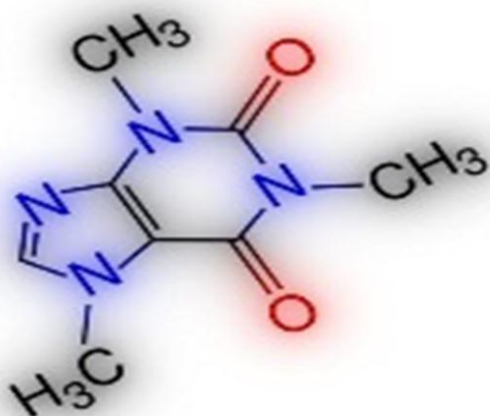


2020

نماذج الإجابة النموذجية

الوزارية للكلاميات



لصف السادس العلمي

الكلاميات & الشرحيات الوزارية

احيائي & تطبيقي

CHEMISTRY

اعداد

الأستاذ عقيل محمد الخفاجي

هـ / 07712242699

وائلق الخطوة يمضي ملأاً ويحقق العلم الذي ينتظره

ولكل مجتهد نصيب

الأسئلة المكررة وزارياً

ما المقصود بكل مما يأتي :-

القانون الأول للترموداينمك (2019 / تمهيدي ت)

الطاقة لا تفنى ولا تستحدث من العدم ولكن يمكن تحويلها من شكل الى اخر .

النظام المفتوح (2013 / تمهيدي + 2017 / تمهيدي ت)

هو النظام الذي تكون فيه الحدود بين النظام والمحيط تسمح بتبادل مادة النظام وطاقته مثل اناء معدني مفتوح فيه ماء مغلي .

النظام المغلق (2013 / 1د)

هو النظام الذي تكون فيه الحدود بين النظام والمحيط تسمح بتبادل الطاقة فقط ولا تسمح بتغير كمية مادة النظام مثل اناء معدني مغلق يحتوي على ماء مغلي .

النظام المعزول (2016 / 1د + 2017 / 2د + 2017 / خارج + 2018 / 3د + 2019 / 2د ت)

هو النظام الذي لا تسمح حدوده بتبادل المادة والطاقة أي ان النظام لا يتأثر بالمحيط ابداً مثل الثرموس .

السعة الحرارية (2017 / خارج)

هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة اي مادة (m) مقدره بالغرام درجة سيليزية واحدة وتقاس بوحدات (J/°C) ويرمز لها بالرمز (C) .

الحرارة النوعية (2014 / 1د + 2018 / 1د ت)

هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة غرام واحد (1g) من اي المادة درجة سيليزية واحدة وتقاس بوحدات (J/g.°C) ويرمز لها بالرمز (c) .

دالة الحالة (2013 / 2د + 2017 / خارج ت + 2018 تمهيدي + 2018 1د خارج ت + 2019 / 2د)

هي تلك الخاصية أو الكمية التي تعتمد على الحالة الابتدائية للنظام قبل التغير والحالة النهائية للنظام بعد التغير بغض النظر عن الطريق أو المسار الذي تم من خلاله التغير مثل (الانتالبي والانتروبي و طاقة كبس الحرة) .

الخواص الشاملة (2016 / خارج القطر + 2017 / 1د + 2017 / 1د ت + 2019 / 3د ت)

هي جميع الخواص التي تعتمد على كمية المادة الموجودة في النظام مثل الكتلة والحجم والسعة الحرارية والانتالبي والانتروبي و طاقة كبس الحرة الخ .

الخواص المركزة (2017 / 3د ت + 2018 / 1د)

هي جميع الخواص التي لا تعتمد على كمية المادة الموجودة في النظام مثل الضغط والكثافة ودرجة الحرارة والحرارة النوعية .

ΔH_f^0 انتالبي التكوين القياسية (2017 / الموصل)

هي كمية الحرارة اللازمة لتكوين مول واحد من اي مركب (مادة) من عناصرها الاساسية المتواجدة بأثبت صورها بالظروف القياسية (درجة حرارة 25°C وضغط 1atm) .

ΔH_c^0 انتالبي الاحتراق القياسية (2016 / خارج + 2018 / 1د خارج)

هي كمية الحرارة المتحررة (المنبعثة) من حرق مول واحد من اي مادة حرقاً تاماً مع وفرة من الاوكسجين عند الظروف القياسية من درجة حرارة وضغط .

قانون هيس (2015 / نازحين + 2016 / 2د + 2017 خارج ت + 2017 / موصل ت)

عند تحويل المتفاعلات الى نواتج فإن التغير في انتالبي التفاعل هو نفسه سواء تم التفاعل في خطوة واحدة أو في سلسلة من الخطوات .

علاقة تروتن (2018 / تمهيدي ت)

وجد العالم تروتن ان قيمة ΔS_{vap} لأغلب السوائل عند درجة غليانها تساوي قيمة ثابتة هي (85 J/K.mol)

$$\text{وتصبح العلاقة (} \Delta S_{vap} = \frac{\Delta H_{vap}}{T_b} \text{)}$$

علل ما يأتي :- (المكررة وزارياً)

- 1- ΔH_f^0 للتفاعل الغازي : $H_2 + F_2 \rightarrow 2HF$ لا تساوي ΔH_f^0 HF (1د / 2015 خارج)
ج / وذلك لأن شرط انثالي التكوين القياسية هو تكون مول واحد من المادة الناتجة ، ونلاحظ في هذه المعادلة تكون مولين من الماء HF وليس مول واحد .
أو / لأنها لا تحقق شروط انثالي التكوين القياسية وبسبب تكوين مولين وليس مول واحد) .
- 2- ΔH_f^0 للتفاعل الغازي : $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$ لا تساوي ΔH_f^0 H₂O (2د / 2016)
ج / وذلك لأن شرط انثالي التكوين القياسية هو تكون مول واحد من المادة الناتجة ، ونلاحظ في هذه المعادلة ان مولين من الماء H₂O وليس مول واحد .
أو / لأنها لا تحقق شروط انثالي التكوين القياسية وبسبب تكوين مولين وليس مول واحد) .
- 3- $\Delta H_f^0 \neq \Delta H_c^0$ للتفاعل : $4Fe + 3O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3$ (2017 / موصل)
ج / وذلك لأن شرط انثالي التكوين القياسية هو تكون مول واحد من المادة الناتجة ، ونلاحظ في هذه المعادلة تكون مولين من Fe₂O₃ وليس مول واحد .
أو / لأنها لا تحقق شروط انثالي التكوين القياسية وبسبب تكوين مولين وليس مول واحد) .
- 4- ΔH_f^0 للتفاعل الاتي : $4Al(s) + 3O_2(g) \rightarrow 2Al_2O_3(s)$ لا تساوي ΔH_c^0 للألمنيوم ولا تساوي ΔH_f^0 Al₂O₃ (2017 / تمهيدي)
ج / $\Delta H_f^0 \neq \Delta H_c^0$ لأن المتكون (2mol) من Al₂O₃ وليس (1mol) . [لا تحقق شروط التكوين القياسية]
 $\Delta H_c^0 \neq \Delta H_f^0$ لأن المحترق (4mol) من Al وليس (1mol) . [لا تحقق شروط الاحتراق القياسية]
(لأن الشروط غير متوفرة في الحالتين / يجب ذكر شروط التكوين وشروط الاحتراق)
- 5- $\Delta H_c^0 \neq \Delta H_f^0$ للألمنيوم في التفاعل : $4Al + 3O_2 \rightarrow 2Al_2O_3$ (3د / 2017)
ج / وذلك لأن عدد مولات المادة المحترقة (المتفاعلة) لا تساوي (1mol) .
أو / لأنها لا تحقق شروط انثالي الاحتراق القياسية وبسبب احتراق 4 مول وليس مول واحد) .
- 6- $\Delta H_c^0 \neq \Delta H_f^0$ للتفاعل : $2CH_4 + 4O_2 \rightarrow 2CO_2 + 4H_2O$ (2017 / خارج)
ج / وذلك لأن عدد مولات المادة المحترقة (المتفاعلة) لا تساوي (1mol) .
أو / لأنها لا تحقق شروط انثالي الاحتراق القياسية وبسبب احتراق مولين وليس مول واحد) .
- 7- $\Delta H_c^0 \neq \Delta H_f^0$ للتفاعل : $2C + 2O_2 \rightarrow 2CO_2$ (2017 / موصل)
ج / وذلك لأن عدد مولات المادة المحترقة (المتفاعلة) لا تساوي (1mol) .
أو / لأنها لا تحقق شروط انثالي الاحتراق القياسية وبسبب احتراق مولين وليس مول واحد) .
- 8- تكون قيمة (ΔS) لتسامي المواد الصلبة أكبر من الصفر . (2د / 2017)
ج / لأنها عملية تحول من الحالة الصلبة الى الحالة الغازية وبذلك تزداد حركة الجزيئات وتزداد العشوائية .
- 9- بيان الحالة الفيزيائية عند كتابة التفاعلات الحرارية . (1د / 2018)
ج / لأن كمية الحرارة الممتصة أو المنبعثة (المتحررة) تتغير بتغير الحالة الفيزيائية للمواد المتفاعلة .
- 10- يزيد التسخين من انتروبي النظام . (2د / 2018)
ج / يزيد التسخين من انتروبي النظام فالتسخين اضافة لزيادته الحركات الانتقالية للجزيئات وكذلك يقوم بزيادة الحركات الدورانية والاهتزازية اضافة لذلك بزيادة درجة الحرارة تزداد انواع الطاقات المرتبطة جميعها بالحركة الجزيئية .
- 11- تقود العمليات التي تجري في المحلول دائماً الى زيادة في الانتروبي . (3د / 2018)
ج / ان الزيادة في الانتروبي تحصل نتيجة عاملين هما عملية تكوين المحلول (خلط المذاب مع المذيب) ، وتفكك المركب الصلب الى ايوناته . (ملاحظة / أو ذكر اجابة تفي بالغرض)
- 12- في عملية تجميد كحول الاثيل يكون التغير في الانتروبي اصغر من الصفر ($\Delta S < 0$) . (1د / 2019)
ج / عملية انجماد الكحول تحول النظام زيادة في العشوائي (تحول من انتظام الى لا انتظام)

تعاليل علاقة كبس**سؤال / علل ما يأتي :- على ضوء علاقة كبس فسر .**

يدوب غاز ثنائي اوكسيد الكبريت (SO₂) في الماء تلقائياً ويبعث حرارة اثناء ذوبانه .
(2013 / 2017 + 2د / خارج + 2017 / 2د ت)

ج /

$\Delta G = (-)$ / عملية تلقائية .
 $\Delta S = (-)$ / نقصان في العشوائية / تحول من لا انتظام الى انتظام .
 $\Delta H = (-)$ / عملية (باعثة للحرارة) .

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

$$= (-) - (-)$$

$$= (-) (+)$$

$$\Delta G = (-)$$

$$\Delta H > T \Delta S$$

عملية انصهار الجليد تلقائية في الظروف الاعتيادية .
(2013 / 2015 + 3د / 2017 + 1د / تمهيدي + 2018 / تمهيدي + 2018 / 1د ت + 2018 / 1د خارج + 2019 / تمهيدي + 2019 / 3د ت)

ج /

$\Delta G = (-)$ / عملية تلقائية .
 $\Delta S = (+)$ / زيادة في العشوائية / تحول من انتظام الى لا انتظام .
 $\Delta H = (+)$ / عملية (ماصة للحرارة) .

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

$$= (+) - (+)$$

$$= (+) (-)$$

$$\Delta G = (-)$$

$$\Delta H < T \Delta S$$

ذوبان ملح الطعام في الماء تلقائياً وهي ماصة للحرارة أو

بعض الاملاح تذوب في الماء تلقائياً بالرغم من ان عملية ذوبانها تصاحبها امتصاص حرارة .

(2014 / تمهيدي + 2017 / 3د ت + 2017 / موصل ت + 2017 + 2د موصل ت + 2018 / تمهيدي ت + 2018 / 1د خارج ت + 2019 / 1د ت)

ج /

$\Delta G = (-)$ / عملية تلقائية .
 $\Delta S = (+)$ / زيادة في العشوائية / تحول من انتظام الى لا انتظام .
 $\Delta H = (+)$ / عملية (ماصة للحرارة) .

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

$$= (+) - (+)$$

$$= (+) (-)$$

$$\Delta G = (-)$$

$$\Delta H < T \Delta S$$

عملية انجماد الماء غير تلقائية في الظروف الاعتيادية (2014 / 1د)

ج /

$\Delta G = (+)$ / عملية لا تلقائية .
 $\Delta S = (-)$ / نقصان في العشوائية / تحول من لا انتظام الى انتظام .
 $\Delta H = (-)$ / عملية (باعثة للحرارة) .

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

$$= (-) - (-)$$

$$= (-) (+)$$

$$\Delta G = (+)$$

$$\Delta H < T \Delta S$$

الفصل الأول / الترموداينمك AL Thermodynamic

ينجم الماء تلقائياً بدرجات الحرارة المنخفضة جداً وليس بالظروف الاعتيادية .

(2017 / موصل + 2017 / تمهيدي ت + 2017 / 1د ت + 2019 / تمهيدي ت)

/ ج

$\Delta G = (-)$ / عملية تلقائية .
 $\Delta S = (-)$ / نقصان في العشوائية / تحول من لا انتظام الى انتظام .
 $\Delta H = (-)$ / عملية (باعثة للحرارة) .

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

$$= (-) - (-)$$

$$= (-) (+)$$

$$\Delta G = (-) \quad \Delta H > T \Delta S$$

تفكك اوكسيد الزنق (II) يكون تلقائياً دائماً عند درجات الحرارة العالية .

(2015 / 1د خارج + 2017 / 1د)

/ ج

$\Delta G = (-)$ / عملية تلقائية .
 $\Delta S = (+)$ / زيادة في العشوائية / تحول من انتظام الى لا انتظام .
 $\Delta H = (+)$ / عملية (ماصة للحرارة) .

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

$$= (+) - (+)$$

$$= (+) (-)$$

$$\Delta G = (-)$$

$$\Delta H < T \Delta S$$

لا يذوب الجليد في درجات الحرارة المنخفضة . (2014 / خاص)

/ ج

$\Delta G = (+)$ / عملية لا تلقائية .
 $\Delta S = (+)$ / زيادة في العشوائية / تحول من انتظام الى لا انتظام .
 $\Delta H = (+)$ / عملية (ماصة للحرارة) .

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

$$= (+) - (+)$$

$$= (+) (-)$$

$$\Delta G = (+) \quad \Delta H > T \Delta S$$

عملية تبخر الماء تلقائية . (2016 / خارج)

/ ج

$\Delta G = (-)$ / عملية تلقائية .
 $\Delta S = (+)$ / زيادة في العشوائية / تحول من انتظام الى لا انتظام .
 $\Delta H = (+)$ / عملية (ماصة للحرارة) .

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

$$= (+) - (+)$$

$$= (+) (-)$$

$$\Delta G = (-)$$

$$\Delta H < T \Delta S$$

لا تتفكك كاربونات الكالسيوم بدرجات الحرارة الاعتيادية .

(2015 / نازحين + 2015 / خارج + 2016 / تمهيدي + 2016 / خارج + 2017 / 1د)

/ ج

$\Delta G = (+)$ / عملية لا تلقائية .
 $\Delta S = (+)$ / زيادة في العشوائية / تحول من انتظام الى لا انتظام .
 $\Delta H = (+)$ / عملية (ماصة للحرارة) .

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

$$= (+) - (+)$$

$$= (+) (-)$$

$$\Delta G = (+)$$

$$\Delta H > T \Delta S$$

لا يتحلل الماء الى عناصره الأولية بالظروف الاعتيادية .

(2013 / 1د + 2014 / 3د + 2015 / 2د + 2017 / موصل ت + 2017 / 1د موصل ت)

/ ج

$\Delta G = (+)$ / عملية لا تلقائية .
 $\Delta S = (+)$ / زيادة في العشوائية / تحول من انتظام الى لا انتظام .
 $\Delta H = (+)$ / عملية (ماصة للحرارة) .

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

$$= (+) - (+)$$

$$= (+) (-)$$

$$\Delta G = (+)$$

$$\Delta H > T \Delta S$$

الفصل الأول / الترموداينمك AL Thermodynamic

يتحلل الاوزون الى الاوكسجين تلقائياً بالظروف الاعتيادية .

ج /

$$\Delta G = (-) \text{ عملية تلقائية .}$$

$\Delta S = (+)$ / (زيادة في العشوائية / تحول من انتظام الى لا انتظام) .

$$\Delta H = (-) \text{ عملية (باعثة للحرارة) .}$$

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

$$= (-) - (+)$$

$$= (-) (-)$$

$$\Delta G = (-)$$

التفاعل يكون تلقائي دائماً بجميع درجات الحرارة

لا ينجد الماء في درجات الحرارة الاعتيادية .

ج /

$$\Delta G = (+) \text{ عملية لا تلقائية .}$$

$\Delta S = (-)$ / (نقصان في العشوائية / تحول من لا انتظام الى انتظام) .

$$\Delta H = (-) \text{ عملية (باعثة للحرارة) .}$$

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

$$= (-) - (-)$$

$$= (-) (+)$$

$$\Delta G = (+)$$

$$\Delta H < T \Delta S$$

تكون قطرات الندى على اوراق الاشجار .

عملية تخثر الدم عند حصول الجرح تلقائية .

يكون التفاعل لا تلقائي دائماً بجميع درجات الحرارة .

يكون التفاعل تلقائي دائماً بجميع درجات الحرارة .



اجب عما يأتي :-

س / عدد أهم الظواهر التي يفسرها علم الترموداينمك ؟ (2014 / خاص)

- 1- سبب حدوث التفاعلات الكيميائية .
- 2- التنبؤ بحدوث التغيرات الكيميائية والفيزيائية عندما توجد مادة أو أكثر تحت ظروف معينة .
- 3- حدوث بعض التفاعلات تلقائياً وأخرى لا تحدث ابداً بشكل تلقائي عند نفس الظروف .
- 4- سبب حدوث الطاقة المصاحبة للتفاعلات الكيميائية سواء في التفاعلات نفسها أو في الوسط المحيط بها .

س / عدد انواع النظام مع مثال لكل نوع ؟ (2018 / تمهيدي)

- 1- النظام المفتوح مثل اناء معدني مفتوح يحتوي على ماء مغلي .
- 2- النظام المغلق مثل اناء معدني مغلق يحتوي على ماء مغلي .
- 3- النظام المعزول مثل الثرموس .

س / ما الفرق بين النظام المفتوح والنظام المغلق ؟ (2018 / تمهيدي + 2019 / تمهيدي)

النظام المفتوح : هو النظام الذي تكون فيه الحدود بين النظام والمحيط تسمح بتبادل مادة النظام وطاقته مثل اناء مفتوح معدني فيه ماء مغلي .

النظام المغلق : هو النظام الذي تكون فيه الحدود بين النظام والمحيط تسمح بتبادل الطاقة فقط ولا تسمح بتغير كمية مادة النظام مثل اناء معدني يحتوي على ماء مغلي يكون مسدود بأحكام .

س / ما الفرق بين النظام المغلق والنظام المعزول مع اعطاء مثال لكل منهما؟ (2019 / 3د)

النظام المغلق : هو النظام الذي تكون فيه الحدود بين النظام والمحيط تسمح بتبادل الطاقة فقط ولا تسمح بتغير كمية مادة النظام مثل اناء معدني يحتوي على ماء مغلي يكون مسدود بأحكام .

النظام المعزول : هو النظام الذي تكون فيه الحدود بين النظام والمحيط لا تسمح بتبادل المادة ولا الطاقة مثل الثرموس .

س / ما الفرق بين الخواص المركزة والخواص الشاملة ؟ مع ذكر مثال لكل منهما .

(2016 / 2د + 2017 / 2د ت + 2017 / موصل + 2018 / تمهيدي ت)

الخواص الشاملة	الخواص المركزة
1- تشمل جميع الخواص التي تعتمد على كمية المادة الموجودة في النظام .	1- تشمل جميع الخواص التي لا تعتمد على كمية المادة الموجودة في النظام .
2- مثل : الحجم أو السعة الحرارية أو الانتالبي أو الانتروبي أو الطاقة الحرة .	2- مثل : الضغط أو درجة الحرارة أو الكثافة أو الحرارة النوعية .

س / ما الفرق بين الحرارة النوعية والسعة الحرارية ؟ وما هي وحدات هاتين الكميتين ؟

(2017 / موصل + 2018 / تمهيدي + 2018 / 2د ت)

السعة الحرارية	الحرارة النوعية
1- كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة مقدره بالغرام من اي مادة درجة سيليزية واحدة .	1- كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة غرام من اي مادة درجة سيليزية واحدة .
2- تعتبر من الخواص الشاملة .	2- تعتبر من الخواص المركزة .
3- يرمز لها بالرمز C وتكون وحدتها : J/°C .	3- يرمز لها بالرمز δ وتكون وحدتها : J/g.°C .

س / متى يكون $\Delta H_f^0 = \Delta H_r^0$ ، بين ذلك مع مثال . (2017 / 2د + 2019 / 2د)

ج / $\Delta H_f^0 = \Delta H_r^0$ عند تكون مول واحد من المادة الناتجة ومن عناصرها الاساسية وباثبت صورها .
مثال ذلك / اي معادلة يحقق الشروط .



س / ما حرارة الاحتراق القياسية ؟ وما الشرط الأساسي لتساوي انثالي التفاعل القياسية وانثالي الاحتراق القياسية ؟ (2019 / 1د)

ج / حرارة الاحتراق القياسية : هي الحرارة المتحررة من حرق مول واحد من اي مادة حرقاً تاماً مع الاوكسجين عند الظروف القياسية وتقاس بوحدة kJ/mol .

الشرط / هي حرق مول واحد من المادة مع كمية وافية من الاوكسجين حرقاً تاماً .

س / ماذا نعني بدالة الحالة ؟ اعط مثلاً على كميتين تعدان دالة حالة ومثال على دالة مسار . (2019 / 2د ت)

ج / دالة الحالة : هي تلك الخاصية أو الكمية التي تعتمد على الابتدائية للنظام قبل التغير والحالة النهائية للنظام بعد التغير بغض النظر عن الطريق أو المسار الذي يتم من خلاله التغير .

امثلة دالة الحالة // 1- الانثالي . 2- الانتروبي . 3- الطاقة الحرة . الخ .

امثلة دالة المسار // 1- الحرارة . 2- الشغل .

سؤال : تنبأ فيما اذا كان التغير في الانتروبي ΔS اكبر أو اقل من الصفر (Zero) للعمليات الاتية :-

1- **تجمد كحول الاثيل** :-

ج / ان عملية الاتجماد تعني تحول كحول الاثيل من الحالة السائلة الى الحالة الصلبة أي ان جزيئات الكحول سوف تكون اكثر انتظام فان الانتروبي ($\Delta S < 0$) اي ($\Delta S = -$) .

2- **تبخر سائل البروم** :-

ج / ان تحول البروم السائل الى بخار يزيد من عشوائية جزيئات البروم مما يؤدي الى زيادة العشوائية أي زيادة الانتروبي ($\Delta S = +$) .

3- **ذوبان الكلوكوز في الماء** :-

ج / ان ذوبان جزيئات الكلوكوز في الماء يؤدي الى زيادة الانتروبي ($\Delta S > 0$) اي ($\Delta S = +$) .

4- **تبريد غاز النتروجين من (80°C الى 20°C)** :-

ج / ان التبريد يقلل من العشوائية مما يؤدي الى نقصان في الانتروبية ($\Delta S < 0$) اي ($\Delta S = -$) .

5- **تكثيف بخار الماء** :- (2019 / 1د ت)

ج / ان التكثيف هو تحول بخار الماء (غاز) الى الماء السائل الذي يكون اكثر انتظاماً لذا فان الانتروبي يقل ($\Delta S < 0$) اي ($\Delta S = -$) .

6- **تكون بلورات السكر من محلوله فوق المشبع** :-

ج / ان تكون البلورات يصاحبها نقصان العشوائية مما يؤدي الى نقصان الانتروبي يقل ($\Delta S < 0$) اي ($\Delta S = -$) .

7- **تسخين غاز H₂ من 25°C الى 80°C** :-

ج / ان تسخين الغاز يؤدي الى تمدده مما يزيد العشوائية فتزداد الانتروبي ($\Delta S > 0$) اي ($\Delta S = +$) .

8- **تسامي اليود الصلب** :- (2019 / 1د ت)

ج / ان التسامي تحول المادة الصلبة الى الغازية أي زيادة العشوائية فتزداد الانتروبي ($\Delta S > 0$) اي ($\Delta S = +$) .

س / تنبأ فيما اذا كان التغير في الانتروبي ΔS اكبر أو اصغر من الصفر للعمليات الاتية : (2017 / تمهيدي)

1- **تبريد غاز H₂ من 85°C الى 25°C** .

ج / ($\Delta S = -$) ($\Delta S < 0$) ، تقل الانتروبي وتصبح اصغر من صفر .

2- **ذوبان الكلوكوز في الماء** .

ج / ($\Delta S = +$) ($\Delta S > 0$) ، تزداد الانتروبي وتصبح اكبر من صفر .

س / أمل الفراغات الآتية بما يناسبها :-

1. النظام المعزول هو ذلك النظام الذي لا تسمح حدوده بتبادل المادة والطاقة ولا يتأثر النظام بالمحيط (2د / 2015)
2. تقسم الخواص العامة للمواد الى نوعين الخواص الشاملة و الخواص المركزة . (2د / 2014 + 3د / 2013)
3. الخواص المركزة تشمل جميع الخواص التي لا تعتمد على كمية المادة الموجودة في النظام . (3د / 2015)
4. تبريد غاز النتروجين من 80°C الى 20°C يؤدي الى نقصان في التغير بالانتروبي . (3د / 2014)
5. تبريد غاز H₂ من 90°C الى 30°C يؤدي الى نقصان في الانتروبي . (3د / 2016)
6. تسخين أي غاز من 30°C الى 90°C يؤدي الى زيادة في الانتروبي . (2015 / نازحين)
7. ان عملية تكثيف بخار الماء يؤدي الى نقصان في انتروبي النظام . (2018 / تمهيدي)
8. تجميد كحول الاثيل يؤدي الى نقصان في الانتروبي . (2017 / 1د موصل ت)
9. انتشار رائحة العطر في الغرفة بعد رفع غطاء قنينة العطر عملية تلقائية (2017 / موصل)
10. ان قيمة ΔS_{vap} لأغلب السوائل عند درجة غليانها تساوي قيمة ثابتة لذا تصبح المعادلة أو علاقة تروتن كالآتي : $\Delta S_{vap} = \frac{\Delta H_{vap}}{T_b} = 85 \text{ J/K.mol}$. (2017 / 2د ت + 2019 / تمهيدي ت)
11. اذا كان التفاعل باعث وتصاحبه زيادة في الانتروبي فانه يكون تلقائي في جميع درجات الحرارة . (2017 / خارج ت)
12. تغيرت درجة حرارة قطعة من المغنيسيوم كتلتها 10 g من 25°C الى 45°C مع اكتساب حرارة مقدارها 114 J فإن الحرارة النوعية لقطعة المغنيسيوم هي 0.57 J/g.°C . (2013 / خارج)

$$\Delta T = (T_f - T_i) = (45 - 25) = 20^\circ\text{C}$$

$$q \text{ (J)} = \delta \text{ (J/m.}^\circ\text{C)} \times m \text{ (g)} \times \Delta T \text{ (}^\circ\text{C)}$$

$$114 = \delta \times 10 \times 20$$

$$\delta = \frac{114}{10 \times 20} = 0.57 \text{ J/g.}^\circ\text{C}$$

13. تفاعل ما غير تلقائي حيث قيمة $\Delta S > T \Delta H$ لجعله تلقائي نقترح تسخين التفاعل . (2017 / خارج ت)14. تبخر سائل البروم يؤدي الى زيادة في الانتروبي . (2018 / 1د)15. ان قيمة التغير في الانتروبي لتبخر الماء في درجة غليانه تساوي علماً ان حرارة تبخر الماء ΔH_{vap} تساوي 44 KJ/mol .16. التغير في الانتروبي للتحويل : $\text{H}_2\text{O}_{(L)} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}_{(g)}$ عند درجة غليان الماء تساوي

(2013 / 2د + 2014 / 1د + 2015 / 2د + 2016 / 1د + 2017 / 1د + 2017 / خارج ت + 2017 / 2د)

(موصل ت)

$$T_{(K)} = t(^{\circ}\text{C}) + 273 \Rightarrow T_{(K)} = 100 + 273 = 373 \text{ K}$$

$$\Delta S_{vap} = \frac{\Delta H_{vap}}{T_b} \Rightarrow \Delta S_{vap} = \frac{44 \text{ kJ/mol}}{373 \text{ K}} = 0.1179 \approx 0.118 \text{ kJ/K.mol}$$

يجب تحويل ΔS الى وحدتها الاصلية وهي (J/K.mol) كالآتي :-

$$\Delta S_{vap} = 0.118 \text{ (kJ/K.mol)} \times \frac{1000 \text{ (J)}}{1 \text{ (kJ)}} \Rightarrow \Delta S_{vap} = 118 \text{ J/K.mol}$$

الفصل الأول / الترموداينمك AL Thermodynamic

17. احسب انثالي التبخر ΔH_{vap} للهكسان عند الاتزان بوحدة kJ/mol اذا علمت درجة غليانه تساوي 69°C .
(2014 / 2017 + 1د / ت)

$$T_{(\text{K})} = t(^{\circ}\text{C}) + 273 \Rightarrow T_{(\text{K})} = 69 + 273 = 342 \text{ K}$$

$$\Delta S_{\text{vap}} = \frac{\Delta H_{\text{vap}}}{T_b}$$

$$85 \text{ (J/K.mol)} = \frac{\Delta H_{\text{vap}}}{342 \text{ (K)}}$$

$$\Delta H_{\text{vap}} = 85 \text{ (J/K.mol)} \times 342 \text{ (K)} \Rightarrow \Delta H_{\text{vap}} = 29070 \text{ J/mol}$$

يجب تحويل ΔH الى وحدتها الاصلية وهي (kJ/mol) كالآتي :-

$$\Delta H_{\text{vap}} = 29070 \text{ (J/mol)} \times \frac{1 \text{ (kJ)}}{1000 \text{ (J)}} \Rightarrow \Delta H_{\text{vap}} = 29.070 \text{ kJ/mol} \cong 29 \text{ kJ/mol}$$

س / اختر الجواب الصحيح من بين الأقواس :-

- 1- يكون النظام **مفتوح** اذا كانت حدود النظام تسمح بتبادل مادة النظام وطاقته مع المحيط. (2014 / 3د)
- 2- اذا كان انثالي تبخر الامونيا تساوي 23 kJ/mol فان انثالي التكثيف للامونيا تساوي **-23 kJ/mol**. (2015 / تمهيدي)
- 3- ان كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة غرام واحد من مادة درجة سيليزية واحدة هي **(الحرارة النوعية ، الحرارة المنبعثة ، السعة الحرارية)**. (2014 / نازحين)
- 4- اذا كانت حدود النظام لا تسمح بتبادل المادة والطاقة مع المحيط يدعى النظام **(المغلق ، المعزول ، المفتوح)**. (2014 / 1د + 2018 / 2د)
- 5- اذا كانت حدود النظام تسمح بتبادل الطاقة فقط ولا تسمح بتغيير كمية مادة النظام يسمى نظاماً **(مفتوحاً ، معزولاً ، مغلقاً)**. (2014 / خارج + 2017 / 3د)
- 6- اذا علمت ان انثالي الانصهار لحامض الخليك CH_3COOH الثلجي 5.11 kJ/mol فان انثالي الانجماد للحامض هو **(5.11 kJ/mol ، 5.11 J/mol ، -5.11 kJ/mol)**. (2013 / خارج)
- 7- تسامي اليود الصلب يؤدي الى **زيادة** بالانتروبي. (2018 / 3د)

ما المقصود بكل مما يأتي :-

الترموداينمك

علم يهتم بدراسة الطاقة وتحولاتها ويهدف الى تحويل أكبر قدر ممكن من الطاقة الحرارية الناتجة من احتراق الوقود الى أنواع أخرى من الطاقات مثل تحويل الطاقة الحرارية الى الطاقة الميكانيكية للاستفادة منها في عمل المحركات .

الطاقة الكامنة : تشمل الطاقة الكيميائية المخزونة في جميع انواع المواد وجميع انواع الوقود .

الطاقة الحركية : تشمل طاقة جميع الاجسام المتحركة مثل الجزيئات والماء المتحرك وكذلك السيارات والطائرات .

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

درجة حرارة كلفن : هي درجة الحرارة بوحدات الكلفن (Kelvin) ويرمز بالرمز (K) .

النظام

هو عبارة عن جزء معين من الكون الذي نهتم بدراسته يتكون من المادة او المواد المشتركة في حدوث تغيرات كيميائية او فيزيائية محدودة داخل حدود معينة قد تكون حقيقية أو تخيلية .

المحيط : كل ما يحيط بالنظام ويؤثر عليه من التغيرات الفيزيائية او الكيميائية .

المجموعة : مصطلح يطلق على النظام والمحيط (المجموعة = النظام + المحيط) .

الحرارة (q)

هي احد اشكال الطاقة الشائعة في حياتنا اليومية وتمثل انتقال الطاقة الحرارية بين جسمين مختلفين في درجة حرارتهما وتتناسب طردياً مع درجات الحرارة . ويرمز لها بالرمز (q) .

درجة الحرارة

هي مقياس الطاقة الحرارية . $\Delta T = T_f - T_i$

الانتالبي

دالة حالة ترموداينمكية وخاصة شاملة تمثل كمية الحرارة الممتصة او المتحررة المقاسة بثبوت الضغط ويرمز لها بالرمز H ولا يكمن قياس القيم المطلقة لها لأنها دالة حالة ويقاس لها التغير الحاصل فيها ΔH .

الكيمياء الحرارية

علم يهتم بدراسة تغيرات الحرارة الممتصة أو المنبعثة (المتحررة) نتيجة التغيرات الفيزيائية والكيميائية .

تفاعل ماص للحرارة

التفاعل الكيميائي الذي يصاحبه امتصاص طاقة حرارية وقيمه التغير في الانتالبي له (موجبة) .

تفاعل باعث للحرارة

التفاعل الكيميائي الذي يصاحبه تحرر وانبعث طاقة حرارية وقيمه التغير في الانتالبي له (سالبة) .

انتالبي التفاعل القياسية

هي الحرارة المصاحبة لحدوث التفاعل عند الظروف القياسية من درجة حرارة وضغط ويرمز لها ΔH_f^0 .

العمليات التلقائية وغير التلقائية

هي عملية فيزيائية او كيميائية تحدث من تلقاء نفسها عند ظروف معينة دون أي مؤثر خارجي ، اما العملية التي لا يمكن ان تجري بشكل تلقائي في ظل الظروف نفسها تسمى غير تلقائية .

الانتروبي

هي دالة حالة ترموداينمكية تعتبر مقياس للعشوائية أو درجة اللا انتظام للنظام وتقاس بوحدات J/K.mol .

طاقة كبس الحرة

هي دالة حالة ترموداينمكية تتيح لنا التنبؤ بتلقائية العمليات الفيزيائية او الكيميائية وتمثل الطاقة العظمى التي يمكن الحصول عليها من قياس التغير في الانتالبي والانتروبي ويرمز لها (ΔG) .

طاقة كبس الحرة للتكوين القياسية

هي مقدار التغير في الطاقة الحرة عند تكوين مول واحد من أي مركب من عناصره الاساسية باثبت صورها عند الظروف القياسية عند درجة حرارة 25°C وضغط 1atm ويرمز لها (ΔG_f^0) .

علل ما يأتي :-

- 1- لا يهتم علم الترموداينمك بعامل الزمن الذي يستغرقه التفاعل .
ج / وذلك لأن علم الترموداينمك ينبئ فقط عن امكانية حدوث التفاعل من عدمه دون ان يبين سرعة حدوث هذا التغير
- 2- يفضل قياس الحرارة المصاحبة للتفاعل الكيميائي عند ضغط ثابت وليس عند حجم ثابت أي (q_p وليس q_v) .
ج / لأن اغلب العمليات الكيميائية تحدث عند ضغط ثابت وقليل جداً منها يحدث عند حجم ثابت فلذلك من السهولة قياس حرارة التفاعل عندها .
- 3- لا تعتبر الحرارة والشغل من دوال الحالة .
ج / لأن قيمتها تتغير كثيراً بتغير ظروف التجربة فهي تعتمد على المسار والخطوات التي تم من خلالها التغيير أي لا تعتمد على الحالة الابتدائية والنهائية للنظام .
- 4- الانتالبي يعتبر دالة حالة وهي خاصة شاملة .
ج / لأنها تعتمد على كمية المادة فالتغير في انتالبي تفاعل 2mole من المادة يساوي ضعف التغير في انتالبي تفاعل 1mole من المادة نفسها .

5- نلاحظ ظهور كسور في المعادلات الحرارية .

ج / بسبب كتابة المعادلة الكيميائية التي تمثل تكوين مول واحد من المركب لذا نلجأ لتغيير عدد مولات المواد المتفاعلة لكي تبقى المعادلة هي معادلة تكوين مول واحد .

6- الكبريت المعيني والكاربون كرافيت هما الاثبت صورة .

ج / لأنهما اكثر استقراراً أو اقل طاقة من الكبريت الموشوري والكاربون الماس .

7- لا يمكن ان تقاس القيمة المطلقة للانتروبي ؟

ج / لأنها دالة حالة تعتمد على الحالة الابتدائية والحالة النهائية لذلك يقاس التغير الحاصل في الانتروبي .

8- انتروبي الحالة الغازية اكبر من انتروبي الحالة السائلة التي هي بدورها اكبر من انتروبي الحالة الصلبة .

ج / وذلك لان عند تحول الماء من الحالة السائلة الى الحالة الغازية (تبخر) تكون جزيئات البخار اقل انتظاماً من جزيئات السائل والتي تكون اقل انتظام من جزيئات الجليد (الحالة الصلبة) اي ان :-

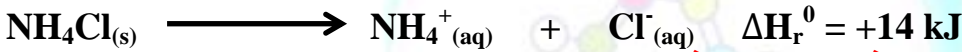
$$\Delta S_{(g)} > \Delta S_{(L)} > \Delta S_{(s)}$$

9- زيادة الانتروبي تميل الى التلقائية .

ج / بسبب زيادة عشوائية الجزيئات أو الذرات مما يزيد من اللانظام للتفاعل الكيميائي أو التحول الفيزيائي .

10- عند ذوبان ملح NH_4Cl في الماء تلقائياً يصاحبه زيادة في قيمة الانتروبي .

ج / وذلك لان عملية ذوبان الملح يصاحبها تكون ايونات في المحلول المائي التي هي اقل انتظام من جزيئات كلوريد الامونيوم الصلب مما يؤدي الى زيادة العشوائية وبالتالي يزداد الانتروبي كما في المعادلة الاتية :



11- يرافق عملية ذوبان بلورات السكر في الماء زيادة في الانتروبي .

ج / عند ذوبان بلورات السكر في الماء يتكسر النظام الهيكلي المنتظم للسكر المذاب وكذلك جزء من الانتظام الهيكلي للماء (المذيب) وعليه يكون للمحلول لا انتظام اكثر مما للمذيب النقي والمذاب معاً ، أي يتحول النظام من انتظام الى لا انتظام (أي زيادة في الانتروبي) .

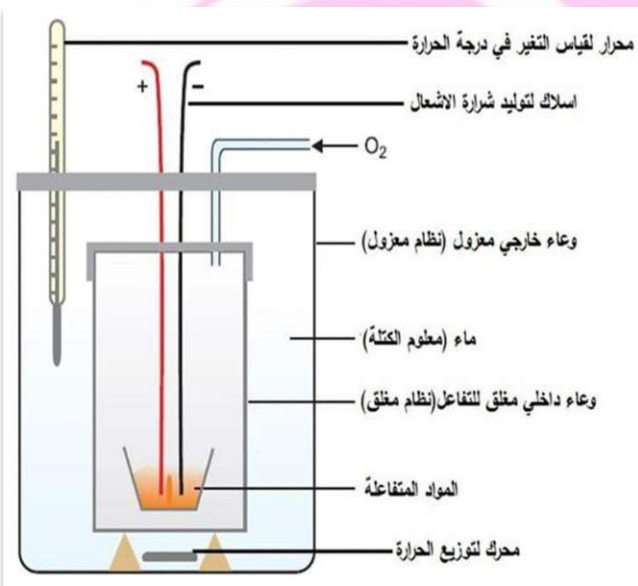
س / ما المقصود بالمسعر الحراري ؟ ثم صف المسعر الحراري الذي بواسطته تتم قياس الحرارة الممتصة أو المنبعثة عند ثبوت الضغط ؟

المسعر الحراري :

هو جهاز يستخدم لقياس حرارة التفاعل (انثالبي التفاعل) الممتصة أو المنبعثة في التفاعل الكيميائي عند ثبوت الضغط .

حيث يتكون المسعر من وعاء للتفاعل مغمور في كمية معينة من الماء (معروفة الكتلة) وموجودة في وعاء معزول عزلاً جيداً .

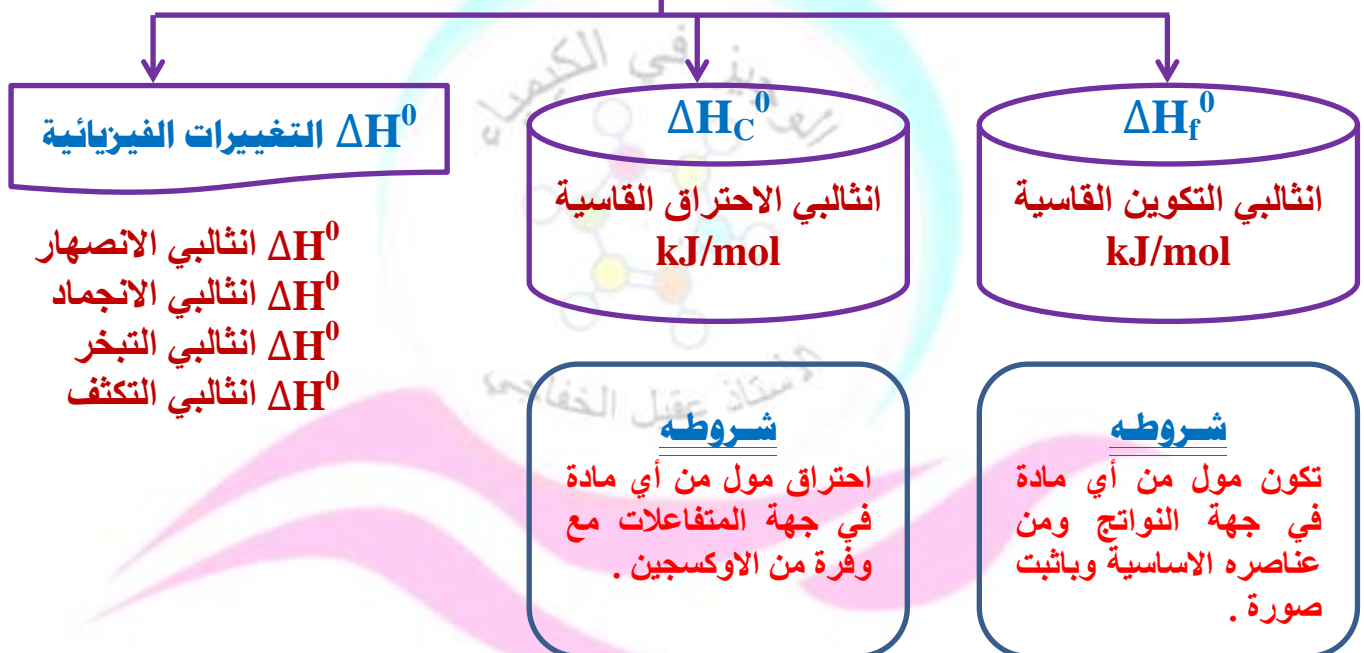
الحرارة المتحررة من التفاعل ترفع درجة الحرارة المتحررة من التفاعل ترفع درجة حرارة الماء والمسعر لذا يمكن قياس كميتها من الزيادة في درجة الحرارة اذا كانت السعة الحرارية للمسعر ومحتوياته معروفة .



المعادلة الكيميائية الحرارية: هي المعادلة التي تعبر عن التفاعلات الكيميائية والتغيرات الفيزيائية وتختلف كتابتها عن كتابة المعادلات الكيميائية الأخرى وكما يلي :-

- 1- قيمة وإشارة انثالي التفاعل .
- 2- فالإشارة السالبة تعني ان التفاعل (باعث للحرارة) والإشارة الموجبة تعني ان التفاعل (ماص للحرارة) .
- 3- بيان الحالة الفيزيائية للمواد الداخلة في التفاعل والنتيجة منه حيث ان الحالة الصلبة يرمز لها (s) والسائلة (L) والغازية (g) والمحلل المائي (aq) .
- 4- عند عكس المعادلة يجب تغيير (قلب) إشارة التفاعل مع بقاء قيمتها .
- 4- عند ضرب او قسمة طرفي المعادلة على عدد معين فان قيمة الانثالي تضرب او تقسم على ذلك العدد .

انواع الانثاليات ΔH^0



سؤال / ماذا تعني ظروف التفاعل القياسية في الكيمياء الحرارية والغازات (STP) ؟

الجواب /

الظروف القياسية في الكيمياء الحرارية: هي درجة حرارة 25°C (298K) وضغط (1atm) .

الظروف القياسية في الغازات: هي درجة حرارة 0°C (273K) وضغط (1atm) .

العمليات التلقائية

بعض الامثلة للعمليات الفيزيائية والكيميائية (التلقائية – الغير تلقائية)

العمليات اللا تلقائية

- 1- صعود الماء الى اعلى الشلال .
- 2- انتقال الحرارة من الجسم البارد الى الجسم الحار .
- 3- السكر المذاب لا يتجمع مثل ما كان عليه .
- 4- لا يتحول صدأ الحديد الى حديد .
- 5- تجمع الغاز في اناء واحد .

العمليات التلقائية

- 1- سقوط الماء من اعلى الشلال .
- 2- انتقال الحرارة من الجسم الحار الى الجسم البارد .
- 3- ذوبان قطعة من السكر في كوب قهوة .
- 4- صدأ الحديد بوجود الاوكسجين والرطوبة .
- 5- يتمدد الغاز في الاناء المفرغ من الهواء .

س / ما سبب حدوث بعض العمليات بصورة تلقائية ؟

ج / لان جميع العمليات التلقائية يرافقها انخفاض في الطاقة الكلية يعني (الطاقة النهائية اقل من الطاقة الابتدائية للنظام) .

س / هل يمكن القول ان أي تفاعل تلقائي يجب ان يكون باعث للحرارة ؟ وضح ذلك .

ج / لا يمكن القول ان كل تفاعل تلقائي هو تفاعل باعث للحرارة لان هناك بعض التغيرات الفيزيائية والكيميائية تكون تفاعلات ماصة للحرارة وتحدث تلقائياً ومن الامثلة عليها ذوبان كلوريد الامونيوم في الماء حيث يحدث تلقائياً وهو عملية ماصة للحرارة .

ملاحظة /

- 1- لا يمكن القول ان جميع التفاعلات سواء كانت (ماصة أو باعثة) تحدث تلقائياً .
- 2- ان اغلب عمليات الانصهار والتفكك والتحلل تحدث تلقائياً بدرجات الحرارة العالية .

سؤال : أي من العمليات تلقائية أو غير تلقائية .

- أ / ذوبان ملح الطعام في الماء ؟
 - ب / تسلق قمة ايفرست ؟
 - ج / انتشار رائحة عطر بعد فتح الغطاء ؟
 - د / فصل الهيليوم والنيون من مزيج الغازات ؟
- ج / عملية تلقائية .
 - ج / عملية غير تلقائية .
 - ج / عملية تلقائية .
 - ج / عملية غير تلقائية .



الانتروبي Entropy

زيادة في العشوائية (تحول من انتظام الى لا انتظام) .

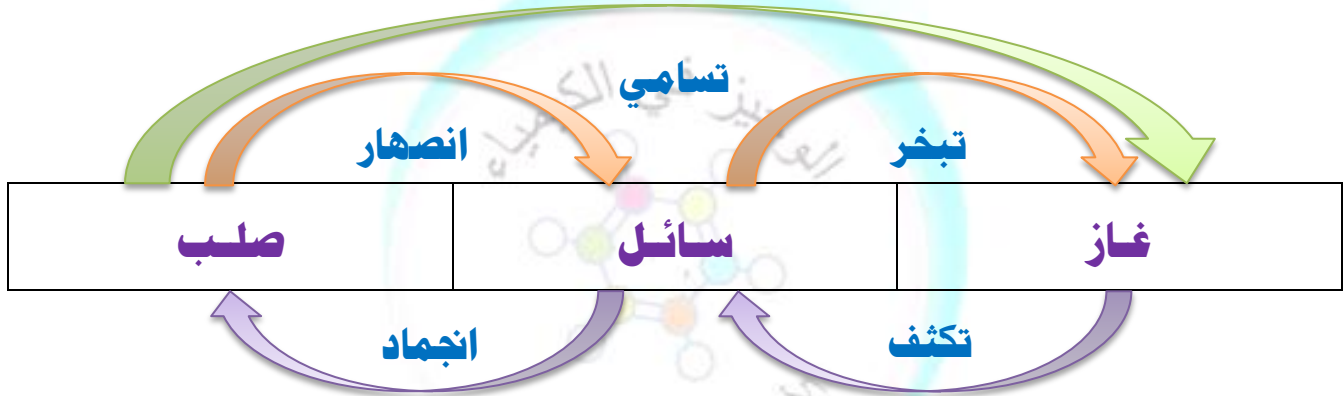
$$\Delta S = S_f - S_i$$

نقصان في العشوائية (تحول من لا انتظام الى انتظام) .

نهائي

ابتدائي

$$\Delta S_{(g)} > \Delta S_{(L)} > \Delta S_{(s)}$$



جدول يوضح العوامل المؤثرة على إشارة ΔG في العلاقة $\Delta G = \Delta H - T \Delta S$

مثال	ΔG	ΔS	ΔH
$2\text{HgO}_{(s)} \rightarrow 2\text{Hg}_{(L)} + \text{O}_{2(g)}$	يجري التفاعل تلقائياً عند درجات الحرارة العالية ، وعند درجات الحرارة المنخفضة يكون التفاعل تلقائياً في الاتجاه الخلفي .	+	+
$3\text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{O}_{2(g)}$	ΔG دائماً موجبة يكون التفاعل غير تلقائي (يجري التفاعل تلقائياً بالاتجاه الخلفي) عند درجات الحرارة جميعها .	-	+
$2\text{H}_2\text{O}_{2(L)} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}_{(L)} + \text{O}_{2(g)}$	ΔG دائماً سالبة يكون التفاعل تلقائياً عند درجات الحرارة جميعها .	+	-
$\text{NH}_3(g) + \text{HCl}(g) \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}(s)$	يجري التفاعل تلقائياً عند درجات الحرارة المنخفضة ، وعند درجات الحرارة العالية يكون التفاعل تلقائياً في الاتجاه الخلفي .	-	-

الأسئلة المكررة وزارياً

ما المقصود بكل مما يأتي :-

حالة الاتزان الكيميائي (2013 / 3د + 2014 / نازحين)

حالة اتزان ديناميكي (حركي) وليست حالة اتزان استاتيكي (ساكن) تصل إليها اغلب التفاعلات الانعكاسية عندما تصبح معدل سرعة التفاعل بكلا الاتجاهين متساوية ، فتكون تراكيز المواد الناتجة والمتفاعلة عندها ثابتة دون تغير مالم يحدث أي تغيير على الظروف التي يتم عندها التفاعل ، لذا يبدو التفاعل في تلك الحالة قد توقف .

التفاعلات غير الانعكاسية (التامة) (2013 / 1د + 2017 / 3د ت)

التفاعلات الكيميائية التي يتم فيها عند ظروف معينة استهلاك تام لأحد أو جميع المواد المتفاعلة ، ولا يكون للمواد الناتجة عند ظروف التفاعل نفسها القدرة على أن تتفاعل لتكوين المواد التي تكونت منها .

التفاعلات الانعكاسية (غير التامة) (2015 / تمهيدي + 2016 / 2د خارج)

التفاعلات الكيميائية التي يتم فيها تحول المواد المتفاعلة الى نواتج في بداية التفاعل ، ويكون للمواد الناتجة المقدرة على ان تتفاعل مع بعضها لتكوين المواد التي تكونت منها مرة اخرى .

التفاعلات الانعكاسية المتجانسة (2013 / تمهيدي + 2017 / تمهيدي)

التفاعلات الكيميائية التي تكون فيها المواد المتفاعلة والناتجة جميعها في طور فيزيائي واحد وتجري في نظام مغلق .

التفاعلات الانعكاسية غير المتجانسة

(2014 / 2د + 2015 / نازحين + 2017 / 2د ت + 2018 / 1د خارج + 2018 / 2د ت + 2019 / 1د ت)

التفاعلات الكيميائية التي تكون فيها المواد المتفاعلة والناتجة في اكثر من طور فيزيائي وتجري في نظام مغلق .

قانون فعل الكتلة (2013 / 2د + 2014 / خاص + 2015 / 1د خارج + 2015 / 3د + 2016 / 2د + 2016 / 3د خارج + 2017 / 1د موصل ت + 2018 / تمهيدي ت + 2019 / 3د)

عند ثبوت درجة الحرارة فإن سرعة التفاعل الكيميائي في اي اتجاهاً كان تتناسب طردياً مع التراكيز المولارية للمواد المتفاعلة كلاً منها مرفوع الى اس يمثل عدد المولات الموضوعه امام كل مادة في المعادلة الكيميائية الموزونة .

قاعدة لوشاتلية (2017 / 2د + 2019 / 1د)

إذا أثر مؤثر خارجي مثل تغير التراكيز أو الضغط أو الحجم أو درجة الحرارة على تفاعل ما في حالة اتزان فان هذا التفاعل يتجه بالاتجاه الذي يقلل من تأثير ذلك المؤثر ليصل التفاعل الى حالة اتزان جديدة .

التفاعل الكيميائي

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

المعادلة الكيميائية

اختصار علمي يمثل التحول الحاصل في المواد المتفاعلة للحصول على النواتج ويمثل السهم بالمعادلة اتجاه التفاعل .

ثابت الاتزان (K_C)

حاصل ضرب التراكيز المولارية للمواد الناتجة عند حالة الاتزان مقسوماً على حاصل ضرب التراكيز المولارية للمواد المتفاعلة عند الاتزان كلاً منها مرفوع الى اس يمثل عدد مولاتها في معادلة التفاعل الموزونة .

ثابت الاتزان (K_P)

حاصل ضرب الضغوط الجزئية للمواد الناتجة عند حالة الاتزان مقسوماً على حاصل ضرب الضغوط الجزئية للمواد المتفاعلة عند الاتزان كلاً منها مرفوع الى اس يمثل عدد مولاتها في معادلة التفاعل الموزونة .

قاعدة لو شاتيليه Le Chatelaines Principle

إذا اثر مؤثر خارجي مثل تغير التركيز او الحجم او الضغط او درجة الحرارة على تفاعل ما في حالة الاتزان فان هذا التفاعل يتجه بالاتجاه الذي يقلل من تأثير ذلك المؤثر ليصل التفاعل الى حالة اتزان جديدة .

قاعدة لو شاتيليه

ان مبدأ لو شاتيليه يشبه قانون نيوتن في الانظمة الميكانيكية والذي ينص على ان :-

((لكل فعل رد فعل مساوٍ له بالقيمة ومعاكس له بالاتجاه))

العوامل المؤثرة على حالة الاتزان



الاضافة / عند الاضافة ينزاح التفاعل الى عكس اتجاه المادة المضاف اليها / السبب للتخلص من الزيادة الحاصلة في تركيز المادة المضاف اليها والعودة الى حالة اتزان جديدة وقيمة ثابت الاتزان لا تتأثر .

التركيز

السحب / عند السحب ينزاح التفاعل الى نفس اتجاه المادة المسحوب منها / السبب لسد النقص الحاصل في تركيز المادة المسحوب منها والعودة الى حالة اتزان جديدة وقيمة ثابت الاتزان لا تتأثر .

زيادة الضغط أو نقصان الحجم /

ينزاح التفاعل باتجاه عدد المولات الغازية الاقل .

الضغط

أو

الحجم

نقصان الضغط أو زيادة الحجم /

ينزاح التفاعل باتجاه عدد المولات الغازية الاكثر .

ثابت الاتزان لا يتأثر عند تغير الضغط أو الحجم

العامل المساعد لا يؤثر على حالة الاتزان ولا على قيمة ثابت الاتزان .
* العامل المساعد يعمل على زيادة سرعة التفاعل الكيميائي وخفض طاقة التنشيط للوصول الى حالة الاتزان . [اي يقلل من الزمن اللازم للوصول الى حالة الاتزان] .

العامل
المساعد

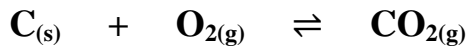
الفصل الثاني / الاتزان الكيميائي Chemical Equilibrium

مثال / التفاعل الغازي الافتراضي الآتي : $A + B \rightleftharpoons 3C$:
وضح تأثير كل من العوامل الآتية على حالة الاتزان وقيمة ثابت الاتزان مع ذكر السبب .

العامل	حالة الاتزان (اتجاه التفاعل)	ثابت الاتزان
1- اضافة الى تركيز المادة [A] .	ينزاح التفاعل نحو اليمين (النواتج / بالاتجاه الامامي) / للتخلص من الزيادة الحاصل في تركيز المادة [A] .	لا يتأثر
2- اضافة الى تركيز المادة [B] .	ينزاح التفاعل نحو اليمين (النواتج / بالاتجاه الامامي) / للتخلص من الزيادة الحاصل في تركيز المادة [B] .	لا يتأثر
3- اضافة الى تركيز المادة [C] .	ينزاح التفاعل نحو اليسار (المتفاعلات / بالاتجاه الخلفي) / للتخلص من الزيادة الحاصل في تركيز المادة [C] .	لا يتأثر
4- سحب من تركيز المادة [A] .	ينزاح التفاعل نحو اليسار (المتفاعلات / بالاتجاه الخلفي) / لسد النقص الحاصل في تركيز المادة [A] .	لا يتأثر
5- سحب من تركيز المادة [B] .	ينزاح التفاعل نحو اليسار (المتفاعلات / بالاتجاه الخلفي) / للتخلص من الزيادة الحاصل في تركيز المادة [B] .	لا يتأثر
6- سحب من تركيز المادة [C] .	ينزاح التفاعل نحو اليمين (النواتج / بالاتجاه الامامي) / لسد النقص الحاصل في تركيز المادة [C] .	لا يتأثر
7- زيادة الضغط (نقصان الحجم) .	ينزاح التفاعل نحو اليسار (المتفاعلات / بالاتجاه الخلفي) / باتجاه عدد المولات الغازية الاقل .	لا يتأثر
8- نقصان الضغط (زيادة الحجم) .	ينزاح التفاعل نحو اليمين (النواتج / بالاتجاه الامامي) / باتجاه عدد المولات الغازية الاكثر .	لا يتأثر
9- اضافة العامل المساعد .	لا يتأثر	لا يتأثر

ملاحظة /

لا يكون للحجم والضغط تأثير على التفاعل عندما يكون (الفرق في عدد المولات الغازية بين النواتج والمتفاعلات متساوية يساوي صفر) أي ان $(\Delta n_g = 0)$ كما في التفاعل التالي :-



العامل المساعد وكذلك اضافة بعض الغازات الخاملة (الغازات النبيلة) وكذلك المواد الصلبة والمواد السائلة لا تؤثر على حالة الاتزان وثابت الاتزان .

تأثير درجة الحرارة

هناك نوعين من التفاعلات الكيميائية من حيث امتصاص الحرارة أو انبعاث الحرارة

التفاعل الماص للحرارة ($\Delta H = -$) / الطاقة تكتب في جهة النواتج	التفاعل الماص للحرارة ($\Delta H = +$) / الطاقة تكتب في جهة المتفاعلات
1- زيادة درجة الحرارة (التسخين) يتجه التفاعل بالاتجاه (الخلفي / باتجاه المتفاعلات) حيث تقل قيمة ثابت الاتزان . 2- نقصان درجة الحرارة (التبريد) يتجه التفاعل بالاتجاه (الامامي / باتجاه النواتج) حيث تزداد قيمة ثابت الاتزان .	1- زيادة درجة الحرارة (التسخين) يتجه التفاعل بالاتجاه (الامامي / باتجاه النواتج) حيث تزداد قيمة ثابت الاتزان . 2- نقصان درجة الحرارة (التبريد) يتجه التفاعل بالاتجاه (الخلفي / باتجاه المتفاعلات) حيث تقل قيمة ثابت الاتزان .

ملاحظة 1 //

- * التفاعل الامامي يأخذ الذي يذكر في السؤال دائماً .
* اذا كان التفاعل (ماص للحرارة) / فالتفاعل الامامي يكون (ماص) والتفاعل الخلفي يكون (باعث) .
* اذا كان التفاعل (باعث للحرارة) / فالتفاعل الامامي يكون (باعث) والتفاعل الخلفي يكون (ماص) .

ملاحظة 2 // ((لا تنسى يا حبيبي))

ثابت الاتزان يتأثر ((يتغير)) فقط بتأثر درجة الحرارة

خلفي (تقل)

امامي (تزداد)

خلاصة

- 1- التفاعل الماص للحرارة (عملية التسخين) / ترجح التفاعل الماص للحرارة من اجل التخلص من الزيادة الحاصلة (الفائض) من الحرارة .
2- التفاعل الباعث للحرارة (عملية التبريد) / ترجح التفاعل الباعث للحرارة من اجل تعويض النقص الحاصل من الحرارة .

مثال / التفاعل الماص للحرارة الاتي :

الجواب / :: الطاقة في المتفاعلات يعني التفاعل ماص للحرارة .

:: التفاعل (الامامي / ماص للحرارة) و (الخلفي / باعث للحرارة) .

- 1- عند زيادة درجة الحرارة (التسخين) / فان الاتزان سوف ينزاح باتجاه اليمين (النواتج / الامامي الماص) / للتخلص من الفائض في الحرارة وقيمة ثابت الاتزان سوف تزداد .
2- عند خفض درجة الحرارة (التبريد) / فان الاتزان سوف ينزاح نحو اليسار (المتفاعلات / الخلفي الباعث) / لتعويض النقص من الحرارة وقيمة ثابت الاتزان سوف تقل .

الفصل الثاني / الاتزان الكيميائي Chemical Equilibrium

مثال / التفاعل الباعث للحرارة الاتي :



الجواب / :: الطاقة في النواتج يعني التفاعل باعث للحرارة .

:: التفاعل (الامامي / باعث للحرارة) و (الخلفي / ماص للحرارة) .

- 1- عند زيادة درجة الحرارة (التسخين) / فان الاتزان سوف ينزاح نحو اليسار (المتفاعلات / الخلفي الماص) / للتخلص من الفائض في الحرارة وقيمة ثابت الاتزان سوف تقل .
- 2- عند خفض درجة الحرارة (التبريد) / فان الاتزان سوف ينزاح نحو اليمين (النواتج / الامامي الباعث) / لتعويض النقص من الحرارة وقيمة ثابت الاتزان سوف تزداد .

تحديالتفاعل الماص الاتي : $A + B \rightleftharpoons 3C$ ، وضح تأثير كل مما يأتي على حالة الاتزان وثابت الاتزان .

1- عند رفع درجة حرارة التفاعل /

2- عند رفع حرارة اناء التفاعل /

علل ما يأتي :-

1- تتوقف بعض التفاعلات بينما تظهر تفاعلات اخرى وكأنها متوقفة .

(2013 / 2د + 2017 / 2د + 2018 / 3د + 2019 / 3د ت)

ج / ان التفاعلات التي تتوقف هي تفاعلات غير انعكاسية (تامة) تسير باتجاه واحد وتتوقف عند استهلاك احد أو جميع المواد المتفاعلة بينما التفاعلات التي تظهر وكأنها متوقفة هي تفاعلات انعكاسية (غير تامة) التي تكون مستمرة باتجاهين متعاكسين وصلت الى حالة اتزان واصبحت التراكيز الثابتة .

2- قيمة ثابت الاتزان للتفاعلات غير الانعكاسية تكون كبيرة جداً .

(2017 / 1د خارج + 2017 / 2د خارج ت + 2017 / 2د موصل ت + 2019 / 2د ت)

ج / لأن التفاعلات الغير انعكاسية هي تفاعلات تامة تسير باتجاه واحد ويتم فيها تحول جميع المتفاعلات الى النواتج لذا تصبح تراكيز النواتج كبيرة وتراكيز المتفاعلات تكاد تكون معدومة وعند حساب ثابت الاتزان بقسمة النواتج على صفر تقريبا نحصل على كمية غير معرفة لذا تكون K_{eq} كبيراً جداً .

3- يمكن حذف تراكيز المواد الصلبة والمواد السائلة من علاقة ثابت الاتزان .

4- يجب ذكر الحالة الفيزيائية للمواد المتفاعلة والمواد الناتجة عند كتابة المعادلة الكيميائية لايجاد ثابت الاتزان .

ج / لأن المواد الصلبة والسائلة النقية يبقى تركيزها ثابت مهما تغيرت كميتها حتى وان تغير الحجم فإن النسبة بين كمية هذه المواد الى الحجم ثابتة وبذلك فأنها لا تؤثر في علاقة ثابت الاتزان .

علل ما يأتي :- (قاعدة لوشاتليه المهمة وزارياً جداً)

1- في التفاعل الغازي الافتراضي المتزن : $A \rightleftharpoons B + \text{Energy}$ لا تتغير حرارة اثناء التفاعل عند زيادة الضغط

الكلي . (10 / 2015 + 10 / 2017)

ج / عدد مولات المتفاعلات تساوي عدد مولات النواتج وتساوي (1) وبالتالي فإن ($\Delta ng = 0$) ، اذا لا يؤثر الضغط على التفاعل وبذلك لا يؤثر على حرارة اثناء التفاعل .

أو / زيادة الضغط لا يؤثر على حالة الاتزان ولا تتغير حرارة التفاعل لأن عدد مولات النواتج تساوي عدد مولات المتفاعلات .

2- يعد التفاعل باعثاً للحرارة اذا انخفضت قيمة K_C للتفاعل عند زيادة درجة حرارة التفاعل .

(10 / 2016 خارج + 2018 / 2018 ت)

ج / ان زيادة درجة الحرارة التفاعل الباعث للحرارة تؤدي الى زيادة سرعة التفاعل الماص الخلفي وبما ان K_C تنخفض قيمتها فهذا يعني ان التفاعل الخلفي هو الماص لذلك يعد التفاعل الامامي هو التفاعل الباعث للحرارة .

3- قيمة K_C تزداد عند رفع درجة حرارة التفاعل في حالة التفاعلات الماصة للحرارة . (10 / 2019 ت)

ج / بما ان التفاعل ماص للحرارة اي ان التفاعل الامامي هو الماص والخلفي باعث للحرارة وعند رفع درجة الحرارة يتجه التفاعل نحو الماص اي بالاتجاه الامامي اي تزداد تراكيز النواتج ولأن قيمة K_C تزداد بزيادة تراكيز النواتج اي التناسب طردي مع النواتج .

4- تنخفض قيمة K_C للتفاعلات الباعثة للحرارة عند رفع درجة الحرارة . (20 / 2017)

ج / لأن في التفاعلات الباعثة للحرارة عند زيادة درجة الحرارة يتجه التفاعل نحو التفاعل الخلفي الباعث أي يزداد تركيز المتفاعلات وبالتالي تنخفض قيمة K_C .

5- التفاعل الغازي المتزن : $2NO \rightleftharpoons N_2 + O_2 + 180 \text{ kJ}$ ، لا يؤثر الضغط على قيمة K_C للتفاعل .

(10 / 2018 ت)

ج / بما عدد المولات متساوية بين النواتج والمتفاعلات فلا يكون تأثير للضغط على قيمة K_C للتفاعل .

6- لا نلاحظ اي تغير في الحرارة للتفاعلات التي تكون في حالة اتزان .

ج / وذلك لأن سرعة التفاعل الامامي R_f تساوي سرعة التفاعل الخلفي R_b اي ان الحرارة المنبعثة تساوي الحرارة الممتصة فيبقى التفاعل متزن .

7- العامل المساعد لا يؤثر على حالة الاتزان ولا على قيمة K_{eq} .

ج / لأنه يؤثر على سرعة التفاعل الامامي بنفس تأثيره على سرعة التفاعل الخلفي لكنه لا يؤثر على تراكيز خليط الاتزان ويسرع من الوصول الى حالة الاتزان . (يعني يقلل من الزمن اللازم للوصول الى حالة الاتزان)

أسئلة قاعدة لوشاتليه المهمة وزارياً جداً

س1 / ما تأثير كل من العوامل التالية على حالة الاتزان وقيمة ثابت الاتزان للتفاعل المتزن الاتي :



الجواب / :: انثالي التفاعل قيمة موجبة :: التفاعل (الامامي / ماص للحرارة) و (الخلفي / باعث للحرارة) .

العامل	حالة الاتزان (اتجاه التفاعل)	ثابت الاتزان
1- تسخين خليط الاتزان في اناء مغلق	ينزاح التفاعل باتجاه اليمين (النواتج / بالاتجاه الامامي) / للتخلص من الفائض في الحرارة	تزداد
2- سحب N_2F_4 من خليط الاتزان عند ثبوت درجة الحرارة والحجم	ينزاح التفاعل نحو اليسار (المتفاعلات / بالاتجاه الخلفي) / لسد النقص الحاصل في تركيز المتفاعلات	لا يتأثر
3- خفض الضغط على خليط متزن بدرجة حرارة ثابتة	ينزاح التفاعل نحو اليمين (النواتج / بالاتجاه الامامي) / باتجاه عدد المولات الغازية الاكبر	لا يتأثر
4- اضافة العامل المساعد الى خليط الاتزان	لا يؤثر	لا يتأثر

س2 / ما تأثير كل من العوامل التالية على حالة الاتزان وقيمة ثابت الاتزان للتفاعل المتزن الاتي :



الجواب / :: انثالي التفاعل قيمة موجبة :: التفاعل (الامامي / ماص للحرارة) و (الخلفي / باعث للحرارة) .

العامل	حالة الاتزان (اتجاه التفاعل)	ثابت الاتزان
زيادة الضغط	امامي (ينزاح التفاعل باتجاه النواتج)	لا يتأثر
اضافة مزيد من O_2	امامي (ينزاح التفاعل باتجاه النواتج)	لا يتأثر
خفض درجة الحرارة	خلفي (ينزاح التفاعل باتجاه المتفاعلات)	تقل
اضافة العامل المساعد	لا يؤثر	لا يتأثر

س3 / للتفاعل المتزن الغازي الباعث للحرارة : $2\text{NO}_2 \xrightleftharpoons[\text{ماص}]{\text{باعث}} \text{N}_2\text{O}_4$ كيف تتغير حالة الاتزان ولماذا ؟

الجواب / :: التفاعل باعث للحرارة :: التفاعل (الامامي / باعث للحرارة) و (الخلفي / ماص للحرارة) .

العامل	حالة الاتزان (اتجاه التفاعل)	ثابت الاتزان
زيادة الضغط المسلط على التفاعل المتزن	امامي (ينزاح التفاعل باتجاه النواتج) باتجاه عدد المولات الغازية الاقل	لا يتأثر
رفع درجة حرارة اناء التفاعل	خلفي (ينزاح التفاعل باتجاه المتفاعلات) للتخلص من الفائض في الحرارة .	يقل
سحب غاز N_2O_4 المتكون عند الاتزان	امامي (ينزاح التفاعل باتجاه النواتج) لسد النقص الحاصل في النواتج	لا يتأثر

الفصل الثاني / الأتزان الكيميائي Chemical Equilibrium



انثالبي التفاعل تساوي -198.2 kJ/mol - ماذا يحدث لتراكيز SO_2 و O_2 و SO_3 عند الاتزان بعد .
الجواب / :: انثالبي التفاعل قيمة سالبة :: التفاعل (الامامي / باعث للحرارة) و (الخلفي / ماص للحرارة) .

العامل	[SO ₂]	[O ₂]	[SO ₃]
1- زيادة درجة الحرارة	يزداد تركيزه	يزداد تركيزه	يقل تركيزه
2- تقليل الضغط (نقصان)	يزداد تركيزه	يزداد تركيزه	يقل تركيزه
3- زيادة تركيز SO ₂	يقل تركيزه	يقل تركيزه	يزداد تركيزه
4- اضافة العامل المساعد	لا يتأثر	لا يتأثر	لا يتأثر

س5 / يصل مزيج الغازات (C₂H₄ و H₂ و C₂H₆) الموضوعة في وعاء مغلق عند 25°C الى حالة الاتزان كما في التفاعل الآتي :



الحل / :: التفاعل باعث للحرارة :: التفاعل (الامامي / باعث للحرارة) و (الخلفي / ماص للحرارة) .

- 1- زيادة تراكيز المواد المتفاعلة بشكل دائم [H₂] و [C₂H₄] . (الاضافة للمتفاعلات)
- 2- السحب المستمر من تركيز [C₂H₆] . (السحب المستمر من النواتج)
- 3- نقصان الحجم / زيادة الضغط .
- 4- التفاعل باعث للحرارة / تبريد التفاعل (خفض درجة الحرارة) .
- 5- اضافة العامل المساعد .

س6 / التفاعل الآتي الماص للحرارة يجري في اناء مغلق : $\text{CaCO}_3(\text{s}) \xrightleftharpoons[\text{باعث}]{\text{ماص}} \text{CO}_2(\text{g}) + \text{CaO}(\text{s})$ ماذا يحدث للتفاعل المتزن عند الآتي :

الجواب / :: التفاعل ماص للحرارة :: التفاعل (الامامي / ماص للحرارة) و (الخلفي / باعث للحرارة) .

العامل	حالة الاتزان
1- تقليل حجم الاناء	خلفي / باتجاه عدد المولات الغازية الأقل .
2- اضافة مزيد من CaO	لا يؤثر على حالة الاتزان .
3- سحب جزء من CaCO ₃	لا يؤثر على حالة الاتزان .
4- اضافة مزيد CO ₂	خلفي / للتخلص من الزيادة الحاصل في تركيز النواتج .
5- زيادة درجة الحرارة	امامي / باتجاه (الماص) النواتج .

الفصل الثاني / الاتزان الكيميائي Chemical Equilibrium

س7 / للتفاعل المتزن الاتي : $2\text{Hg}_{(L)} + \text{O}_{2(g)} \xrightleftharpoons[\text{ماص}]{\text{باعث}} 2\text{HgO}_{(s)}$
 ΔH للتفاعل تساوي (-181 kJ) عند درجة حرارة 298 K و K_p للتفاعل تساوي 3.2×10^{20} بين هل قيمة K_p عند 500K اكبر ام اقل من قيمتها عند 298K للتفاعل نفسه .

الحل /

T	K_p	التفاعل باعث للحرارة ($\Delta H = -$) اذا التفاعل الامامي باعث والخلفي ماص ، فعند زيادة درجة الحرارة سوف يتجه (ينزاح) التفاعل نحو اليسار الماص (الخلفي / المتفاعلات) وتقل قيمة K_p . وذلك للتخلص من الفائض في الحرارة وبالتالي تقل تراكيز النواتج وتزداد تراكيز المتفاعلات اي تقل قيمة K_p .
298K	3.2×10^{20}	
500K	(اقل) ?	

زادت / تسخين (ماص)

س8 / للتفاعل المتزن الاتي : $2\text{BrF}_{5(g)} \xrightleftharpoons[\text{باعث}]{\text{ماص}} \text{Br}_{2(g)} + 5\text{F}_{2(g)}$
 ΔH للتفاعل تساوي (858 kJ) عند درجة حرارة 1000 K و K_p للتفاعل تساوي 7.4×10^{-16} بين هل ان قيمة K_p عند 1500 K للتفاعل اكبر ام اقل من قيمتها عند 1000K للتفاعل نفسه .

الحل /

T	K_p	التفاعل ماص للحرارة ($\Delta H = +$) اذا التفاعل الامامي ماص والخلفي باعث ، فعند زيادة درجة الحرارة سوف يتجه (ينزاح) التفاعل نحو اليمين الماص (الامامي / النواتج) وتزداد قيمة K_p . وذلك للتخلص من الفائض في الحراري وبالتالي تزداد تراكيز النواتج وتقل تراكيز المتفاعلات اي تزداد قيمة K_p .
1000K	7.4×10^{-16}	
1500K	(اكبر) ?	

زادت / تسخين (ماص)

س9 / $\text{N}_2\text{O}_{4(g)} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{2(g)}$ ثابت الاتزان K_c لهذا التفاعل يساوي 6×10^{-3} عند درجة حرارة 298 K ولكنه يساوي 1.5×10^{-2} عند درجة حرارة 35°C هل تفكك رابع اوكسيد ثنائي النتروجين باعث ام ماص للحرارة ؟

الحل /

T	K_c	$T_{(K)} = t(^{\circ}\text{C}) + 273 \Rightarrow T_{(K)} = 35 + 273 = 308\text{K}$:: درجة الحرارة زادت من 298K الى 308K وقيمة K_c للتفاعل زادت ايضاً . :: التفاعل الامامي (ماص للحرارة) والخلفي (باعث للحرارة) . يكون تفكك N_2O_4 (ماص للحرارة)
298K	6×10^{-3}	
308K	1.5×10^{-2}	

زادت / تسخين (ماص)

الفصل الثاني / الأتزان الكيميائي Chemical Equilibrium

- س1 / ما تأثير (تقليص الحجم ، زيادة درجة الحرارة) على حالة الأتزان وقيمة ثابت التوازن لتفاعل غازي باعث للحرارة وان ($\Delta ng = -1$) فيه وذلك حسب قاعدة لوشاتليه . (2013 / 1د)
- 1- تقليص الحجم : سيتجه التفاعل نحو الامام (باتجاه النواتج) باتجاه عدد المولات الاقل وقيمة ثابت الأتزان لا يتأثر يبقى ثابت .
- 2- زيادة درجة حرارة : زيادة درجة الحرارة سيؤدي الى اخلال في حالة الأتزان مما يرجح التفاعل الخلفي (باتجاه المتفاعلات) وتقل قيمة ثابت الأتزان .

س2 / ما تأثير كل من العوامل الاتية على حالة الأتزان وثابت الأتزان للتفاعل الغازي الاتي :



- 1- تسخين خليط الأتزان في اناء مغلق .
- ج / عند تسخين خليط الأتزان سيؤدي الى اخلال في حالة الأتزان مما يرجح التفاعل الامامي (الماص للحرارة) وتزداد قيمة ثابت الأتزان .
- 2- زيادة الضغط على خليط متزن بدرجة حرارة ثابتة .
- ج / عند زيادة الضغط سيؤدي الى اخلال في حالة الأتزان مما يرجح التفاعل نحو الحجم أو عدد المولات الاقل أي يرجح التفاعل الخلفي ولا تتأثر قيمة ثابت الأتزان . [$n(P) > n(R)$] .

س3 / التفاعل الغازي المتزن : $PCl_5 + 92.5 \text{ kJ/mol} \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2$

ما تأثير كل من العوامل الاتية على حالة الأتزان وثابت الأتزان ؟

- أ / خفض درجة الحرارة . ب / اضافة مزيد من Cl_2 الى خليط الأتزان . ج / سحب PCl_3 من خليط الأتزان .
- د / زيادة الضغط . هـ / اضافة العامل المساعد . (2014 / 3د + 2017 / 3د + 2017 / 2د موصل ت)

العامل	حالة الأتزان	ثابت الأتزان
1- خفض درجة الحرارة .	خلفي	يقل ثابت الأتزان
2- اضافة مزيد من Cl_2 الى خليط الأتزان .	خلفي	ثابت
3- سحب PCl_3 من خليط الأتزان .	امامي	ثابت
4- زيادة الضغط .	خلفي	ثابت
5- اضافة العامل المساعد .	لا يؤثر	لا يؤثر

س4 / في التفاعل الغازي المتزن : $SO_2Cl_2 + \text{Energy} \rightleftharpoons SO_2 + Cl_2$ ، بين هل ترتفع أم تنخفض

حرارة التفاعل عند اضافة SO_2 الى خليط الأتزان ؟ ولماذا ؟ (2018 / تمهيدي)

- ج / عند اضافة SO_2 الى الخليط سوف يتجه التفاعل باتجاه المتفاعلات مما يؤدي الى رفع درجة حرارة التفاعل لأنه التفاعل الامامي ماص للحرارة والتفاعل الخلفي باعث للحرارة .

س5 / ما الاجراءات التي تؤدي الى رفع المنتج للتفاعل المتزن الغازي الباعث للحرارة الاتي، وما تأثير العامل



المساعد :

(2015 / 1د خارج + 2016 / 2د + 2017 / 1د + 2019 / 2د)

ج /

- 1- زيادة تركيز كل من H_2 و N_2 .
- 2- السحب من غاز NH_3 باستمرار .
- 3- خفض درجة حرارة التفاعل (تبريد التفاعل) .
- 4- زيادة الضغط المسلط على التفاعل (نقصان الحجم) .
- 5- العامل المساعد / لا يؤثر لا حالة الأتزان ولا على ثابت الأتزان .

الفصل الثاني / الاتزان الكيميائي Chemical Equilibrium

س7 / التفاعل الغازي المتزن الباعث الاتي : $2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3$

ما تأثير كل من العوامل الاتية على حالة الاتزان وثابت الاتزان ؟

- أ / خفض درجة الحرارة . ب / زيادة الضغط المسلط على التفاعل . ج / زيادة تركيز SO_3 من خليط الاتزان .
د / زيادة تركيز SO_2 في خليط الاتزان . هـ / اضافة عامل مساعد . (2017 / تمهيدي ت)
- 1- عند خفض درجة الحرارة لتفاعل باعث للحرارة يتجه التفاعل باتجاه التفاعل الامامي وبذلك يزداد ثابت الاتزان .
2- عند زيادة الضغط يتجه التفاعل باتجاه عدد المولات الاقل اي نحو النواتج (التفاعل الامامي) وثابت الاتزان يبقى ثابت لا يتأثر .
3- عند اضافة زيادة من SO_3 سوف يتجه التفاعل نحو المتفاعلات (الخلفي) وثابت الاتزان يبقى ثابت لا يتأثر .
4- عند اضافة زيادة من SO_2 سوف يتجه التفاعل نحو النواتج (الامامي) وثابت الاتزان يبقى ثابت لا يتأثر .
5- اضافة العامل المساعد لا يؤثر على حالة الاتزان وثابت الاتزان .

س8 / التفاعل الغازي الاتي : $2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3$

ما تأثير كل من العوامل الاتية على حالة الاتزان وثابت الاتزان ؟

- أ / نقصان الضغط . ب / تبريد اناء التفاعل . ج / اضافة كمية من SO_2 .
د / سحب كمية من SO_3 . هـ / اضافة عامل مساعد . (2018 / تمهيدي ت)

العامل	حالة الاتزان	ثابت الاتزان
1- نقصان الضغط .	خلفي	ثابت
2- تبريد اناء التفاعل .	امامي	يزداد ثابت الاتزان بزيادة النواتج
3- اضافة كمية من SO_2 .	امامي	ثابت
4- سحب كمية من SO_3 .	امامي	ثابت
5- اضافة العامل المساعد .	لا يؤثر	لا يؤثر

س9 / التفاعل المتزن عند $25^\circ C$: $C_2H_4 + H_2 \rightleftharpoons C_2H_6 + 137 \text{ kJ/mol}$

صف اربعة اجراءات تؤدي الى رفع كمية C_2H_6 الناتجة من هذا التفاعل ؟

(2017 / 1د / موصل + 2017 / 2د / موصل)

ج /

- 1- زيادة تركيز كل من H_2 و C_2H_4 .
2- السحب من غاز C_2H_6 باستمرار .
3- خفض درجة حرارة التفاعل (تبريد التفاعل) .
4- الضغط المسلط على التفاعل (نقصان الحجم) .

س10 / اذكر ثلاث طرق لزيادة ناتج التفاعل الغازي المتزن : $2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3 + 198.2 \text{ kJ}$

(2017 / 2د / خارج ت)

ج /

- 1- زيادة تركيز كل من O_2 و SO_2 .
2- السحب من غاز SO_3 باستمرار .
3- خفض درجة حرارة التفاعل (تبريد التفاعل) .
4- زيادة الضغط المسلط على التفاعل (نقصان الحجم) .

الفصل الثاني / الاتزان الكيميائي Chemical Equilibrium

س11 / في التفاعل الغازي الباعث للحرارة : $2NO_2 \rightleftharpoons N_2O_4$ ، كيف تتغير حالة الاتزان وقيمة ثابت الاتزان ؟
 (1) تقليل الحجم . (2) رفع درجة الحرارة . (3) سحب كمية من غاز N_2O_4 . (2017 / 1د خارج)

العامل	حالة الاتزان	ثابت الاتزان
1- تقليل الحجم (زيادة الضغط) .	امامي	ثابت
2- رفع درجة الحرارة .	خلفي	يقل ثابت الاتزان بزيادة المتفاعلات
3- سحب كمية من N_2O_4 .	امامي	ثابت

س12 / التفاعل المتزن الاتي : $3O_2 + 284 \text{ KJ/mol} \rightleftharpoons 2O_3$ ما تأثير كل من العوامل الاتية على حالة الاتزان وثابت الاتزان ؟
 (1) زيادة الضغط (2) اضافة مزيد من O_2 (3) خفض درجة الحرارة
 (2017 / 2د خارج + 2017 / 1د خارج ت + 2019 / 1د ت)

العامل	حالة الاتزان	ثابت الاتزان
1- زيادة الضغط .	امامي	ثابت
2- اضافة مزيد من O_2 .	امامي	ثابت
3- خفض درجة الحرارة .	خلفي	يقل ثابت الاتزان بزيادة المتفاعلات

س13 / التفاعل الغازي المتزن الغازي : $N_2 + O_2 + 180\text{kJ} \rightleftharpoons 2NO$ ، صف عدد من الاجراءات التي تؤدي الى زيادة الناتج . (2018 / 1د)

س14 / التفاعل الغازي المتزن الغازي : $3O_2(g) \rightleftharpoons 2O_3(g)$ ، صف عدد من الاجراءات التي تؤدي الى كمية O_3 الناتجة من التفاعل . (2018 / 1د ت)

س15 / التفاعل الغازي المتزن الغازي الباعث للحرارة : $2NO_2 \rightleftharpoons N_2O_4$ ، كيف تتغير حالة الاتزان وثابت الاتزان عند : (1) زيادة الضغط المسلط على التفاعل المتزن . (3) رفع درجة حرارة اثناء التفاعل .
 (3) سحب غاز NO_2 المتفاعل عند الاتزان . (4) اضافة غاز N_2O_4 المتكون عند الاتزان .
 (5) اضافة عامل مساعد . (2018 / 1د خارج ت + 2019 / 1د)

س16 / التفاعل الغازي الاتي : $N_2F_4 \rightleftharpoons 2NF_2$ $\Delta H = 38.5 \text{ kJ/mol}$ ، فإن تسخين خليط الاتزان يرجح التفاعل وخفض الضغط على الخليط المتزن يرجح التفاعل وسحب NF_2 من خليط الاتزان يرجح التفاعل



أملا الفراغات الآتية بما يناسبها :-

1. تدعى التفاعلات التي تكون فيها المواد المتفاعلة والنااتجة جميعها في طور واحد بـ التفاعلات المتجانسة .
(2014 / نازحين)
2. زيادة درجة الحرارة على تفاعل متزن باعث للحرارة يؤدي الى ترجيح التفاعل الخلفي (الماص) (2013 / 2د)
3. يرجح التفاعل الخلفي (باتجاه الباعث) لتفاعل متزن ماص للحرارة عند تبريد التفاعل
(2013 / خارج + 2016 / 2د)
4. يترجح التفاعل الامامي لتفاعل متزن باعث للحرارة عند تبريد التفاعل وقيمة K_C تزداد . (2014 / خارج)
5. في التفاعلات الماصة للحرارة والتي هي في حالة اتزان ديناميكي تزداد تراكيز المواد الناتجة عند زيادة درجة الحرارة . (2016 / 3د + 2018 / 1د)
6. خفض درجة الحرارة على تفاعل متزن ماص للحرارة يؤدي على ترجيح التفاعل الخلفي . (2016 / 2د خارج)
7. تفاعل ما متزن ثابت سرعة التفاعل الامامي K_f يساوي 0.0848 وثابت سرعة التفاعل الخلفي K_b يساوي 0.02 فإن ثابت الاتزان له K_{eq} يساوي 4.24 . (2014 / 1د)
$$K_{eq} = \frac{K_f}{K_b} \Rightarrow K_{eq} = \frac{0.0848}{0.02} \Rightarrow K_{eq} = 4.24$$
8. تفاعل ما متزن ثابت سرعة التفاعل الامامي K_f له 0.036 وثابت التفاعل الخلفي K_b له 0.009 فإن ثابت الاتزان له K_{eq} يساوي 4 . (2015 / 1د)
$$K_{eq} = \frac{K_f}{K_b} \Rightarrow K_{eq} = \frac{0.036}{0.009} \Rightarrow K_{eq} = 4$$
9. تفاعل ما متزن ثابت الاتزان $K_{eq} = 4.24$ وثابت سرعة التفاعل الخلفي $K_b = 0.02$ فإن سرعة التفاعل الامامي K_f هي 0.0848 . (2015 / 2د خارج + 2015 / خاص)
$$K_{eq} = \frac{K_f}{K_b} \Rightarrow 4.24 = \frac{K_f}{0.02} \Rightarrow K_f = 4.24 \times 0.02 \Rightarrow K_f = 0.0848$$
10. تفاعل متزن له $K_{eq} = 3.2$ وثابت سرعة التفاعل الامامي $K_f = 0.064$ فإن ثابت سرعة التفاعل الخلفي K_b له يساوي (2016 / 1د)
$$K_{eq} = \frac{K_f}{K_b} \Rightarrow 3.2 = \frac{0.064}{K_b} \Rightarrow K_b = \frac{0.064}{3.2} \Rightarrow K_b = 0.02$$
11. عندما $ng = \text{صفر}$ لا يكون للضغط المسلط على التفاعل الغازي تأثير على حالة الاتزان (2017 / 2د خارج)
12. تفاعل ما متزن ثابت سرعة التفاعل الامامي K_f له 0.081 وثابت التفاعل الخلفي K_b له 0.009 فإن ثابت الاتزان له K_{eq} يساوي 9 . (2017 / 1د ت)
$$K_{eq} = \frac{K_f}{K_b} \Rightarrow K_{eq} = \frac{0.081}{0.009} \Rightarrow K_{eq} = 9$$
13. العلاقة بين ثابت الاتزان K_C وتراكيز المتفاعلات علاقة عكسية . (2017 / 1د خارج ت + 2019 / تمهيدي)
14. في التفاعل المتزن : $CO_{2(g)} + C_{(s)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)}$ فإن خفض الضغط يزيد من استهلاك غاز CO_2 .
(2017 / 1د موصل ت)
15. تفاعل متزن ثابت اتزانه ($K_C = 4$) فعند سحب النواتج من خليط الاتزان فان ثابت الاتزان يبقى نفسه .
(2018 / تمهيدي ت)

مواضيع خاصة للاحيائي فقط

ما المقصود بكل مما يأتي :-

حاصل التفاعل (Q)

قيمة افتراضية لثابت الاتزان تحسب في لحظة ما خلال التفاعل للتنبؤ بوصوله الى حالة الاتزان ويعبر عن حاصل التفاعل بنفس العلاقة المستعملة للتعبير عن ثابت الاتزان ولكن لحاصل التفاعل لا تكون التراكيز المستخدمة بالضرورة هي قيم التراكيز عند حالة الاتزان .

علل ما يأتي :- (قاعدة لوشاتليه المهمة وزارياً جداً)

- 1- **زيادة حجم اناء التفاعل لتفاعل غازي Δng (Reactants) < Δng (Products) يؤدي الى خفض المنتج .**
ج / عند زيادة حجم الاناء (نقصان الضغط) سوف يتجه التفاعل باتجاه عدد المولات الغازية الاكبر والتي هي في جهة المواد المتفاعلة (بالاتجاه الخلفي) لذا ستقل (تنخفض) كمية المنتج .
- 2- **زيادة الضغط على خليط متوازن ($\Delta ng = +1$) فإن الاتزان ينزاح باتجاه المتفاعلات . (3د / 2013)**
ج / بما ان ($\Delta ng = +1$) يعني عدد مولات النواتج اكبر من عدد مولات المتفاعلات فعند زيادة الضغط سوف يتجه التفاعل نحو عدد المولات الاقل أي نحو المتفاعلات (خلفي) حسب قاعدة لوشاتليه .
- 3- **زيادة الضغط على خليط متوازن ($\Delta ng = +2$) فإن الاتزان ينزاح باتجاه المتفاعلات . (3د / 2013)**
ج / بما ان ($\Delta ng = +2$) يعني عدد مولات النواتج اكبر من عدد مولات المتفاعلات فعند زيادة الضغط سوف يتجه التفاعل نحو عدد المولات الاقل أي نحو المتفاعلات (خلفي) حسب قاعدة لوشاتليه .
- 4- **زيادة الضغط على خليط متوازن ($\Delta ng = -1$) فإن الاتزان ينزاح باتجاه النواتج . (2015 / تمهيدي)**
- 5- **زيادة حجم الاناء التفاعل لتفاعل غازي ($\Delta ng = -1$) يؤدي الى خفض المنتج .**
(2017 / 3د + 2019 / تمهيدي)
ج / بما ان ($\Delta ng = -1$) يعني حجوم المتفاعلات اكبر من حجوم النواتج زيادة الضغط يتجه التفاعل باتجاه الحجوم الاقل أي باتجاه النواتج (امامي) .
- 6- **انخفاض الضغط على خليط متوازن فيه ($\Delta ng = -1$) فإن الاتزان يتجه نحو المتفاعلات . (3د / 2016)**
ج / بما ان ($\Delta ng = -1$) يعني حجوم المتفاعلات اكبر من حجوم النواتج ، انخفاض الضغط يتجه التفاعل نحو عدد المولات الاكبر (المتفاعلات) .
- 7- **تقليل الحجم على خليط متوازن فيه ($\Delta ng = -1$) فإن الاتزان يتجه نحو النواتج . (1د / 2016)**
ج / بما ان ($\Delta ng = -1$) يعني عدد مولات المتفاعلات اكبر من عدد مولات النواتج فإن نقصان الحجم أو زيادة الضغط يرجح التفاعل نحو الحجوم الاقل أي نحو النواتج (امامي) .
- 8- **في التفاعل المتزن الاتي : $SO_2(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons SO_2Cl_2(g)$ ترفع حرارة التفاعل عند اضافة SO_2 الى خليط الاتزان .**
ج / نلاحظ ان التفاعل الامامي ماص للحرارة وعند اضافة SO_2 يؤدي الى ان ينزاح التفاعل نحو المتفاعلات الخلفي الباعث للحرارة وبذلك ترتفع حرارة التفاعل .
- 9- **تقليل الضغط على خليط متوازن ($\Delta ng = +1$) فإن الاتزان ينزاح باتجاه النواتج . (3د / 2013)**
ج / بما ان ($\Delta ng = +1$) يعني عدد مولات النواتج اكبر من عدد مولات المتفاعلات فعند تقليل الضغط سوف يتجه التفاعل نحو عدد المولات الاكثر أي نحو النواتج (الامامي) حسب قاعدة لوشاتليه .

الفصل الثاني / الأتزان الكيميائي Chemical Equilibrium

- 10 - ترتفع درجة حرارة تفاعل ماص للحرارة عندما $Q = 1$ و $K_C = 0.3$ (2013 / خارج + 2016 تمهيدي)
ج / لأن قيمة Q اكبر من قيمة K_C فالتفاعل سيتجه نحو المتفاعلات (الخلفي) ، ولأن التفاعل ماص للحرارة فالتفاعل الخلفي باعث للحرارة أي تصبح كمية الحرارة المنبعثة بالاتجاه الخلفي اكبر من كمية الحرارة الممتصة بالاتجاه الامامي وتسبب ارتفاع حرارة التفاعل لذا سترتفع حرارة التفاعل .
- 11 - تنخفض درجة حرارة تفاعل باعث للحرارة عندما $Q = 1$ و $K_C = 0.3$ (2014 / 3د + 2016 / تمهيدي)
ج / لأن قيمة Q اكبر من قيمة K_C ($K_C < Q$) فالتفاعل سيتجه نحو المتفاعلات (الخلفي) والتفاعل (ماص للحرارة) ، مما يؤدي الى خفض درجة حرارة التفاعل .
- 12 - تنخفض درجة حرارة تفاعل ماص للحرارة عندما $Q = \frac{1}{4}$ و $K_C = 1$. (2014 / نازحين)
ج / لأن قيمة Q اقل من قيمة K_C فالتفاعل سيتجه نحو النواتج (امامي) والتفاعل (ماص للحرارة) مما يؤدي الى خفض درجة حرارة التفاعل .

اجب عما يأتي :-

- س / ما علاقة قيمة ثابت الاتزان مع اتجاه التفاعل ؟ وضح ذلك . (2017 / 1د)
- 1- اذا كانت قيمة K اكبر بكثير من الواحد ($K > 1$) ستكون النواتج اكبر بكثير من المواد المتفاعلة عند حالة الاتزان فعندها يتجه الاتزان نحو اليمين (بالاتجاه الامامي) .
 - 2- اذا كانت قيمة K اقل بكثير من الواحد ($K < 1$) ستكون المتفاعلات اكبر بكثير من المواد الناتجة عند حالة الاتزان فعندها يتجه الاتزان نحو اليسار (بالاتجاه الخلفي) .
 - 3- اذا كانت قيمة K تساوي الواحد الصحيح أو مقاربة له فإن هذا يعني ان تراكيز المواد المتفاعلة والناتجة تكاد تكون ثابتة (متساوية) .

- س / تتوقف العلاقة بين K_C و K_P على Δng ، بين ذلك مع كتابة العلاقة التي تربط بين K_P و K_C ؟ (2018 / 2د)

- 1- $K_C = K_P$ عندما Δng تساوي صفر .
- 2- $K_C < K_P$ عندما Δng قيمة موجبة .
- 3- $K_C > K_P$ عندما Δng قيمة سالبة .

$$K_P = K_C (R.T)^{\Delta ng} \quad \Rightarrow \quad K_C = K_P (R.T)^{-\Delta ng}$$

- س / ما علاقة قيمة ثابت الاتزان K_C حاصل التفاعل Q ؟ (2017 / 1د + 2017 / 2د)
- 1- اذا كانت ($K_C = Q$) فان التفاعل في حالة اتزان وتراكيز المواد ستبقى ثابتة .
 - 2- اذا كانت Q اكبر من K_C ($K_C < Q$) فان التفاعل يتجه بالاتجاه الخلفي . (يتجه من اليمين الى اليسار / حيث تقل النواتج وتزداد المتفاعلات) .
 - 3- اذا كانت Q اصغر من K_C ($K_C > Q$) فان التفاعل يتجه بالاتجاه الامامي . (يتجه من اليسار الى اليمين / حيث تزداد النواتج وتقل المتفاعلات) .

Chemical Equilibrium الفصل الثاني / الأتزان الكيميائي

س / وضع الفرق بين ΔG و ΔG° واكتب العلاقة بينهما ، متى تكون قيمة ΔG تساوي ΔG° ؟ اثبت ذلك حسابياً .
(2014 / نازحين + 2018 / تمهيدي + 2018 د1 خارج)

ج /

ΔG :- هي مقدار التغير بالطاقة الحرة مقاسة بالظروف غير القياسية (الاعتيادية) .
 ΔG° :- هي مقدار التغير بالطاقة الحرة مقاسة بالظروف القياسية (STP) .
والعلاقة بينهما هي :-

$$\Delta G = \Delta G^\circ + R T \ln Q$$

تكون قيمة $\Delta G^\circ = \Delta G$ عندما تكون قيمة حاصل التفاعل $Q = 1$

$$\Delta G = \Delta G^\circ + R \cdot T \ln Q$$

$$\Delta G = \Delta G^\circ + R \cdot T \ln 1$$

$$\Delta G = \Delta G^\circ + R \cdot T \times 0$$

$$\Delta G = \Delta G^\circ + 0$$

$$\Delta G = \Delta G^\circ$$

أهمل الفراغات الآتية بما يناسبها :-

1. عند خفض (تقليص) الضغط في خليط متزن ($\Delta ng = -1$) فالتفاعل باعث للحرارة ينزاح نحو (المتفاعلات) الخلفي وثابت الاتزان K_C لا يتغير (لا يتأثر) . (2013 / تمهيدي + 2014 / تمهيدي)
2. عند زيادة الضغط في خليط متزن ($\Delta ng = -1$) فالتفاعل ينزاح نحو النواتج (امامي) وثابت الاتزان K_C لا يتغير (لا يتأثر) . (2014 / نازحين)
3. تتوقف العلاقة بين K_C ، K_P على قيمة Δng أو عدد المولات . (2015 / 3د + 2016 / تمهيدي)
4. تكون قيمة ΔG تساوي ΔG° عندما $Q = 1$. (2016 / 3د خارج)
5. عند تقليل الضغط في خليط متزن ($\Delta ng = +1$) فالتفاعل ينزاح نحو (النواتج (امامي)) وثابت الاتزان K_C لا يتغير (لا يتأثر) . (2017 / تمهيدي)
6. ان قيمة K_P للتفاعل الغازي الآتي : $3H_2 + N_2 \rightarrow 2NH_3$ تساوي 4 فإن قيمة K_P للتفاعل الغازي الآتي : $NH_3 \rightarrow \frac{3}{2}H_2 + \frac{1}{2}N_2$. ($\frac{1}{2}$ ، $\frac{1}{4}$ ، 2) (2014 / خاص)
توضيح // لأن المعادلة قلبت وقسمت على (2) .
7. ترتفع درجة الحرارة لتفاعل ماص للحرارة عندما $K_C = 0.3$ و $Q = 1$. (2017 / 2د خارج)
8. عندما صفر لا يكون للضغط المسلط على التفاعل الغازي تأثير على حالة الاتزان (2017 / 2د خارج)

مواضيع خاصة للتطبيقي فقط

س / لا يقل تركيز غاز النتروجين والاكسجين في الهواء الجوي رغم تفاعلها لتكوين غاز أول اوكسيد النتروجين كما في المعادلة الآتية :

$$\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO} \quad K_{eq} = 4 \times 10^{-31}$$

ج / لأن قيمة ثابت الاتزان لهذا التفاعل قليلة جداً وهذه القيمة المنخفضة تدل على ان الاتزان ينزاح باتجاه المتفاعلات اي ان التفاعل يحدث بصعوبة شديدة لذا تبقى نسب الاوكسجين والنتروجين ثابتة في الجو .

س / علل / لا يمكن اضافة الماء مباشرة لازاحة SO_3 في برج التلامس .
 ج / عند خلط الماء مع SO_3 مباشرة يتكون ضباب من حامض H_2SO_4 لايمكن تكثيفه وتحويله الى سائل بسهولة كما ان الحامض المتكون يعتبر مصدراً خطيراً للتلوث لذلك لايمكن اضافة الماء مباشرة بل يضاف حامض الكبريتيك .

س / ما العلاقة بين ظاهرة الاحتباس الحراري وزيادة كمية غاز NO في الهواء الجوي ؟
 ج / ظاهرة الاحتباس الحراري هي ظاهرة ارتفاع حرارة الارض وان تفاعل تكوين غاز NO بنسبة كبيرة في الجو هو تفاعل ماص للحرارة لذلك حسب قاعدة لوشاتليه ان ارتفاع الحرارة ترجح التفاعل الامامي اي تكوين غاز NO وبالتالي تزداد كمية غاز NO بوجود ظاهرة الاحتباس الحراري .

اهمية قاعدة لو – شاتلر صناعياً

س / كيف يتم تصنيع حامض الكبريتيك صناعياً بطريقة برج التلامس ؟
 ج /

1- احتراق الكبريت في الهواء لتكوين غاز SO_2 وبيعت حرارة عالية .



2- تفاعل مزيد من الهواء مع ثنائي اوكسيد الكبريت بوجود خماسي اوكسيد الفناديوم (V_2O_5) كعامل مساعد لتكوين ثلاثي اوكسيد الكبريت .



3- امتصاص SO_3 باضافة حامض الكبريتيك المركز لتكوين حامض الكبريتيك الداخن .



4- اضافة الماء لتكوين حامض الكبريتيك بالتركيز المطلوب .



الأسئلة المكررة وزارياً

ما المقصود بكل مما يأتي :-

المواد الألكتروليتية (2017 / تمهيدي ت)

هي المواد التي تكون محاليلها المائية القابلة على توصيل التيار الكهربائي بسبب تايئنها الى ايونات موجبة وسالبة مثل كلوريد الصوديوم NaCl و حامض الخليك CH_3COOH .

المواد غير الألكتروليتية (2017 / تمهيدي ت + 2019 / د3 ت)

هي المواد التي تكون محاليلها المائية غير موصلة للتيار الكهربائي بسبب عدم تايئنها الى ايونات موجبة وسالبة مثل السكر $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ والميثانول CH_3OH .

الألكتروليت الضعيف (2018 / د1 خارج ت)

هي المواد التي تكون محاليلها المائية ضعيفة التوصيل للتيار الكهربائي لأنها (تفكك) تتأين بشكل جزئي (غير تام) الى ايونات موجبة وايونات سالبة ويعبر عن تفككها بسهمين (\rightleftharpoons) .

درجة التفكك أو درجة التأيين (2017 / تمهيدي ت + 2017 / د2 موصل)

هي النسبة بين كمية الصنف المتفككة عند حالة الاتزان الى كمية الصنف المذاب الكلية .

حامض احادي البروتون (2015 / د3 + 2015 / د2 خارج + 2017 / د1 خارج + 2017 / د1 موصل)

هو الحامض الذي ينتج كل جزيء منه بروتون واحد فقط عند تفككه في الماء ويمكن ان يكون هذا الحامض قوياً أو ضعيفاً . (ان هذا يعني ان كل جزيء منه يحوي ذرة هيدروجين واحدة قابلة للتأيين) .

التأيين الذاتي للماء (2019 / تمهيدي)

هو تفاعل كيميائي يتم فيه انتقال بروتون من جزيء ماء الى جزيء ماء اخر ويكون ناتج هذه العملية في الماء النقي تكون اعداد متساوية من ايونات الهيدرونيوم H_3O^+ وايونات الهيدروكسيد OH^- .

تأثير الايون المشترك (2014 / خاص)

هي ظاهرة تقليل تفكك الألكتروليت الضعيف الناتجة عن وجود الكتروليت قوي يحوي احد ايونات الألكتروليت الضعيف في نفس المحلول .

أو / هو الايون الناتج من الألكتروليت قوي يشابه احد ايونات الألكتروليت الضعيف حيث ان الايون المشترك يقلل من تفكك الألكتروليت الضعيف .

محلول بفر (2013 / تمهيدي ت + 2013 / د1 + 2014 / خارج + 2019 / د2)

محلول مائي مكون من مزيج لحامض ضعيف مع احد املاحه (القاعدة القرينة للحامض الضعيف) أو قاعدة ضعيفة مع احد املاحها (الحامض القرين للقاعدة الضعيفة) ويكون لهذا المزيج القابلية على مقاومة التغير في الاس الهيدروجيني (pH) عند اضافة كمية صغيرة من حامض قوي أو قاعدة قوية اليه .

أو / مزيج من محلول الايون المشترك الذي يقاوم من التغير في الاس الهيدروجيني (pH) بعد اضافة حامض قوي أو قاعدة قوية اليه .

المحلول المائي : مزيج متجانس ناتج من ذوبان مادة تدعى (المذاب Solute) في الماء (المذيب Solvent) .

الألكتروليت القوية

هي المواد التي تكون محاليلها جيدة التوصيل للتيار الكهربائي عند ذوبانها في الماء لأنها (تتفكك) تتأين بشكل تام الى ايونات موجبة وايونات سالبة ويعبر عنها بسهم واحد (\rightarrow) .

الحامض الضعيف

المادة التي لها القابلية على فقدان البروتون لتكوين القاعدة القرينة ويرمز لثابت تفككه بـ (K_a) .

القاعدة الضعيف

هي المادة التي لها القابلية على اكتساب البروتون لتكوين الحامض القرين ويرمز لثابت تفككه بـ (K_b) .

الفصل الثالث / الاتزان الايوني Ionic Equilibrium

الاتزان الايوني

هي حالة اتزان حركي ديناميكي بين الايونات في يمين المعادلة والمواد في يسار المعادلة والاتزان الايوني يخص الألكتروليتات الضعيفة .

حامض ضعيف متعدد البروتون

هو الحامض الذي يمتلك أكثر من ذرة هيدروجين واحدة قابلة للتأين وله أكثر من ثابت تأين وغالباً ما يكون البروتون في الخطوة الأخيرة ضعيف مثل ($H_2C_2O_4$ ، H_3PO_4) .

الاس الهيدروجيني pH

هي طريقة ملائمة لقياس أو للتعبير عن تركيز ايون الهيدروجين خصوصاً لتراكيز ايون الهيدروجين الصغيرة التي تكون قيمتها اصغر أو تساوي (1M) بدلالة سالب لوغاريتم التركيز المولاري لايون الهيدروجين في المحلول ، ويرمز للنتائج العددي لهذه القيم بالرمز pH .

التحلل المائي

هو عملية تفاعل المادة المذابة (الملح) مع الماء عندما يكون الماء هو المذيب أي مع ايونات $[H^+]$ و $[OH^-]$.

الملح

هو المادة الناتجة من اتحاد الايون الموجب للقاعدة مع الايون السالب للحامض .

الذوبانية (S)

هي عدد مولات المادة الصلبة التي تذوب في لتر واحد من المحلول عند حالة الاتزان بين المادة الصلبة ومحلول المادة .

الذوبانية المولارية

هي التركيز المولاري للايونات الناتجة من تفكك الملح الشحيح الذوبان في المحلول المائي المشبع عند حالة الاتزان بين الملح غير المتفكك وايوناتها وتقاس بوحدة (mole/L) .

الذوبانية الغرامية

هي عدد غرامات المادة الصلبة شحيحة الذوبان التي تذوب في لتر واحد من المحلول المشبع للمادة في المحلول المائي المشبع عند حالة الاتزان بين الملح غير المتفكك وايوناتها وتقاس بوحدة (g/L) .

ثابت حاصل الذوبانية (K_{sp})

هي الكمية الناتجة من حاصل ضرب التراكيز المولارية (عند حالة الاتزان) للايونات الناتجة من تفكك المادة شحيحة الذوبان كلاً مرفوع الى اس مساو لعدد المولات في المادة .

البرتنة

عملية انتقال البروتون من جزيئة ماء الى جزيئة ماء اخرى بصورة تلقائية وهي المسؤولة عن الصفة الامفوتيرية للماء . (احيائي فقط)

التمذوب : هي تفاعل المادة (المذاب) مع المذيب المستعمل لاذابتها . (احيائي فقط)

تفاعل التعادل : (احيائي فقط)

هو تفاعل حامض مع قاعدة الناتج نتيجة اتحاد ايونات H^+ مع ايونات OH^- وتكوين ملح من الايونات الموجبة للقاعدة والايونات السالبة للحامض .



علل ما يأتي :-

- 1- ينتج عن ذوبان الألكتروليتات القوية في الماء محاليل عالية التوصيل للكهربائية .
- 2- الألكتروليتات القوية عالية التوصيل للكهربائية . (2016 / 3د + 2017 / تمهيدي + 2018 / 2د ت)
ج / وذلك لأنها تتفكك بصورة تامة الى ايونات موجبة وسالبة والتي لها القدرة على التوصيل الكهربائي .
- 3- تقل K_a باستمرار تأين الحامض الضعيف المتعدد البروتون . (2014 / خارج)
ج / بسبب نقصان قابلية الاصناف التي تحمل شحنة سالبة على فقدان بروتون موجب الشحنة بسبب ازدياد التجاذب الألكتروليتاتي بين ايونات ذوات الشحنة المختلفة .
- 4- تزداد درجة تأين الألكتروليتات الضعيف عند التخفيف . (2013 / 3د + 2016 / تمهيدي)
ج / عند اضافة الماء يقل تركيز المتفكك من الألكتروليت الضعيف لذا يتجه التفاعل نحو التفاعل الامامي لتعويض هذا النقص الحاصل وحسب قاعدة لوشاتيليه وبذلك تزداد درجة تأين الألكتروليت الضعيف .

النعاليل الخاصة بالتحلل المائي للملاحتصنف (تقسم) الملاح الى أربعة أنواع هي :-

- 1- املاح لقواعد قوية وحوامض قوية (املاح متعادلة) .
- 2- املاح لقواعد قوية وحوامض ضعيفة (املاح قاعدية) .
- 1- املاح لقواعد ضعيفة وحوامض قوية (املاح حامضية) .
- 2- املاح لقواعد ضعيفة وحوامض ضعيفة .

أولاً / املاح لقواعد قوية وحوامض قوية (الاملاح المتعادلة) .

هي الاملاح التي تتكون من اتحاد الايون الموجب للقاعدة القوية مع الايون السالب للحامض القوي وتكون محاليل متعادلة (لأن ليس لايوناتها الموجبة أو السالبة القابلية على التفاعل مع جزيئات الماء بشكل ملحوظ) .

حيث ان : $[H^+] = [OH^-] = 10^{-7}$ وقيمة ($pH = pOH = 7$) للملاح المتعادلة .

ملح بروميد الصوديوم NaBr	ملح نترات الصوديوم NaNO ₃	ملح كبريتات الصوديوم Na ₂ SO ₄	ملح كلوريد الصوديوم NaCl
ملح يوديد البوتاسيوم KI	ملح نترات البوتاسيوم KNO ₃	ملح كبريتات البوتاسيوم K ₂ SO ₄	ملح كلوريد البوتاسيوم KCl

ثانياً / املاح لقواعد قوية وحوامض ضعيفة (الاملاح القاعدية / ملح الحامض الضعيف) .

هي الاملاح الناتجة من تفاعل قاعدة قوية مع حامض ضعيف .
عند اذابة هذا النوع من الاملاح في الماء يكون المحلول الناتج ذا صفة قاعدية دائماً بسبب قابلية الايون السالب للملح (العائد للحامض الضعيف) على التفاعل مع ايونات H^+ في الماء لتكوين الحامض الضعيف وبالتالي تقل ايونات H^+ وتزداد ايونات OH^- ويصبح المحلول قاعدي وتزداد pH المحلول .

ملح سيانيد الصوديوم NaCN	ملح نترتيد الصوديوم NaNO ₂	ملح فلوريد الصوديوم NaF	ملح خلات الصوديوم CH ₃ COONa
ملح خلات البوتاسيوم CH ₃ COOK	ملح سيانيد البوتاسيوم KCN	ملح نترتيد البوتاسيوم KNO ₂	ملح فلوريد البوتاسيوم KF

الفصل الثالث / الاتزان الأيوني Ionic Equilibrium

ثالثاً / أملاح لقواعد ضعيفة وحوامض قوية (الأملاح الحامضية / ملح القاعدة الضعيفة) .

هي الأملاح الناتجة من تفاعل قاعدة ضعيفة مع حامض قوي .
عند إذابة هذا النوع من الأملاح في الماء يكون المحلول الناتج ذا صفة حامضية دائماً بسبب قابلية الأيون الموجب للملح (العائد للقاعدة الضعيف) على التفاعل مع أيونات OH^- في الماء لتكوين القاعدة الضعيف وبالتالي تقل أيونات OH^- وتزداد أيونات H^+ ويصبح المحلول حامضي وتقل pH المحلول .

ملح نترات الامونيوم NH_4NO_3	ملح يوديد الامونيوم NH_4I	ملح بروميد الامونيوم NH_4Br	ملح كلوريد الامونيوم NH_4Cl
ملح مثيل امونيوم $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Cl}$	ملح كلوريد الانلين $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3\text{Cl}$	ملح كلوريد البيريدين $\text{C}_5\text{H}_5\text{NHCl}$	ملح كبريتات الامونيوم $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

رابعاً / أملاح لقواعد ضعيفة وحوامض ضعيفة .

لن يتم التطرق الى حسابتها في هذه المرحلة (تؤخذ في مراحل متقدمة) .

علل ما يأتي :-

1- محاليل الأملاح المشتقة من الحوامض القوية والقواعد القوية تكون محاليل متعادلة .
(2013 / 2014 + 2017 / 2017)

ج / لأن ليس لأي من أيوناتها الموجبة أو السالبة القابلية على التفاعل مع جزيئات الماء بشكل ملحوظ .
ج / لأنها تتأين في الماء وتكون قرانين ضعيفة لا تتحلل مائياً فتبقى $[\text{OH}^-] = [\text{H}^+] = 10^{-7}$ و $\text{pH} = 7$.
ملاحظة // يمكن للطالب الاستعانة بأحد الأملاح المتعادلة وتوضيحها .



2- المحلول المائي لملح نترات البوتاسيوم ذو صفات متعادلة . (2017 / 10 خارج)

ج / لأن ليس لأي من أيوناتها الموجبة أو السالبة القابلية على التفاعل مع جزيئات الماء بشكل ملحوظ .
ج / لأنها تتأين في الماء وتكون قرانين ضعيفة لا تتحلل مائياً فتبقى $[\text{OH}^-] = [\text{H}^+] = 10^{-7}$ و $\text{pH} = 7$.

3- ملح كلوريد الصوديوم NaCl يعطي محاليل مائية متعادلة ولا يؤثر على pH الماء .
ج / لأنه ملح متعادل ناتج من تفاعل حامض قوي HCl وقاعدة قوية NaOH وليس لأيوناته الموجبة أو السالبة التفاعل مع جزيئات الماء وتكون قيمة pH له يساوي 7 ويصبح المحلول متعادل .

جواب اخر (لأنه ملح متعادل يكون قرانين ضعيفة لا تتفاعل مع جزيئات الماء) .



قاعدة قرينة ضعيفة حامض قرين ضعيف

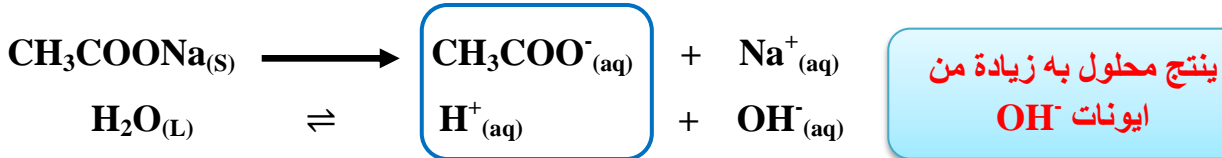


4- محاليل الأملاح المشتقة من القواعد القوية والحوامض الضعيفة تعد محاليل قاعدية دائماً .
(2013 / 2014 + 2015 / 2015 + 2015 / 2015 + 2017 / 2017 + 2019 / 2019)

ج / بسبب قابلية الأيون السالب للملح (العائد للحامض الضعيف) على التفاعل مع أيونات H^+ في الماء لتكوين الحامض الضعيف وبالتالي تقل أيونات H^+ وتزداد أيونات OH^- ويصبح المحلول قاعدي .
ملاحظة // يمكن للطالب الاستعانة بأحد الأملاح القاعدية وتوضيحها .

الفصل الثالث / الاتزان الأيوني Ionic Equilibrium

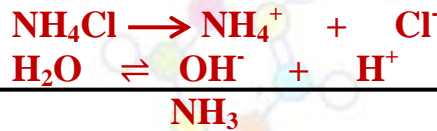
5- عند ذوبان ملح خلات الصوديوم CH_3COONa في الماء يتكون ملح قاعدي وتزداد قيمة pH .
ج / لأنه ملح مشتق من (قاعدة قوية NaOH و حامض ضعيف CH_3COOH) فعند تفاعله مع الماء ستتفاعل الأيونات السالبة CH_3COO^- التي تمثل (قاعدة قرينة قوية للحامض الضعيف) مع أيونات H^+ لتكوين CH_3COOH وبذلك تنقص كمية H^+ وتزداد كمية OH^- وتزداد قيمة pH المحلول ويصبح المحلول قاعدي .



6- عند إذابة الاملاح المشتقة من حوامض قوية وقواعد ضعيفة في الماء يكون الناتج ذا صفات حامضية .

(2014 / 1د)

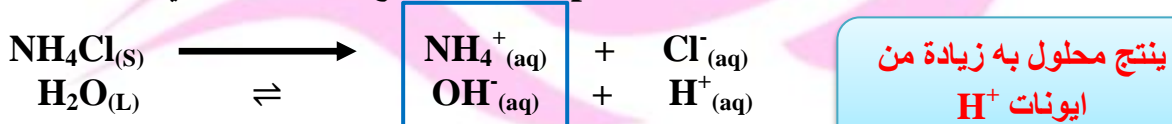
ج / عند ذوبان هذا النوع من الاملاح يعطي حامض قرين للقاعدة الضعيفة والذي يكون قوي فيتفاعل مع أيونات $[\text{OH}^-]$ حيث يكون القاعدة الضعيفة مما يؤدي الى تكوين زيادة في كمية $[\text{H}^+]$ فيصبح المحلول ذا صفات حامضية حسب المثال الاتي :-



أو/ بسبب قابلية الايون الموجب للملح على التفاعل مع ايون الهيدروكسيد السالب $[\text{OH}^-]$ وبالتالي يزداد تأين الماء لتعويض النقص وبذلك يزداد تركيز ايون الهيدروجين الموجب $[\text{H}^+]$ ويصبح المحلول حامضي .

7- عند ذوبان ملح كلوريد الامونيوم NH_4Cl في الماء يتكون محلول حامضي وتقل pH للمحلول .

ج / لأنه ملح مشتق من (قاعدة ضعيفة NH_3 و حامض قوي HCl) فعند تفاعله مع الماء ستتفاعل الأيونات الموجبة NH_4^+ التي تمثل (حامض قرين قوية للقاعدة الضعيف) مع أيونات OH^- لتكوين NH_4OH وبذلك تنقص كمية OH^- وتزداد كمية H^+ وتقل قيمة pH المحلول ويصبح المحلول حامضي .



8- المحلول المائي لخلات الامونيوم متعادل التأثير pH له يساوي (7) تقريباً .

ج / لأن ملح خلات الامونيوم مشتق من تفاعل قاعدة ضعيفة (NH_3) مع حامض ضعيف (CH_3COOH) حيث ينتج كميات متساوية من $[\text{H}^+]$ و $[\text{OH}^-]$ لهذا يبقى المحلول متعادلاً .

واجبات / علل ما يأتي :-

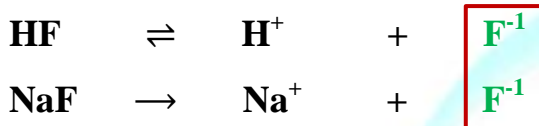
- 1- عند ذوبان ملح كلوريد البوتاسيوم KCl في الماء يتكون ملح متعادلاً .
- 2- عند ذوبان ملح فورمات البوتاسيوم HCOOK في الماء يتكون ملح قاعدي وتزداد قيمة pH .
- 3- عند ذوبان ملح نترات الامونيوم NH_4NO_3 في الماء يتكون ملح حامضي .
- 4- عند ذوبان ملح كلوريد البيريدين $\text{C}_5\text{H}_5\text{NHCl}$ في الماء يتكون ملح حامضي تقل قيمة pH .
- 5- عدم تغير الدالة الحامضية pH للماء النقي عند إذابة ملح يوديد البوتاسيوم KI فيه .
- 6- تزداد قيمة pH الماء المقطر عند اضافة ملح سيانيد الصوديوم NaCN .
- 7- لا تتغير قيمة pH الماء المقطر عند اضافة ملح بروميد البوتاسيوم KBr .

لا تنسى يا حبيبي! / بالنسبة للأملاح (التأثير للقوي والعمل للضعيف).

العوامل الخاصة بالأيون المشترك

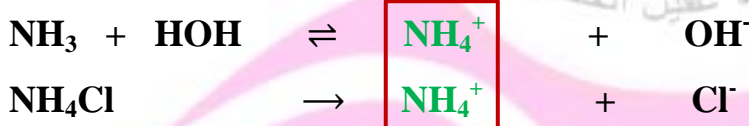
علل ما يأتي :-

- 1- تقل درجة تفكك HF عند اضافة ملح NaF اليه . (2018 / 3د)
 2- عند اضافة فلوريد الصوديوم NaF الى محلول حامض الهيدروفلوريك HF نلاحظ زيادة في ايونات الفلوريد $[F^{-1}]$ وتزداد قيمة pH .
 ج / عند اضافة NaF الى HF يؤدي الى زيادة تركيز $[F^{-1}]$ وهو ايون مشترك بين المحلولين فتختل حالة الاتزان وحسب قاعدة لوشاتليه سوف يتجه التفاعل بالاتجاه العكسي للتخلص من زيادة تركيز ايون الفلوريد $[F^{-1}]$ وبالتالي يقل تفكك حامض HF ويقل تركيز $[H^{+}]$ للحامض وتزداد قيمة pH .



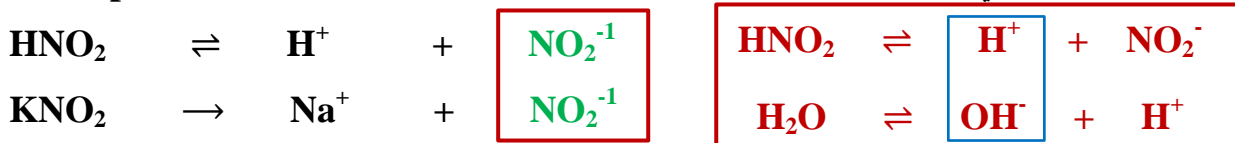
ايون مشترك

- 3- تقل درجة تفكك NH_3 عند اضافة ملح NH_4Cl اليه .
 4- عند اضافة كلوريد الامونيوم NH_4Cl الى محلول الامونيا NH_3 نلاحظ زيادة في ايونات الامونيوم وتقل قيمة pH .
 ج / عند اضافة NH_4Cl الى NH_3 يؤدي الى زيادة تركيز $[NH_4^{+}]$ وهو ايون مشترك بين المحلولين فتختل حالة الاتزان وحسب قاعدة لوشاتليه سوف يتجه التفاعل بالاتجاه العكسي للتخلص من زيادة تركيز ايون الامونيوم $[NH_4^{+}]$ وبالتالي يقل تفكك الامونيا NH_3 ويقل تركيز $[OH^{-}]$ للقاعدة وتقل قيمة pH .



ايون مشترك

- 5- تزداد درجة تفكك HNO_2 باضافة الماء اليه وتقل باضافة KNO_2 . (2015 / تمهيدي)
 ج / عند اضافة الماء يؤدي الى تقليل تركيز الايونات الناتجة من المتفكك بسبب اتحاد OH^{-} الناتجة من تفكك الماء مع H^{+} للحامض لتكوين الماء وبذلك تقل تراكيز النواتج وحسب قاعدة لوشاتليه سوف يتجه التفاعل بالاتجاه الامامي لتعويض النقص الحاصل في تراكيز النواتج وتزداد درجة تفكك الحامض .
 اما عند اضافة ملح KNO_2 الى الحامض الضعيف HNO_2 يؤدي الى زيادة تركيز $[NO_2^{-1}]$ وهو ايون مشترك بين المحلولين فتختل حالة الاتزان وحسب قاعدة لوشاتليه سوف يتجه التفاعل بالاتجاه العكسي للتخلص من زيادة تركيز ايون $[NO_2^{-1}]$ وبالتالي يقل تفكك حامض HNO_2 ويقل تركيز $[H^{+}]$ للحامض وتزداد قيمة pH .



ايون مشترك

واجبات :-

- 6- تزداد قيمة pH محلول حامض النتروز
- HNO_2
- عند اضافة كمية من
- $NaNO_2$
- .

- 7- تقل درجة تفكك حامض HCN عند اضافة KCN اليه .

العوامل الخاصة بالمحاليل المنظمة (بفر)**المحلول المنظم (محاليل بفر) :**

محلول مائي مكون من مزيج لحمض ضعيف مع احد املاحه (القاعدة القرينة للحامض الضعيف) أو قاعدة ضعيفة مع احد املاحها (الحامض القرين للقاعدة الضعيفة) ويكون لهذا المزيج القابلية على مقاومة التغير في الاس الهيدروجيني (pH) عند اضافة كمية صغيرة من حامض قوي أو قاعدة قوية اليه .

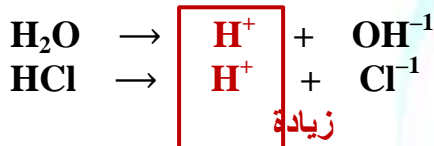
أو / مزيج من محلول الايون المشترك الذي يقاوم من التغير في الاس الهيدروجيني (pH) بعد اضافة حامض قوي أو قاعدة قوية اليه .

س / ماذا يحدث الى قيمة pH عند اضافة كمية صغيرة من حامض قوي الى :-

1- الماء النقي .

الجواب /

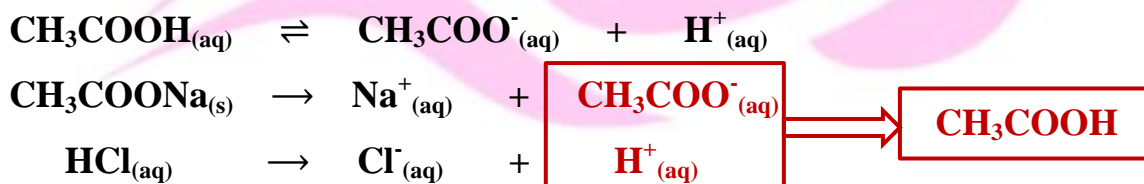
ان اضافة كمية صغيرة من حامض قوي الى الماء النقي يؤدي الى زيادة كبيرة في تركيز ايون [H⁺] مما يؤدي الى نقصان حاد في كمية pH المحلول الناتج .



2- محلول مكون من حامض CH₃COOH وخلات الصوديوم CH₃COONa .

الجواب /

لأن ايونات H⁺ الناتجة من حامض HCl القوي تتفاعل مع ايونات الخلات CH₃COO⁻ الناتجة من تفكك ملح خلالات الصوديوم CH₃COONa وسوف تتجه بالاتجاه الخلفي لتكوين حامض الخليك وبذلك لا تنخفض قيمة pH المحلول بل تبقى ثابتة تقريباً .

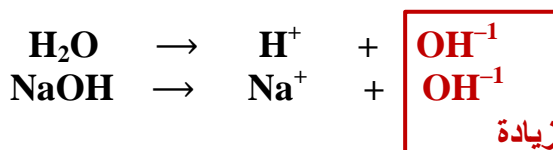


س / ماذا يحدث الى قيمة pH عند اضافة كمية صغيرة من قاعدة قوية الى :-

1- الماء النقي .

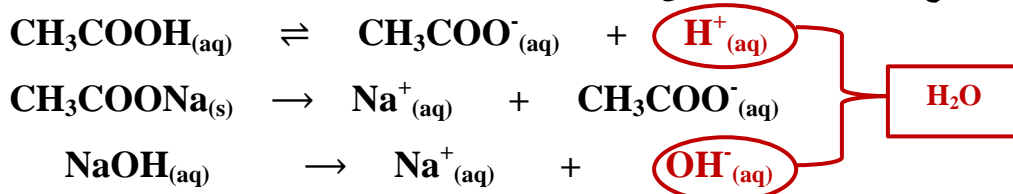
الجواب /

ان اضافة كمية صغيرة من قاعدة قوية الى الماء النقي يؤدي الى زيادة تركيز ايونات [OH⁻] في المحلول الناتج سوف يزداد بشكل كبير بسبب تفكك القاعدة التام مما يؤدي الى ارتفاع قيمة pH المحلول الناتج .



2- محلول مكون من حامض CH_3COOH وخلات الصوديوم CH_3COONa الجواب /

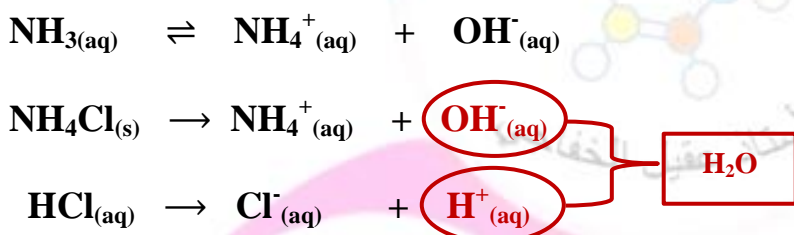
لأن أيونات OH^- الناتجة من NaOH القاعدة القوية سوف تتفاعل مع أيونات H^+ الناتجة من تفكك حامض الخليك CH_3COOH لتكوين الماء وسوف يتجه التفاعل بالاتجاه الأمامي لتعويض النقص في أيون $[\text{H}^+]$ وبذلك لن تتأثر قيمة pH هذا المزيج بشكل ملحوظ بل تبقى ثابتة تقريباً .



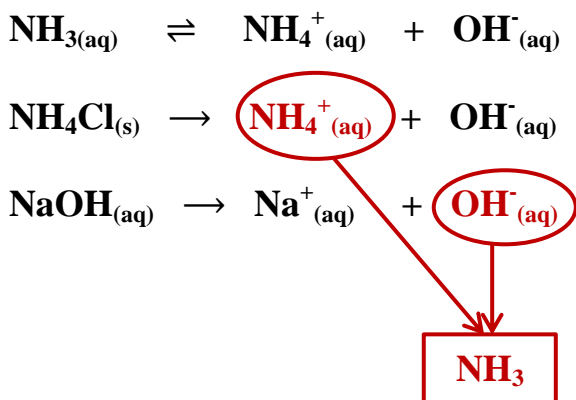
س / ماذا يحدث الى قيمة pH عند اضافة كمية صغيرة من حامض قوي الى :-

1- محلول مكون من الامونيا NH_3 وكلوريد الامونيوم NH_4Cl الجواب /

لأن أيونات H^+ الناتجة من حامض HCl القوي سوف تتفاعل مع أيونات OH^- الناتجة من تفكك الامونيا NH_3 لتكوين الماء وسوف يتجه التفاعل بالاتجاه الأمامي لتعويض النقص في أيون OH^- وبذلك لن تتأثر قيمة pH هذا المزيج بشكل ملحوظ بل تبقى ثابتة تقريباً .

2- محلول مكون من الامونيا NH_3 وكلوريد الامونيوم NH_4Cl الجواب /

لأن أيونات OH^- الناتجة من NaOH القاعدة القوية سوف تتفاعل مع أيون الامونيوم NH_4^+ الناتجة من تفكك ملح NH_4Cl وسوف تتجه بالاتجاه الخلفي لتكوين القاعدة الضعيفة وبذلك لا تنخفض قيمة pH المحلول بل تبقى ثابتة تقريباً .



اجب عما يأتي :-

س / ما الصفات المميزة للالكتروليات؟ (2014 / تمهيدي) / احيائي فقط

- 1- قابليتها على اوصول التيار الكهربائي في حالتها المنصهرة أو عندما تكون موجودة على شكل محلول في مذيب مستقطبة .
- 2- تكون محصلة الشحنة الكهربائية لمحاليل الالكتروليات مساوية للصفر ، أي ان محاليلها تكون متعادلة كهربائياً .
- 3- عند ذوبان الالكتروليات في مذيب مستقطب كالماء فإن محلولها سوف يتضمن ايونات موجبة وايونات سالبة .
- 4- تعتمد قابلية المحلول الالكتروني للتوصيل الكهربائي على طبيعة الايونات المكونة له وعلى تراكيز الايونات فيه اضافة الى درجة حرارة المحلول .

س / علام تعتمد قابلية المحلول الالكتروني للتوصيل الكهربائي؟ عددها (تأتي فراغات ايضاً) / احيائي فقط (2013 / خارج + 2014 / خاص + 2015 / خارج + 2018 / د)

- 1- طبيعة الايونات المكونة له .
- 2- تركيز الايونات في المحلول .
- 3- درجة حرارة المحلول .

س / ما الفرق بين الالكتروليات القوية والالكتروليات الضعيفة؟ (2017 / د ت)

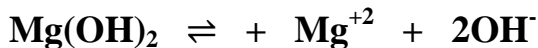
الالكتروليات الضعيفة	الالكتروليات القوية
1- تفاعلاتها غير تامة (انعكاسية) .	1- تفاعلاتها تامة (غير انعكاسية) .
2- تتأين بشكل جزئي في محاليلها المائية .	2- تتأين بصورة تامة في محاليلها المائية
3- ضعيفة التوصيل للكهربائية .	3- جيدة التوصيل للكهربائية .
4- محاليلها المائية يكون لها ائزان ايوني بين مكوناته .	4- لا تصل الى حالة الاتزان وانما تستهلك فيها المتفاعلات كلياً .
5- يمكن حساب تراكيز الايونات الناتجة بدلالة ثابت الاتزان .	5- يمكن حساب تراكيز الايونات الناتجة بصورة مباشرة .

س / وضح تأثير الايون المشترك على الذوبانية؟ (2015 / د + 2018 / د خارج)

ج / ان وجود الايون المشترك في المحاليل الشحيحة الذوبان يرفع التفاعل بالاتجاه العكسي اي يزيد من الترسيب ويقلل من الذوبانية ويستفاد من ظاهرة الايون المشترك للتحكم بعملية ذوبان الراسب .

س / وضح تأثير الأس الهيدروجيني على الذوبانية؟ (2018 / د)

ج / تعتمد ذوبانية الكثير من المواد على تركيز H^+ في المحلول ومن اهم تلك المواد هي التي يشكل ايون الهيدروجين أو ايون الهيدروكسيد احد مكوناتها مثل $Mg(OH)_2$ حيث يتغير مقدار ذوبانية هذه المواد مع تغير قيمة pH للمحلول ومن خلال تأثير الايون المشترك .



فاضافة حامض (زيادة تركيز ايون H^+) الى المحلول المشبع لهذا المركب يؤدي الى اتحاد ايونات H^+ مع ايونات الهيدروكسيد لتكوين جزيئات الماء وهذا يؤدي الى اختلال عملية الاتزان ولتعويض النقص الحاصل في ايونات OH^- تتفكك مزيد من جزيئات المركب (أي زيادة ذوبانيته) ، اما عند اضافة قاعدة (ايونات OH^-) الى المحلول المتزن لهذا المركب فإن ذلك يؤدي الى تقليل الذوبانية من خلال الايون المشترك .

س / وضح تأثير درجة الحرارة على الذوبانية؟ (2019 / تمهيدي ت)

ج / تزداد ذوبانية معظم الرواسب الشحيحة الذوبان بزيادة درجة الحرارة ولكن يختلف مقدار هذه الزيادة من مادة الى اخرى .

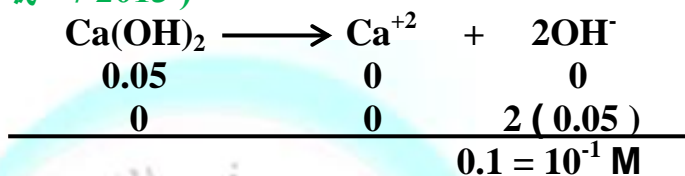
الفصل الثالث / الاتزان الأيوني Ionic Equilibrium

س / أمل الفراغات الآتية بما يناسبها :-

- 1- يكون المحلول المائي لملح NaCl متعادلاً وذلك لأنه ملح مشتق من حامض قوى وقاعدة قوية (2016 / 1د)
 2- عند إذابة ملح كلوريد الامونيوم NH₄Cl في الماء يكون المحلول الناتج ذا صفة حامضية. (2014 / خاص)
 3- ينتج عن ذوبان الالكتروليتات الضعيفة في الماء محاليل ضعيفة التوصيل للكهربائية وذلك (2018 / 3د ت)

ج / لأن تأين الالكتروليت الضعيف يكون بشكل جزئي محدود أو غير تام في محاليلها المائية .

- 4- محلول مائي لـ Ca(OH)₂ بتركيز 0.05 M فإن قيمة pH للمحلول تساوي له 13.
 (2013 / تمهيدي + 2014 / نازحين + 2016 / 2د)



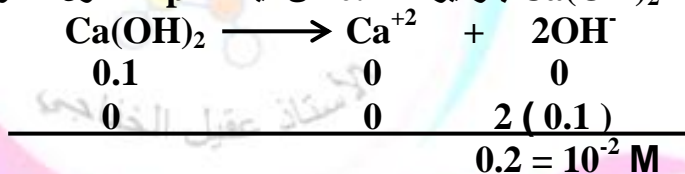
$$[\text{OH}^-] = 10^{-1} \text{ M}$$

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$$

$$\text{pOH} = -\log 10^{-1} = 1$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14 \Rightarrow \text{pH} = 14 - 1 = 13$$

- 5- محلول مائي لـ Ca(OH)₂ بتركيز 0.1 M فإن قيمة pH للمحلول تساوي له 12. (2015 / خارج القطر)

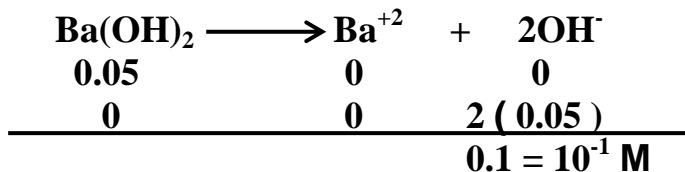


$$[\text{OH}^-] = 10^{-2} \text{ M}$$

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = -\log 10^{-2} = 2$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14 \Rightarrow \text{pH} = 14 - 2 = 12$$

- 6- محلول هيدروكسيد الباريوم Ba(OH)₂ بتركيز 0.05 M فإن قيمة pH للمحلول تساوي له 13.
 (2013 / تمهيدي + 2014 / خاص)



$$[\text{OH}^-] = 10^{-1} \text{ M}$$

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = -\log 10^{-1} = 1$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14 \Rightarrow \text{pH} = 14 - 1 = 13$$

- 7- ان [H⁺] المائي في محلول يحتوي على [OH⁻] المائي بتركيز 0.01 M هو (10⁻¹⁶ ، 10⁻¹⁰ ، 10⁻¹²) .
 (2013 / خارج)

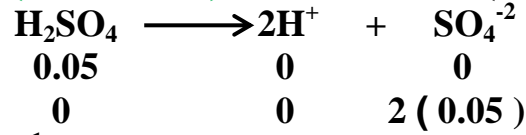
$$[\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14} \Rightarrow [\text{H}^+] = \frac{10^{-14}}{[\text{OH}^-]} \Rightarrow [\text{H}^+] = \frac{10^{-14}}{10^{-2}} \Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-12} \text{ M}$$

الفصل الثالث / الاتزان الأيوني Ionic Equilibrium

8- لتر من محلول هيدروكسيد البوتاسيوم KOH ، pOH له يساوي 3.3 فإن pH يساوي **10.7** .
(2018 / تمهيدي ت)

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14 \Rightarrow \text{pH} = 14 - \text{pOH} \Rightarrow \text{pH} = 14 - 3.3 \Rightarrow \text{pH} = 10.7$$

9- pH لمحلول (0.05 M) H_2SO_4 يساوي **1** . (2019 / د3 ت)



$$[\text{H}^+] = 2(0.05) = 0.1 \text{ M} = 1 \times 10^{-1} \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

$$\text{pH} = -\log 10^{-1} = 1$$

احيائي فقط

1- ان قيمة pH للمحلول المائي لنترات الصوديوم تركيزه 0.1 M . (1 ، 13 ، 7) (2017 / تمهيدي)
ج / (7) / لأنه ملح متعادل .

2- 0.5 لتر من محلول نترات البوتاسيوم KNO_3 بتركيز 0.1 M فإن قيمة pH المحلول يساوي **7** .
(2017 / د2 خارج)
ج / (7) / لأنه ملح متعادل .

3- لتر من محلول NaNO_3 بتركيز 0.05 M فإن قيمة pH له يساوي **7** . (2017 / د2 موصل ت)
ج / (7) / لأنه ملح متعادل .

4- لتر من محلول نترات الامونيوم NH_4NO_3 ، pH يساوي (4) فإن $[\text{H}^+]$ له يساوي **10^{-4} M** .
(2018 / د1)

5- ان قيمة ثابت التحلل المائي لملح نترات الامونيوم تساوي **5×10^{-10}** اذا علمت ان $\text{K}_b(\text{NH}_3) = 2 \times 10^{-5}$
(2013 / خارج)

$$\text{K}_h = \frac{\text{K}_w}{\text{K}_b \text{NH}_3} \Rightarrow \text{K}_h = \frac{1 \times 10^{-14}}{2 \times 10^{-5}} \Rightarrow \text{K}_h = 5 \times 10^{-10}$$

6- هناك ثلاث فئات من المواد الالكترووليتية القوية هي الحوامض القوية و القواعد القوية و الاملاح تامة الذوبان في الماء . (2019 / د2 ت)

7- قيمة ثابت التحلل المائي لملح كلوريد الامونيوم يساوي **0.55×10^{-9}** اذا علمت ان $\text{K}_b(\text{NH}_3) = 1.8 \times 10^{-5}$
(2019 / د3)

$$\text{K}_h = \frac{\text{K}_w}{\text{K}_b \text{NH}_3} \Rightarrow \text{K}_h = \frac{1 \times 10^{-14}}{1.8 \times 10^{-5}} \Rightarrow \text{K}_h = 0.55 \times 10^{-9}$$

الفصل الثالث / الاتزان الأيوني Ionic Equilibrium

8- لملح يساوي (5) وتركيزه (0.1 M) فإن K_b له يساوي $5 \cdot 10^{-10}$. (2018 / تمهيدي)

$$pH = \frac{1}{2} [pK_w - pK_b - \log C]$$

$$5 = \frac{1}{2} [14 - pK_b - \log 10^{-1}]$$

$$5 = \frac{1}{2} [14 - pK_b + 1]$$

$$5 = \frac{1}{2} [15 - pK_b] \quad \text{للطرفين } \times 2$$

$$10 = 15 - pK_b$$

$$pK_b = 15 - 10$$

$$pK_b = 5$$

$$K_b = 10^{-pK_b}$$

$$K_b = 10^{-5}$$

$$K_b = 1 \times 10^{-5}$$

$$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-4} M$$

/ ج



الفصل الرابع / تفاعلات التأكسد والاختزال والكيمياء الكهربائية

الأسئلة المكررة وزارياً

ما المقصود بكل مما يأتي :-

الجسر الملحي (2013 / 2014 + 2د / 2014 + 1د / 2014 + 1د / 2017 + 1د خارج + 2017 / 2د ت + 2019 / تمهيدي + 2019 / تمهيدي ت)

هو عبارة عن انبوب زجاجي على شكل حرف U مقلوب يحتوي محلول الكتروليتي حامل لا يتغير كيميائياً خلال العملية ومن اهم المركبات المستعملة لمليء الجسر الملحي هي (K_2SO_4 ، KNO_3 ، KCl) ، وان فائدته هي ايصال محلولين القطبين بحيث يمكن ان تتحرك الايونات الموجبة والسالبة من خلاله من وعاء الى اخر دون امتزاجهما .

الطلاء الكهربائي (2013 / خارج)

هو طريقة يستخدم بها التحليل الكهربائي لطلاء فلز معين بطبقة رقيقة من فلز اخر لحماية المعادن من التآكل (الصدا) حيث تتربك خلية الطلاء الكهربائي من قطب الانود الذي يتكون من الفلز المراد الطلاء به مثل الفضة النقية أو الذهب اما الكاثود فيتكون من السطح المراد طلاؤه مثل ملعقة الطعام أو غيرها .

قانون فاراداي الأول (2013 / خارج + 2016 / 1د خارج + 2018 / 1د خارج)

تناسب كتلة أي مادة تترسب على الكاثود أو تذوب في الانود أو تتحرر كغازات عند هذه الاقطاب مع كمية الكهربائية التي تمر خلال الخلية الكهربائية .

الخلايا الكلفانية (الخلايا الفولتانية) (2014 / تمهيدي + 2016 / 2د خارج)

هي تلك الخلايا التي تتحول فيها الطاقة الكيميائية الى طاقة كهربائية من خلال تفاعل كيميائي يجري تلقائياً لتوليد تيار كهربائي مثل البطاريات (النضاند) و خلية دانيال .

الخلايا الالكتروليتيية (2017 / تمهيدي ت)

هي الخلايا المستهلكة للتيار الكهربائي وفيها تتحول الطاقة الكهربائية الى طاقة كيميائية وتجري تفاعلاتها بشكل غير تلقائي ولها تطبيقات مهمة في الصناعة ، وتستخدم خلايا التحليل الكهربائي في تنقية الفلزات وفي عملية الطلاء الكهربائي .

جهد التأكسد (2017 / 2د خارج ت)

هو ميل فقدان المادة للالكترونات (الميل للتأكسد) أي زيادة في عدد التأكسد لتلك المادة ويقاس بوحدة الفولت (V) ويحدث عند قطب الانود .

الكيمياء الكهربائية : احد فروع الكيمياء تهتم بالتحويلات بين الطاقة الكيميائية والطاقة الكهربائية .
العمليات الكهروكيميائية

هي تفاعلات التأكسد والاختزال ويتم فيها :-

- 1- انبعاث طاقة بواسطة تفاعل تلقائي ومن ثم تحويل هذه الطاقة الى طاقة كهربائية مثل النضيدة .
- 2- استخدام الطاقة الكهربائية لانجاز تفاعل غير تلقائي (تفاعل كيميائي) مثل الطلاء الكهربائي .

عدد التأكسد

هو عدد موجب أو سالب أو صفر يمثل عدد الالكترونات التي تفقدها أو تكتسبها أو تشارك بها الذرة أو مجموعة من الذرات أثناء التفاعل الكيميائي وتكتب فوق رمز العنصر .

العامل المؤكسد

هو المادة التي تختزل وتسبب تأكسد المادة الاخرى حيث يكتسب العامل المؤكسد الالكترونات ويقل عدد تأكسده خلال تفاعل التأكسد والاختزال . # العامل المؤكسد يعاني اختزال ويكتسب الالكترونات .

العامل المختزل

هو المادة التي تتأكسد وتسبب اختزال للمادة الاخرى حيث يفقد العامل المختزل الالكترونات ويزداد عدد تأكسده خلال تفاعل التأكسد والاختزال . # العامل المختزل يعاني تأكسد ويفقد الالكترونات .

الفصل الرابع / تفاعلات التأكسد والاختزال

الخلايا الكهروكيميائية

هي الخلايا التي تتكون من قطبين أحدهما القطب الموجب أو (الانود) والقطب الثاني هو القطب السالب (الكاثود) وكلاهما مغمورين في محلول الكتروليتي تشترك مكوناته في تفاعلات الأكسدة والاختزال .

الانود (Anode) أو القطب الموجب

هو القطب الذي تجري عنده عملية التأكسد والذي يكون مصدراً للإلكترونات ويسمى بالقطب الموجب .

الكاثود (Cathode) أو القطب السالب

هو القطب الذي تجري عنده عملية الاختزال والذي يكتسب الإلكترونات المنتقلة من القطب الموجب (الانود) من خلال السلك الخارجي ويسمى بالقطب السالب .

مادة الاكار

مادة صمغية نحصل عليها من الطبيعة لها استخدامات متعددة تصبح سائلة عند تسخينها وصلبة بدرجة حرارة الغرفة تستعمل لتثبيت المادة الكتروليتية الخاملة داخل الجسر الملحي .

القطب : هو ذلك العنصر المغمور في محلول ايوناته أو الذي يكون في حالة تماس مع محلول يحتوي على ايوناته .

علل كلاً مما يأتي :-

- 1- استعمال عنصر البلاتين الاسود في صناعة قطب الهيدروجين القياسي .
(2014 / 3د + 2015 / 2د + 2016 / 1د خارج + 2017 / 2د + 2017 / 1د موصل + 2017 / 2د موصل + 2018 / تمهيدي ت + 2018 / 1د ت + 2018 / 2د)
- ج / لأنها مادة خاملة لا تعاني تأكسد أو اختزال تحت الظروف التي يستخدم بها . ولكنه يقوم بمهنتين هما :-
أ / توفير سطح للقطب يمكن تفكك جزيئات الهيدروجين عليه .
ب / توفير وسيلة ليحدث توصيل كهربائي مع الدائرة الخارجية .
- 2- اختيار قطب الهيدروجين القياسي مرجع لقياس جهد الاقطاب الاخرى . (يأتي فراغات ايضاً)
(2014 / نازحين + 2015 / 1د خارج + 2016 / 2د + 2017 / 2د خارج + 2017 / تمهيدي ت + 2018 / 1د)
- ج / لأنه عنصر نشاطه الكيمائي متوسط بين العناصر فيمكن استخدامه كقطب انود أو كاثود .
- 3- عند مضاعفة تفاعل الاختزال أو تفاعل التأكسد لا يضاعف جهد القطب . (2014 / نازحين)
ج / وذلك لأنه جهد القطب خاصية مركزة لا تعتمد على كمية المادة .
- 4- يجب ان يكون جهد الخلية الكلفانية موجباً . (2017 / 1د خارج)
ج / وذلك لأن الخلية الكلفانية تعمل بشكل تلقائي أي ان ($E^0_{Cell} = +$) .
- 5- تنخفض قيمة pH محلول قطب الهيدروجين عندما يكون أنود .
ج / لأنه عند الانود يتأكسد H_2 ويتحول الى ايون $[H^+]$ ($H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$) فيزداد تركيز $[H^+]$ تدريجياً والتي تتناسب عكسياً مع pH فتقل pH محلول القطب .
- 6- تزداد قيمة pH محلول قطب الهيدروجين عندما يكون كاثود .
ج / لأنه عند الكاثود تختزل ايونات $[H^+]$ الى H_2 ($2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$) فيقل تركيز $[H^+]$ تدريجياً والتي تتناسب عكسياً مع pH فتزداد قيمة pH محلول القطب .
- 7- متى تتوقف الخلية الكلفانية عن توليد الطاقة الكهربائية (توقف التفاعل) .
ج / يتوقف التفاعل عندما تستهلك قطعة لوح الخارصين بشكل تام أو ينفذ تركيز ايونات النحاس .

اجب عما يأتي :-

س / مم تتركب خلية الطلاء الكهربائي؟ وعلام تعتمد جودة الطلاء؟ (3د / 2016 + 3د / 2015)

ج / تتركب خلية الطلاء الكهربائي من :-

- 1- قطب الانود ويتكون من الفلز النقي المراد الطلاء به مثل الفضة النقية (Ag) أو الذهب النقي (Au) .
- 2- قطب الكاثود ويتكون من السطح المراد طلاؤه مثل ملعقة الطعام .
- 3- محلول الخلية حاوياً على احد املاح الفلز النقي المراد الطلاء به .

وتعتمد جودة الطلاء الكهربائي على عاملين هما :-

- 1- ان تكون شدة التيار الكهربائي المستخدم ضعيفة . 2- ان تكون تركيز ايونات الفلز المراد الطلاء به قليل .

س / تعتمد جودة الطلاء الكهربائي على عاملين ، ما هما؟ (1د / 2019 + 1د / 2014)

- 1- ان تكون شدة التيار الكهربائي المستخدم ضعيفة . 2- ان يكون تركيز ايونات الفلز المراد الطلاء به قليل .

س / ما هي مواصفات الخلية الجافة؟ (3د / 2013)

س / ما مواصفات واستعمالات الخلية الجافة؟ (3د / 2013 + 2د / 2017 موصل)

1- تعطي جهد مقداره (1.48 V) .

2- غير قابلة للشحن . 3- تستخدم في اجهزة الراديو والحاسوب وغيرها .

س / كيف يمكن اعادة شحن بطارية الخزن الرصاصية؟ (1د / 2018 + 1د خارج)

ج / يمكن اعادة شحن بطارية الخزن الرصاصية بامرار تيار كهربائي خارجي لعكس تفاعل الخلية فتصبح البطارية مجموعة من الخلايا الالكتروليتيّة فيتفكك راسب $PbSO_4$ من على القطبين ويعاد انتاج (PbO_2 ، H_2SO_4 ، Pb) حيث يستعيد الحامض كثافته أو تركيزه .

س / ما فائدة قطب الهيدروجين القياسي؟ ولماذا يستخدم البلاتين في صناعة هذا القطب؟ (2د خارج)

ج / قطب الهيدروجين القياسي هو قطب مرجع يستخدم في قياس جهود اقطاب الاكسدة والاختزال ويستخدم البلاتين في صناعة قطب الهيدروجين القياسي وذلك :

لأن البلاتين مادة خاملة لا تعاني اكسدة واختزال تحت الظروف التي يستخدم بها . ولكنه يقوم بمهمتين هما :-

أ / توفير سطح للقطب يمكن تفكك جزيئات الهيدروجين عليه .

ب / توفير وسيلة لتوصيل الخلية مع الدائرة الكهربائية الخارجية .

س / مم يتكون قطبي بطارية الخزن الرصاصية؟ وما اهم مواصفاتها؟ (1د / 2017 موصل ت)

تتكون بطارية الخزن الرصاصية من قطبين :

1- الانود مصنوع من الرصاص .

2- الكاثود مصنوع من مادة اوكسيد الرصاص .

3- محلول الخلية أو البطارية هو حامض الكبريتيك H_2SO_4 والذي كثافته عند شحن البطارية تتراوح بين

(1.3 g/ml – 1.2 g/ml) وهذا المحلول يغمر فيه القطبين .

مواصفات بطارية الخزن الرصاصية :

1- تتكون من مجموعة من خلايا رصاصية جهد كل خلية فيها (2 V) .

2- جهدها يكون مساوياً لمجموع جهود الخلايا المتكونة منها وتكون مربوطة على التوالي .

3- يمكن اعادة شحن البطارية بامرار تيار كهربائي خارجي .

4- تستعمل في تشغيل السيارات والمعدات الكهربائية والصناعية .

5- تعمل في وسط حامضي .

س / مم يتكون قطب الهيدروجين القياسي؟ وما اهميته؟ (2د / 2017 موصل + 1د / 2019 ت)

مكونات قطب الهيدروجين القياسي :

1- انبوبة زجاجية يمرر بها غاز الهيدروجين وتحتوي على محلول ايونات H^+ (HCl) بتركيز (1 M) .

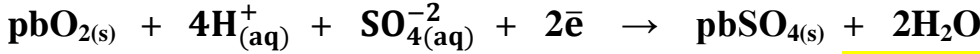
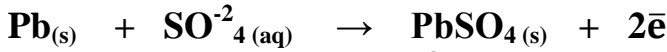
2- تزويد الانبوبة الزجاجية من اسفلها بقطعة بلاتين مغطاة بطبقة خشنة من البلاتين ومتصلة بسلك من

البلاتين ايضاً .

اهمية قطب الهيدروجين القياسي : يستخدم لقياس جهود الاقطاب للأكسدة والاختزال في الخلية .

الفصل الرابع / تفاعلات التأكسد والاختزال

س / اكتب التفاعل العام لخلية بطارية الخزن الرصاصية ؟ (2018 / 1د / خارج)
ج / تفاعلات الخلية هي :-



التفاعل عند الانود

التفاعل عند الكاثود يختزل (PbO₂)



التفاعل العام للخلية

س / ما فائدة الجسر الملحي في الخلايا الكلفانية ؟ (2018 / 3د)
ج / اكمال الدائرة الكهربائية حيث تنتقل الايونات الموجبة والسالبة بين محلولين القطبين .

س / ما الفرق بين الخلية الكلفانية وخلايا التحليل الكهربائي (الخلايا الالكتروليتيية) ؟
(2013 / 2د + 2015 / 1د / نازحين + 2016 / 1د + 2017 / 1د / خارج ت)

خلية التحليل الكهربائي	الخلية الكلفانية
1- يستخدم الطاقة الكهربائية لحدوث تفاعل كيميائي .	1- يستخدم التفاعل الكيميائي للحصول على طاقة كهربائية .
2- ΔG (+) التفاعل لا يحصل بشكل تلقائي .	2- ΔG (-) التفاعل يحصل بشكل تلقائي .
3- لا يستخدم فيها جسر ملحي .	3- فيها جسر ملحي .
4- تنتقل فيها الالكترونات من مصدر الجهد (البطارية) الخارجي بواسطة الايونات الموجبة والسالبة الموجودة في المحلول (الالكتروليتي) أو المواد المتحررة (المنصهرة) .	4- تنتقل فيها الالكترونات المتحررة من الذرات الى الايونات عبر السلك الموصل الخارجي بينما تنتقل الايونات بين المحلولين بواسطة الجسر الملحي .
5- مثال عليها : خلايا التحليل الكهربائي ، خلايا الطلاء الكهربائي ، خلايا تنقية الفلزات .	5- مثال عليها : خلية دانيال ، البطاريات (تشغيل السيارات) ، الاجهزة الكهربائية .

أملأ الفراغات الآتية بما يناسبها :-

- 1- تعتمد جودة الطلاء الكهربائي على عاملين مهمين هما شدة التيار تكون ضعيفة و تركيز ايونات الفلز المراد الطلاء به قليل . (2013 / تمهيدي + 2014 / نازحين + 2015 / 1د / خارج + 2017 / 1د)
- 2- يزداد جهد الخلية بازدياد تراكيز المتفاعلات . (2014 / خارج)
- 3- يعرف جهد القطب بأنه مقدار المادة التي تفقدان (e⁻) ويمرر له E_{ox} أو مقدار المادة التي اكتسب (e⁻) ويرمز له E_{red} . أو (عنصر مغمور في محلول ايوناته) . (2013 / خارج) .
- 4- يستخدم عنصر البلاتين في قطب الهيدروجين القياسي لأنه مادة خاملة لا تعاني تأكسد أو اختزال عند مرور تيار كهربائي تحت الظروف التي تستخدم بها . (2016 / تمهيدي)
- 5- اختيار قطب الهيدروجين القياسي كقطب مرجع لقياس جهود الاقطاب الأخرى لأنه (2019 / 2د ت)
عنصر نشاطه الكيميائي متوسط بين العناصر فيمكن استخدامه كقطب انود أو كاثود . أو جهده كاثود أو انود يساوى صفر .

الفصل الرابع / تفاعلات التأكسد والاختزال

6- عند امرار واحد فراداي في محلول Al^{+3} فان وزن الألمنيوم المترسب يساوي **8.91g** اذا علمت ان الوزن الذري للألمنيوم يساوي 27 g/mol . (2014 / نازحين)

$$Q_{(mole.e^-)} = \frac{n_{mol} \times Q_{mole.e^-}}{1_{mol}}$$

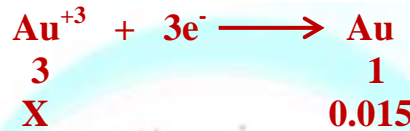
$$1 = \frac{n_{mol} \times 3}{1_{mol}}$$

$$n = \frac{1}{3} = 0.33 \text{ mol}$$

$$n = \frac{m}{M} \Rightarrow 0.33 = \frac{m}{27} \Rightarrow m = 0.33 \times 27 \Rightarrow m = 8.91 \text{ g}$$

7- ان شدة التيار الذي يجب امراره في محلول كلوريد الذهب $AuCl_3$ لمدة (200 s) لترسيب (3 g) من الذهب يساوي **21.7 A**؟ علماً بان الكتلة الذرية للذهب تساوي (197 g/mol) . (2013 / 3د)

$$n = \frac{m}{M} = \frac{3}{197} = 0.015 \text{ mol}$$



$$X = Q = 0.015 \times 3 = 0.045 \text{ mole.e}^-$$

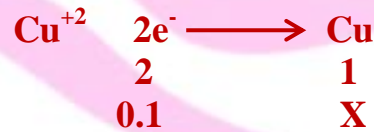
$$Q = \frac{I \times t}{96500}$$

$$0.045 = \frac{I \times 200}{96500}$$

$$I = 21.7 \text{ A}$$

8- امرر تيار كهربائي شدته (10 A) خلال (965 s) في خلية تحليل كهربائي تحتوي على كبريتات النحاس $CuSO_4$ الكتلة الذرية للنحاس (63 g/mol) فان وزن النحاس يساوي . (2013 / خارج)

$$Q = \frac{I \times t}{96500} = \frac{10 \times 965}{96500} = 0.1 \text{ mole.e}^-$$



$$X = \frac{0.1 \times 1}{2} = 0.05 \text{ mol}$$

$$n = \frac{m}{M} \Rightarrow 0.05 = \frac{m}{63} \Rightarrow m = 3.15 \text{ g}$$

9- ان عدد الالكترونات اللازمة لتحرير ضعف الحجم المولي لغاز الاوكسجين عند STP هو :

(2014 / خارج) . ($48.16 \times 10^{23} e^-$ ، $4.816 \times 10^{23} e^-$ ، $48.16 \times 10^{23} e^-$)



$$n \times N_A = 8 \times 6.02 \times 10^{23} = 48.16 \times 10^{23} e^-$$

$$X = \frac{8 \times 22.4}{22.4}$$

$$Q = 8 \text{ mole.e}^-$$

أسئلة عامة :-

س / ماذا يحدث عند غمر لوح من الخارصين في محلول كبريتات النحاس الزرقاء ؟
س / وضح تجربة عملية حدوث أكسدة واختزال داخل خلية كلفانية ؟

الجواب /

عند غمر لوح من الخارصين في محلول كبريتات النحاس فان لوح الخارصين يبدأ بالتآكل والاضمحلال ويصاحب ذلك زيادة في تركيز ايونات الخارصين ، وفي نفس الوقت يبدأ النحاس بالترسب في قعر الاناء ويبدأ اللون الازرق للمحلول بالاضمحلال نتيجة لنقصان تركيز ايونات النحاس في المحلول حتى يصبح عديم اللون . كما في التفاعل الاتي :-

$$\text{Zn}_{(s)} + \text{Cu}^{+2}\text{SO}_4^{-2}(\text{aq}) \longrightarrow \text{Zn}^{+2}\text{SO}_4^{-2}(\text{aq}) + \text{Cu}_{(s)}$$

ونلاحظ ان ايونات الكبريتات SO_4^{-2} لم تعان تغيراً في عدد تأكسدها (أي انها لم تشترك في التفاعل) لذا يمكن كتابة التفاعل أعلاه بالشكل المبسط الاتي :-

**خلية دانيال كلفانية**

خلية دانيال : هي خلية كهروكيميائية تتحول فيها الطاقة الكيميائية الى الطاقة الكهربائية وتمثل ابسط واشهر الخلايا الكهروكيميائية .

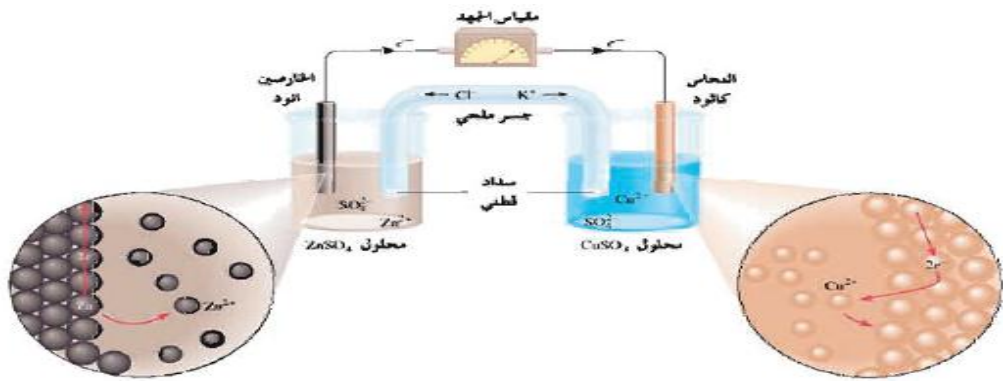
س / ماهي مكونات خلية دانيال الاساسية (خلية كهروكيميائية كلفانية) ؟

الجواب / تعتبر خلية دانيال من أشهر وابسط الخلايا الكلفانية ومكوناتها الأساسية هي :-

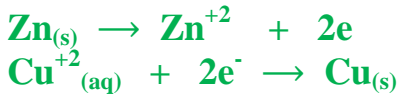
- 1- قطب الانود (القطب الموجب) : لوح من الخارصين Zn مغمور في محلول كبريتات الخارصين ZnSO_4 ويمثل نصف الخلية حيث يجري عنده عملية التأكسد ويكون مصدر للإلكترونات .
- 2- قطب الكاثود (القطب السالب) : لوح من النحاس Cu مغمور في محلول كبريتات النحاس (II) CuSO_4 ويمثل نصف الخلية الاخر حيث يجري عنده عملية الاختزال حيث يحدث فيه انتقال الإلكترونات من الانود الى الكاثود .
- 3- سلك خارجي يحدث فيه انتقال الإلكترونات من الانود الى الكاثود يربط اللوحين (الخارصين والنحاس) من الخارج .
- 4- **جسر ملحي :** هو عبارة عن انبوب زجاجي على شكل حرف U مقلوب يحتوي على محلول كتروليتي حامل لا يتغير كيميائياً خلال العملية يثبت بداخل الانبوب بمادة تدعى مادة الاكار .

عمل خلية دانيال :

يبدأ قطب الخارصين (القطب الموجب / الانود) بالتأكسد (الذوبان) فتتحول ذرات الخارصين Zn الى ايونات الخارصين Zn^{+2} وتنتقل الإلكترونات عبر السلك الخارجي الى قطب النحاس (القطب السالب / الكاثود) فتتحول ايونات النحاس Cu^{+2} الى ذرات النحاس Cu حيث يترسب النحاس على لوح النحاس وتسبب هذه العملية سريان التيار الكهربائي في الخلية وبصورة تلقائية وتصبح منتجة للتيار الكهربائي .



تفاعل خلية دانيال :



التفاعل العام للخلية هو :-



س/ كيف يمكنك اشتقاق معادلة نيرنست .

$$\Delta G = \Delta G^\circ + R \cdot T \ln \frac{[G]^g \times [H]^h}{[A]^a \times [B]^b} \dots\dots\dots (1)$$

$$\Delta G^\circ = -n F E^\circ_{\text{cell}} \dots\dots\dots (2)$$

$$\Delta G = -n F E_{\text{cell}} \dots\dots\dots (3)$$

وبتعويض المعادلات رقم (2) و (3) في المعادلة رقم (1) نحصل على :-

$$-n F E_{\text{cell}} = -n F E^\circ_{\text{cell}} + R \cdot T \ln \frac{[G]^g \times [H]^h}{[A]^a \times [B]^b} \dots\dots\dots (4)$$

وبقسمة المعادلة رقم (4) على (-n F) نحصل على المعادلة (5) :-

$$E_{\text{Cell}} = E^\circ_{\text{Cell}} - \frac{R \cdot T}{n \cdot F} \cdot \ln Q \dots\dots\dots (5)$$

وعند تعويض قيم (R = 8.314) و (T = 25°C = 298K) و (F = 96500) نحصل على معادلة نيرنست

$$E_{\text{Cell}} = E^\circ_{\text{Cell}} - \frac{0.026}{n} \cdot \ln Q \dots\dots\dots (5)$$

خلايا التحليل الكهربائي

التحليل الكهربائي: هي العملية التي يتم فيها استخدام الطاقة الكهربائية لجعل تفاعل الخلية الالكتروليتيية غير تلقائي ان يحدث .

أمثلتها: 1- خلية التحليل الكهربائي لمنصهر كلوريد الصوديوم . 2- خلية التحليل الكهربائي للماء .

خلية التحليل الكهربائي لمنصهر كلوريد الصوديوم**مكوناتها:**

تكون فيها الاقطاب مثل الكربون أو البلاتين مغمورة في منصهر كلوريد الصوديوم وعند حدوث عملية التحليل الكهربائي فان الاختزال يحدث على الكاثود حيث تختزل ايونات Na^+ فقط مكونة فلز الصوديوم Na ويمثل تفاعل نصف الخلية عند الكاثود كالآتي :-



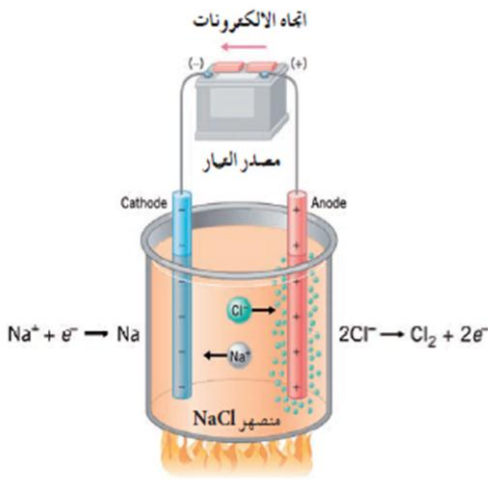
وعند الانود تحدث عملية التأكسد حيث تتأكسد ايونات الكلوريد Cl^- وعندها يتحررالكثرون الى الانود عند تكون ذرة الكلور المتعادلة .



ولموازنة الالكترونات يجب ان نضرب نصف تفاعل الاختزال (الكاثود) بالعدد (2) ، وتحذف الالكترونات من طرفي معادلات نصفي الخلية ، ثم يجمع تفاعلي نصف الخلية للحصول على التفاعل العام كالآتي :-



يجب ابقاء الصوديوم مفصلاً عن غاز الكلور حتى لا يتفاعلا تلقائي لتكوين NaCl مرة ثانية .

**خلايا الطلاء الكهربائي**

الطلاء الكهربائي: طريقة يستخدم بها التحليل الكهربائي لطلاء فلز معين بطبقة رقيقة من فلز آخر أو نفس الفلز . # له اهمية كبرى صناعية تتمثل في حماية المعادن من الصدأ أو التآكل أو الزخرفة كما هو الحال بطلاء معادن بالذهب أو الفضة .

مكونات خلايا الطلاء الكهربائي :-

1- قطب الانود : يتكون من الفلز النقي المراد الطلاء به مثل

فلز الفضة النقية و فلز الذهب النقي .

2- قطب الكاثود : يتكون من السطح المراد طلاؤه مثل ملعقة

الطعام أو شابهها .

3- محلول الخلية : يكون حاوياً على احد املاح الفلز النقي

المراد الطلاء به مثل نترات الفضة $AgNO_3$ أو نترات

الذهب $Au(NO_3)_3$ عندما يشكل الفضة أو الذهب الانود .

س / علام تعتمد جودة الطلاء الكهربائي ؟ (شروط الطلاء الكهربائي)

1- شدة التيار الكهربائي المستخدم تكون ضعيفة .

2- تركيز ايونات الفلز المراد الطلاء قليل .



قوانين فاراداي

قانون فاراداي الأول : تتناسب طردياً كتلة اي مادة تترسب على الكاثود أو تذوب من الانود أو تتحرر كغازات عند هذه الاقطاب مع كمية الكهرباء التي تمر خلال الخلية الكهربائية .

قانون فاراداي الثاني : تتناسب طردياً كتلة المواد المختلفة التي تترسب على الكاثود أو تذوب من الانود أو تتحرر كغازات عند هذه الاقطاب باستخدام نفس الكمية من الكهرباء مع الكتل المكافئة للمواد المختلفة .

البطاريات (النضاد)

* عادة ما تسمى الخلايا الكلفانية بالبطاريات وتصنف الى نوعين :-

1- بطاريات اولية : وهي البطاريات التي لا يمكن شحنها مثل الخلية الجافة .

2- بطاريات ثانوية : وهي البطاريات التي يمكن شحنها مثل بطارية الخزن الرصاصية .

ان البطاريات تتكون من جميع عدد من الخلايا الكلفانية تربط على التوالي . ويكون جهدها مساوياً لمجموع جهود الخلايا المتكونة منها .

أهم انواع البطاريات الشائعة

أولاً / بطارية الخزن الرصاصية

تتكون من مجموعة خلايا رصاصية كلفانية (ثلاث أو ست) تربط على التوالي جهد كل منها اكثر بقليل من 2V .

مكوناتها :-

1- قطب الانود : يتكون من الرصاص (Pb) .

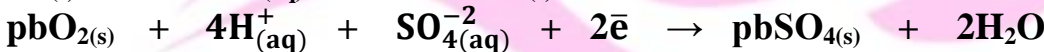
2- قطب الكاثود : يتكون من اوكسيد الرصاص PbO₂

3- محلول الخلية : هو المحلول الالكتروليتي يتكون من حامض الكبريتيك H₂SO₄ المركز يغمر فيه القطبين وله كثافة تتراوح من (1.2g/ml) الى (1.3g/ml) عند بداية الشحن .

تفاعلاتها :-



التفاعل عند الانود



التفاعل عند الكاثود يختزل (PbO₂)



التفاعل العام للخلية

عملها :-

* عند استمرار عمل الخلية تترسب كبريتات الرصاص PbSO₄ بشكل مسحوق ابيض على القطبين ويستهلك حامض الكبريتيك الموجود بشكل متاين فتزداد كمية الماء مما يؤدي الى انخفاض كثافة المحلول الحامض .

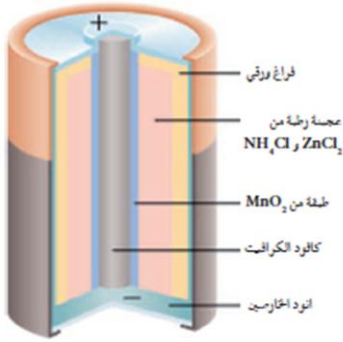
س / عدد اهم مميزات (مواصفاتها) بطارية الخزن الرصاصية ؟

1- يمكن اعادة شحنها وذلك بامرار تيار كهربائي خارجي لعكس تفاعل الخلية .

2- تستعمل في تشغيل السيارات وكثيراً من المعدات الكهربائية والصناعية .

3- تعمل في وسط حامضي .

4- جهدها 6V أو 12V .

**ثانياً / الخلية الجافة (خارصين - كاربون)**

هي الخلية المتكونة من وعاء من الخارصين يعمل كاثود مملوء بمعجون رطب من MnO_2 وكلوريد الامونيوم NH_4Cl حيث تتأكسد ذرات الخارصين وتمثل الانود ، و كاربون (كرافيت) يمثل الكاثود .

سؤال / مم تتكون انود وكاثود البطارية الجافة ؟ اكتب تفاعلات نصفي الخلية وتفاعلها العام واهم مميزاتها .

الجواب :

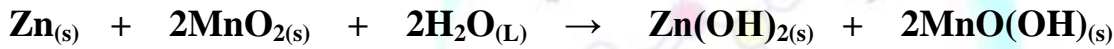
الانود / عبارة عن وعاء من الخارصين مملوء بمعجون رطب من MnO_2 و كاربون كرافيت وكلوريد الامونيوم NH_4Cl .



الكاثود / كاربون (كرافيت) .



وتنتقل الالكترونات داخل الخلية بواسطة الكاربون (وهو الكاثود) حيث عنده يختزل MnO_2 بوجود الماء .

التفاعل العام للخلية**مميزاتها (مواصفاتها) :**

- 1- غير قابلة للشحن .
- 2- جهداها 1.48 V .
- 3- تستخدم في اجهزة الراديو والحاسوب وغيرها .

تطبيقات فقط

الشروط والمواصفات الواجب توفرها بالتغطية الفلزية المطبقة على السطوح باستخدام الطرق الكهروكيميائية :-

أولاً / التصاق طبقة الطلاء .

لكي تكون طبقة الطلاء ملتصقة ومتماسكة مع سطح الفلز المراد تغطيته يجب ان يكون سطح الفلز متحرراً من اي طبقة فاصلة او عازلة كالشحوم ونواتج التآكل **ويمكن ذلك بعدة طرق اهمها :-**

- 1- **التنظيف الكيميائي :** عملية تخليل لهذه السطوح عن طريق معالجتها بالأحماض المعدنية الساخنة ويسبق هذه العملية ازالة الشحوم ان وجدت بواسطة مذيب عضوي مثل رابع كلوريد الكربون CCl_4 وثنائي كلوريد الايثان $C_2H_4Cl_2$.
- 2- **التنظيف الميكانيكي :** يتم معالجة السطح بمجموعة متدرجة من اوراق الصنفرة لغرض تنظيفه بشكل كامل الا **ان هذه الطريقة تمتاز ببعض العيوب هي :-**

أ / تؤدي الى حدوث تشوهات في سطح الفلز .
ب / قد تتداخل بعض حبيبات اوراق الصنفرة مع جسم الفلز وهذه المناطق لا تتماسك مع طبقة الطلاء وبالتالي تؤدي الى نتيجة عكسية .

ثانياً / تماسك طبقة الطلاء .

طبقة الطلاء الجيدة هي التي تكون متماسكة مع بعضها البعض وتعتمد على تماسك حبيبات الطلاء التي بدورها **تعتمد على :-**

- 1- **تركيز الالكترونات :** يعتبر الوسط الذي يوفر الايونات الناقلة للفلز المترسب ويجب ان يكون تركيزه قليل .
- 2- **كثافة التيار :** ان زيادة كثافة التيار تؤدي الى تفكك الطلاء لذا يجب ان تكون شدة التيار الكهربائي المستخدم ضعيفة .
- 3- **درجة الحرارة :** عند استخدام درجة حرارة عالية يؤدي الى تفكك الطلاء لذا يجب ان تكون درجة الحرارة مناسبة لحدوث الطلاء .
- 4- **استخدام مواد عضوية غروية :** مثل الغراء والجلاتين حيث يساعد في تحسين تماسك طبقة الطلاء ان هذه المواد تستهلك اثناء عملية الطلاء والسبب يعود الى كتلتها المولية العالية والتي بدورها يكون لها ميل للاستقرار في السطوح الفاصلة مما يساعد في ملء الاسطح وجعلها متساوية ويعود لها السبب بكونها تعطي طبقة طلاء ناعمة .

