاني : ملح حامضي ناتج من قاعدة ضعيفة وحامض قوي

نعرف الملح الحامضي من :

أ- من الاسم والصيغة حيث اذا بدءبـ (كلوريد – نترات – بروميد – كبريتات) وانتهى بـ (الامونيوم – الانلين – البريدين – مثل امين).

ب- اذا اعطى Kb .

جـ - PH تحت 7 .

قوانينه

1- $Kh = \frac{kw}{kb}$

2- $PH = \frac{1}{2}$ [PKw - PKb - logC]

3- $[H^+] = \sqrt{\frac{KW \times C}{Kb}}$

ملاحظة نعرف سؤال الاملاح اذا كان الاناء يحتوي على ملح فقط

خامساً : الايون المشترك

النوع الاول : حامض ضعيف وملحه

1- نجد $[H^+]$ للحامض الضعيف فقط

2- نجد $[H^+]$ للحامض وملحه

$$[H^+] = Ka \times \frac{[acid]}{[salt]}$$

النوع الثاني : قاعدة ضعيفة وملحها

1- نجد $[OH^-]$ للقاعدة الضعيفة فقط

2- نجد $[OH^-]$ للقاعدة وملحها

$$[OH^-] = Kb \times \frac{[base]}{[salt]}$$

ملاحظة في الايون المشترك يطلب التأثير على $[H^+]$ او $[OH^-]$ او درجة التأين او النسبة المئوية قبل وبعد اضافة الالكتروليت القوي (الايون المشترك)

سادساً : محلول بفر

النوع الأول : حامض ضعيف وملحه القاعدي

1- اذا كان الإناء يحتوي على حامض ضعيف وملحه

$$PH = PKa + \log\frac{salt}{asid}$$

2- اذا تم إضافة حامض قوي إلى المحلول اعلاه

$$PH = PKa + \log\frac{salt-[H^+]}{acid+[H^+]}$$

3- اذا تم إضافة قاعدة قوية إلى المحلول اعلاه

$$PH = PKa + \log\frac{salt+[OH^-]}{acid-[OH^-]}$$

النوع الثاني : قاعدة ضعيفة وملحها الحامضي

1 - اذا كان الإناء يحتوي على قاعده وملحها الحامضي

$$POH = PKb + \log\frac{salt}{base}$$

2- اذا تم إضافة حامض قوي إلى المحلول اعلاه

$$POH = PKb + \log\frac{salt+[H^+]}{base-[H^+]}$$

3- اذا تم إضافة قاعدة قوية إلى المحلول اعلاه

$$POH = PKb + \log\frac{salt-[OH^-]}{base+[OH^-]}$$

ملاحظات

1- دائما الذي يتحكم بمحلول بفر هو الضعيف دائما .

2- المضاف الثالث في محلول بفر قوي دائما .

3- اذا PH تحت 7 المحلول حامض ضعيف و PH فوق 7 قاعده ضعيفه .

إضافة الإلكتروليت القوي تتم على اربعة أنواع

- اضافه مولارية صغيره (جاهزه)
- اضافه مولية $M = \frac{n(mol)}{V(L)}$
- اضافه حجميه اذا يوجد حجمين وتركيز القوي (10M-1M) نستخدم قانون التخفيف $M_1V_1=M_2V_2$
- اضافه غرامية اذا أعطى كتلة وكتلة موليه وحجم باللتر $M = \frac{(g)}{M(g/mol)\times V(L)}$

سابعاً : الإضافة أو التخفيف

النوع الأول : اضافة الكتروليت قوي حامض او قاعدة إلى حجم معين من الماء.

خطوات الحل :

1- نجد V2 وهم حجم الماء .

2- نجد تركيز الالكتروليت القوي باستخدام قانون التخفيف $M_1V_1=M_2V_2$.

3- اذا كان المضـــاف حامض قوي نجد تركيز $[H^+]$ ثم نجد PH اما اذا كان المضـــاف قاعدة قوية نجد $[OH^-]$ ثم نجد POH ثم نجد PH .

4 اذا طلب التغير في PH نطبق القانون $\Delta PH = PH_2 - PH_1$.

PH_2 ← للالكتروليت القوي

PH_1 ← للماء ويساوي 7

النوع الثاني : اضافة الكتروليت قوي إلى الكتروليت قوي (حامض قوي إلى قاعده قويه)

خطوات الحل :

1- نجد V_2 ← $V_2 = V_{حامض} + V_{قاعدة}$.

2- نجد تركيز الحامض والقاعدة باستخدام قانون التخفيف ثم نجد $[H^+]$ للحامض و $[OH^-]$ للقاعده .

3- اذا كان تركيز $[H^+]$ = تركيز $[OH^-]$ فأن PH = 7.

4- اذا كان تركيز $[H^+]$ اكبر من $[OH^-]$ فإن ← $[H^+]_{المتبقي} = [H^+]_{الكلي} - [OH^-]_{الكلي}$ ثم نجد PH .

5- اذا كان تركيز $[OH^-]$ اكبر من تركيز $[H^+]$ فأن ← $[OH^-]_{المتبقي} = [OH^-]_{الكلي} - [H^+]_{الكلي}$ ثم نجد POH ثم نجد PH.

النوع الثالث : اضافة الكتروليت قوي إلى الكتروليت ضعيف (إضافة حامض قوي إلى قاعدة ضعيفة او العكس)

خطوات الحل :

1- نجد V_2 ← $V_2 = V_{حامض} + V_{قاعدة}$.

2- نجد تركيز الحامض والقاعدة (M_2) باستخدام قانون التخفيف $M_1V_1=M_2V_2$.

3- اذا كان تركيز الحامض يساوي تركيز القاعدة هنا سوف يتكون ملح ونجد PH باستخدام قانون الاملاح .

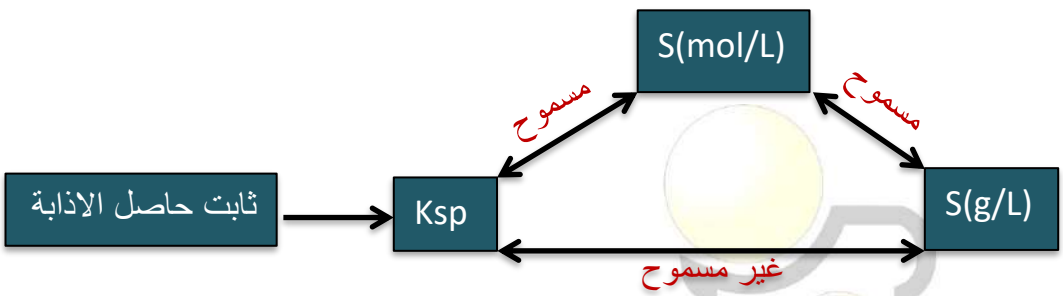
4- اذا كانت التراكيز غير متســاوية دائماً تركيز الضـعيف يكون هو الاكبر ونجد PH للمحلول باسـتخدام قانون بفر .

ثامناً : الذوبانية

أنواع الذوبانية :

1- ذوبانية مولارية قانونها ← $S(mol/L) = \frac{S(g/L)}{M(g/mol)}$

2- ذوبانية غرامية قانونها ← $S(g/L) = S(mol/L) \times M(g/mol)$



تقسم مسائل الذوبانية إلى خمسة أنواع

النوع الأول

1- يعطي ksp ويطلب ذوبانية في المحلول المشبع أو الماء النقي . 2- يعطي ذوبانية ويطلب ksp.

خطوات الحل :

1- نكتب معادلة تفكك المادة شحيحة الذوبان . 2- نطبق قانون ksp.

النوع الثاني (A)

1- يطلب حساب (أدنى - اقل - اصغر) تركيز.
2- يعطي مادة شحيحة تحتوي على ايون ذو تركيز معلوم والآخر مجهول .
3- عبارة يبدء ترسيب الملح . 4- يعطي ksp او ما يوصلني اليه.

خطوات الحل :

1- نكتب معادلة تفكك المادة شحيحة الذوبان .
2- نضع قيمة الايون المعلوم تحته والمجهول [ ].
3- من ksp وتركيز المعلوم نجد تركيز المجهول.

النوع الثاني (B)

1- يطلب ما هي اقل داله حامضيه PH . 2- يعطي مادة شحيحة تحتوي على ايون $[OH^-]$.
3- يعطي ايون معلوم التركيز والمجهول $[OH^-]$ دائماً. 4- عباره يبدء ظهور الراسب في المحلول.
5- يعطي ksp او ما يوصلني اليه .

خطوات الحل :

1- نكتب معادلة تفكك المادة الشحيحة . 2- نضع قيمة الايون المعلوم تحته و [ ] تحت ايون $[OH^-]$.
3- من ksp وتركيز المعلوم نجد OH . 4- من OH نجد poH ثم نجد PH.

النوع الثالث

1- يحتوي على عبارة هل يحصل ترسيب أو هل يتكون راسب .
2- يعطي ksp او ما يوصلني اليه .

خطوات الحل :

1- نجد الحاصل الايوني Qsp من تراكيز ليست في الماء النقي أو المحلول المشبع .
2- نقارن بين ksp و Qsp حيث :
أ- Q > من kap يحصل ترسيب.
ب- Q< من kap لا يحصل ترسيب .
ج- Q= ksp المحلول مشبع .

النوع الرابع

1- يطلب الذوبانية في الماء النقي أو المحلول المشبع (S).
2- يطلب الذوبانية بوجود الكتروليت قوي (ايون مشترك) (Y).
3- احيانا يعطي ذوبانية بالايون المشترك (Y) ويطلب تركيز أو كتلة او حجم او PH للقوي .

خطوات الحل :

1- من ksp نجد الذوبانية في الماء النقي أو المحلول المشبع (S) .
2- من ksp وتركيز الالكتروليت القوي نجد الذوبانية بالايون المشترك (Y) .
3- تركيز القوي دائما نجده من الذوبانية الاقل (ايون مشترك) ومن ksp .

النوع الخامس

1- يعطي الاس الهيدروجيني PH.
2- من عبارة محلول ثبتت حامضيته .
3- يعطي ماده شحيحة تحتوي على ايون OH.
4- يعطي ksp او ما يوصلني اليه .

خطوات الحل :

1- من PH نجد POH ثم من POH نجد OH .
2- نكتب معادلة تكفك المادة الشحيحة ونضع تركيز OH تحته و تحت الايون المجهول نضع (S) .
3- من ksp وتركيز OH نجد ذوبانية (S) في محلول ثبتت حامضيت

الأستاذ

عمر خالد الويسي

دكتوراه فى علوم الكيمياء

خبرة اكثر من ١٠ سنوات فى تدريس مادة الكيمياء

للسادس العلمى وخلال مسيرتى المهنية استطعت

تحقيق النجاح مع جميع الطلاب و الطالبات وساهمت

فى رفع مستواهم العلمى من خلال

ايصال المادة بصورة سهلة ومبسطه

د.عمر خالد الويسى

OMAR_WAISY Ok.rr32 OMAR.ALWAIS

المميز بالكيمياء

اماكن التدريس: المنصور-القادسية-حي الجهاد-الدورة-حي الجامعة