

عزيزي الطالب :

بعد النجاح الذي حققته المراجعة المركزة في الاعوام الثمانية الماضية من 2018 ولغاية 2025 وحصولها على المركز الاول وبدرجة لم تقل عن 95 درجة (عدا الترك) ولكافة الادوار لداخل وخارج القطر والتمهيدي تأتي اليوم بحلتها الجديدة (الطبعة التاسعة 2026) وبترتيب وشمولية اكثر في انتقاء واختيار الاسئلة والمواضيع المناسبة للمراجعة ، وهي عبارة عن خلاصة للمواضيع وتوضيح الافكار وعدم تكرار الاسئلة المتشابهة ويمكن للطلاب الاعتماد عليها في فترة المراجعة الثانية او ليلة الامتحان اما في المراجعة الاولى فيفضل الاعتماد على الكتاب المنهجي المقرر او على الملزمة النموذجية وان يقرأ المادة قراءة شاملة كما يمكن الاعتماد عليها في مراجعة المادة في امتحان نصف السنة ومن حيث النسبة فهي تقريبا 34 % من الملزمة الاصلية (النموذجية في الكيمياء) ، ولا تعتبر المراجعة المركزة مرشحات للأسئلة ، انما هي مرشحات للمواضيع والافكار ، اي قد لا يأتي السؤال الوزاري نصاً لكن بنفس الفكرة مع تغير بالمطلوب او في الأرقام احياناً ، كما وتم وضع عدة اسئلة للاختبار (سؤال واجب) بعد الاسئلة المحلولة ومشابهة لها من حيث الفكرة وطريقة الحل ، ويفضل اخذ النسخة الاصلية والملونة والصادرة عن دار المشرق للطباعة لكونها النسخة المميزة في الدقة والوضوح والمتوفرة لدى كافة المكاتب في بغداد وفي جميع المحافظات ، وننوه هنا الى اصداراتنا الاخرى في الكيمياء والمتوفرة حالياً في جميع المكاتب والتمثلة في الملزمة النموذجية في الكيمياء للسادس العلمي بالجزئين الاول والثاني وملزمة الضمان في الحلول الوزارية وملزمة الكلاميات في الكيمياء ، وادناه تفاصيل الدرجات للسنوات الستة الماضية .

اهداء: الى معلمي الاول في الحياة والذي رحمة الله ، الى نبع الحنان والدتي رحمها الله ، اهدي لهما ثواب جهدي المتواضع هذا وهو اقل العطاء والعرفان بحقهما .

والله ولي التوفيق

السادس العلمي					العام الدراسي
الدور 2 تكميلي	الدور الثالث	الدور الثاني	الدور الاول	التمهيدي	
--	98	95	94	100	2018
--	100	97	97	100	2019
--	100	100	100	100	2020
--	--	100	100	100	2021
100	--	100	100	100	2022
100		100	100	100	2023
	100	100	100	100	2024
	100	100	100	100	2025

الفصل الأول - علم الترموداينمك

علم الترموداينمك : هو علم يهتم بدراسة الطاقة وتحولاتها ويهدف نحو تحويل اكبر قدر ممكن من الطاقة الحرارية الناتجة من احتراق الوقود الى انواع اخرى من الطاقات .

ماهي الظواهر التي يفسرها علم الترموداينمك ؟

- ج / 1) سبب حدوث التفاعلات الكيميائية.
- 2) التنبؤ بحدوث التغيرات الكيميائية والفيزيائية .
- 3) حدوث بعض التفاعلات تلقائيا واخرى لا تحدث بشكل تلقائي وبنفس الظروف .
- 4) سبب حدوث الطاقة المصاحبة للتفاعلات الكيميائية .

ماهي اقسام الطاقة الرئيسية ؟

- ج / 1) الطاقة الكامنة (المخزونة في جميع انواع الوقود)
- 2) الطاقة الحركية (اي الطاقة في الاجسام المتحركة كالماء المتحرك) .

بعض المصطلحات الترموداينمكية :

- 1) **النظام:** هو جزء معين من الكون نهتم بدراسته يتكون من المادة او المواد المشتركة في حدوث تغيرات فيزيائية وكيميائية .
- 2) **الحد :** وهي الحدود التخيلية او الحقيقية التي تفصل النظام عن المحيط .
- 3) **المحيط :** كل ما يحيط بالنظام ويؤثر عليه من تغيرات فيزيائية وكيميائية .

انواع الانظمة :

- 1) **النظام المفتوح :** وهو النظام الذي تسمح حدوده بتبادل مادة النظام وطاقته مع المحيط ، مثال اناء معدني مفتوح يحتوي على ماء مغلي .

2) **النظام المغلق:**

- وهو النظام الذي تسمح حدوده بتبادل الطاقة فقط ولا تسمح بتبادل مادة النظام مع المحيط ، مثال اناء معدني مغلق يحتوي على ماء مغلي .

3) **النظام المعزول :**

- وهو النظام الذي لا تسمح حدوده بتبادل المادة و الطاقة مع المحيط ، مثال الترموس .

خواص النظام: وهي التغيرات الفيزيائية للنظام التي من الممكن قياسها وملاحظتها ، مثال عدد المولات والحالة الفيزيائية للمواد في النظام والحجم والضغط ودرجة الحرارة .

بعض التعاريف والقوانين المهمة:

السعة الحرارية:

(وهي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة m مقدارها بالغم $\{m(g)\}$ من اي مادة درجة سيليزية واحدة وهي من الخواص الشاملة ووحدتها J/C^0) .

الحرارة النوعية c_p :

(هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة غرام واحد $(1g)$ من اي مادة درجة سيليزية واحدة وهي من الخواص المركزة ووحدتها هي $(J/g.C^0)$) .

القوانين المهمة: $q = \zeta \times m \times \Delta T$ $C = \zeta \times m$ $q = C \times \Delta T$ $\Delta T = T_f - T_i$

مثال 1/ ما مقدار الحرارة الناتجة من تسخين قطعة من الحديد كتلته (870g) من $5C^0$ الى $95C^0$ علما ان الحرارة النوعية للحديد $0.45J/g.C^0$ ؟

$$\Delta T = T_f - T_i = 95 - 5C^0 = 90C^0 \quad (1) \text{ نجد } \Delta T$$

$$q = \zeta \times m \times \Delta T = 0.45J/g.C^0 \times 870g \times 90C^0 = 35235 J \quad (2) \text{ نجد } q$$

سؤال 14/ من حبيبات ذهب امتصت $276 J$ من الحرارة عند تسخينها , فإذا علمت ان الحرارة الابتدائية كانت $25C^0$ احسب درجة الحرارة النهائية اتي سخنت اليها , اذا علمت ان الحرارة النوعية للذهب $0.13 J/g.C^0$.

$$q = \zeta \times m \times \Delta T \quad (1) \text{ نجد } \Delta T$$

$$276 J = 0.13 J/g.C^0 \times 4.5g \times \Delta T \Rightarrow \Delta T = 471.8C^0$$

$$\Delta T = T_f - T_i \Rightarrow 471.8C^0 = T_f - 25C^0 \Rightarrow T_f = 496.8 C^0 \quad (2) \text{ نجد } T_f$$

تمرين 1/ تغيرت درجة حرارة قطعة من المغنيسيوم كتلتها $10g$ من $25C^0$ الى $45C^0$ مع اكتساب حرارة مقدارها $205J$ احسب الحرارة النوعية لقطعة المغنيسيوم .

$$\Delta T = T_f - T_i = 45 - 25C^0 = 20C^0 \quad (1) \text{ نجد } \Delta T$$

$$q = \zeta \times m \times \Delta T \Rightarrow 205J = \zeta \times 10g \times 20C^0 \Rightarrow \zeta = 1.025J/g.C^0 \quad (2) \text{ نجد } \zeta$$

دالة الحالة :

هي تلك الخاصية او الكمية التي تعتمد على الحالة الابتدائية للنظام قبل التغير، والحالة النهائية للنظام بعد التغير بغض النظر عن المسار الذي تم من خلاله التغير، مثال الانثاليبي ، الانتروبي ، طاقة كبس الحرة .

دالة المسار :

وهي الدالة التي تعتمد على المسار والخطوات وتغير قيمها بتغير ظروف التجربة مثال الحرارة والشغل .

الكيمياء الحرارية :

وهي علم يختص بدراسة الحرارة الممتصة او المنبعثة (المتحررة) نتيجة التغيرات الفيزيائية والتفاعلات الكيميائية اي حساب او دراسة الانثاليبي .

الخواص العامة للمواد :

(1) الخواص الشاملة :

وهي تشمل جميع الخواص التي تعتمد على كمية المادة الموجودة في النظام ، مثال: الانثاليبي ، الانتروبي ، طاقة كبس الحرة ، السعة الحرارية .

(2) الخواص المركزة :

وهي الخواص التي لا تعتمد على كمية المادة الموجودة في النظام ، مثال: الكثافة ، الحرارة النوعية ، درجة الحرارة ، الضغط ، جهد الخلية E_{Cell} .

حرارة التفاعل (التغير في الانثاليبي)

هي دالة حالة ترموداينمكية وخاصة شاملة لانها تعتمد على كمية المادة الموجودة في النظام وتمثل كمية الحرارة الممتصة او المتحررة المقاسة بثبوت الضغط .

المسعر: وهو جهاز يستخدم لقياس انثاليبي التفاعل الممتصة او المتحررة في التفاعل الكيميائي عند ثبوت الضغط .

س/ اذا تم حرق 3g من مركب الهيدرازين N_2H_4 كتلته المولية ($M = 32 g/mol$) في مسعر مفتوح يحتوي على 1000g من الماء (الحرارة النوعية للماء $4.2 J/g.C^0$) فان درجة الحرارة ترتفع من $24.6C^0$ الى $28.2C^0$ احسب الحرارة المتحررة نتيجة الاحتراق والانثاليبي لاحتراق 1mol من الهيدرازين بوحدة KJ/mol على افتراض ان السعة الحرارية للمسعر مهملة .

الحل:

$$\Delta T = T_f - T_i = 28.2C^0 - 24.6C^0 = 3.6C^0 \quad (1) \text{ نجد } \Delta T$$

$$q = \varsigma \times m \times \Delta T = 4.2 J/g.C^0 \times 1000g \times 3.6C^0 = 15120 J \quad (2) \text{ نجد } q$$

$$q = -15120J \quad (3) \text{ بما انه مسعر يعني باعث :}$$

$$n = \frac{m(g)}{M(\frac{g}{mol})} = \frac{3g}{32\frac{g}{mol}} = 0.094mol \quad (4) \text{ نجد عدد المولات الهيدرازين:}$$

(5) نجد الحرارة المتحررة (q) من احتراق 1mol من الهيدرازين :

$$q = \frac{q(J)}{n(mol)} = \frac{-15120J}{0.094mol} = -160851 \frac{J}{mol} \quad (\text{او بطريقة النسبة والتناسب})$$

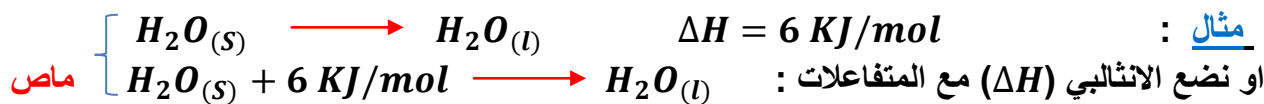
$$\Delta H = q_p = -160851 \frac{J}{mol} \quad (6) \text{ نجد الانثاليبي } \Delta H : (\text{بثبوت الضغط})$$

$$\Delta H(KJ/mol) = \Delta H \frac{J}{mol} \times \frac{1(KJ)}{1000(J)} \quad (7) \text{ نجد الانثاليبي } \Delta H \text{ بوحدة } KJ :$$

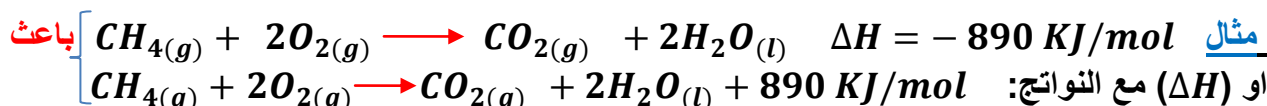
$$\Delta H(KJ/mol) = -160851 \frac{J}{mol} \times \frac{1(KJ)}{1000(J)} = -161 \left(\frac{KJ}{mol}\right)$$

المعادلة الكيميائية الحرارية : المعادلة الحرارية يجب ان تبين لنا الاتي :

(1) اشارة (ΔH) فاذا كانت اشارتها موجبة (+) فالتفاعل الكيميائي او التغير الفيزيائي **ماص** للحرارة ،



اما اذا كانت اشارتها سالبة (-) فالتفاعل الكيميائي او التغير الفيزيائي **باعث** للحرارة ،



(2) يجب ذكر الحالة الفيزيائية للمواد المتفاعلة والنتيجة للتفاعل الكيميائي والتغير الفيزيائي ، **علل** .
ج/ لان كمية الحرارة الممتصة او المتحررة تتغير بتغير الحالة الفيزيائية لمواد التفاعل .

(3) عند عكس تفاعل كيميائي او تغير فيزيائي فان اشارة ΔH تعكس ايضاً دون ان تتغير قيمتها .

(4) عند ضرب او قسمة طرفي المعادلة برقم معين فيجب ان تجري نفس العملية على ΔH .

انواع الانثاليات

(1) **انثالي التكوين القياسية ΔH_f^0** : وهي الحرارة اللازمة (ممتصة او منبعثة) لتكوين مول واحد من اي مركب من عناصره الاساسية المتواجدة وبأثبت صورها في الظروف القياسية $25C^0$ و ضغط $1atm$.

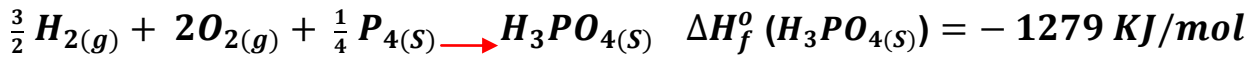
شروطها : يتكون مول واحد من المادة ، من عناصره الاساسية ، وبأثبت صورة .

وعند تحقق هذه الشروط الثلاثة فإن: $\Delta H_f^0 = \Delta H_r^0$

امثلة للعناصر الاثبت صورة :

P_4 الفسفور صلب	$C_{graphite}$ - كاربون كرافيت	Fe - صلب	Hg - سائل	H_2 - غاز
	$S_{rhombic}$ - كبريت معيني	Al - صلب	Mg - صلب	O_2 - غاز

مثال لمعادلات التكوين لحمض الفسفوريك :



س/ **نلاحظ دائماً ظهور كسور في المعادلة الحرارية ، علل ذلك ؟**

ج/ بسبب كتابة المعادلة الكيميائية التي تمثل تكوين مول واحد من المركب المراد تكوينه .

س/ **ما هي العلاقة بين ΔH_f^0 و ΔH_r^0 ؟**

ج/ $\Delta H_f^0 = \frac{\Delta H_r^0}{n_{\text{المتكونة}}}$ (حيث n عدد المولات المتكونة من المعادلة)

مثال 3/ اذا علمت ان انثالي التكوين القياسية للبنزين C_6H_6 تساوي $(C_6H_6) = 49 \text{ KJ/mol}$ ، اكتب المعادلة الكيميائية الحرارية للتفاعل بحيث تكون ΔH_f^0 مساوية الى $\Delta H_f^0 (C_6H_6)$.



انثالي الاحتراق القياسية ΔH_c^0 :

وهي الحرارة المتحررة من حرق مول واحد من اي مادة حرقاً تاماً مع الاوكسجين عند الظروف القياسية من درجة حرارة $25C^0$ و ضغط $1atm$.

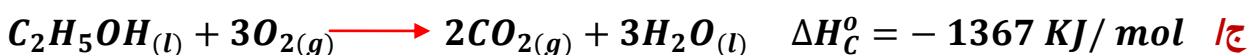
شروطها : لها ثلاث شروط ، يحترق مول واحد من المادة (عنصر او مركب) - حرق تام مع O_2 - في الظروف القياسية ، وعند تحقق الشروط الثلاثة فإن : $\Delta H_r^0 = \Delta H_c^0$

ملاحظات مهمة :

- تشمّل تفاعلات الاحتراق حرق المواد (الوقود) والعناصر مع O_2 .
- لانثالي الاحتراق ΔH_c^0 اشارة سالبة (-) دائماً لانها باعثة للحرارة .
- حرق المركبات العضوية ينتج دائماً غاز CO_2 والماء السائل H_2O اما حرق العناصر فينتج اكاسيدها .
- عند موازنة تفاعلات الاحتراق للمركبات العضوية نبدأ بالكاربون C ثم الهيدروجين H ثم الاوكسجين O
- العلاقة التي تربط بين ΔH_r^0 و ΔH_c^0 هي : $\Delta H_c^0 = \frac{\Delta H_r^0}{n_{\text{المحترقة}}}$

مثال 5/ اكتب المعادلة الكيميائية الحرارية لحرق الكحول الايثيلي السائل $(C_2H_5OH(l))$ اذا علمت ان

$$\Delta H_c^0 (C_2H_5OH(l)) = - 1367 \text{ KJ/mol}$$



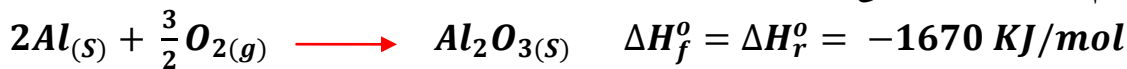
سؤال 20/ احسب التغير في انثالبي التكوين القياسية $\Delta H_f^\circ (Al_2O_3)$ والتغير في انثالبي الاحتراق القياسية (Al) ΔH_c° في التفاعل الآتي:



ج/

(1) نجد Δ_f° لـ (Al_2O_3) يحل السؤال بطرق ثلاث:

• نقسم المعادلة اعلاه على العدد 2 :



• او نستخدم العلاقة الآتية : $\Delta H_f^\circ = \frac{\Delta H_r^\circ}{n \text{ المتكونة}} = \frac{-3340 \text{ kJ}}{2 \text{ mol}} = -1670 \text{ KJ/mol}$

• او من قانون المجموع $\sum \Delta H_r^\circ = \sum n\Delta H_f^\circ (\text{products}) - \sum n\Delta H_f^\circ (\text{reactants})$

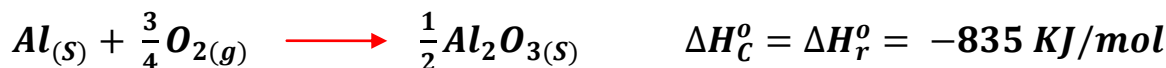
$$\Delta H_r^\circ = [2\Delta H_f^\circ(Al_2O_{3(s)})] - [4\Delta H_f^\circ(Al_{(s)}) + 3\Delta H_f^\circ(O_{2(g)})]$$

$$-3340 = [2\Delta H_f^\circ(Al_2O_{3(s)})] - [4(0) + 3(0)]$$

$$\Delta H_f^\circ = -1670 \text{ KJ/mol}$$

(2) نجد Δ_c° لـ (Al) : يحل بطريقتين:

• نقسم المعادلة الاصلية على العدد 4 لكي يحترق مول واحد من الالمنيوم :



• او نستخدم العلاقة الآتية: $\Delta H_c^\circ = \frac{\Delta H_r^\circ}{n \text{ المحترقة}} = \frac{-3340 \text{ kJ}}{4 \text{ mol}} = -835 \text{ KJ/mol}$

انثالبي التغيرات الفيزيائية : $\Delta H_{fus} = -\Delta H_{cryst}$ و $\Delta H_{vap} = -\Delta H_{cond}$

مثال 6/ اذا علمت ان انثالبي التبخر للامونيا تساوي 23 KJ/mol . احسب انثالبي التكثيف للامونيا.

ج/

نكتب معادلة التبخر للامونيا : $\Delta H_{vap} = 23 \text{ KJ/mol}$ $NH_{3(l)} \xrightarrow{vap} NH_{3(g)}$

لتكثيف عكس التبخر: $\Delta H_{cond} = \Delta H_{vap} = -23 \text{ KJ/mol}$ $NH_{3(g)} \xrightarrow{cond} NH_{3(l)}$

طرائق حساب انثالبي التفاعل القياسية ΔH_r°

(1) طريقة استخدام قانون هيس:

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

اهميتة: حساب ΔH_r° لبعض التفاعلات التي لا يمكن قياس الانثالبي لها بصورة مباشرة .

س/ هناك حقيقة يعتمد عليها قانون هيس ، ما هي ؟

ج/ هي ان ΔH_r° هي دالة حالة اي انها تعتمد على الحالة الابتدائية والحالة النهائية للنظام فقط ولا تعتمد على المسارات التي يسلكها التفاعل للتحويل من المواد المتفاعلة الى المواد الناتجة .

مثال 7/ احسب انثالبي التكوين القياسية للمركب $CS_2(l)$ من عناصره الاساسية باثبت صورها .

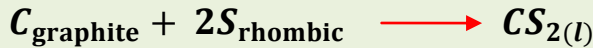


إذا اعطيت المعادلات الحرارية الاتية :

- 1) $C_{\text{graphite}} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \quad \Delta H_r^\circ = -394 \text{ KJ/mol}$
- 2) $S_{\text{rhombic}} + O_{2(g)} \longrightarrow SO_{2(g)} \quad \Delta H_r^\circ = -296 \text{ KJ/mol}$
- 3) $CS_2(l) + 3O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + 2SO_{2(g)} \quad \Delta H_r^\circ = -1072 \text{ KJ/mol}$

ج/ المعادلة (1) تبقى كما هي ، المعادلة (2) تضرب بالعدد 2 ، المعادلة (3) تعكس وكالاتي :

- 1) $C_{\text{graphite}} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \quad \Delta H_r^\circ = -394 \text{ KJ/mol}$
- 2) $2S_{\text{rhombic}} + 2O_{2(g)} \longrightarrow 2SO_{2(g)} \quad \Delta H_r^\circ = -592 \text{ KJ/mol}$
- 3) $CO_{2(g)} + 2SO_{2(g)} \longrightarrow CS_2(l) + 3O_{2(g)} \quad \Delta H_r^\circ = +1072 \text{ KJ/mol}$



بالجمع

وحيث ان ΔH_f° هي نفسها ΔH_r° اي:

$$\Delta H_f^\circ (CS_2(l)) = -394 \text{ KJ} + (-592 \text{ KJ}) + 1072 \text{ KJ} = 86 \text{ KJ/mol}$$

سؤال 35/ إذا علمت ان انثالبي احتراق كل من غاز CO ، H_2 ، CH_3OH بوحدة KJ/mol هي على التوالي : (-284 ، -286 ، -727) احسب ΔH_r° باستخدام قانون هيس للتفاعل الاتي:



ج/ كتابة معادلات الاحتراق للغازات الثلاثة (وبشرط احتراق مول واحد من المادة مع الاوكسجين وكالاتي:

- 1) $CO_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \quad \Delta H_r^\circ = -284 \text{ KJ/mol}$ **تبقى كما هي**
- 2) $H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(l)} \quad \Delta H_r^\circ = -286 \text{ KJ/mol}$ **تضرب بـ 2**
- 3) $CH_3OH_{(g)} + \frac{3}{2}O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)} \quad \Delta H_r^\circ = -727 \text{ KJ/mol}$ **تعكس**

وبعد اجراء التغييرات اعلاه ، تصبح المعادلات كالاتي :

- 1) $CO_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \quad \Delta H_r^\circ = -284 \text{ KJ/mol}$
- 2) $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(l)} \quad \Delta H_r^\circ = -572 \text{ KJ/mol}$
- 3) $CO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)} \longrightarrow CH_3OH_{(g)} + \frac{3}{2}O_{2(g)} \quad \Delta H_r^\circ = +727 \text{ KJ/mol}$



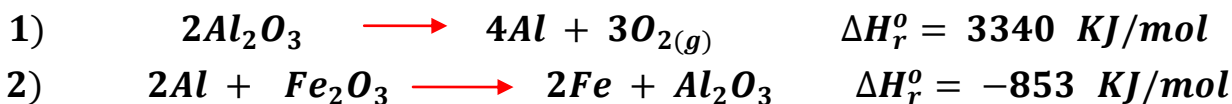
$$\Delta H_r^\circ = -284 + (-572) + 727 = -129 \text{ KJ}$$

بالجمع:

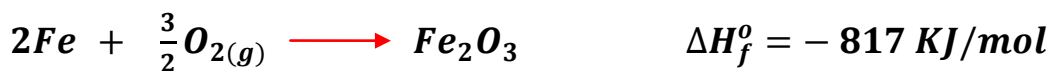
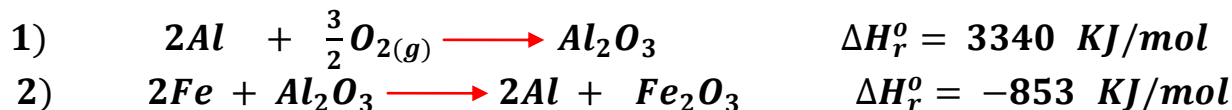
س/ جد ΔH_f° لـ Fe_2O_3 من انثالبي التفاعلات الاتية:

- 1) $2Al_2O_3 \longrightarrow 4Al + 3O_{2(g)} \quad \Delta H_r^\circ = 3340 \text{ KJ/mol}$
- 2) $2Al + Fe_2O_3 \longrightarrow 2Fe + Al_2O_3 \quad \Delta H_r^\circ = -853 \text{ KJ/mol}$





عكس المعادلة الاولى والقسمة على 2 وعكس المعادلة الثانية :

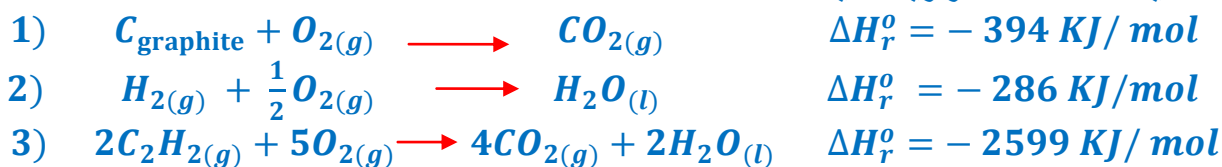


(سؤال واجب)

احسب انثالبي التكوين القياسية للاستيلين $C_2H_2(g)$ من عناصره الاساسية .



اذا اعطيت المعادلات الحرارية الاتية :



(2) طريقة استخدام قيم انثالبي التكوين القياسية ΔH_f° :

ويمكن حساب ΔH_r° من العلاقة الاتية:

$$\Delta H_r^\circ = \sum n\Delta H_f^\circ (\text{products}) - \sum n\Delta H_f^\circ (\text{reactants})$$

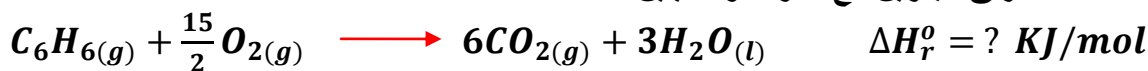
تمرين 9 / يحترق البنزين (C_6H_6) في الهواء ليعطي ثنائي اوكسيد الكربون والغاز والماء السائل احسب

$\Delta H_f^\circ (H_2O(l)) = -286 \text{ KJ/mol}$: ΔH_r° لهذا التفاعل اذا علمت ان :

$\Delta H_f^\circ (CO_{2(g)}) = -394 \text{ KJ/mol}$ و $\Delta H_f^\circ (C_6H_6) = 49 \text{ KJ/mol}$

ج

نكتب معادلة احتراق البنزين مع غاز الاوكسجين:



$$\Delta H_r^\circ = \sum n\Delta H_f^\circ (\text{products}) - \sum n\Delta H_f^\circ (\text{reactants})$$

$$\Delta H_r^\circ = [6\Delta H_f^\circ (CO_{2(g)}) + 3\Delta H_f^\circ (H_2O(l))] - [\Delta H_f^\circ (C_6H_6) + \frac{15}{2}\Delta H_f^\circ (O_{2(g)})]$$

$$\Delta H_r^\circ = [6(-394) + 3(-286)] - [49 + 0]$$

$$\Delta H_r^\circ = [-2364 - 858] - [49]$$

$$\Delta H_r^\circ = -3271 \text{ KJ/mol}$$

س / في مسعر حراري وضع 2.6g من الاستيلين C_2H_2 ($M = 26 \text{ g/mol}$) فوجد ان كمية الحرارة المنبعثة من الاحتراق تساوي 130KJ. احسب انثالبي التكوين القياسية للاستيلين اذا علمت ان

$\Delta H_f^\circ (CO_{2(g)}) = -393.5 \text{ KJ/mol}$ و $\Delta H_f^\circ (H_2O(l)) = -286 \text{ KJ/mol}$

ج

$$n = \frac{m(g)}{M(\frac{g}{mol})} = \frac{2.6 g}{26 \frac{g}{mol}} = 0.1 mol \quad (1) \text{ نجد } n(mol)$$

(2) نجد المتحررة من احتراق مول واحد من C_2H_2 :

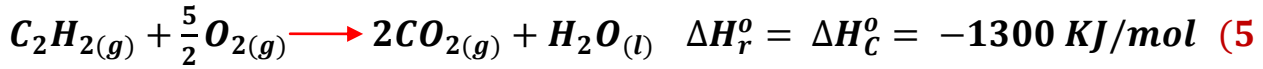
$$q = \frac{q(kJ)}{n(mol)} = \frac{130 kJ}{0.1 mol} = 1300 KJ/mol$$

(3) بما التفاعل في مسعر فإن q تكون سالبة:

$$q = -1300 KJ/mol$$

(4) بما التفاعل في مسعر مفتوح فإن

$$\Delta H = q_p = -1300 KJ/mol$$



(6) نجد ΔH_f^o للاستيلين من ΔH_r^o :

$$\Delta H_r^o = \sum n\Delta H_f^o(\text{products}) - \sum n\Delta H_f^o(\text{reactants})$$

$$\Delta H_r^o = [2\Delta H_f^o(CO_2(g)) + \Delta H_f^o(H_2O(l))] - [\Delta H_f^o(C_2H_2) + \frac{5}{2}\Delta H_f^o(O_2(g))]$$

$$-1300 = [2(-393.5) + (-286)] - [\Delta H_f^o(C_2H_2) + 3(0)]$$

$$-1300 = [-787 - 286 - \Delta H_f^o(C_2H_2)]$$

$$\Delta H_f^o(C_2H_2) = +227 KJ/mol$$

العمليات التلقائية :

هي اي عملية فيزيائية او كيميائية يمكن ان تحدث من تلقاء نفسها عند ظروف معينة دون تأثير من اي عامل خارجي ، مثال تمدد الغاز تلقائياً في الاناء المفرغ من الهواء وسقوط الماء من اعلى الشلال .

س/ ما هو السبب الذي يجعل بعض العمليات تحدث تلقائياً ؟

ج/ وذلك لان جميع العمليات التلقائية يرافقها انخفاض في طاقة النظام الكلية اي الطاقة النهائية اقل من الطاقة الابتدائية للنظام ، وهذا مثلاً هو السبب في انتقال الحرارة من الجسم الساخن الى الجسم البارد و سقوط الماء من اعلى الشلال .

الانتروبي:

وهي دالة حالة ترموداينمكية تعتبر مقياس درجة اللانظام للنظام (العشوائية) ، ويرمز لها بالرمز S .

ملاحظة: تحدث الزيادة في انتروبي النظام نتيجة الزيادة في طاقة التشتت .

العمليات التي تزداد فيها الانتروبي (ΔS موجبة +) :

(1) الانصهار: س/ تزداد الانتروبي في عملية الانصهار ، علل ذلك ؟

ج/ وذلك لان الذرات او الجزيئات في الحالة الصلبة تكون محصورة في مواقع ثابتة ، وعند الانصهار تبدأ هذه الذرات او الجزيئات بالحركة خارج الشبكة البلورية مما يزيد العشوائية .

(2) التبخير: س/ تزداد الانتروبي في عملية التبخر ، علل ذلك ؟

ج/ بسبب ان الذرات والجزيئات في الطور الغازي تنتشر بشكل عشوائي اكثر لملئ فراغات جميع الحيز الذي تتواجد فيه . (ولنفس السبب تزداد في عملية التسامي) .

(3) الذوبان : س/ تزداد الانتروبي في عملية الذوبان للمواد الصلبة ، علل ؟

- ج/ وذلك بسبب تكسر النظام الهيكلي المنتظم للمذاب والمذيب اي بسبب :
 (1) عملية تكوين المحلول (خلط المذاب مع المذيب) (2) تفكك المركب الصلب الى ايونات .

(4) التسخين : س/ تزداد انتروبي النظام بالتسخين ، علل ؟

- ج/ وذلك لان عملية التسخين تؤدي الى :
 (1) زيادة الحركات الانتقالية والدورانية والاهتزازية للجزيئات
 (2) زيادة انواع الطاقات المرتبطة جميعها بالحركة الجزيئية

- ملخص: (1) تزداد الانتروبي (ΔS +) في : الانصهار - التبخر - الذوبان - التسخين - التسامي - التفكك .
 (2) تقل الانتروبي (ΔS -) في : الانجماد - التكثيف - الترسيب - التبريد .

مثال 9/ تنبأ فيما اذا كان التغير في الانتروبي ΔS اكبر او اقل من الصفر للعمليات الاتية :

- (أ) تجمد كحول الاثيل
 (ب) تبخر سائل البروم
 (ج) ذوبان الكلوكوز في الماء
 (هـ) تسخين غاز H_2 من $20C^0$ الى $80C^0$.

- ج/ (أ) بما ان عملية الانجماد تحول الكحول السائل الى الصلب الذي تكون فيه الجزيئات اكثر انتظاماً $\Delta S < 0$.
 (ب) تحول البروم السائل الى البخار يزيد من عشوائية الجزيئات وبالتالي فالتغير في الانتروبي $\Delta S > 0$.
 (ج) انتشار جزيئات الكلوكوز الصلب في الماء يؤدي الى زيادة العشوائية اي التغير في الانتروبي $\Delta S > 0$
 (د) يزيد التسخين من عشوائية النظام اي يزيد من الانتروبي (موجبة +) او ($\Delta S > 0$) .

حساب الانتروبي القياسية للتفاعلات الكيميائية ΔS_r^0 :

$$\Delta S_r^0 = \sum nS^0 (\text{products}) - \sum nS^0 (\text{reactants}) \quad \text{تحسب من العلاقة:}$$

مثال 10/ احسب ΔS_r^0 للتفاعل التالي $2CO_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)}$ اذا علمت ان:

$$S^0(CO) = 198 \text{ J/K.mol} , S^0(O_2) = 205 \text{ J/K.mol} , S^0(CO_2) = 214 \text{ J/K.mol}$$

$$\begin{aligned} \Delta S_r^0 &= \sum nS^0 (\text{products}) - \sum nS^0 (\text{reactants}) \\ \Delta S_r^0 &= [2S^0(CO_2)] - [2S^0(CO) + S^0(O_2)] \\ \Delta S_r^0 &= [2 \times 214] \text{ J/K.mol} - [2 \times 198 + 205] \text{ J/K.mol} \\ \Delta S_r^0 &= 428 - 396 - 205 = -173 \text{ J/K.mol} \end{aligned}$$

طاقة كبس الحرة:

تعريفها: وهي دالة حالة ثرموداينمكية تتيح لنا التنبؤ بتلقائية العمليات الفيزيائية والكيميائية وتمثل الطاقة العظمى التي يمكن الحصول عليها من قياس التغير في الانتالبي والانتروبي ويرمز لها بالرمز G ، ولها ثلاث حالات :

- (1) ΔG لها قيمة سالبة ($\Delta G < 0$) ، يعني ان التفاعل الكيميائي او التغير الفيزيائي يجري تلقائياً .
 (2) ΔG لها قيمة موجبة ($\Delta G > 0$) ، يعني ان التفاعل الكيميائي او التغير الفيزيائي يجري غير تلقائي .
 (3) ΔG تساوي صفر ($\Delta G = 0$) ، يعني ان التفاعل الكيميائي او التغير الفيزيائي في حالة اتزان .

طاقة كبس الحرة القياسية للتفاعل ΔG_r^0 :

هي التغير في الطاقة الحرة للتفاعل عندما يجري في الظروف القياسية ($25C^0$ و ضغط $1atm$) .

س/ لكي تكون العملية تلقائية يجب توفر عاملين مهمين هما ان تكون ΔS و ΔH
 ج/ موجبة اكبر من الصفر ، سالبة اقل من الصفر ، درجة الحرارة .

طاقة كس الحرارة للتكوين القياسية ΔG_f° :

هي مقدار التغير في الطاقة الحرة عند تكوين مول واحد من اي مركب من عناصره الاساسية بأثبت صورها عند الظروف القياسية في $25C^\circ$ و ضغط $1atm$.

تمرين 12 /

جد قيمة ΔG_r° للتفاعل التالي عند الظروف القياسي $25C^\circ$ و ضغط $1atm$.

وبين هل التفاعل يحدث تلقائياً ام لا يحدث ؟ $2NO_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2NO_{2(g)}$

اذا علمت ان : $\Delta G_f^\circ(NO_{2(g)}) = 52 KJ/mol$ و $\Delta G_f^\circ(NO_{(g)}) = 87 KJ/mol$

ج/

$$\Delta G_r^\circ = \sum n\Delta G_f^\circ (\text{products}) - \sum n\Delta G_f^\circ (\text{reactants})$$

$$\Delta G_r^\circ = [2\Delta G_f^\circ(NO_{2(g)})] - [2\Delta G_f^\circ(NO_{(g)}) + \Delta G_f^\circ(O_{2(g)})]$$

$$\Delta G_r^\circ = [2(52)] - [2 \times 87 + (0)] = 104 - 174 = -70 KJ/mol \quad (\text{تلقائي})$$

مثال 12 / للتفاعل الاتي : $C_2H_5OH_{(l)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)} + 3H_2O_{(l)}$

بالاستعانة بالمعلومات الاتية :

المادة	$\Delta H_f^\circ KJ/mol$	$S^\circ J/K.mol$
C_2H_5OH	-278	161
O_2	0	205
CO_2	-394	214
H_2O	-286	70

احسب:

أ) ΔH_r°

ب) ΔS_r°

ج) ΔG_r°

عند الظروف القياسية

أ) حساب ΔH_r° :

$$\Delta H_r^\circ = \sum n\Delta H_f^\circ (\text{products}) - \sum n\Delta H_f^\circ (\text{reactants})$$

$$\Delta H_r^\circ = [2\Delta H_f^\circ(CO_{2(g)}) + 3\Delta H_f^\circ(H_2O_{(l)})] - [\Delta H_f^\circ(C_2H_5OH) + 3\Delta H_f^\circ(O_{2(g)})]$$

$$\Delta H_r^\circ = [2(-394) + 3(-286)] - [-278 + 3(0)]$$

$$\Delta H_r^\circ = [-788 - 858 + 278]$$

$$\Delta H_r^\circ = -1368 KJ/mol$$

$$\Delta S_r^\circ = \sum nS^\circ (\text{products}) - \sum nS^\circ (\text{reactants})$$

ب) حساب ΔS_r° :

$$\Delta S_r^\circ = [2S^\circ(CO_2) + 3S^\circ(H_2O_{(l)})] - [S^\circ(C_2H_5OH) + 3S^\circ(O_2)]$$

$$\Delta S_r^\circ = [2 \times 214 + 3 \times 70] - [161 + 3 \times 205]$$

$$\Delta S_r^\circ = 428 + 210 - 161 - 615$$

$$\Delta S_r^\circ = -138 J/K.mol$$

$$\Delta S_r^\circ = -0.138 KJ/K.mol$$

ج) حساب ΔG_r° :

$$T(K) = t(C^\circ) + 273$$

$$T(K) = 25(C^\circ) + 273 = 298K$$

$$\Delta G_r^\circ = \Delta H_r^\circ - T\Delta S_r^\circ$$

$$\Delta G_r^\circ = -1368 KJ/mol - 298K (-0.138KJ/K.mol)$$

$$\Delta G_r^\circ = -1368 KJ/mol + 41KJ/mol$$

$$\Delta G_r^\circ = -1327 KJ/mol$$

والتفاعل تلقائي لان ΔG سالبة .

ملخص للعلاقة بين ΔG و ΔH و ΔS :

مثال	توضيح	ΔG	ΔS	ΔH
$2HgO_{(s)} \rightarrow 2Hg_{(l)} + O_{2(g)}$	ΔG سالبة (التفاعل تلقائي) عندما $T\Delta S > \Delta H$ اي بدرجات الحرارة العالية (التسخين)	$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ - + - (+) + -	+	+
$3O_{2(g)} \rightarrow 2O_{3(g)}$	ΔG موجبة دائماً اي غير تلقائي في جميع درجات الحرارة	$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ + + - (-) + +	-	+
$2H_2O_{2(l)} \rightarrow 2H_2O_{(l)} + O_{2(g)}$	ΔG سالبة دائماً اي تلقائي في جميع درجات الحرارة	$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ - - - (+) - -	+	-
$NH_{3(g)} + HCl_{(g)} \rightarrow NH_4Cl_{(s)}$	ΔG سالبة (تلقائي) عندما $\Delta H > T\Delta S$ اي بدرجات الحرارة المنخفضة (التبريد)	$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ - - - (-) - +	-	-

س/ تتفكك كاربونات الكالسيوم حسب المعادلة الآتية : $CaCO_{3(s)} \rightarrow CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$ قيمة ΔS_r° للتفاعل $160 J/K.mol$ فإذا علمت ان ΔH_f° لكل من $CaCO_3$, CaO , CO_2 هي على التوالي بوحدة KJ/mol $(-1207$, -635 , $-393.5)$ جد :

(1) ΔH_r° للتفاعل ثم ارسـم مخطط للطاقة (2) ΔG_r° للتفاعل
(3) درجة الحرارة التي سيصبح عندها التفاعل تلقائي .

(1) نجد ΔH_r° :

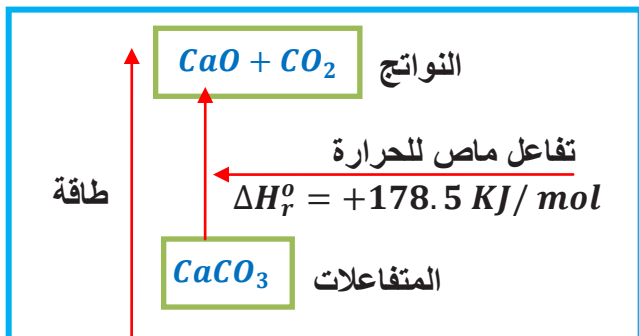
$$\Delta H_r^\circ = \sum n\Delta H_f^\circ (products) - \sum n\Delta H_f^\circ (reactants)$$

$$\Delta H_r^\circ = [\Delta H_f^\circ(CaO) + \Delta H_f^\circ(CO_2)] - [\Delta H_f^\circ(CaCO_3)]$$

$$\Delta H_r^\circ = [-635 + (-393.5)] - [-1207]$$

$$\Delta H_r^\circ = -635 - 393.5 + 1207 = +178.5 KJ/mol$$

التفاعل اعلاه تفاعل تفكك وجميع تفاعلات التفكك ماصة .



وبما ان التفاعل ماص للحرارة فهذا يعني ان طاقة النواتج اكبر من طاقة المتفاعلات وحسب المخطط الآتي:

(2) نجد ΔG_r° :

نحول وحدة ΔS الى $KJ/K.mol$:

$$\Delta S_r^\circ KJ/K.mol = \Delta S_r^\circ J/K.mol \times \frac{1 kJ}{1000 J}$$

$$\Delta S_r^\circ KJ/K.mol = 160 J/K.mol \times \frac{1 kJ}{1000 J} = 0.16 KJ/K.mol$$

$$T(K) = t(C^{\circ}) + 273 = 25(C^{\circ}) + 273 = 298K$$

نجد $T(K)$:

$$\Delta G_r^{\circ} = \Delta H_r^{\circ} - T\Delta S_r^{\circ}$$

نطبق علاقة كيبس :

$$\Delta G_r^{\circ} = +178.5 \text{ KJ/mol} - 298K (0.16 \text{ KJ/K.mol})$$

$$\Delta G_r^{\circ} = +178.5 \text{ KJ/mol} - 47.68 \text{ KJ/mol}$$

$$\Delta G_r^{\circ} = +130.8 \text{ KJ/mol} \quad (\text{التفاعل غير تلقائي})$$

(3) ولكي يكون التفاعل تلقائي (ΔG سالبة) يجب ان يكون : $T\Delta S > \Delta H$

$$T > \frac{\Delta H}{\Delta S} \Rightarrow T > \frac{+178.5 \text{ KJ/mol}}{0.16 \text{ KJ/K.mol}} \Rightarrow T > 1115.6K$$

سؤال 31/ للتفاعل $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(g)}$ احسب قيمة ΔS_r° للتفاعل بوحدات $J/K.mol$ علماً بأن: $\Delta G_f^{\circ}(H_2O) = -228 \text{ KJ/mol}$ و $\Delta H_f^{\circ}(H_2O) = -242 \text{ KJ/mol}$

ج/ نجد ΔS_r° من علاقة كيبس بعد ايجاد ΔH_r° و ΔG_r° من قانون المجموع Σ لكل منهما :

(1) نجد ΔH_r° :

$$\Delta H_r^{\circ} = \Sigma n\Delta H_f^{\circ}(\text{products}) - \Sigma n\Delta H_f^{\circ}(\text{reactants})$$

$$\Delta H_r^{\circ} = [2\Delta H_f^{\circ}(H_2O)] - [2\Delta H_f^{\circ}(H_2) + \Delta H_f^{\circ}(O_2)] \quad (\Delta H_f^{\circ} = \frac{\Delta H_r^{\circ}}{n \text{ المتكونة}} \text{ او من العلاقة})$$

$$\Delta H_r^{\circ} = [2(-242)] - [2(0) + 0] = -484 \text{ KJ/mol}$$

(2) نجد ΔG_r° :

$$\Delta G_r^{\circ} = \Sigma n\Delta G_f^{\circ}(\text{products}) - \Sigma n\Delta G_f^{\circ}(\text{reactants})$$

$$\Delta G_r^{\circ} = [2\Delta G_f^{\circ}(H_2O)] - [2\Delta G_f^{\circ}(H_2) + \Delta G_f^{\circ}(O_2)] \quad (\Delta G_f^{\circ} = \frac{\Delta G_r^{\circ}}{n \text{ المتكونة}} \text{ او من العلاقة})$$

$$\Delta G_r^{\circ} = [2(-228)] - [2(0) + (0)] = -456 \text{ KJ/mol}$$

(3) نجد ΔS_r° : (من علاقة كيبس)

$$T(K) = t(C^{\circ}) + 273 = 25(C^{\circ}) + 273 = 298K$$

$$\Delta G_r^{\circ} = \Delta H_r^{\circ} - T\Delta S_r^{\circ}$$

$$-456 = -484 - 298 \Delta S_r^{\circ}$$

$$298 \Delta S_r^{\circ} = -28$$

$$\Delta S_r^{\circ} = -0.094 \text{ KJ/K.mol}$$

$$\Delta S_r^{\circ} \text{ J/K.mol} = -0.094 \text{ KJ/K.mol} \times \frac{1000 \text{ J}}{1 \text{ KJ}} = -94 \text{ J/K.mol}$$

ΔG_f° و ΔH_f° تساوي صفر

لغازي H_2 و O_2 لانهما بأثبت صورة

سؤال 15/ جد قيمة ΔG_r° للتفاعل $2CO_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)}$ الذي يجري بالظروف القياسية اذا اعطيت المعلومات الاتية :

$$\Delta H_f^{\circ}(CO_{2(g)}) = -393.5 \text{ KJ/mol} \quad , \quad \Delta H_f^{\circ}(CO_{(g)}) = -110.5 \text{ KJ/mol}$$

$$S^{\circ}(CO_2) = 214 \text{ J/K.mol} \quad , \quad S^{\circ}(CO) = 198 \text{ J/K.mol} \quad , \quad S^{\circ}(O_2) = 205 \text{ J/K.mol}$$

ج//

(1) نجد ΔH_r°

$$\Delta H_r^{\circ} = \Sigma n\Delta H_f^{\circ}(\text{products}) - \Sigma n\Delta H_f^{\circ}(\text{reactants})$$

$$\Delta H_r^{\circ} = [2\Delta H_f^{\circ}(CO_{2(g)})] - [2\Delta H_f^{\circ}(CO) + \Delta H_f^{\circ}(O_{2(g)})]$$

$$\Delta H_r^{\circ} = [2(-393.5)] - [2(-110.5) + 0]$$

$$\Delta H_r^{\circ} = [-787] - [-221 + 0]$$

$$\Delta H_r^{\circ} = -787 + 221 = -566 \text{ KJ/mol}$$

$$\Delta S_r^\circ = \sum nS^\circ (\text{products}) - \sum nS^\circ (\text{reactants}) \quad (2) \text{ نجد } \Delta S_r^\circ$$

$$\Delta S_r^\circ = [2S^\circ(\text{CO}_2)] - [2S^\circ(\text{CO}) + S^\circ(\text{O}_2)]$$

$$\Delta S_r^\circ = [2 \times 214] - [2 \times 198 + 205]$$

$$\Delta S_r^\circ = [428] - [396 + 205]$$

$$\Delta S_r^\circ = 428 - 601 = -173 \text{ J/K.mol}$$

نحول وحدة ΔS الى KJ/K.mol :

$$\Delta S_r^\circ \text{KJ/K.mol} = -173 \text{ J/K.mol} \times \frac{1 \text{ kJ}}{1000 \text{ J}} = -0.173 \text{ KJ/K.mol}$$

(3) حساب ΔG_r° :

$$T(\text{K}) = t(\text{C}^\circ) + 273 \quad \text{نحول درجة الحرارة من وحدة } \text{C}^\circ \text{ الى وحدة الكلفن } K$$

$$T(\text{K}) = 25(\text{C}^\circ) + 273 = 298 \text{ K}$$

$$\Delta G_r^\circ = \Delta H_r^\circ - T\Delta S_r^\circ$$

$$\Delta G_r^\circ = -566 \text{ KJ/mol} - 298 \text{ K} (-0.173 \text{ KJ/K.mol})$$

$$\Delta G_r^\circ = -566 \text{ KJ/mol} + 51.6 \text{ KJ/mol}$$

$$\Delta G_r^\circ = -514 \text{ KJ/mol}$$

والتفاعل تلقائي لان ΔG سالبة .

سؤال 37/ جد درجة الحرارة التي ستصبح عندها التفاعلات التالية تلقائية اذا علمت ان قيم ΔS و ΔH لها

$$\Delta S = +48 \text{ J/K.mol} \quad \text{و} \quad \Delta H = +126 \text{ KJ/mol} \quad \text{التفاعل : A}$$

$$\Delta S = -105 \text{ J/K.mol} \quad \text{و} \quad \Delta H = -12 \text{ KJ/mol} \quad \text{التفاعل : B}$$

ج/

التفاعل : A تحويل وحدة ΔS الى KJ/K.mol :

$$\Delta S \text{ KJ/K.mol} = +48 \text{ J/K.mol} \times \frac{1 \text{ kJ}}{1000 \text{ J}} = +0.048 \text{ KJ/K.mol}$$

وباستخدام علاقة كبس

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S \quad \text{ولكي يكون التفاعل تلقائي } (-\Delta G)$$

$$T\Delta S > \Delta H \quad \text{يجب ان يكون} \quad \begin{matrix} + & - & (+) \\ + & - & \end{matrix}$$

$$T > \frac{\Delta H}{\Delta S} \Rightarrow T > \frac{126 \text{ kJ/mol}}{0.048 \text{ KJ/K.mol}} \Rightarrow T > 2625 \quad \text{اي بالتسخين يكون تلقائي}$$

التفاعل : B يحل بنفس خطوات التفاعل A .

سؤال 34/

(1) عند اي درجة حرارة ينصهر الجليد تلقائياً



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

$$- = + - (+)$$

$$- = + -$$

ΔH موجبة (+) ماص لان العملية انصهار

ΔS موجبة (+) زيادة في الانتروبي لانه انصهار

ΔG سالبة (-) لانه تلقائي من السؤال

ينصهر الجليد تلقائياً عندما يكون $T\Delta S > \Delta H$ اي في درجات الحرارة العالية .

(2) لا يتحلل الماء الى عناصره الاولية بالظروف الاعتيادية

(جميع تفاعلات التفكك (التحلل) ماصة ΔH)



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

$$+ = + - (+)$$

$$+ = + -$$

$\Delta H > T\Delta S$ التفاعل غير تلقائي بسبب

ΔH موجبة (+) ماص لانه تفكك

ΔS موجبة (+) زيادة في الانتروبي بسبب تحول السائل الى غاز

ΔG موجبة (+) لانه غير تلقائي من السؤال

(3) يذوب غاز ثنائي اوكسيد الكبريت في الماء تلقائيا ويبعث حرارة اثناء عملية ذوبانه



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

$$- = - - (-)$$

$$- = - +$$

$\Delta H > T\Delta S$ التفاعل تلقائي بسبب

ΔH سالبة (-) لانه باعث من السؤال

ΔS سالبة (-) لانه ذوبان غاز في سائل (نقصان في الانتروبي)

ΔG سالبة (-) لانه تلقائي من السؤال

(4) تتفكك كاربونات الكالسيوم تلقائياً عند درجات الحرارة العالية .



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

$$- = + - (+)$$

$$- = + -$$

$T\Delta S > \Delta H$ التفاعل تلقائي بسبب

ΔH موجبة (+) ماص لانه تفكك

ΔS موجبة (+) بسبب تحرر غاز من صلب

ΔG موجبة (-) لانه تلقائي من السؤال

(5) لا يجمد الماء تلقائياً بالظروف الاعتيادية



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

$$+ = - - (-)$$

$$+ = - +$$

$T\Delta S > \Delta H$ العملية غير تلقائية بسبب

ΔH سالبة (-) باعث لانه انجماد

ΔS سالبة (-) نقصان في الانتروبي لانه العملية انجماد

ΔG موجبة (+) لانه غير تلقائي من السؤال

حساب انتروبي التغيرات الفيزيائية: تحسب من العلاقات الاتية:

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

$$\Delta S_{fus} = \frac{\Delta H_{fus}}{T_m}$$

س/ احسب التغير في الانتروبي للتحول الاتي $\Delta H_{vap} = 44 \text{ KJ/mol}$



$$T(K) = t(C^0) + 273 = 100C^0 + 273 = 373K \quad (1)$$

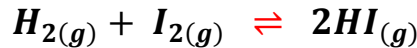
$$\Delta S_{vap} = \frac{\Delta H_{vap}}{T_b} = \frac{44 \text{ kJ/mol}}{373 \text{ k}} = 0.118 \frac{\text{kJ}}{\text{k.mol}} = 118 \frac{\text{J}}{\text{k.mol}} \quad (2)$$

الفصل الثاني - الاتزان الكيميائي

انواع التفاعلات:

(1) **التفاعلات غير الانعكاسية:** التفاعلات الكيميائية التي يتم فيها عند ظروف معينة استهلاك تام لاحد او جميع المواد المتفاعلة ولا يكون للمواد الناتجة عند ظروف التفاعل نفسها القدرة على ان تتفاعل لتكوين المواد التي تكونت منها ، مثال تفاعلات الاحتراق .

(2) **التفاعلات الانعكاسية:** هي 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 ، مثال



حالة الاتزان الكيميائي:

حالة اتزان ديناميكي (حركي) وليس حالة اتزان استاتيكي (ساكن) تصل اليها اغلب التفاعلات الانعكاسية عندما تصبح معدل سرعة التفاعل بكلا الاتجاهين متساوية ، فتكون تراكيز المواد الناتجة والمتفاعلة عندها ثابتة دون تغير مالم يحدث اي تغيير على الظروف التي يتم عندها التفاعل.

انواع التفاعلات الانعكاسية:

(1) التفاعلات الانعكاسية المتجانسة:

التفاعلات التي تكون فيها المواد المتفاعلة والناتجة جميعها في طور واحد .

(2) التفاعلات الانعكاسية الغير المتجانسة:

التفاعلات التي تكون فيها المواد المتفاعلة والناتجة في اكثر من طور واحد .

قانون فعل الكتلة: عند ثبوت درجة الحرارة فان سرعة التفاعل الكيميائي تتناسب طردياً مع التراكيز المولارية للمواد المتفاعلة كلا منها مرفوع الى اس يمثل عدد المولات في المعادلة الكيميائية الموزونة .

ثابت الاتزان: K_{eq}

وهو النسبة بين ثابت سرعة التفاعل الامامي k_f وثابت سرعة التفاعل الخلفي k_b $K_{eq} = \frac{k_f}{k_b}$

تمرين 1/ تفاعل ما متزن ثابت الاتزان له K_{eq} يساوي 4.24 وثابت سرعة التفاعل الخلفي k_b يساوي 0.02 ، احسب ثابت سرعة التفاعل الامامي k_f .

$$K_{eq} = \frac{k_f}{k_b} \Rightarrow 4.24 = \frac{k_f}{0.02} \Rightarrow k_f = 4.24 \times 0.02 = 0.0848 \quad \text{ج}$$

انواع K_{eq}

(1) K_C - ثابت الاتزان بدلالة التراكيز المولارية (2) K_P - ثابت الاتزان بدلالة الضغوط الجزئية .

حساب ثابت الاتزان K_{eq}

(1) ايجاد ثابت الاتزان بصورة مباشرة:

تمرين 3/ جد قيمة K_{eq} للتفاعل الاتي عند $100C^\circ$ $2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g)$ اذا علمت ان التراكيز لمواد التفاعل عند حصول حالة الاتزان هي كالآتي: $[N_2O_4] = 0.002 M$ و $[NO_2] = 0.017 M$

$$K_C = \frac{[N_2O_4]}{[NO_2]^2} = \frac{(0.002)}{(0.017)^2} = 6.92 \quad \text{ج} \quad \text{الحل بصورة مباشرة:}$$

(2) طريقة استخدام الجدول:

س/ في احد التجارب العلمية ادخل 0.625 mol من غاز N_2O_4 في وعاء سعته $5L$ فتفكك الغاز حسب التفاعل التالي وبدرجة حرارة معينة . وعند وصول التفاعل الى حالة الامتزان وجد ان تركيز N_2O_4 المتبقي يساوي 0.025 mol/L ، احسب قيمة K_C لهذا التفاعل $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$

ج/

(1) نحسب المولارية للتركيز الابتدائية:

$$M = \frac{n(\text{mol})}{v(L)} = \frac{0.625 \text{ mol}}{5L} = 0.125 \text{ mol/L}$$

(2) كتابة الجدول:

M	$N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$	
التركيز الابتدائية	0.125	0.0
التغير في التركيز	-x	+2x
التركيز عند الامتزان	0.125 - x	2x

(3) نجد قيمة x من تركيز N_2O_4 المتبقي :

بما ان $[N_2O_4]$ عند الامتزان يساوي تركيزه المتبقي لذا فان قيمة x تحسب كالآتي:

$$0.125 - x = 0.025 \quad \Rightarrow \quad x = 0.125 - 0.025 = 0.1 \text{ mol/L}$$

اما $[NO_2]$ عند الامتزان فهو :

$$[NO_2] = 2x = 2(0.1) = 0.2 \text{ mol/L}$$

(3) حساب K_C :

$$K_C = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = \frac{(0.2)^2}{0.025} = \frac{0.040}{0.025} = 1.6$$

س/ في التفاعل الغازي الآتي : $3H_2(g) + N_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ وضعت كميات مختلفة (مولات مختلفة) من H_2 و N_2 في اناء سعة لتر وعند وصول التفاعل لحالة الامتزان وجد ان ما استهلك من H_2 يساوي 0.3 mol وما تبقى من N_2 يساوي 0.2 mol . ماعدد مولات كل من H_2 و N_2 قبل التفاعل علما ان ثابت بان ثابت الامتزان K_C للتفاعل يساوي 200 .

ج/

(1) التركيز المولاري: بما ان الحجم $1L$ فالتركيز المولاري يساوي عدد المولات

(2) الفرضية: نفرض ان عدد مولات H_2 الابتدائية تساوي y
نفرض ان عدد مولات N_2 الابتدائية تساوي z

M	$3H_2(g) + N_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$		
التركيز الابتدائية	y	z	0.0
التغير في التركيز	-3x	-x	+2x
التركيز عند الامتزان	y - 3x	z - x	2x

(3) كتابة الجدول:

(4) نجد قيمة x من تركيز H_2 المستهلك :

$$3x = 0.3 \text{ mol} \quad \Rightarrow \quad x = 0.1 \text{ mol}$$

نجد قيمة z من تركيز N_2 المتبقي :

$$z - x = 0.2 \text{ mol} \quad \Rightarrow \quad z - 0.1 = 0.2 \text{ mol} \quad \Rightarrow \quad z = 0.3 \text{ mol}$$

نجد قيمة y من K_C والتركيز عند الامتزان:

$$K_C = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3[N_2]} \quad \Rightarrow \quad 200 = \frac{[0.2]^2}{(y-0.3)^3(0.2)}$$

(اخذ $\sqrt[3]{\quad}$) $(y - 0.3)^3 = \frac{0.2}{200} \quad \Rightarrow \quad (y - 0.3)^3 = \frac{1}{1000}$

$$y - 0.3 = 0.1 \quad \Rightarrow \quad y = 0.4 \text{ mol}$$

س/ في التفاعل المتزن الغازي: $PCl_3(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons PCl_5(g)$ وجد انه ضغط PCl_3 الجزئي في الاناء المغلق ضعف ضغط Cl_2 الجزئي وعند وصول التفاعل الى موضع الاتزان بدرجة حرارة معينة وجد ان ضغط Cl_2 يساوي $1atm$ فاذا علمت ان K_P للتفاعل يساوي $\frac{1}{6}$ فما ضغطا غازي Cl_2 و PCl_3 في بداية التفاعل .

ج/
(1) الفرضية: نفرض ان الضغط الابتدائي $P_{Cl_2} = y$ و $P_{PCl_3} = 2y$ (لانه ضعف)

الضغط / atm	$PCl_3(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons PCl_5(g)$		
الضغوط الابتدائية	$2y$	y	0
التغير في الضغوط	$-x$	$-x$	$+x$
الضغوط عند الاتزان	$2y - x$	$y - x$	x

(2) كتابة الجدول:

(3) نجد قيمة x :

(1) $P_{Cl_2} = y - x$ من الجدول عند الاتزان

(2) $P_{Cl_2} = 1$ من السؤال عند الاتزان

نجد قيمة x بعد مساواة المعادلتين:

اي ان: $y - x = 1 \Rightarrow x = y - 1$

(4) نعوض قيمة x في الضغوط عند الاتزان لنحصل على مجهول واحد هو y :

$P_{PCl_3} = 2y - x = 2y - (y - 1) = y + 1$

(5) نجد قيمة y من K_P : $K_P = \frac{P_{PCl_5}}{P_{PCl_3} P_{Cl_2}} \Rightarrow \frac{1}{6} = \frac{(y-1)}{(y+1)(1)}$

$y + 1 = 6y - 6 \Rightarrow 5y = 7 \Rightarrow y = 1.4atm$

$P_{Cl_2} = y = 1.4 atm$

$P_{PCl_3} = 2y = 2(1.4) = 2.8 atm$

س/ للتفاعل المتزن: $CO_2(g) + H_2(g) \rightleftharpoons CO(g) + H_2O(g)$ وفي اناء حجمه لتر واحد تم خلط مولات متساوية من H_2 و CO_2 وبدرجة حرارة $2000K$ وصل التفاعل حالة الاتزان فوجد ان عدد المولات الكلية لخليط الغازات عند الاتزان تساوي $3mol$. ما تراكيز خليط الاتزان علماً بأن ثابت الاتزان K_C يساوي 4 ؟

ج/
(1) الفرضية: نفرض ان عدد المولات لكل من H_2 و CO_2 في بدائية التفاعل $y =$

(2) نعمل جدولاً وكالاتي:

M	$CO_2(g) + H_2(g) \rightleftharpoons CO(g) + H_2O(g)$			
التراكيز الابتدائية	y	y	0	0
التغير في التراكيز	$-x$	$-x$	$+x$	$+x$
التراكيز عند الاتزان	$y - x$	$y - x$	x	x

(3) نجد قيمة y من عدد المولات الكلية n_T : $n_T = n_{CO_2} + n_{H_2} + n_{CO} + n_{H_2O}$

$3mol = y - x + y - x + x + x$

$2y = 3 \Rightarrow y = 1.5mol$

(4) نجد قيمة x من K_C : $K_C = \frac{[CO][H_2O]}{[CO_2][H_2]} \Rightarrow 4 = \frac{x^2}{(1.5-x)^2} \sqrt{\quad}$

$$2 = \frac{x}{1.5-x} \Rightarrow x = 1 \text{ mol/L}$$

(5) التراكيز المولارية عند الاتزان: $[CO_2] = [H_2] = y - x = 1.5 - 1 = 0.5 \text{ mol/L}$

$$[CO] = [H_2O] = x = 1 \text{ mol/L}$$

س/ للتفاعل الغازي الآتي: $2SO_3(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g) + O_2(g)$ في وعاء مغلق حجمه لتر واحد وجد ان ضغط غاز SO_3 قبل تفككه يساوي 3 atm عند درجة حرارة معينة بلغ التفاعل حالة الاتزان فوجد ان الضغط الكلي لخليط الغازات يساوي 4 atm احسب K_p للتفاعل عند الاتزان .

ج/

(1) كتابة الجدول:

الضغط / atm	$2SO_3(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g) + O_2(g)$		
الضغوط الابتدائية	3	0.0	0.0
التغير في الضغوط	$-2x$	$+2x$	$+x$
الضغوط عند الاتزان	$3 - 2x$	$2x$	x

(2) نجد قيمة x من P_T :

(الضغط الكلي) $P_T =$ مجموع الضغوط الجزئية لمزيج الغازات عند الاتزان :

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

$$4 \text{ atm} = 3 - 2x + 2x + x$$

$$x = 1 \text{ atm}$$

(3) نجد الضغوط الجزئية عند الاتزان:

$$P_{SO_3} = 3 - 2x = 3 - 2(1) = 1 \text{ atm}$$

$$P_{SO_2} = 2x = 2(1) = 2 \text{ atm}$$

$$P_{O_2} = x = 1 \text{ atm}$$

$$K_p = \frac{p_{SO_2}^2 p_{O_2}}{p_{SO_3}^2} = \frac{(2^2)(1)}{(1)^2} = 4$$

(4) حساب K_p :

س/ للتفاعل الآتي الماص للحرارة $C_2H_6(g) \rightleftharpoons C_2H_4(g) + H_2(g)$ وضعت مولات من C_2H_6 في اناء حجمه لتر وبدرجة حرارة معينة وصل التفاعل الى حالة الاتزان فوجد ان ربع كمية الغاز قد استهلكت فإذا علمت ان ثابت الاتزان K_c للتفاعل $= \frac{1}{2}$ جد تراكيز خليط الاتزان ؟

ج/

(1) الفرضية: نفرض ان: $n(C_2H_6) = y$ اي المولات الابتدائية او التركيز المولاري ($V = 1L$)

(2) كتابة الجدول:

M	$C_2H_6(g) \rightleftharpoons C_2H_4(g) + H_2(g)$		
التراكيز الابتدائية	y	0	0
التغير في التراكيز	$-x$	$+x$	$+x$
التراكيز عند الاتزان	$y - x$	x	x

(3) نجد قيمة y و x :

من السؤال كمية الغاز المستهلكة (ربع الكمية) هي نفسها تساوي التغير في التركيز (x):

$$x = \frac{y}{4} \Rightarrow y = 4x$$

$$[C_2H_2] = y - x = 4x - x = 3x$$

$$K_C = \frac{[C_2H_4][H_2]}{[C_2H_6]} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{(x)^2}{3x} \Rightarrow x = 1.5 \text{ mol} \quad : K_C \text{ نجد قيمة } x \text{ من}$$

$$[C_2H_4][H_2] = x = 1.5 \text{ mol/l} \quad : \text{نجد التراكيز عند الاتزان}$$

$$[C_2H_6] = 3x = 3(1.5) = 4.5 \text{ mol/l}$$

س/ في التفاعل الغازي الاتي عند درجة حرارة معينة $2NO + O_2 \rightleftharpoons 2NO_2$ وضعت مولات مختلفة من NO و O_2 في اناء التفاعل حجمه لتر وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان المتكون NO_2 يساوي 0.8 mol وتركيز كل من O_2 و NO متساويان و $K_C = 10$ ، جد عدد مولات O_2 و NO قبل بدء التفاعل ؟ ج/

1) الفرضية: نفرض ان عدد مولات NO الابتدائية تساوي $y \text{ mol}$
نفرض ان عدد مولات O_2 الابتدائية تساوي $Z \text{ mol}$

M	$2NO$	$+ O_2$	$\rightleftharpoons 2NO_2$
التراكيز الابتدائية	y	z	0.0
التغير في التراكيز	$-2x$	$-x$	$+2x$
التراكيز عند الاتزان	$y - 2x$	$z - x$	$2x$

2) كتابة الجدول:

3) نجد قيمة x من تركيز NO_2 المتكون عند الاتزان:

$$2x = 0.8 \text{ mol} \Rightarrow x = 0.4 \text{ mol}$$

4) نعوض قيمة x في التراكيز عند الاتزان لنحصل على:

$$[NO] = y - 2x = y - 2(0.4) = y - 0.8$$

$$[O_2] = z - x = z - 0.4$$

$$[NO_2] = 2x = 2(0.4) = 0.8$$

5) بما ان تركيز كل من O_2 و NO متساويان عند الاتزان نفرض تركيز كل منهما يساوي a :

$$a = y - 0.8 = z - 0.4 \quad (\text{او ايجاد تركيز احدهما من الاخر})$$

$$K_C = \frac{[NO_2]^2}{[NO]^2 [O_2]} \Rightarrow 10 = \frac{[0.8]^2}{[a]^2 [a]} \quad : K_C \text{ نجد قيمة } a \text{ من}$$

$$10 = \frac{0.64}{[a]^3} \Rightarrow a^3 = \frac{64}{1000}$$

$$a = \frac{4}{10} \Rightarrow a = 0.4$$

$$a = y - 0.8 \Rightarrow 0.4 = y - 0.8 \Rightarrow y = 1.2 \quad (\text{وهو عدد مولات } NO \text{ الابتدائية})$$

$$a = z - 0.4 \Rightarrow 0.4 = z - 0.4 \Rightarrow z = 0.8 \quad (\text{وهو عدد مولات } O_2 \text{ الابتدائية})$$

سؤال واجب: للتفاعل $2CO_2(g) \rightleftharpoons 2CO(g) + O_2(g)$ وضع في اناء حجمه لتر 0.8 mol من غاز CO_2 وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان نصف كمية الغاز قد تفككت . احسب K_C .

العلاقة بين ثابتي الاتزان K_C و K_P

$$K_C = K_P(RT)^{-\Delta n_g} \quad \text{او} \quad K_P = K_C (RT)^{\Delta n_g}$$

اما Δn_g فتحسب للغازات فقط وكالاتي: $\Delta n_g = \sum n_g (\text{products}) - \sum n_g (\text{reactants})$

س/ تتوقف علاقة K_C و K_P على قيمة Δn_g وضح ذلك .

ج/ (1) اذا كانت $\Delta n_g > 0$ (لها قيمة +) ، ، فإن: $K_P > K_C$

(2) اذا كانت $\Delta n_g < 0$ (لها قيمة -) ، ، فإن: $K_P < K_C$

(3) اذا كانت $\Delta n_g = 0$ ، ، فإن: $K_P = K_C$

مثال 9/ افترض حصول الاتزان للتفاعل الاتي عند درجة حرارة $300K$:
 $NH_4HS(s) \rightleftharpoons NH_3(g) + H_2S(g)$
 ووجد ان قيم الضغوط الجزئية لكل من غازي النواتج عند حصول الاتزان تساوي $0.3atm$. احسب K_C و K_P للتفاعل .

ج/ (1) حساب K_P من الضغوط عند الاتزان : $K_P = P_{NH_3} \times P_{H_2S} = 0.3 \times 0.3 = 0.09$

(2) حساب Δn_g : $\Delta n_g = \sum n_g (\text{products}) - \sum n_g (\text{reactants}) = 2 - 0 = 2$

(3) حساب K_C من K_P : $K_C = K_P(RT)^{-\Delta n_g}$

$$K_C = 0.09(0.082 \times 300)^{-2} = \frac{0.09}{(24.6)^2} = \frac{0.09}{605.16} = 1.5 \times 10^{-4}$$

س// يمكن حذف تراكيز المواد الصلبة والسائلة النقية من علاقة ثابت الاتزان ، علل ذلك
 ج/ لان المواد الصلبة والسائلة النقية يبقى تركيزها ثابت مهما تغيرت كمياتها ويساوي الواحد مولاري ولا يتغير وان تغير الحجم او الكمية .

تمرين 8/ اذا كانت K_C تساوي 1.6 عند $1000C^\circ$ بالنسبة للتفاعل الاتي :
 $C(s) + CO_2(g) \rightleftharpoons 2CO(g)$
 احسب ضغط CO الجزئي في حالة الاتزان عندما يكون الضغط الجزئي لغاز CO_2 يساوي $0.6atm$.

ج/ (1) $\Delta n_g = \sum n_g (\text{products}) - \sum n_g (\text{reactants}) = 2 - 1 = 1$

(2) $T(K) = t(C^\circ) + 273 = 1000 + 273 = 1273K$

(3) $K_P = K_C (RT)^{\Delta n_g} = 1.6 (0.082 \times 1273)^1 = 1.6(104.4) = 167$

(4) $K_P = \frac{P_{CO}^2}{P_{CO_2}} \Rightarrow 167 = \frac{P_{CO}^2}{0.6} \Rightarrow P_{CO}^2 = 100 \Rightarrow P_{CO} = 10atm$

س/ إذا كانت درجة تفكك مول واحد N_2O_4 الى NO_2 هي 20 % عند درجة حرارة $27C^0$ وضغط $1atm$ وفي اناء حجمه لتر واحد . احسب قيمة K_p للتفاعل ..

ج/

(1) نجد تركيز N_2O_4 المتفكك (x) :

$$\% \text{ للتفكك} = \frac{[\text{المتفكك}]}{[\text{الابتدائي}]} \times 100 \Rightarrow 20 = \frac{x}{1} \times 100 \Rightarrow x = 0.2 \text{ mol/L}$$

M	$N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$	
التراكيز الابتدائية	1	0
التغير في التراكيز	-x	+2x
التراكيز عند الاتزان	1 - x	2x

(2) كتابة الجدول:

$$[N_2O_4] = 1 - x = 1 - 0.2 = 0.8 \text{ mol/L}$$

$$[NO_2] = 2x = 2(0.2) = 0.4 \text{ mol/L}$$

(3) التراكيز عند الاتزان هي:

$$K_c = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = \frac{(0.4)^2}{0.8} = 0.2$$

(4) نجد K_c :

(5) نجد K_p من K_c : $\Delta n_g = \sum n_g (\text{products}) - \sum n_g (\text{reactants}) = 2 - 1 = 1$

$$T(K) = t(C^0) + 273 = 27 + 273 = 300K$$

$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n_g} = 0.2 (0.082 \times 300)^1 = 4.92$$

سؤال 26/ وضع 4g من غاز HF في وعاء مغلق حجمه 2L عند درجة حرارة $27C^0$ وترك في الوعاء

المغلق يتفكك حتى تم الاتزان الكيميائي حسب المعادلة الآتية: $2HF_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + F_{2(g)}$

فاذا كان K_p للتفاعل يساوي 1.21 . احسب الضغط الجزئي لغاز HF عند الاتزان علماً بان الكتلة

المولية للغاز تساوي 20 g/mol ($\sqrt{1.21} = 1.1$) .

ج/

$$T(K) = t(C^0) + 273 = 27 + 273 = 300K$$

$$n(\text{mol}) = \frac{m(g)}{M(g/\text{mol})} = \frac{4g}{20(g/\text{mol})} = 0.2 \text{ mol}$$

$$PV = nRT \Rightarrow P = \frac{nRT}{V} = \frac{(0.2 \times 0.082 \times 300)}{2} = 2.46 \text{ atm}$$

الضغط / atm	$2HF_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + F_{2(g)}$		
الضغوط الابتدائية	2.46	0	0
التغير في الضغوط	-2x	+x	+x
الضغوط عند الاتزان	2.46 - 2x	x	x

$$K_p = \frac{P_{H_2} P_{F_2}}{P_{HF}^2} \Rightarrow 1.21 = \frac{x^2}{(2.46-2x)^2} \sqrt{\Rightarrow 1.1 = \frac{x}{2.46-2x}}$$

$$x = 2.7 - 2.2x \Rightarrow 3.2x = 2.7 \Rightarrow x = 0.85 \text{ atm}$$

$$P_{HF} = 2.46 - 2x = 2.46 - 2(0.85) = 2.46 - 1.70 = 0.76 \text{ atm}$$

اهمية ثابت الاتزان K_{eq}

(1) تحديد اتجاه التفاعل : يمكن توضيح ذلك كالآتي:

الخلاصة: (2017 / 1 - ما هي العلاقة)

- (1) إذا كانت قيمة K_{eq} كبيرة جداً ($K_{eq} \gg 1$)
فإن تركيز النواتج أكبر بكثير من تركيز المتفاعلات والتفاعل بالاتجاه الامامي (→) .
- (2) إذا كانت قيمة K_{eq} صغيرة جداً ($K_{eq} \ll 1$)
فإن تركيز المتفاعلات أكبر بكثير من تركيز النواتج والتفاعل بالاتجاه الخلفي (←) .
- (3) إذا كانت قيمة K_{eq} تساوي الواحد الصحيح ($K_{eq} \cong 1$) التفاعل في حالة اتزان
فإن تركيز النواتج يساوي تركيز المتفاعلات .

(2) بيان العلاقة بين ثابت الاتزان وطريقة كتابة المعادلة

(أي إيجاد ثابت الاتزان لتفاعل ما من تفاعل آخر له ثابت اتزان معلوم) وحسب القواعد الثلاث الآتية:

القاعدة الأولى: (إذا عكس اتجاه تفاعل ما فإن ثابت الاتزان الجديد يساوي مقلوب ثابت الاتزان الأول)

$$K_{C2} = \frac{1}{K_{C1}} \quad \text{أي:}$$

القاعدة الثانية: (إذا ضربت معادلة تفاعل ما في رقم معين فإن ثابت الاتزان الجديد قيمة ثابت الاتزان الأول مرفوع إلى أس يساوي ذلك المعامل) .

$$K_{C2} = (K_{C1})^{\text{الرقم}} \quad \text{أي:}$$

س/ للتفاعل $2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g)$ ثابت الاتزان K_p له = 0.39 بدرجة حرارة $227C^\circ$ ، فما قيمة K_c للتفاعل $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ بدرجة الحرارة نفسها .

(1) نجد K_{C1} للتفاعل الأول من K_{P1} وكالاتي: **(القاعدة الأولى)**

$$\Delta n_g = \sum n_g (\text{products}) - \sum n_g (\text{reactants}) = 1 - 2 = -1$$

$$T(K) = t(C^\circ) + 273 = 227 + 273 = 500K$$

$$K_C = K_P(RT)^{-\Delta n_g} = 0.39(0.082 \times 500)^{-(-1)} = 0.39(41)^1 = 16$$

(2) المعادلة الثانية هي عكس المعادلة الأولى :

$$K_{C2} = \frac{1}{K_{C1}} = \frac{1}{16} = 0.0625$$

س/ وضع مول واحد من بروميد الهيدروجين في وعاء مغلق حجمه لتر واحد وبدرجة حرارة معينة وصل التفاعل الغازي إلى حالة الاتزان فوجد أن المتكون من غاز البروم 0.2 mol حسب التفاعل الآتي:
 $2HBr(g) \rightleftharpoons H_2(g) + Br_2(g)$ ، **فما عدد مولات غاز HBr في خليط الاتزان لآناء آخر حجمه $1L$ الناتج من خليط غازي البروم والهيدروجين بكميات 2 mol لكل منها .**

ج/ المطلوب إيجاد عدد مولات غاز HBr عند الاتزان لآناء الثاني ولكن بعد إيجاد ثابت الاتزان له (K_{C2}) من K_{C1} لتفاعل الآناء الأول وكالاتي:

الاتزان الاول: نجد K_{C1} لتفاعل الاتزان الاول :
(1) نحسب المولارية للتراكيز الابتدائية:

$$M = \frac{n(\text{mol})}{v(L)} \Rightarrow [HBr] = \frac{1 \text{ mol}}{1 L} = 1 \text{ mol/L}$$

M	$2HBr_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + Br_{2(g)}$		
التراكيز الابتدائية	1	0.0	0.0
التغير في التراكيز	$-2x$	$+x$	$+x$
التراكيز عند الاتزان	$1 - 2x$	x	x

(2) كتابة الجدول:

(3) نجد قيمة x من تركيز Br_2 المتكون :

$$\text{المتكون } [Br_2] = 0.2 = x \text{ mol/L}$$

(ومنه نجد تركيز H_2 و HBr عند الاتزان)

$$[H_2] = x = 0.2 \text{ mol/L}$$

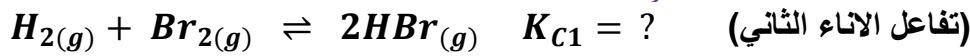
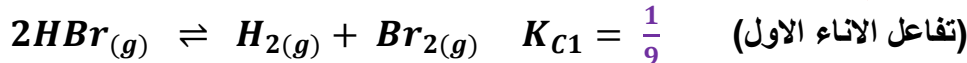
$$[HBr] = 1 - 2x = 1 - 2(0.2) = 1 - 0.4 = 0.6 \text{ mol/L}$$

(4) حساب K_C :

$$K_{C1} = \frac{[H_2][Br_2]}{[HBr]^2} = \frac{(0.2)^2}{(0.6)^2} = \frac{1}{9}$$

الاتزان الثاني:

(1) نجد K_{C2} للاتزان الثاني :



بما ان التفاعل الثاني هو معكوس التفاعل الاول (القاعدة الثانية) لذا فان:

$$K_{C2} = \frac{1}{K_{C1}} = \frac{1}{\frac{1}{9}} = 9$$

M	$H_{2(g)} + Br_{2(g)} \rightleftharpoons 2HBr_{(g)}$		
التراكيز الابتدائية	2	2	0.0
التغير في التراكيز	$-x$	$-x$	$+2x$
التراكيز عند الاتزان	$2 - x$	$2 - x$	$2x$

(2) كتابة الجدول:

(3) نجد قيمة x من K_{C2} :

$$K_{C2} = \frac{[HBr]^2}{[H_2][Br_2]} \Rightarrow 9 = \frac{(2x)^2}{(2-x)^2} \Rightarrow 3 = \frac{2x}{2-x} \Rightarrow x = 1.2 \text{ mol/L}$$

(4) نجد عدد مولات HBr المتكونة عند الاتزان :

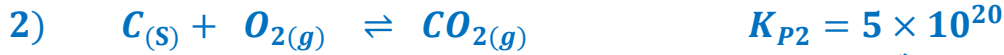
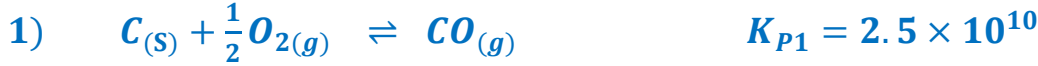
$$[HBr] = 2x = 2(1.2) = 2.4 \text{ mol/L}$$

$$n(\text{mol})HBr = 2.4 \text{ mol/L} \times 1L = 2.4 \text{ mol}$$

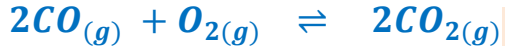
القاعدة الثالثة: (اذا كان التفاعل ناتجاً من مجموع عدد من التفاعلات فان ثابت الاتزان للتفاعل الكلي يساوي

حاصل ضرب ثوابت الاتزان لكل التفاعلات التي ينتج عن مجموعها). اي $K_C = K_{C1} \times K_{C2} \times \dots$

س/ وجد ان ثابت الاتزان بدلالة الضغوط الجزئية K_P بدرجة حرارة $1000K$ للتفاعلات:

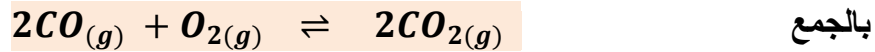


احسب ثابت الاتزان بدلالة K_C للتفاعل:



ج/

1) نجد K_P المعادلة الاولى تقلب وتضرب بالعدد 2 والمعادلة الثانية تضرب بالعدد 2 :



$$K_P = K_{P1} \times K_{P2} = \frac{1}{625 \times 10^{18}} \times 25 \times 10^{40} = 4 \times 10^{20}$$

2) نجد K_C من K_P :

$$\Delta n_g = \sum n_g (\text{products}) - \sum n_g (\text{reactants}) = 2 - 3 = -1$$

$$K_C = K_P (RT)^{-\Delta n_g} = 4 \times 10^{20} (0.082 \times 1000)^{-(-1)} = 3.28 \times 10^{22}$$

حاصل التفاعل Q

وهو 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 .

س/ متى نجد Q ؟

ج/ عندما يعطي في السؤال تراكيز المتفاعلات والنواتج ولا نعرف اتجاه التفاعل .

اهميته: التنبؤ بحالة الاتزان او اتجاه سير التفاعل من خلال مقارنته مع K_C وحسب العلاقات الاتية:

(2017 / 2 - ما هي العلاقة بين K_C و Q)

1) اذا كان $K_C = Q$ فان التفاعل في حالة اتزان (اي تراكيز المتفاعلات والنواتج تبقى ثابتة) .

2) اذا كان $K_C > Q$ فان التفاعل يتجه بالاتجاه الامامي (اي تراكيز النواتج اقل من تراكيزها في حالة الاتزان)

3) اذا كان $K_C < Q$ فان التفاعل يتجه بالاتجاه الخلفي (اي تراكيز النواتج اعلى من تراكيزها في حالة الاتزان)

$[H_2]$	$[N_2]$	$[NH_3]$	
0.002	0.00001	0.001	1
0.354	0.000015	0.0002	2
0.01	5	0.0001	3

س/ للتفاعل: $3H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$

ثابت الاتزان عند $500C^0$ هو 0.06

ادرس الحالات التالية وقرر اتجاه سير التفاعل

(علماً التراكيز معبر عنها بوحدة mol/L):

ج/ نجد قيمة Q لكل حالة ونقارنها مع قيمة K_C للتنبؤ باتجاه سير التفاعل :

$$Q = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3[N_2]} = \frac{(0.001)^2}{(0.002)^3(0.00001)} = 12.5 \times 10^6 \quad (1)$$

بما ان $K_C < Q$ ، لذا فالتفاعل يسير بالاتجاه الخلفي .

$$Q = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3[N_2]} = \frac{(0.0002)^2}{(0.354)^3(0.000015)} = 0.06 \quad (2)$$

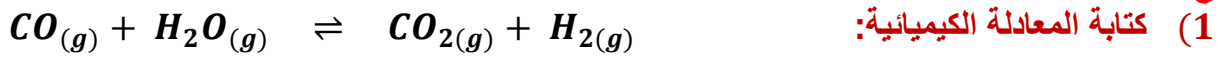
بما ان $Q = K_C$ ، لذا فالنفاصل في حالة اتزان وتراكيز المواد ثابتة .

$$Q = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3[N_2]} = \frac{(0.0001)^2}{(0.01)^3(5)} = 0.002 \quad (3)$$

بما ان $K_C > Q$ ، لذا فالنفاصل يسير بالاتجاه الامامي .

س/ في وعاء مغلق حجمه لتر واحد يتفاعل غاز CO مع بخار الماء وتكون غاز CO_2 و H_2 بدرجة حرارة $700K$. ما تراكيز خليط الغازات عند وصولها الى حالة الاتزان اذا تم وضع مول واحد من كل من المتفاعلات والنواتج علماً ان ثابت الاتزان K_C لهذا التفاعل يساوي 5.29 . $(\sqrt{5.29} = 2.3)$

ج/



(2) نجد حاصل التفاعل Q ويقارن مع K_C لمعرفة اتجاه التفاعل :

$$Q = \frac{[CO_2][H_2]}{[CO][H_2O]} = \frac{1 \times 1}{1 \times 1} = 1 \quad (M = n(\text{mol}))$$

بما ان $K_C > Q$ ($5.29 > 1$) لذلك فإن اتجاه التفاعل هو بالاتجاه الامامي .

(3) نعمل جدولاً لنجد قيمة x من K_C :

M	$CO_{(g)} + H_2O_{(g)} \rightleftharpoons CO_{2(g)} + H_{2(g)}$			
التراكيز الابتدائية	1	1	1	1
التغير في التراكيز	-x	-x	+x	+x
التراكيز عند الاتزان	1-x	1-x	1+x	1+x

$$K_C = \frac{[CO_2][H_2]}{[CO][H_2O]} \Rightarrow 5.29 = \frac{(1+x)^2}{(1-x)^2} \quad \sqrt{\Rightarrow} \quad 2.3 = \frac{1+x}{1-x}$$

$$1 + x = 2.3 - 2.3x \Rightarrow 3.3x = 1.3 \Rightarrow x = \frac{1.3}{3.3} = 0.394 \text{ mol/L}$$

(4) نجد التراكيز عند الاتزان :

$$[CO] = [H_2O] = 1 - x = 1 - 0.394 = 0.606 \text{ mol/L}$$

$$[CO_2] = [H_2] = 1 + x = 1 + 0.394 = 1.394 \text{ mol/L}$$

العلاقة بين الطاقة الحرة ΔG وقيمة حاصل التفاعل Q

$$R - \text{ ثابت الغازات بوحدة الطاقة ويساوي } (R = 8.314 \frac{J}{K.mol})$$

$$T - \text{ درجة الحرارة بالكلفن}$$

مثال 13/ اذا علمت ان ΔG^0 للتفاعل تساوي $\Delta G^0 = -104KJ/mol$ عند درجة حرارة $25C^0$ وضغط $1atm$ $CCL_4(l) + H_2(g) \rightleftharpoons HCl(l) + CHCl_3(g)$ احسب ثابت الاتزان K_{eq} عند الظروف نفسها . (معلومة: $\log 1.7 = 0.26$) .

ج/

(1) نحول درجة الحرارة من وحدة C^0 الى K :

$$T(K) = t(C^0) + 273 = 25(C^0) + 273 = 298K$$

(2) يجب ملاحظة توحيد وحدات R مع ΔG^0 :

$$\Delta G_r^0(J/mol) = -104KJ/mol \times \frac{1000(J)}{1(KJ)} = -104000J/mol \quad \text{(تلقائي)}$$

(3) نجد K_{eq} من ΔG_r^0 :

$$\Delta G_r^0 = -RT \ln K_{eq}$$

$$-104000J/mol = -8.314J/K.mol \times 298K \times \ln K_{eq}$$

$$\ln K_{eq} = 42$$

$$2.3 \log K_{eq} = 42 \quad \Rightarrow$$

$$\log K_{eq} = 18.26$$

$$K_{eq} = 10^{18.26} = 10^{0.26} \times 10^{18}$$

$$K_{eq} = 1.7 \times 10^{18}$$

وهذه القيمة كبيرة جداً ما يعني ان التفاعل امامي) والتفاعل شبه تام (اي تلقائي) .

سؤال 33/ وضح الفرق بين ΔG و ΔG^0 واكتب العلاقة بينهما . متى تكون قيمة ΔG تساوي ΔG^0 ، اثبت ذلك حسابياً ؟

ج/

الفرق هو: ΔG : الطاقة الحرة غير القياسية ، ΔG^0 : الطاقة الحرة القياسية

$$\Delta G = \Delta G_r^0 + RT \ln Q \quad \text{العلاقة هي:}$$

$\Delta G = \Delta G_r^0$ عندما $Q = 1$ لان $\ln 1 = 0$ وكالاتي:

$$\Delta G = \Delta G_r^0 + RT \ln Q$$

$$\Delta G = \Delta G_r^0 + RT \ln 1$$

$$\Delta G = \Delta G_r^0 + RT(0)$$

$$\Delta G = \Delta G_r^0$$

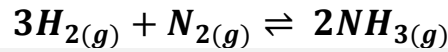
قاعدة لوشاتلييه:

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

العوامل المؤثرة على حالة الاتزان (اي على اتجاه التفاعل) :

(1) تاثير التغير بالتراكيز:

(2015 - د1/خ ق- كيف يمكن زيادة الانتاج)



(1) اضافة المتفاعلات او سحب النواتج: يتجه التفاعل بالاتجاه الامامي .

(2) اضافة النواتج او سحب المتفاعلات: يتجه التفاعل بالاتجاه الخلفي .

(2) تاثير تغير الضغط والحجم:

(1) زيادة الضغط (او تقليل الحجم) يتجه التفاعل نحو عدد المولات الغازية الاقل .

(2) تقليل الضغط (او زيادة الحجم) يتجه التفاعل نحو عدد المولات الغازية الاكبر .

(3) تاثير درجة الحرارة:

(1) بالتسخين يتجه التفاعل بالاتجاه الماص

(2) بالتبريد يتجه التفاعل بالاتجاه الباعث

4) تأثير اضافة العامل المساعد:

هو المادة التي تزيد من سرعة التفاعل الكيميائي دون ان تشترك فيه .

س/ اضافة العامل المساعد الى تفاعل متزن لا يؤثر على تراكيز المواد في النظام ولا على موضع الاتزان ، علل ذلك ؟

ج/ لان العامل المساعد يؤثر على طاقة التنشيط فقط ، حيث يزيد من معدل سرعتي التفاعل الامامي R_f والخلفي R_b بالدرجة نفسها .

العوامل المؤثرة على قيمة ثابت الاتزان:

س/ عند ثبوت درجة الحرارة فان التغير في تراكيز مواد التفاعل او تغير الضغط او الحجم لا تؤثر على قيمة K_{eq} ، علل ذلك ؟

ج/ لان قيمة النسبة بين تراكيز النواتج والمتفاعلات عند الاتزان تبقى ثابتة .
القاعدة:

- 1) عندما يتجه التفاعل بالاتجاه الامامي بتغير درجة الحرارة فان K_{eq} تزداد .
- 2) عندما يتجه التفاعل بالاتجاه الخلفي بتغير درجة الحرارة فان K_{eq} تقل .

تمرين 19/ يصل مزيج الغازات C_2H_4 و H_2 و C_2H_6 الموضوعه في وعاء مغلق عند $25C^0$ الى حالة الاتزان كما في التفاعل الاتي: $C_2H_4(g) + H_2(g) \rightleftharpoons C_2H_6(g) + 137KJ/mol$ صف عدد من الاجراءت التي تؤدي الى رفع كمية C_2H_6 الناتجة من هذا التفاعل .

- 1) اضافة كمية من المتفاعلات (غاز C_2H_4 و H_2) وسحب غاز C_2H_6 باستمرار من مزيج الاتزان .
- 2) زيادة الضغط لكي يتجه نحو عدد المولات الاقل اي امامي نحو النواتج .
- 3) تقليل الحجم (4) تبريد اناء التفاعل لان التفاعل الامامي باعث للحرارة .

مثال 15/ ما تأثير كل العوامل التالية على حالة الاتزان وثابت الاتزان للتفاعل المتزن الاتي :



- 1) تسخين خليط الاتزان.
- 2) سحب N_2F_4 من خليط الاتزان عند ثبوت درجة الحرارة والحجم .
- 3) خفض الضغط على خليط الاتزان متزن بدرجة حرارة ثابتة .
- 4) اضافة العامل المساعد الى خليط الاتزان .

ت	العامل المؤثر	حالة الاتزان	ثابت الاتزان K_{eq}
1	تسخين خليط الاتزان	يتجه بالاتجاه الامامي/ وذلك لان التفاعل ماص وحيث التسخين يتجه باتجاه الماص للتخلص من الحرارة الفائضة حسب قاعدة لوشاتليه	يزداد/ لان التفاعل بالاتجاه الامامي فتزداد تركيز النواتج والعلاقة طردية بين K_{eq} وتركيز النواتج
2	سحب N_2F_4 من خليط الاتزان	بالاتجاه الخلفي/ لانه عند سحب N_2F_4 سوف يقل تركيزه في خليط الاتزان لذلك سوف يتم تعويضه بتحول قسم NF_2 الى N_2F_4	لا يتأثر
3	خفض الضغط	بالاتجاه الامامي/ لان خفض الضغط يتجه نحو عدد المولات الاكبر اي نحو النواتج	لا يتأثر
4	اضافة العامل المساعد	لا تتأثر لانه يقلل من طاقة التنشيط فقط وتأثيره على سرعة التفاعل بكل الاتجاهين متساوية	لا يتأثر

سؤال واجب التفاعل الغازي المتزن الاتي: $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$ انثالي التفاعل تساوي 92.5 KJ/mol ، ماتأثير كل من العوامل التالية على حالة الاتزان وثابت الاتزان:
 (1) خفض درجة الحرارة (2) اضافة زيادة من Cl_2 الى خليط الاتزان (3) سحب PCl_3 من خليط الاتزان (4) زيادة الضغط على خليط الاتزان (5) اضافة عامل مساعد .

تمرين 32/ للتفاعل المتزن الاتي: $2SO_3(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g) + O_2(g)$ وجد ان خليط الاتزان بدرجة حرارة $25C^\circ$ يحتوي على: $[SO_3] = 0.002 \text{ mol/L}$ و $[SO_2] = 0.08 \text{ mol/L}$ و $[O_2] = 0.01 \text{ mol/L}$ وعند تبريد التفاعل الى $10C^\circ$ وجد K_C للتفاعل يساوي 4 بين هل التفاعل باعث باعث ام ماص للحرارة .

ج/

(1) نجد K_C بدرجة $25C^\circ$ لان التراكيز عند الاتزان معلومة ثم يقارن مع K_C بدرجة $10C^\circ$:

$$K_C = \frac{[SO_2]^2[O_2]}{[SO_3]^2} = \frac{(0.08)^2(0.01)}{(0.002)^2} = 16$$

(2) نقارن الثابتين بالدرجتين الحراريتين ونستنتج هل التفاعل ماص او باعث:

بما ان العملية تبريد وحيث ان التبريد يتجه نحو الباعث لكن نلاحظ ان قيمة K_C قلت اي التفاعل يتجه بالاتجاه الخلفي ، اي الخلفي باعث للحرارة والامامي ماص ، اذن التفاعل ماص للحرارة .

$t(C^\circ)$	K_C
25	16
10	4

قلت

قيمة الثابت

عندما يقل كل من الثابت ودرجة الحرارة او يزداد كلاهما فالتفاعل ماص للحرارة والعكس صحيح .

سؤال 1/ املأ الفراغات في الجمل التالية بما يناسبها:

(1) في التفاعل المتزن الاتي: $3H_2(g) + N_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g) + 92KJ$ فان خفض درجة الحرارة يؤدي الى زيادة تراكيز المواد الناجمة .

(2) في التفاعل المتزن الاتي: $CO + 2H_2 \rightleftharpoons CH_3OH + 127KJ$ عندما يضاف الهيدروجين الى هذا النظام المتزن فان حرارة التفاعل تزداد .

(3) عندما تكون K_P اصغر من K_C فان مجموع عدد مولات المواد المتفاعلة اكبر من مجموع عدد مولات المواد الناتجة .

(5) عند تقليل الضغط في خليط متزن ($\Delta n_g = -1$) فالتفاعل ينزاح نحو المتفاعلات وثابت الاتزان K_C لا يتغير .

(6) يترجح التفاعل الخلفي لتفاعل متزن ماص للحرارة عند تبريد اناء التفاعل .

سؤال 3/ علل ما يأتي:

(1) زيادة حجم اناء التفاعل لتفاعل غازي $\Delta n_g (\text{products}) < \Delta n_g (\text{reactants})$ يؤدي الى خفض المنتج .

ج/ بما ان عدد مولات المتفاعلات اكبر من عدد مولات النواتج وحيث ان زيادة حجم اناء التفاعل يتجه نحو عدد المولات الاكبر (حسب القاعدة) اي نحو المتفاعلات (بالاتجاه الخلفي) فيقل المنتج

(2) في التفاعل الافتراضي المتزن: $A(g) \rightleftharpoons B(g) + \text{طاقة}$ لا تتغير حرارة اثناء التفاعل عند زيادة الضغط الكلي .

ج/ وذلك لان $\Delta n_g = 0$ ، فلا تأثير لزيادة الضغط على التفاعل .

(3) قيمة ثابت الاتزان للتفاعلات غير الانعكاسية تكون كبيرة جداً .

ج/ وذلك لان التفاعلات غير الانعكاسية تكون تامة اي تراكيز النواتج تكون كبيرة جداً وتراكيز المتفاعلات تكون صفر تقريباً وحيث ان:

$$K_C = \frac{[\text{نواتج}]}{[\text{متفاعلات}]}$$

لذلك تكون قيمة K_C كبيرة .

(4) يعد التفاعل باعثاً للحرارة اذا انخفضت قيمة K_C للتفاعل عند زيادة درجة حرارة التفاعل .

ج/ بما ان زيادة درجة الحرارة (التسخين) يتجه التفاعل نحو الماص دائماً (حسب القاعدة) وان انخفاض قيمة K_C تدل ان التفاعل يتجه بالاتجاه الخلفي اي الخلفي هو الماص وان الامامي هو الباعث .

(5) قيمة K_C تزداد عند رفع درجة حرارة التفاعل في حالة التفاعلات الماصة للحرارة .

ج/ بما ان رفع درجة الحرارة يتجه باتجاه الماص دائماً (حسب القاعدة) وحيث ان التفاعل الامامي ماص للحرارة اي يتجه بالاتجاه الامامي نحو النواتج فتزداد قيمة K_C .

(6) زيادة الضغط على خليط متوازن ($\Delta n_g = +1$) فان الاتزان ينزاح باتجاه المتفاعلات .

ج/ بما ان Δn_g موجبة فان عدد مولات المتفاعلات اقل وحيث ان زيادة الضغط يتجه نحو عدد المولات الاقل (حسب القاعدة) اي نحو المتفاعلات .

(7) تتوقف بعض التفاعلات تماماً بينما تظهر تفاعلات اخرى وكأنها متوقفة .

ج/ التفاعلات التي تتوقف هي تفاعلات غير انعكاسية اي تامة وتتوقف عندما يستهلك احد المواد المتفاعلة او جميعها ، اما التفاعلات التي تبدو وكأنها متوقفة فهي التفاعلات الانعكاسية حيث تكون سرعة التفاعل الامامي تساوي سرعة التفاعل الخلفي ولكنها مستمرة في كلا الاتجاهين .

(8) ترتفع درجة حرارة تفاعل ماص للحرارة عندما $K_C = 0.3$ و $Q = 1$.

ج/ بما ان ($K_C < Q$) فان التفاعل يتجه بالاتجاه الخلفي الباعث للحرارة (لان الامامي ماص) لذلك ترتفع درجة حرارة التفاعل .

(9) في التفاعل المتزن الاتي: $SO_2Cl_2(g) + \text{طاقة} \rightleftharpoons SO_2(g) + Cl_2(g)$ ترتفع حرارة التفاعل عند اضافة SO_2 الى خليط الاتزان .

ج/ بما ان اضافة SO_2 يتجه بالاتجاه الخلفي (حسب القاعدة اضافة نواتج يتجه نحو المتفاعلات) وبما ان التفاعل الخلفي باعث للحرارة فيؤدي الى ارتفاع حرارة التفاعل .

(10) يمكن حذف تراكيز المواد الصلبة والسائلة النقية من علاقة ثابت الاتزان ، علل ذلك

ج/ لان المواد الصلبة والسائلة النقية يبقى تركيزها ثابت مهما تغيرت كمياتها ويساوي الواحد مولاري ولا يتغير وان تغير الحجم او الكمية .

الفصل الثالث - الاتزان الايوني

المواد غير الالكتروليتيّة:

وهي المواد التي تكون محاليلها المائية غير موصلة للتيار الكهربائي رغم ذوبانها في الماء ، أي انها لا تتفكك أي لا تعطي ايونات سالبة وايونات موجبة ، مثال السكروز وخلات المثل .

المواد الالكتروليتيّة:

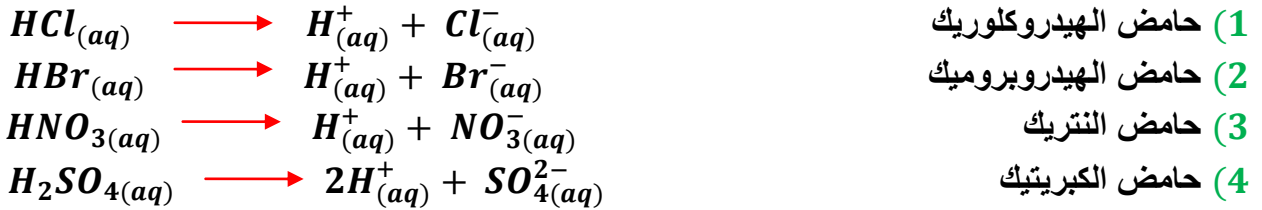
وهي المواد التي يكون لمحاليلها المائية او لمنصهرها القابلية على توصيل التيار الكهربائي أي تتفكك لتعطي ايونات موجبة وسالبة ، وتشمل الحوامض والقواعد والاملاح ، وتعد الحوامض والقواعد مركبات مستقطبة اما الاملاح فهي ايونية

اصنافها:

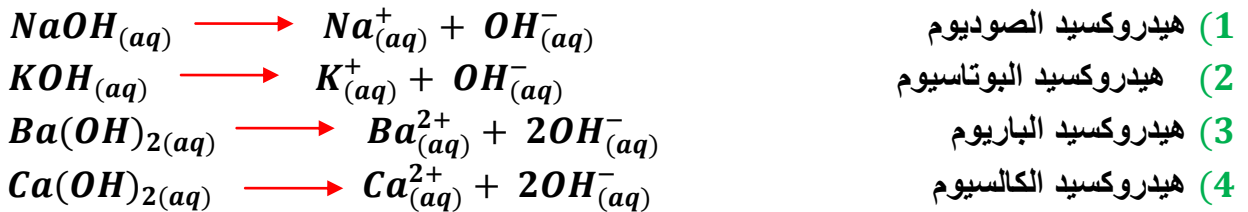
1) الالكتروليتيات القوية:

وهي المواد التي تكون عالية التوصيل للكهربائية عند ذوبانها في الماء ، وذلك بسبب تفككها التام الى ايونات ومعادلات التفكك لها غير انعكاسية ، وتشمل الحوامض القوية والقواعد القوية والاملاح تامة الذوبان

الحوامض القوية:



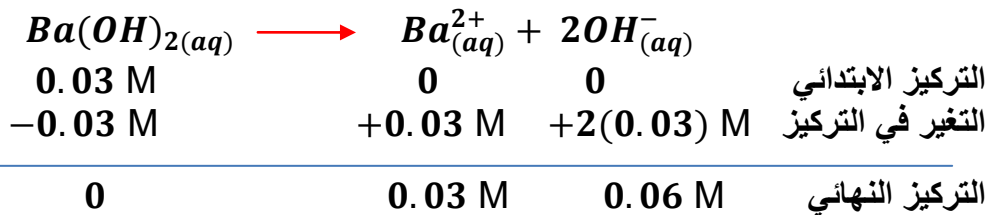
القواعد القوية:



س/ كيف تحسب تراكيز الايونات للالكتروليتيات القوية في محاليلها المائية ؟
ج/ وذلك بصورة مباشرة من تراكيز الالكتروليتيات القوية .

مثال 1/ احسب التراكيز المولارية لايون Ba^{2+} وايون OH^- في محلول (0.03 M) من هيدروكسيد الباريوم .

ج/ نكتب معادلة تفكك القاعدة القوية $Ba(OH)_2$ وهو تفكك تام :



∴ تراكيز الايونات هي : $[Ba^{2+}] = 0.03 M$ ، $[OH^-] = 0.06 M$

(2) الالكتروليتات الضعيفة:

وهي الالكتروليتات التي تكون محاليلها المائية ضعيفة التوصيل للكهربائية لكونها تتأين بشكل جزئي (غير تام) عند ذوبانها في الماء , ولها تفاعلات انعكاسية , وتشمل الحوامض الضعيفة والقواعد الضعيفة والاملاح شحيحة الذوبان .

الحوامض الضعيفة:

- (1) حامض الخليك $CH_3COOH_{(aq)} \rightleftharpoons CH_3COO^-_{(aq)} + H^+_{(aq)}$
- (2) حامض الهيدروسيتريك $HCN_{(aq)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + CN^-_{(aq)}$
- (3) حامض النتروز $HNO_{2(aq)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + NO^-_{2(aq)}$
- (4) حامض الهيدروفلوريك $HF_{(aq)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + F^-_{(aq)}$
- (5) حامض الفينول $C_6H_5OH_{(aq)} \rightleftharpoons C_6H_5O^-_{(aq)} + H^+_{(aq)}$

القواعد الضعيفة:

- (1) الامونيا $NH_3_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NH_4^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$
- (2) الانيلين (او C_6H_7N) $C_6H_5NH_2_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons C_6H_5NH_3^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$

الحوامض الضعيفة:

الحسابات: (وللقواعد الضعيفة نفس القوانين)

(1) يمكن حساب تركيز H^+ للحامض الضعيف من قانون K_a على ان تكون قيمة K_a معلومة و تركيز الحامض عند الاتزان معلوم كما في القانون العام :

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$

$$\text{درجة التآين} = \frac{\text{تركيز الجزء المتأين عند الاتزان}}{\text{التركيز الابتدائي}}$$

(2) حساب درجة التفكك (التآين) :

درجة التآين:

وهي نسبة التركيز المولاري للجزء المتأين من الالكتروليت الضعيف الى التركيز المولاري للالكتروليت الضعيف .

$$(3) \text{ النسبة المئوية للتآين: } \text{النسبة المئوية للتآين} = 100 \times \frac{\text{تركيز الجزء المتأين عند الاتزان}}{\text{التركيز الابتدائي}}$$

$$\text{او } \% \text{ للتآين} = \text{درجة التآين} \times 100$$

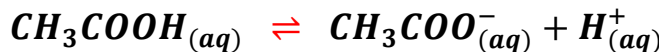
مثال 3/ احسب تركيز ايون المائي H^+ في $0.1 M$ محلول مائي لحامض الخليك ودرجة التآين

النسبة المئوية لتفكك الحامض ، اذا علمت ان ثابت تفكك حامض الخليك 1.8×10^{-5} .

$$(\sqrt{1.8} = 1.3)$$

ج/

(1) كتابة المعادلة الكيميائية المتوازنة لتفكك الحامض الضعيف:



التركيز الابتدائية	0.1 M	0	0
التركيز عند الاتزان	(0.1 - x) M	x M	x M

وبما ان قيمة K_a صغيرة لذلك فان قيمة x تهمل اي يصبح تركيز الحامض عند الاتزان هو :

$$\text{اي نستخدم طريقة التقريب . } 0.1 - x \cong 0.1 M$$

(2) نحسب تركيز H^+ (x) من قانون K_a :

$$K_a = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]} \Rightarrow 1.8 \times 10^{-5} = \frac{x^2}{0.1}$$

$$x^2 = 1.8 \times 10^{-6} \quad \sqrt{\quad} \Rightarrow \quad x = 1.3 \times 10^{-3} \text{ M} = [H^+]$$

(3) درجة التآين: $0.013 = \frac{1.3 \times 10^{-3}}{0.1} = \frac{\text{تركيز الجزء المتآين عند الاتزان}}{\text{التركيز الابتدائي}} = \text{درجة التآين}$

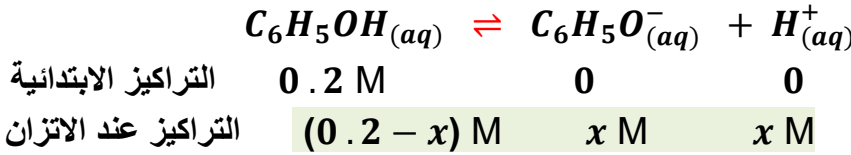
(4) % للتآين: $100 \times \frac{\text{تركيز ايون } H^+ \text{ عند الاتزان}}{\text{التركيز الابتدائي للحامض}} = \text{النسبة المئوية للتآين}$

$$\%1.3 = 100 \times \frac{1.3 \times 10^{-3}}{0.1} = \text{النسبة المئوية للتآين}$$

تمرين 3/ احسب تركيز ايون الهيدروجين المائي في المحلول المائي للفينول (C_6H_5OH) ($K_a = 1.3 \times 10^{-10}$) الذي تركيزه (أ) 0.2 M (ب) بعد تخفيفه لمئة مرة. (2017 / 1 - 0.3 M)

ج/

(أ) لمحلول تركيزه 0.2 M :



$$K_a = \frac{[C_6H_5O^-][H^+]}{[C_6H_5OH]} \Rightarrow 1.3 \times 10^{-10} = \frac{x^2}{0.2}$$

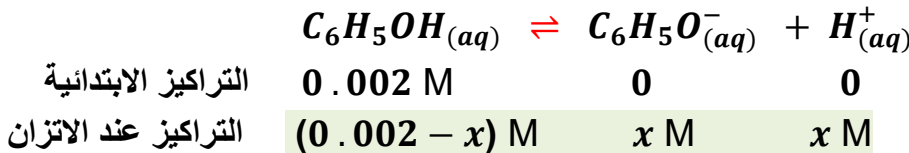
$$x^2 = 26 \times 10^{-12} \quad \sqrt{\quad} \Rightarrow \quad x = 5.1 \times 10^{-6} \text{ M} = [H^+]$$

(ب) بعد تخفيفه لمئة مرة:

الطريقة الاولى:

نجد تركيز الحامض بعد التخفيف من القانون الاتي: $\text{عدد مرات التخفيف} = \frac{\text{تركيز الحامض قبل التخفيف } M_1}{\text{تركيز الحامض بعد التخفيف } M_2}$

$$\frac{0.2}{M_2} = 100 \Rightarrow M_2 = \frac{0.2}{100} = 0.002 \text{ M}$$



$$K_a = \frac{[C_6H_5O^-][H^+]}{[C_6H_5OH]} \Rightarrow 1.3 \times 10^{-10} = \frac{x^2}{0.002}$$

$$x^2 = 26 \times 10^{-14} \quad \sqrt{\quad} \Rightarrow \quad x = 5.1 \times 10^{-7} \text{ M} = [H^+]$$

عند تخفيف المحلول مائة مرة نلاحظ انخفاض تركيز ايون الهيدروجين H^+ عشر مرات حسب قاعدة لوشاتليه.

س/ اذا علمت ان النسبة المئوية للمتفكك 0.1 M حامض الهيدروسيانيك HCN تساوي 0.01 % ،
كم هو ثابت تايين هذا الحامض ؟

ج/

(1) نجد تركيز ايون $[H^+]$ من % للتأين:

$$100 \times \frac{\text{تركيز ايون } H^+ \text{ عند الاتزان}}{\text{التركيز الابتدائي للحامض}} = \% \text{ التأيين}$$

$$\% 0.01 = \frac{[H^+]}{0.1} \times 100 \Rightarrow [H^+] = 1 \times 10^{-5} \text{ M}$$

(2) نجد K_a من $[H^+]$ و مولارية الحامض :



$$K_a = \frac{[H^+][CN^-]}{[HCN]} = \frac{(1 \times 10^{-5})^2}{0.1} = 1 \times 10^{-9}$$

س/ تزداد درجة تفكك الالكتروليت الضعيف عند التخفيف ، علل ذلك ؟

ج/ وذلك لان عملية التخفيف تؤدي الى ازاحة موقع الاتزان من موقعه الاصلي الى موقع جديد لازالة تأثير عملية التخفيف حسب لوشاتليه اي ان عملية التخفيف تؤدي الى نقصان في كمية الجزء غير المتفكك من الحامض وتزيد من كمية الجزء المتفكك اي H^+ في وحدة الحجم من المحلول ليرجع الى حالة اتزان جديدة .

القواعد الضعيفة:

مثال 5/ احسب تركيز ايون الهيدروكسيد $[OH^-]$ ودرجة التأيين والنسبة المئوية للتأين للمحلول المائي للامونيا الذي تركيزه يساوي 0.2 M ، علماً ثابت تفكك القاعدة الضعيفة $K_b(NH_3) = 1.8 \times 10^{-5}$.

ج/



التركيز الابتدائية	0.2 M	0	0
التركيز عند الاتزان	(0.2 - x) M	x M	x M

$$K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]} \Rightarrow 1.8 \times 10^{-5} = \frac{x^2}{0.2}$$

$$x^2 = 3.6 \times 10^{-6} \quad \sqrt{\quad} \Rightarrow x = 1.9 \times 10^{-3} \text{ M} = [OH^-]$$

$$0.0095 = \frac{1.9 \times 10^{-3}}{0.2} = \frac{\text{تركيز ايون } OH^- \text{ عند الاتزان}}{\text{التركيز الابتدائي للقاعدة}} = \text{درجة التأيين}$$

$$100 \times \text{درجة التأيين} = \text{النسبة المئوية للتأيين}$$

$$\% 0.95 = 100 \times 0.0095 = \text{النسبة المئوية للتأيين}$$

حامض برونشند: وهو المادة التي لها القابلية على فقدان بروتون (H^+) وتكوين قاعدة قرينة .
قاعدة برونشند: وهي المادة التي لها القابلية على اكتساب بروتون (H^+) وتكوين حامض قرين .

القاعدة القرينة: هي حامض برونشند بعد فقدانه للبروتون ، مثال CH_3COO^- ، Cl^- .
الحامض القرين: هو قاعدة برونشند بعد اكتسابها للبروتون ، مثال H_3O^+ ، NH_4^+ .

علام تعتمد قوة الحامض او القاعدة حسب نظرية برونشتد - لوري ؟ عدد ذلك .

- ج/ أ) تعتمد قوة الحامض حسب نظرية برونشتد على مدى قابلية الحامض على فقدان البروتون H^+ .
 ب) تعتمد قوة القاعدة حسب نظرية برونشتد على مدى قابلية القاعدة على اكتساب البروتون H^+ .
 ج) تعتمد على الوسط الذي يحتوي هذه الاصناف .

التأين الذاتي للماء:

هو تفاعل كيميائي ينتقل فيه بروتون من جزي ماء الى جزي ماء اخر لتكوين ايونات الهيدرونيوم H_3O^+ وايونات الهيدروكسيد OH^- وبأعداد متساوية ويسمى ايضاً بالتفكك التلقائي للماء او البرتنة الذاتية للماء وهي المسؤولة عن الصفة الامفوتيرية للماء .

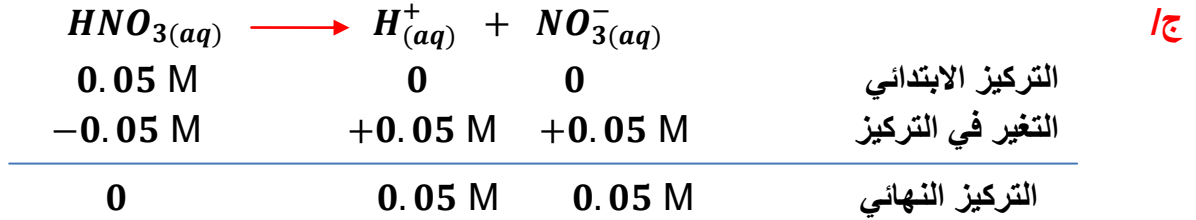
$$[H^+] \times [OH^-] = 1 \times 10^{-14}$$

لنتج العلاقة الاتية:

ملخص :

مثال	المحلول	الحالة العامة	عند $25C^0$
الماء والاملاح المتعادلة	متعادل	$[H^+] = [OH^-]$	$[H^+] = [OH^-] = 1 \times 10^{-7} M$
الحوامض والاملاح الحامضية	حامضي	$[H^+] > [OH^-]$	$[OH^-] < 1 \times 10^{-7}$ ، $[H^+] > 1 \times 10^{-7}$
القواعد والاملاح القاعدية	قاعدي	$[H^+] < [OH^-]$	$[OH^-] > 1 \times 10^{-7}$ ، $[H^+] < 1 \times 10^{-7}$

مثال 6/ احسب تراكيز ايونات H^+ و OH^- في $0.05 M$ من محلول حامض النتريك (HNO_3) .



∴ تراكيز الايونات هي $[H^+] = 0.05 M$

$$[H^+] \times [OH^-] = 1 \times 10^{-14}$$

$$0.05 \times [OH^-] = 1 \times 10^{-14} \Rightarrow [OH^-] = 2 \times 10^{-13} M$$

الاس الهيدروجيني PH:

هي طريقة ملائمة لقياس او للتعبير عن تركيز ايون الهيدروجين خصوصاً لتراكيز ايون الهيدروجين الصغيرة التي تكون قيمتها اصغر او تساوي $1 M$ بدلالة سالب لوغارتيم التركيز المولاري لايون الهيدروجين في المحلول ويرمز له PH .

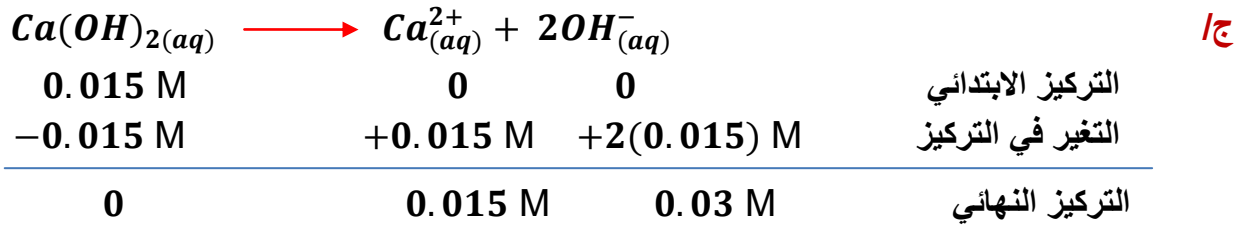
القوانين:

$$PH = -\log[H^+]$$

$$POH = -\log[OH^-]$$

$$PH + POH = 14$$

تمرين 9/ احسب قيم $[H^+]$ و PH و $[OH^-]$ و POH للمحلول المائي لـ $Ca(OH)_2$ تركيزه M 0.015 . هل المحلول حامضي ام قاعدي ؟ ولماذا ؟ $(\log 3 = 0.48)$.



$$[OH^-] = 0.03 M \quad (1) \quad [OH^-]$$

$$[H^+] \times [OH^-] = 1 \times 10^{-14} \Rightarrow [H^+] \times 0.03 = 1 \times 10^{-14} \quad (2) \quad [H^+]$$

$$[H^+] = \frac{1 \times 10^{-14}}{0.03} = 3.3 \times 10^{-13} M$$

$$POH = -\log[OH^-] = -\log 0.03 = -\log(3 \times 10^{-2}) \quad (3) \quad POH$$

$$POH = -\log 3 - \log 10^{-2} = -0.48 + 2 = 1.52$$

$$PH + POH = 14 \quad (4) \quad PH$$

$$PH + 1.52 = 14 \Rightarrow PH = 14 - 1.52 = 12.48$$

معكوس او مقلوب اللوغاريتم: اي ايجاد العدد اذا علم لوغارتيمة :

$$PH = -\log[H^+] \Rightarrow [H^+] = 10^{-PH} \quad \text{القانون:}$$

$$POH = -\log[OH^-] \Rightarrow [OH^-] = 10^{-POH}$$

سؤال 25/ كم هي كتلة هيدروكسيد البوتاسيوم ($M = 56g/mol$) اللازم اضافتها الى $200ml$ من الماء لتصبح قيمة PH المحلول الناتج تساوي 11 ؟

ج

$$PH + POH = 14 \Rightarrow POH = 14 - 11 = 3 \quad (1) \quad \text{نجد } POH \text{ من } PH$$

$$[OH^-] = 10^{-POH} = 10^{-3} M \quad (2) \quad \text{نجد } [OH^-]$$

(3) KOH قاعدة قوية ولها تفكك تام :



$$[KOH] = [OH^-] = 10^{-3} M$$

(4) نجد كتلة القاعدة :

$$m(g) = M (mol/l) \times M(g/mol) \times V(L)$$

$$m(g) = 10^{-3} mol/L \times 56g/mol \times 200ml \times \frac{1L}{1000ml} = 0.0112g$$

التمذوب

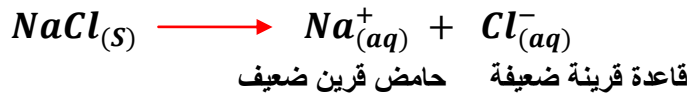
التمذوب: هو تفاعل المادة (المذاب) مع المذيب المستعمل لاذابتها .

التحلل المائي: هو تفاعل المادة (المح) مع الماء عندما يكون الماء هو المذيب اي مع ايونات H^+ و OH^-

الأملاح

(1) ملح مشتق من حامض قوي وقاعدة قوية:

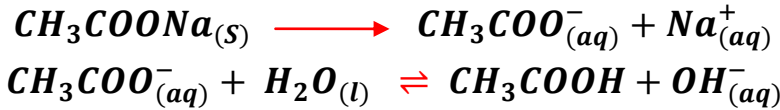
وهي الأملاح التي تتكون من الأيون السالب للحامض القوي و الأيون الموجب للقاعدة القوية ، كما في المحلول المائي لملح كلوريد الصوديوم $NaCl$ (ملح مشتق من الحامض HCl والقاعدة $NaOH$) ، وعند ذوبانه في الماء فإن محلوله المائي يكون متعادلاً بسبب ان الأيونات الناتجة (Na^+ و Cl^-) هي قرائن ضعيفة لا تتفاعل مع الماء فيبقى تركيز H^+ يساوي تركيز OH^- ويساوي $M \times 10^{-7}$ لكل منهما و PH للمحلول يساوي 7 وكالاتي:



س/ تكون المحاليل المائية لأملاح الحوامض القوية والقواعد القوية متعادلة ، علل ذلك؟

ج/ بسبب ان الأيونات الناتجة للحامض القوي والقاعدة القوية هي قرائن ضعيفة لا تتفاعل مع الماء فيبقى تركيز H^+ يساوي تركيز OH^- ويساوي $M \times 10^{-7}$ لكل منهما و PH للمحلول يساوي 7 .

(2) ملح مشتق من قاعدة قوية و حامض ضعيف : مثال ملح خلات الصوديوم CH_3COONa :



$K_h = \frac{K_w}{K_a}$	$[H^+] = \sqrt{\frac{K_w \times K_a}{C}}$	$PH = \frac{1}{2} [PK_w + PK_a + \log c]$
-------------------------	---	---

القوانين:

س/ احسب قيمة PH محلول لملح خلات الصوديوم تركيزه $0.01 M$ في درجة حرارة $25C^\circ$ ، علماً بأن قيمة $K_a(CH_3COOH) = 1.8 \times 10^{-5}$. $(\log 1.8 = 0.26)$.

ج/

(1) نجد PK_a :

$$PK_a = -\log K_a = -\log 1.8 \times 10^{-5} = -\log 1.8 - \log 10^{-5}$$

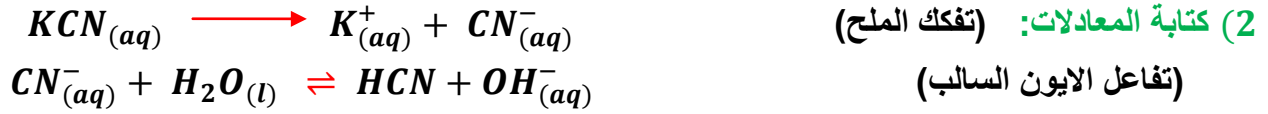
$$= -0.26 + 5 = 4.74$$

(2) نجد PH :

$$PH = \frac{1}{2} [PK_w + PK_a + \log c] = \frac{1}{2} [14 + 4.74 + \log 10^{-2}]$$

$$PH = \frac{1}{2} [18.74 - 2] = \frac{1}{2} (16.74) = 8.37$$

س/ احسب تركيز ايون الهيدروكسيد للمحلول المائي لملاح سيانيد البوتاسيوم KCN $K_a(HCN) = 4.9 \times 10^{-10}$ تركيزه $0.1 M$. هل المحلول حامضي ام قاعدي ؟
ج/



(3) نجد $[H^+]$ من قانون الجذر:

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_w \times K_a}{C}}$$

$$[H^+] = \sqrt{\frac{(1 \times 10^{-14}) \times (4.9 \times 10^{-10})}{0.1}} = \sqrt{49 \times 10^{-24}} = 7 \times 10^{-12} M$$

(4) نجد $[OH^-]$:

$$[H^+] \times [OH^-] = 1 \times 10^{-14} \Rightarrow 7 \times 10^{-12} \times [OH^-] = 1 \times 10^{-14}$$

$$[OH^-] = \frac{1 \times 10^{-14}}{7 \times 10^{-12}} = 1.43 \times 10^{-3} M$$
 ، والمحلول قاعدي لان $[OH^-] > [H^+]$

سؤال وزاري:

ما قيمة ثابت التحلل المائي لملاح خلات الصوديوم CH_3COONa اذا علمت ان $1L$ منه بتركيز M 0.2 يحتوي على تركيز ايونات H^+ يساوي $1 \times 10^{-9} M$ ؟ (نجد K_a ثم K_h)

س/ عند اضافة املاح مشتقة من قواعد قوية وحوامض ضعيفة في الماء يكون المحلول ذا صفة قاعدية دائماً ، علل ذلك ؟

ج/ وذلك لان ذوبان هذا النوع من الاملاح في الماء سوف ينتج قاعدة قرينة قوية (ناتجة من الحامض الضعيف) والتي تتفاعل مع الماء (تكتسب H^+ من الماء) فيقل تركيز H^+ ويزداد تركيز OH^- فيصبح المحلول قاعدياً .

(3) ملح مشتق من حامض قوي وقاعدة ضعيفة: مثال ملح كلوريد الامونيوم NH_4Cl :



تفاعل الايون الموجب

وحسب القوانين الاتية:

$K_h = \frac{K_w}{K_b}$	$[H^+] = \sqrt{\frac{K_w \times C}{K_b}}$	$PH = \frac{1}{2} [PK_w - PK_b - \log c]$
-------------------------	---	---

سؤال وزاري: املا الفراغات: PH لملاح يساوي (5) وتركيزه $0.1 M$ فان $K(b)$ له يساوي 10^{-5}

ج/

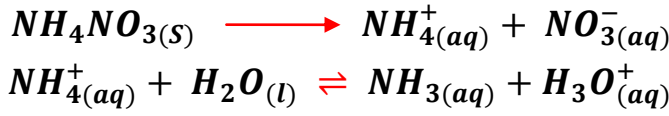
$$[H^+] = 10^{-PH} = 10^{-5} M$$

بما ان PH للملاح اقل من 7 لذلك فالملاح حامضي:

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_w \times C}{K_b}} \Rightarrow 10^{-5} = \sqrt{\frac{10^{-14} \times 0.1}{K_b}}$$

$$10^{-5} = \sqrt{\frac{10^{-15}}{K_b}} \Rightarrow 10^{-10} = \frac{10^{-15}}{K_b} \Rightarrow K_b = 10^{-5}$$

س/ احسب قيمة POH لمحلول نترات الامونيوم ($PK_b = 4.74$) بتركيز $0.5 M$ ، وهل المحلول حامضي ام قاعدي . ($\log 5 = 0.7$)
(1) كتابة المعادلات:



(2) تطبيق قانون PH :

$$PH = \frac{1}{2} [PK_w - PK_b - \log c] = \frac{1}{2} [14 - 4.74 - \log 0.5]$$

$$PH = \frac{1}{2} [9.26 - \log 5 \times 10^{-1}] = \frac{1}{2} [9.26 - \log 5 - \log 10^{-1}]$$

$$PH = \frac{1}{2} [9.26 - 0.7 + 1] = \frac{1}{2} (9.56) = 4.78 \quad (PH < 7 \text{ للمحلول حامضي لان } PH < 7)$$

(3) نجد POH : $PH + POH = 14 \Rightarrow POH = 14 - 4.78 = 9.22$

س/ تكون المحاليل المائية لاملاح القواعد الضعيفة والحوامض القوية ذات صفات حامضية ، علل ذلك ؟

ج/ وذلك لان ذوبان هذا النوع من الاملاح في الماء سوف ينتج حامض قرين قوي (نتج من القواعد الضعيفة) والذي يتفاعل مع الماء (تكتسب OH^- من الماء) فيقل تركيز OH^- ويزداد تركيز H^+ فيصبح المحلول حامضياً .

الايون المشترك

تعريفه:

هي ظاهرة تقليل تفكك الالكتروليت الضعيف الناتجة عن وجود الكتروليت قوي يحوي احد ايونات الالكتروليت الضعيف في نفس المحلول ويسمى المحلول الناتج بالمحلول البفري .

انواعه:

(1) حامض ضعيف وملحه (مثال CH_3COONa و CH_3COOH)

(2) قاعدة ضعيفة وملحها (مثال NH_4Cl و NH_3)

القوانين:

$$[H^+] = K_a \times \frac{[acid]}{[salt]}$$

$$PH = PK_a + \log \frac{[salt]}{[acid]}$$

(1) الحامض الضعيف وملحه:

$$[OH^-] = K_b \times \frac{[base]}{[salt]}$$

$$POH = PK_b + \log \frac{[salt]}{[base]}$$

(2) القاعدة الضعيفة وملحها:

مثال 14/ احسب تركيز ايون H^+ و PH لمحلول مكون من مزيج من $0.1 M$ حامض الخليك و $0.2 M$ خلات الصوديوم . ($\log 3 = 0.48$) $K_a(CH_3COOH) = 1.8 \times 10^{-5}$

ج/ المحلول ايون مشترك مكون من حامض ضعيف وملحه :



(1) كتابة المعادلات :



$$[H^+] = K_a \times \frac{[acid]}{[salt]} = 1.8 \times 10^{-5} \times \frac{0.1}{0.2} = 9 \times 10^{-6} \quad : \text{ نجد } [H^+] \quad (2)$$

$$: \text{ نجد } PH \quad (3)$$

$$PH = -\log[H^+] = -\log 9 \times 10^{-6} = -\log 9 - \log 10^{-6}$$

$$PH = -\log 3^2 - \log 10^{-6} = -2(0.48) + 6 = -0.96 + 6 = 5.04$$

ويمكن ايجاد PH من العلاقة $PH = PK_a + \log \frac{[salt]}{[acid]}$ عندما يعطي $\log 1.8$ و $\log 2$.

(18) ما عدد غرامات CH_3COOH ($M = 60g/mol$) الواجب اضافتها الى 400ml من الماء

المقتر ليصبح PH المحلول بعد الاضافة 2.7 ؟ ثم احسب PH المحلول الناتج بعد اضافة 0.1 M

خلات الصوديوم CH_3COONa الى محلول الحامض علماً PK_a للحامض = 4.7 ، $\log 2 = 0.3$.

ج/

$$(1) \text{ نجد } [H^+] \text{ من } PH :$$

$$[H^+] = 10^{-PH} = 10^{-2.7} = 10^{-2.7+3-3} = 10^{0.3} \times 10^{-3} = 2 \times 10^{-3} \text{ M}$$

$$(2) \text{ نجد } K_a \text{ من } PK_a :$$

$$K_a = 10^{-PK_a} = 10^{-4.7} = 10^{-4.7+5-5} = 10^{0.3} \times 10^{-5} = 2 \times 10^{-5}$$

$$(3) \text{ نجد مولارية الحامض } M \text{ من } K_a \text{ و } [H^+] :$$



$$K_a = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]} \Rightarrow 2 \times 10^{-5} = \frac{(2 \times 10^{-3})^2}{[CH_3COOH]}$$

$$[CH_3COOH] = \frac{4 \times 10^{-6}}{2 \times 10^{-5}} = 0.2 \text{ M}$$

$$M = \frac{m(g)}{M(g/mol)} \times \frac{1}{V(L)}$$

$$(4) \text{ نجد غرامات الحامض من المولارية } M :$$

$$m(g) = M \times M \times V$$

$$m(g) = 0.2 \times 60 \times 400ml \times \frac{1L}{1000ml} = 4.8g$$

$$(5) PH \text{ بعد الاضافة} :$$

$$PH = PK_a + \log \frac{[salt]}{[acid]} \Rightarrow PH = 4.7 + \log \frac{0.1}{0.2}$$

$$PH = 4.7 + \log \frac{1}{2} \Rightarrow PH = 4.7 + \log 1 - \log 2$$

$$PH = 4.7 + 0 - 0.3 \Rightarrow PH = 4.4$$

(سؤال واجب) ما تركيز حامض الخليك في محلول يحوي اضافة الى الحامض ملح خلات الصوديوم بتركيز

0.3 M اذا علمت ان قيمة PH المحلول كانت تساوي 4.31 . $K_a(CH_3COOH) = 1.8 \times 10^{-5}$.

$$. (\log 3.7 = 0.57)$$

تمرين 12 / ما هو التأثير الناتج من اضافة 26.75 g (0.5 mol) من ملح كلوريد الامونيوم الى لتر واحد من محلول الامونيا بتركيز 0.1 M على درجة تفكك القاعدة الضعيفة $K_b(\text{NH}_3) = 1.8 \times 10^{-5}$.

ج

1) نحسب درجة تفكك القاعدة الضعيفة (الامونيا) قبل اضافة الملح:



التركيز الابتدائية	0.1 M	0	0
التركيز عند الاتزان	(0.1 - x) M	x M	x M

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} \Rightarrow 1.8 \times 10^{-5} = \frac{x^2}{0.1}$$

$$x^2 = 1.8 \times 10^{-6} \quad \sqrt{\quad} \Rightarrow x = 1.3 \times 10^{-3} \text{ M} = [\text{OH}^-]$$

$$0.013 = \frac{1.3 \times 10^{-3}}{0.1} = \frac{\text{تركيز ايون } \text{OH}^- \text{ عند الاتزان}}{\text{التركيز الابتدائي للقاعدة}} = \text{درجة التآين}$$

2) نحسب درجة التفكك للامونيا بعد اضافة الملح (ايون مشترك):



$$[\text{OH}^-] = K_b \times \frac{[\text{base}]}{[\text{salt}]}$$

$$[\text{OH}^-] = 1.8 \times 10^{-5} \times \frac{0.1}{0.5} = 3.6 \times 10^{-6}$$

$$3.6 \times 10^{-5} = \frac{3.6 \times 10^{-6}}{0.1} = \frac{\text{تركيز ايون } \text{OH}^- \text{ عند الاتزان}}{\text{التركيز الابتدائي للقاعدة}} = \text{درجة التآين}$$

اي قلت بمقدار 361 بسبب الايون المشترك

$$361 = \frac{0.013}{3.6 \times 10^{-5}} = \frac{\text{درجة التفكك 1}}{\text{درجة التفكك 2}} = \text{عدد مرات الانخفاض في درجة التفكك}$$

سؤال 18 / احسب كتلة كلوريد الامونيوم ($M = 53.5 \text{ g/mol}$) الواجب اضافتها الى 500 ml من محلول 0.15 M امونيا لجعل قيمة PH المحلول تساوي 9.0 . علماً ان ثابت تفكك الامونيا $\log 1.8 = 0.26$.

ج / المحلول ايون مشترك مكون من قاعدة ضعيفة وملحها:

$$\text{PH} + \text{POH} = 14 \quad \Rightarrow \quad \text{POH} = 14 - 9 = 5 \quad : \text{ نجد } \text{POH} \text{ من } \text{PH} \quad (1)$$

$$: \text{ نجد } \text{PK}_b \quad (2)$$

$$\text{PK}_b = -\log K_b = -\log 1.8 \times 10^{-5}$$

$$\text{PK}_b = -\log 1.8 - \log 10^{-5} = -0.26 + 5 = 4.74$$

3) نجد تركيز الملح من قانون الايون المشترك:

$$\text{POH} = \text{PK}_b + \log \frac{[\text{salt}]}{[\text{base}]}$$

$$5 = 4.74 + \log \frac{[salt]}{0.15}$$

$$\log \frac{[salt]}{0.15} = 0.26$$

$$\log \frac{[salt]}{0.15} = \log 1.8$$

$$\frac{[salt]}{0.15} = 1.8 \Rightarrow [salt] = 0.27 \text{ M}$$

او الحل بطريقة معكوس اللوغارتم:

$$\log \frac{[salt]}{0.15} = 0.26$$

$$\frac{[salt]}{0.15} = 10^{0.26} = 1.8$$

$$m(g) = M (\text{mol/l}) \times M(g/\text{mol}) \times V(L) \quad \text{نجد كتلة الملح من المولارية: (4)}$$

$$m(g) = 0.27 \text{ mol/L} \times 53.5 \text{ g/mol} \times 500 \text{ ml} \times \frac{1\text{L}}{1000\text{ml}} = 7.22 \text{ g}$$

س/ تقل درجة تفكك حامض النتروز HNO_2 عند اضافة نترت الصوديوم NaNO_2 ؟
 ج/ عند اضافة الملح يتكون ايون مشترك اي زيادة في ايون النترت NO_2^- لذلك فان التفاعل يتجه بالاتجاه الذي يقلل من ايون النترت اي بالاتجاه الخلفي فتقل درجة التفكك للحامض حسب قاعدة لوشاتليه.

المحاليل المنظمة (محاليل بفر)

محلول البفر:

محلول مائي مكون من مزيج لحامض ضعيف مع احد املاحه (القاعدة القرينة للحامض الضعيف) او 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 او قاعدة قوية اليه .

انواع المحاليل المنظمة:

(1) محلول حامض ضعيف وملحه:

مثال حامض الخليك وخلات الصوديوم

أ- اضافة حامض قوي (HCl):

$$\text{القانون: } \text{PH} = \text{PK}_a + \log \frac{[salt]-[H^+]}{[acid]+[H^+]}$$

ب- اضافة قاعدة قوية (NaOH):

$$\text{القانون: } \text{PH} = \text{PK}_a + \log \frac{[salt]+[OH^-]}{[acid]-[OH^-]}$$

(2) محلول قاعدة ضعيفة وملحها:

مثال الامونيا وملح كلوريد الامونيوم

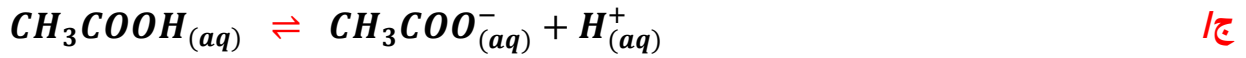
أ- اضافة حامض قوي (HCl):

$$\text{القانون: } \text{POH} = \text{PK}_b + \log \frac{[salt]+[H^+]}{[base]-[H^+]}$$

ب- اضافة قاعدة قوية (NaOH):

$$\text{القانون: } \text{POH} = \text{PK}_b + \log \frac{[salt]-[OH^-]}{[base]+[OH^-]}$$

مثال 16/ احسب مقدار التغير الحاصل في قيمة PH بعد اضافة $1ml$ من محلول حامض الهيدروكلوريك تركيزه $10 M$ الى لتر من محلول بفر مكون من حامض الخليك بتركيز $0.1 M$ وخلات الصوديوم بتركيز $0.1 M$ ($PK_a = 4.74$) $(\log \frac{9}{11} = -0.087)$.



$$PH = PK_a + \log \frac{[salt]}{[acid]} \Rightarrow PH = 4.74 + \log \frac{0.1}{0.1}$$

$$PH = 4.74$$

(قبل الاضافة) $M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$ (HCl بعد الاضافة)

$$10 M \times 1ml \times \frac{1L}{1000ml} = M_2 \times 1L$$

$$M_2 = 0.01 mol/L$$

	$HCl_{(aq)}$	$H^+_{(aq)}$	+	$Cl^-_{(aq)}$
تراكيز ابتدائية	0.01	0		0
تراكيز نهائية	0	0.01		0.01

$$PH = PK_a + \log \frac{[salt]-[H^+]}{[acid]+[H^+]}$$

$$PH = 4.74 + \log \frac{0.10-0.01}{0.10+0.01}$$

$$PH = 4.74 + \log \frac{0.09}{0.11}$$

$$PH = 4.74 + \log \frac{9}{11}$$

$$PH = 4.74 + (-0.087) = 4.653$$

(سؤال واجب) ما قيمة الاس الهيدروجيني PH لمزيج بفر مكون من حامض الخليك بتركيز $0.15 M$ وخلات الصوديوم بتركيز $0.25 M$ ؟ ثم احسب قيمة PH المحلول الناتج بعد اضافة $2g$ من هيدروكسيد

الصوديوم $NaOH$ ($M = 40g/mol$) الى لتر من محلول بفر ، علماً ان $K_a(CH_3COOH) = 1.8 \times 10^{-5}$

$$\log 1.8 = 0.26 , \log 3 = 0.477 , \log 5 = 0.7 , 1.8 \times 10^{-5}$$

$$PH_2 = 5.217 , PH_1 = 4.963$$
 ج

تمرين 15/ احسب قيمة PH : (أ) للتر من محلول بفر مكون من الامونيا بتركيز $0.1 M$ وكلوريد الامونيوم بتركيز $0.1 M$ (ب) لنفس محلول بفر لكن بعد اضافة $1ml$ من محلول حامض الكبريتيك تركيزه $10 M$ ،

ثم احسب مقدار التغير في قيمة PH علماً ان $PK_b = 4.74$ ، $\log 2 = 0.3$ ، $\log 3 = 0.5$.

ج



$$POH = PK_b + \log \frac{[salt]}{[base]}$$

$$POH = 4.74 + \log \frac{0.1}{0.1}$$

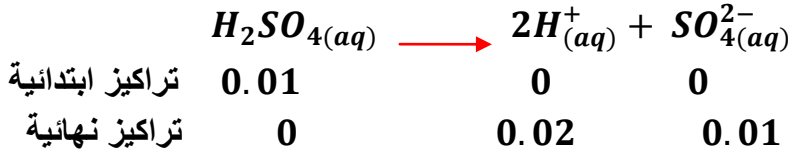
$$POH = 4.74 + \log 1 = 4.74$$

$$PH + POH = 14 \Rightarrow PH = 14 - 4.74 = 9.26 = PH_1$$

(قبل الاضافة) H_2SO_4 $M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$ (بعد الاضافة)

$$10 M \times 1ml \times \frac{1L}{1000ml} = M_2 \times 1L$$

$$M_2 = 0.01 mol/L$$



$$POH = PK_b + \log \frac{[salt] + [H^+]}{[base] - [H^+]}$$

$$POH = 4.74 + \log \frac{0.10 + 0.02}{0.10 - 0.02}$$

$$POH = 4.74 + \log \frac{0.12}{0.08}$$

$$POH = 4.74 + \log \frac{3}{2}$$

$$POH = 4.74 + \log 3 - \log 2$$

$$POH = 4.74 + 0.5 - 0.3 = 4.94$$

$$PH + POH = 14 \Rightarrow PH = 14 - 4.94 = 9.06 = PH_2$$

$$\Delta PH = PH_2 - PH_1 = 9.06 - 9.26 = -0.2 \quad : \Delta PH \text{ اما}$$

سؤال واجب: احسب مقدار التغير لـ PH بعد اضافة $0.05 M$ من محلول $Ba(OH)_2$ الى لتر واحد من محلول بفر مكون من $0.1 M NH_3$ و $0.3 M NH_4Cl$ علماً ان $K_b NH_3 = 2 \times 10^{-5}$ ، $\log 2 = 0.3$ ، $\log 3 = 0.47$ $\Delta PH = +0.47$ ج

ملاحظات حول الالكتروليت القوي المضاف الى محلول البفر حيث له اربع حالات:

- 1) يعطي التركيز المولاري والحجم قبل الاضافة: نجد المولارية له بعد الاضافة من قانون التخفيف .
- 2) يعطي له الكتلة والكتلة المولية: نجد المولارية له بعد الاضافة من $M = \frac{m(g)}{M(\frac{g}{mol})} \times \frac{1}{V(L)}$.
- 3) يعطي له عدد المولات : نجد المولارية له من $M = \frac{n(mol)}{v(L)}$.
- 4) يعطي التركيز المولاري للقوي بعد الاضافة : فهنا تستخدم بشكل مباشر .

الذوبانية وثابت الاذابة

انواع الذوبانية:

(1) الذوبانية المولارية $S(mol/l)$:

وهي عدد مولات المادة التي يمكن ان تذوب في لتر واحد من المحلول المشبع عند الاتزان وهي تمثل التركيز المولاري للايونات الناتجة من تفكك الملح الشحيح الذوبان .

(2) الذوبانية الغرامية (g/l) :

وهي عدد غرامات الملح الشحيح الذوبان والتي يمكن تذوب في لتر واحد من المحلول المشبع .

$$S(mol/L) = \frac{\text{الذوبانية الغرامية } (g/L)}{M(g/mol)}$$

العلاقة بين نوعي الذوبانية هي :

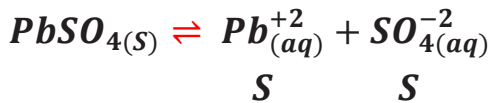
$$K_{SP} = S^2$$

$$K_{SP} = 4S^3$$

العلاقة بين K_{SP} والذوبانية المولارية S :

مثال 17 / ما هي الذوبانية المولارية لملاح كبريتات الرصاص $PbSO_4$ ؟ اذا علمت ان ثابت حاصل الذوبان لهذا الملح $K_{SP} = 1.6 \times 10^{-8}$ ($\sqrt{1.6} = 1.26$) .

(2016/1) وكذلك جد الذوبانية بعد اضافة 2ml من 10 M ملح Na_2SO_4



ج/

$$K_{SP} = [Pb^{+2}][SO_4^{-2}] \Rightarrow K_{SP} = S^2$$

$$1.6 \times 10^{-8} = S^2 \Rightarrow S = \sqrt{1.6 \times 10^{-8}} = 1.26 \times 10^{-4} mol/L$$

حاصل الاذابة Q_{SP} :

اذا اعطى في السؤال تراكيز مولارية لا يونات الملح الشحيح ، والمطلوب هل يحصل ترسيب (خلفي) ام ذوبان (امامي) فنجد في هذه الحالة حاصل الاذابة Q_{SP} (وهو يساوي حاصل ضرب التراكيز المولارية للايونات مرفوعة الى اس يمثل عدد المولات في المعادلة) ثم يقارن مع K_{SP} ، وكالاتي:

- (1) اذا كان $K_{SP} > Q_{SP}$ ، يحصل ذوبان وليس ترسيب اي بالاتجاه الامامي والمحلل غير مشبع
- (2) اذا كان $K_{SP} < Q_{SP}$ ، يحصل ترسيب وليس ذوبان اي بالاتجاه الخلفي والمحلل فوق المشبع
- (3) اذا كان $K_{SP} = Q_{SP}$ ، المحلول مشبع وهو اتزان بين الذوبان والترسيب

تمرين 21 / محلول من نترات الفضة $AgNO_3$ تركيزه 0.01 M وحجمه 20ml اضيف الي 80ml من محلول 0.05 M كرومات البوتاسيوم (K_2CrO_4) بين هل تتسبب كرومات الفضة ؟ علماً ان $K_{SP}(Ag_2CrO_4) = 1.1 \times 10^{-10}$.

ج/

(1) نجد التراكيز المولارية لكلا المحلولين بعد المزج (M_2) من قانون التخفيف بعد ايجاد الحجم الكلي V_T :

$$V_T = 20ml + 80ml = 100ml$$

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2 \quad \text{- مولارية } AgNO_3 :$$

$$0.01 \times 20ml = M_2 \times 100ml$$

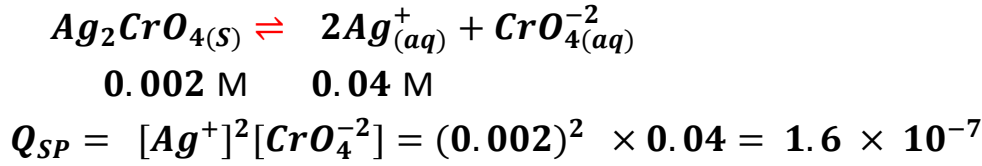
$$M_2 = 0.002mol/L = [Ag^+] \quad (\text{لانه قوي})$$

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2 \quad \text{- مولارية } (K_2CrO_4) :$$

$$0.05 \times 80ml = M_2 \times 100ml$$

$$M_2 = 0.04mol/L = [CrO_4^{2-}] \quad (\text{لانه قوي})$$

(2) نكتب المعادلة ثم نجد حاصل الذوبان Q_{SP} :



(3) نقارن Q_{SP} مع K_{SP} : بما ان $K_{SP} < Q_{SP}$ اذن يحصل ترسيب (خلفي)

$$1.1 \times 10^{-10} < 1.6 \times 10^{-7}$$

العوامل المؤثرة على الذوبانية:

(1) تأثير درجة الحرارة: (2016/د1- ما تأثير؟)

ان عملية ذوبان اي مادة تصاحبها امتصاص طاقة وذلك للتغلب على قوى الترابط بين مكونات المادة المذابة ، وبصورة عامة تزداد ذوبانية معظم المواد شحيحة الذوبان بزيادة درجة الحرارة ولكن يختلف مقدار هذه الزيادة من مادة الى اخرى .

(2) تأثير الايون المشترك: (2015/د2 - الاهمية) (2018/د1 - خ-ق- وضع تأثير)

ان وجود الايون المشترك في محلول الملح الشحيح الذوبان يرجح التفاعل العكسي (نحو الترسيب) اي يقلل الذوبانية (حسب قاعدة لوشاتليه) ويستفاد منها في التحكم بعملية ذوبان الرواسب للاملاح الشحيحة .

سؤال 19/ احسب الذوبانية المولارية (mol/L) والذوبانية بدلالة (g/L) لملاح كبريتات الفضة Ag_2SO_4 ($M = 314g/mol$) و ($PK_{SP} = 4.92$) في (أ) الماء النقي ، (ب) محلول 0.15 M كبريتات البوتاسيوم K_2SO_4 . $\log 1.2 = 0.08$ ، $\sqrt[3]{3} = 1.4$ ، $\sqrt{20} = 4.4$.

ج/

(أ) الذوبانية في الماء النقي (S):

$$K_{SP} = 10^{-PK_{sp}} = 10^{-4.92} = 10^{-4.92+5-5}$$

$$K_{SP} = 10^{0.08} \times 10^{-5} = 1.2 \times 10^{-5}$$



$$K_{SP} = [Ag^+]^2[SO_4^{2-}] \Rightarrow 1.2 \times 10^{-5} = (2S)^2(S)$$

$$4S^3 = 1.2 \times 10^{-5} \Rightarrow S^3 = 3 \times 10^{-6}$$

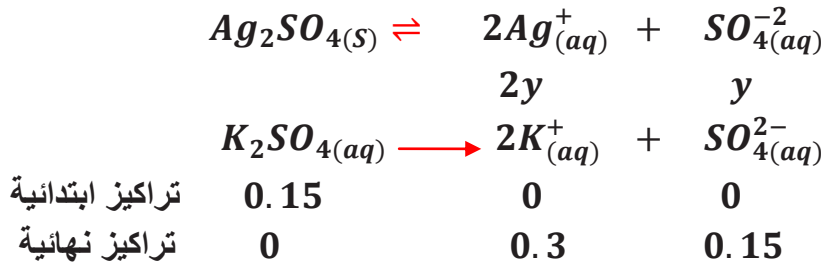
$$S = \sqrt[3]{3 \times 10^{-6}} = 1.4 \times 10^{-2} mol/L$$

$$y(\text{mol/L}) \text{ الذوبانية المولارية} = \frac{\text{الذوبانية الغرامية (g/L)}}{M(\text{g/mol})}$$

$$1.4 \times 10^{-2} \text{mol/L} = \frac{\text{الذوبانية الغرامية (g/L)}}{314 (\text{g/mol})}$$

$$\text{الذوبانية الغرامية (g/L)} = 1.4 \times 10^{-2} \text{mol/L} \times 314 (\text{g/mol}) = 4.396 \text{g/L}$$

(ب) نجد الذوبانية في محلول الأيون المشترك (y) :



$$K_{SP} = [Ag^+]^2[SO_4^{2-}] \quad \text{تُهمل}$$

$$1.2 \times 10^{-5} = (2y)^2(y + 0.15) \quad \Rightarrow \quad 4y^2 = \frac{1.2 \times 10^{-5}}{0.15}$$

$$y^2 = 20 \times 10^{-6} \quad \Rightarrow \quad y = 4.4 \times 10^{-3} \text{mol/L}$$

$$y(\text{mol/L}) \text{ الذوبانية المولارية} = \frac{\text{الذوبانية الغرامية (g/L)}}{M(\text{g/mol})}$$

$$4.4 \times 10^{-3} \text{mol/L} = \frac{\text{الذوبانية الغرامية (g/L)}}{314 (\text{g/mol})}$$

$$\text{الذوبانية الغرامية (g/L)} = 4.4 \times 10^{-3} \text{mol/L} \times 314 (\text{g/mol}) = 1.38 \text{g/L}$$

(سؤال واجب) قيمة ثابت حاصل الاذابة لملاح فلوريد المغنيسيوم MgF_2 تساوي 6.5×10^{-9} (أ) احسب الذوبانية المولارية لهذا الملح في الماء النقي (ب) احسب الذوبانية المولارية لهذا الملح في محلول فلوريد الصوديوم NaF تركيزه 0.1mol/L ثم قارن بين النتيجتين . $\sqrt[3]{1.63} = 1.18$

تمرين 15/ ما ذوبانية $BaSO_4$ في محلول مشبع منه علماً بأن $K_{SP} = 1.6 \times 10^{-10}$ ، وما ذوبانيته بعد اضافة 1ml من H_2SO_4 تركيزه 10M الى لتر من المحلول المشبع منه .

$$\sqrt{1.6} = 1.26$$



$$K_{SP} = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}] \quad \Rightarrow \quad K_{SP} = S^2$$

$$1.6 \times 10^{-10} = S^2 \quad \Rightarrow \quad S = \sqrt{1.6 \times 10^{-10}} = 1.26 \times 10^{-5} \text{mol/L}$$

(قبل الاضافة) $M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$ (H_2SO_4 بعد الاضافة)

$$10 \text{M} \times 1 \text{ml} \times \frac{1 \text{L}}{1000 \text{ml}} = M_2 \times 1 \text{L} \quad \Rightarrow \quad M_2 = 0.01 \text{mol/L}$$



y y



تراكيز ابتدائية	0.01	0	0
تراكيز نهائية	0	0.02	0.01

$$K_{SP} = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}] \quad \text{تهمل}$$

$$1.6 \times 10^{-10} = (y)(y + 0.01)$$

$$y = 1.6 \times 10^{-8}$$

(سؤال واجب)

ما ذوبانية ملح كرومات الباريوم $BaCrO_4$ في محلول يكون فيه تركيز كلوريد الباريوم $BaCl_2$

(الكتروليت قوي) يساوي 0.1 M ؟ اذا علمت ان $K_{SP}(BaCrO_4) = 1.2 \times 10^{-10}$

$\sqrt{1.2} = 1.1$ (2017/1- موصل K_{SP} غير معلوم ولكن S معلومة) (2017/2- y معلومة ، والمطلوب S)

(3) تأثير الاس الهيدروجيني: (س/ما تأثير الاس الهيدروجيني على الذوبانية؟)

عند اضافة حامض (زيادة في تركيز H^+) الى محلول الملح الشحيح فان ذلك يؤدي الى اتحاد ايونات H^+ مع ايونات OH^- الناتجة من الملح فيتكون الماء وتزداد قابلية الذوبان (قاعدة لوشاتلية) والتفاعل امامي، وعند اضافة قاعدة (زيادة في تركيز OH^-) فيترجح التفاعل الخلفي وتقل قابلية الذوبان .

تمرين 24/ احسب ذوبانية هيدروكسيد الخارصين في محلول ثبتت حامضيته عند: (أ) $PH = 6$ و (ب) $PH = 9$ اذا علمت ان $(K_{SP}(Zn(OH)_2) = 1.2 \times 10^{-17})$ ، ثم ناقش النتائج .

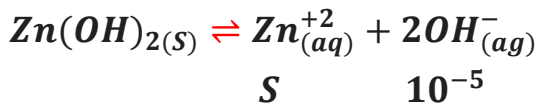
ج/

ب) $PH = 9$:

$$PH + POH = 14$$

$$POH = 14 - 9 = 5$$

$$[OH^-] = 10^{-POH} = 10^{-5} \text{ mol/L}$$



$$K_{SP} = [Zn^{+2}][OH^-]^2$$

$$1.2 \times 10^{-17} = S (10^{-5})^2$$

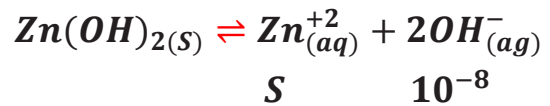
$$S = 1.2 \times 10^{-7} \text{ M}$$

أ) $PH = 6$:

$$PH + POH = 14$$

$$POH = 14 - 6 = 8$$

$$[OH^-] = 10^{-POH} = 10^{-8} \text{ mol/L}$$



$$K_{SP} = [Zn^{+2}][OH^-]^2$$

$$1.2 \times 10^{-17} = S (10^{-8})^2$$

$$S = 0.12 \text{ M}$$

المناقشة:

نلاحظ ان الذوبانية في الوسط الحامضي $PH = 6$ هي اكبر من الذوبانية في الوسط القاعدي $PH = 9$ بسبب وجود الايون المشترك OH^- الذي يرجح التفاعل العكسي نحو الترسيب فيقلل الذوبانية مقارنة بالوسط الحامضي .

الفصل الرابع - الكيمياء الكهربائية

عدد التأكسد:

وهو عدد موجب او سالب او صفر يمثل عدد الالكترونات المفقودة او المكتسبة ويكتب فوق رمز العنصر .

التأكسد: وهو تغير كيميائي يصحبه فقدان في الالكترونات من ذرة او مجموعة من الذرات ويؤدي الى زيادة



الاختزال: وهو عبارة عن تغير كيميائي يصحبه اكتساب ذرة او مجموعة من الذرات للالكترونات ويؤدي الى



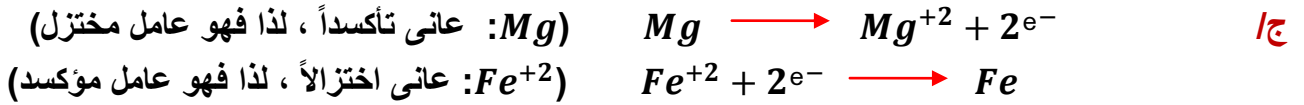
العامل المختزل:

هو المادة التي تتأكسد وتسبب اختزالاً لمادة اخرى ، اي تفقد الالكترونات ويزداد عدد تأكسدها .

العامل المؤكسد:

هو المادة التي تُختزل وتسبب تأكسداً لمادة اخرى ، اي تكتسب الالكترونات ويقل عدد تأكسدها .

تمرين 3/ حدد العامل المختزل والعامل المؤكسد للتفاعل التالي :



الخلايا الكهروكيميائية

مكوناتها:

(1) الانود:

(س وزاي: قارن)

وهو القطب الذي تجري عنده عملية التأكسد والذي يكون مصدراً للالكترونات وهو القطب الموجب .

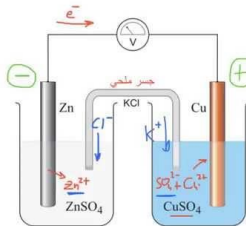
(2) الكاثود: وهو القطب الذي تجري عنده عملية الاختزال والذي يكتسب الالكترونات وهو القطب السالب .

انواعها: (1) الخلايا الكلفانية او الفولتائية (2) الخلايا الالكتروليتيية .

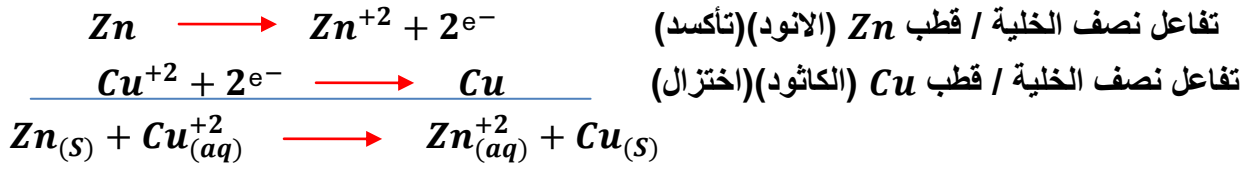
(1) الخلايا الكلفانية او الفولتائية:

وهي تلك الخلايا التي تتحول فيها الطاقة الكيميائية الى طاقة كهربائية من خلال تفاعل كيميائي يجري تلقائياً (اي ΔG سالبة) لتوليد تيار كهربائي مثال خلية دانيال ، وفيها ينتقل التيار الكهربائي من الانود الى الكاثود بسبب فرق الجهد الكهربائي بين القطبين . (التعريف ممكن ان يكون خواص او مميزات)

خلية دانيال:

وهي خلية فولتائية تعمل على تحويل التفاعل الكيميائي الى تيار كهربائي وتعمل الخلية بصورة تلقائية (ΔG سالبة) وتتكون من قطب الخارصين انوداً وقطب النحاس كاثوداً .

قطب العنصر: وهو ذلك العنصر المغمور في محلول ايوناته و في حاله تماس مع محلول ايوناته .



الجسر الملحي:

وهو عبارة عن انبوب زجاجي على شكل حرف U مقلوب يحتوي على محلول الكتروليتي لا يتغير كيميائياً أثناء العملية يُثبت بداخل الانبوب بمادة الاكار (وهي مادة صمغية) ومن المحاليل الالكتروليتيّة المستعملة لملئ الجسر الملحي هي KCl ، KNO_3 ، K_2SO_4 .
اهميته:

(1) اصال الدائرة الكهربائية (2) نقل الايونات السالبة الى الانود والايونات الموجبة الى الكاثود .

جهد الخلية الكلفانية E_{Ceel} :

هو اكبر قيمة لفرق الجهد الكهربائي بين القطبين في الخلية الكلفانية وهو مقياس للقوة الدافعة الكهربائية الحاصلة في الخلية ويقاس بالفولت (V) .

جهد القطب: هو فرق الجهد الحاصل بين لوح العنصر ومحلول ايوناته ، وهو على نوعين:

- (1) **جهد التاكسد (E_{OX}):** مقدار ميل المادة نحو فقدان الالكترونات .
- (2) **جهد الاختزال (E_{Red}):** مقدار ميل المادة نحو اكتساب الالكترونات .

س/ ماهي الظروف القياسية ؟

ج/ درجة الحرارة $25C^{\circ}$ ، الضغط $1 atm$ (في القطب الغازي) ، التراكيز للايونات لمحاليل القطبين $1 M$.

س/ ماهي العوامل المؤثرة على جهد الخلية ؟

ج/ (1) طبيعة الاقطاب والايونات (2) تراكيز الايونات (3) درجة الحرارة .

قطب الهيدروجين القياسي (SHE):

وهو قطب مرجع ذو جهد قياسي معلوم يستخدم لقياس جهود اقطاب العناصر الاخرى ويتكون من انبوبة زجاجية يضغط فيها غاز الهيدروجين بضغط $1 atm$ وفي حالة تماس مع محلول يحتوي على ايونات (H^{+}) مثل محلول حامض HCl ويكون تركيزه $1 M$ وعند درجة حرارة $25C^{\circ}$.

س/ اختيار قطب الهيدروجين القياسي كقطب مرجع ، علل ؟

ج/ لانه عنصر نشاطه الكيميائي متوسط بين العناصر فيمكن استخدامه كقطب انود او كاثود .

س/ استخدام عنصر البلاتين Pt في صناعة الاقطاب الغازية علل ذلك ؟

ج/ لانه مادة خاملة لا تعاني تأكسداً ولا اختزالاً تحت الظروف التي يستخدم بها .

س/ ما هي اهمية البلاتين Pt في صناعة قطب الهيدروجين ؟

ج/

(1) سلك Pt : توفير وسيلة لحدوث توصيل كهربائي مع الدائرة الكهربائية .

(2) قطعة البلاتين الخشنة المغطاة بالبلاتين الاسود: توفير سطح للقطب يمكن تفكك جزيئات الهيدروجين عليه

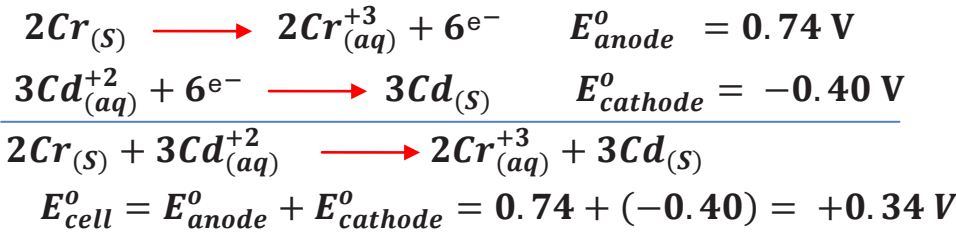
حساب جهد الخلية القياسي E_{cell}^0 :

- (1) يتم اختيار قطب الانود للعنصر الذي يمتلك اقل جهد اختزال قياسي والكاثود الاعلى جهد .
- (2) يجب ان يكون عدد الالكترونات المفقودة على الانود يساوي عدد الالكترونات المكتسبة على الكاثود .
- (3) عند ضرب طرفي معادلات الاقطاب بعدد معين ، فان قيمة جهد القطب القياسي تبقى ثابتة لاتتغير ، علل ؟
- ج/ وذلك لان الجهد من الخواص المركزة والتي لا تعتمد على كمية المادة المشتركة في التفاعل انما يعتمد على التركيز المولاري للايونات .
- (4) يحسب جهد الخلية القياسي E_{cell}^0 من العلاقة: $E_{cell}^0 = E_{anode}^0 + E_{cathode}^0$.
- (5) اذا كانت قيمة جهد الخلية القياسي موجبة ($E_{cell}^0 = +$) فالتفاعل تلقائي ، اذا كانت سالبة غير تلقائي

تمرين 5/ احسب جهد الخلية القياسي لخلية تم عملها من قطب الكاديوم Cd المغمور في محلول $1 M$ من نترات الكاديوم وقطب الكروم Cr المغمور في محلول $1 M$ من نترات الكروم . اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية : $E_{Cd^{2+}/Cd}^0 = -0.40 V$ و $E_{Cr^{3+}/Cr}^0 = -0.74 V$

ج/

نختار قطب الكروم انوداً لان جهد اختزاله الاقل قيمة وقطب الكاديوم كاثوداً لان جهد اختزاله الاكثر قيمة :

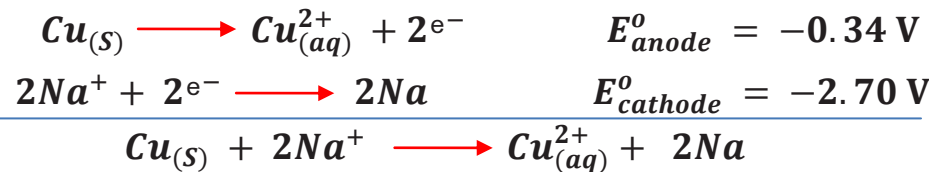


سؤال 16/ هل يمكن حفظ محلول ملح الطعام في اناء من النحاس علماً ان جهود الاختزال القياسية

$$E_{Na^+/Na}^0 = -2.70 V \quad ، \quad E_{Cu^{2+}/Cu}^0 = +0.34 V$$

ج/

يمكن الحفظ عندما لا يحصل تفاعل بين الاناء والمحلول اي عندما يكون الجهد سالب غير تلقائي :



$$E_{cell}^0 = E_{anode}^0 + E_{cathode}^0 = -0.34 + (-2.70) = -3.04V$$

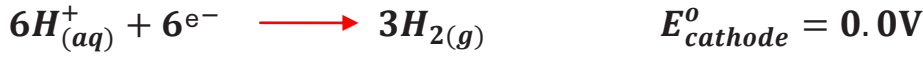
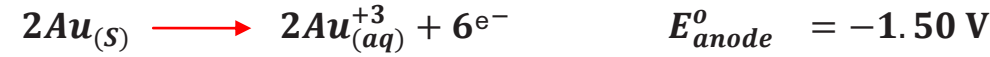
∴ يمكن الحفظ لان الجهد له قيمة سالبة اي التفاعل غير تلقائي .

ملاحظة: الاناء دائماً هو الانود والمحلول هو الكاثود .

(سؤال واجب) هل يمكن حفظ محلول كبريتات النحاس $CuSO_4$ في اناء من النيكل ام لايمكن ذلك ؟ بين ذلك مع ذكر السبب؟ علماً ان جهود الاختزال القياسية $E_{Cu^{2+}/Cu}^0 = +0.34 V$ و $E_{Ni^{2+}/Ni}^0 = -0.24 V$

س/ هل يستطيع الذهب ان يحرق الهيدروجين عند تفاعل الذهب مع الحوامض المخففة؟ ولماذا؟ علماً بأن جهد الاختزال القياسي للذهب $E^0_{Au^{+3}/Au} = 1.50V$.

ج/



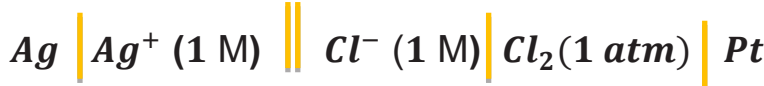
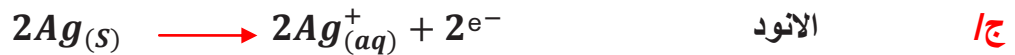
$E^0_{cell} = E^0_{anode} + E^0_{cathode} = -1.50 + 0.0 = -1.50 V$
 ∴ الذهب لا يحرق غاز الهيدروجين لان التفاعل غير تلقائي (قيمة الجهد سالبة).

انواع الاقطاب:

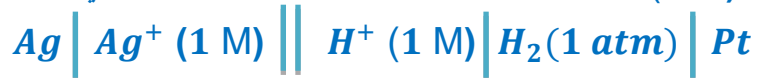
(1) القطب الفلزي (2) القطب الغازي (3) اقطاب التأكسد والاختزال (القطب الايوني).

التعبير عن الخلية: اليمين تفاعل الكاثود | تفاعل الانود اليسار

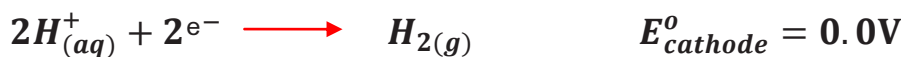
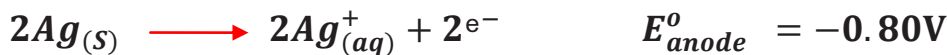
س/ عبر عن الخلية الكلفانية الاتية كتابةً عند الظروف القياسية ثم بين تفاعلي التأكسد والاختزال:



تمرين 8/ هل بإمكان محلول HCl اذابة فلز الفضة الموجود في محلول يحتوي على ايون الفضة Ag^{+} بتركيز (1 M) للخلية التالية، علماً بأن جهد الاختزال القياسي للفضة $E^0_{Ag^{+}/Ag} = 0.80V$



ج/ نكتب تفاعلي الانود والكاثود (الانصاف) من التعبير ثم نجد E^0_{cell} فاذا كانت موجبة فالتفاعل تلقائي ويحصل ذوبان، واذا كانت سالبة فالتفاعل غير تلقائي ولا يحصل ذوبان.



$$E^0_{cell} = E^0_{anode} + E^0_{cathode} = -0.80 + 0.0 = -0.80 V$$

وبما قيمة جهد الخلية سالبة لذا فالتفاعل غير تلقائي ولا يحصل ذوبان، اي الحامض لا يذيب فلز الفضة.

العلاقة بين جهد الخلية E_{cell}^0 الطاقة الحرة ΔG^0 وثابت الاتزان K_{eq} :

$$\Delta G^0 = -nFE_{cell}^0$$

$$\Delta G = -nFE_{cell}$$

$$E_{cell}^0 = \frac{0.026}{n} \ln K_{eq}$$

$$\Delta G^0 = -RT \ln K_{eq}$$

القوانين:

س/ لتفاعل الخلية القياسي التالي عند درجة حرارة $25C^0$:

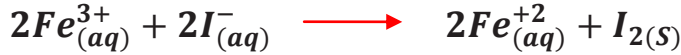
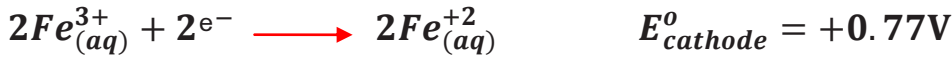
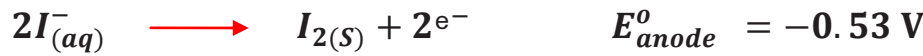


إذا علمت ان جهود الاختزال القياسية $E^0_{I_2/I^-} = +0.53V$ و $E^0_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} = 0.77V$

احسب: (أ) جهد الخلية القياسي (ب) طاقة كبس الحرة القياسية (ج) ثابت الاتزان

ج/

(أ) جهد الخلية القياسي:



$$E^0_{cell} = E^0_{anode} + E^0_{cathode} = -0.53 + 0.77 = +0.24V$$

(ب) طاقة كبس الحرة القياسية:

$$\Delta G^0 = -nFE^0_{cell}$$

$$\Delta G^0 = -2 \times 96500 \times 0.24$$

$$\Delta G^0 = -46320 J/mol$$

$$E^0_{cell} = \frac{0.026}{n} \ln K_{eq}$$

$$0.24 = \frac{0.026}{2} \ln K_{eq}$$

$$\ln K_{eq} = 18.46$$

$$2.3 \log K_{eq} = 18.46$$

$$\log K_{eq} = 8$$

$$K_{eq} = 1 \times 10^8$$

(ج) ثابت الاتزان:

معادلة نيرنست:

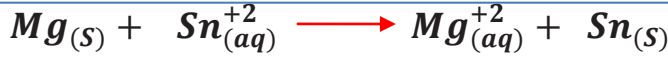
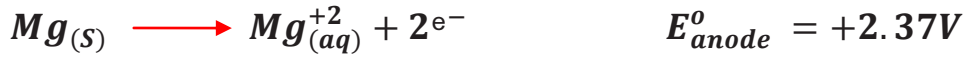
وهي العلاقة التي تربط جهد الخلية الغير قياسي E_{cell} مع جهدھا القياسي E^0_{cell} ، عندما يكون احد او جميع المواد المشاركة ذات تراكيز لا تساوي الواحد الصحيح وفي درجات حرارة مختلفة ، وتكتب بالعلاقة التالية:

س/ احسب E^0_{cell} و ΔG للخلية الاتية:



$$E^0_{Mg^{2+}/Mg} = -2.37V \quad \text{و} \quad E^0_{Sn^{2+}/Sn} = -0.14V \quad (\log 1.25 = 0.1)$$

(1) نجد E_{cell}^0 : نحدد الأتود والكاثود من التعبير عن الخلية (اليسار أنود واليمين كاثود) :



$$E_{cell}^0 = E_{anode}^0 + E_{cathode}^0 = 2.37 + (-0.14) = 2.23V$$

$$E_{cell} = E_{cell}^0 - \frac{0.026}{n} \ln \frac{[Mg^{+2}]}{[Sn^{+2}]} \quad (2) \text{ نحسب } E_{cell} \text{ من نيرنست:}$$

$$E_{cell} = 2.23 - \frac{0.026}{2} \ln \frac{0.05}{0.04}$$

$$E_{cell} = 2.23 - 0.013 \ln \frac{5}{4}$$

$$E_{cell} = 2.23 - 0.013 \ln 1.25$$

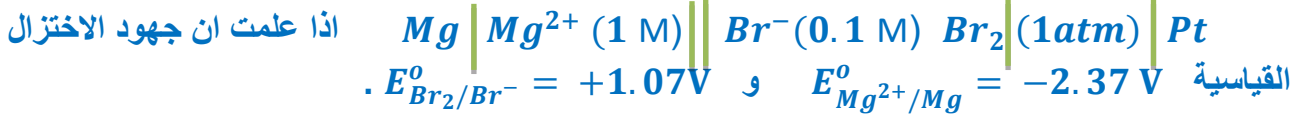
$$E_{cell} = 2.23 - 0.013 \times 2.3 \log 1.25$$

$$E_{cell} = 2.23 - 0.03 \times 0.1$$

$$E_{cell} = 2.230 - 0.003 = 2.227V$$

$$\Delta G = -nFE_{cell} = -2 \times 96500 \times 2.227 = -429811 J \quad (3) \text{ نجد } \Delta G$$

(سؤال واجب) احسب التغير في الطاقة الحرة لتفاعل الخلية التالي في درجة $25C^0$:



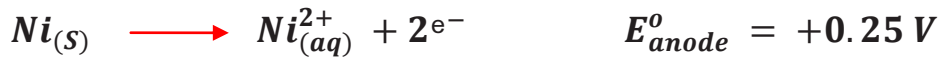
س/ خلية فولتائية في درجة $25C^0$ تفاعلها العام :



(0.17V) ، احسب تركيز ايونات النيكل Ni^{2+} ، علماً ان قطب القصدير في ظروفه القياسية وجهود

$$\text{الاختزال } E_{Sn^{2+}/Sn}^0 = -0.14 V \text{ و } E_{Ni^{2+}/Ni}^0 = -0.25 V$$

ج/



$$E_{cell}^0 = E_{anode}^0 + E_{cathode}^0 = +0.25 + (-0.14) = +0.11V$$

$$E_{cell} = E_{cell}^0 - \frac{0.026}{n} \ln \frac{[Ni^{2+}]}{[Sn^{2+}]}$$

$$0.17 = 0.11 - \frac{0.026}{2} \ln \frac{[Ni^{2+}]}{1}$$

$$0.06 = -0.013 \ln[Ni^{2+}]$$

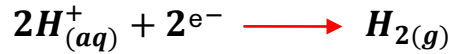
$$\ln[Ni^{2+}] = -\frac{0.060}{0.013}$$

$$\ln[Ni^{2+}] = -4.6$$

$$\therefore \ln 10^{-2} = 4.6 \Rightarrow \therefore \ln[Ni^{2+}] = \ln 10^{-2} \Rightarrow [Ni^{2+}] = 0.01 \text{ M}$$

س/ ما مقدار التغير في الطاقة الحرة للخلية التالية في درجة $25C^{\circ}$ علماً أن $K_{eq} = 2.3 \times 10^4$ وان التفاعل العام لهذه الخلية: $2H_{(aq)}^{+} (1 \text{ M}) + Pb_{(s)} \longrightarrow H_{2(g)} + Pb_{(aq)}^{2+} (0.01 \text{ M})$. ($\log 2.3 = 0.36$)

ج/



(1) نجد E_{cell}° من K_{eq} : الانود

الكاثود

التفاعل العام

$$E_{cell}^{\circ} = \frac{0.026}{n} \ln K_{eq}$$

$$E_{cell}^{\circ} = \frac{0.026}{2} \ln 2.3 \times 10^4$$

$$E_{cell}^{\circ} = 0.013 \times 2.3 (\log 2.3 + \log 10^4)$$

$$E_{cell}^{\circ} = 0.03(0.36 + 4) = 0.13V$$

$$E_{cell} = E_{cell}^{\circ} - \frac{0.026}{n} \ln \frac{[Pb^{2+}]}{[H^{+}]^2}$$

$$E_{cell} = 0.13 - \frac{0.026}{2} \ln \frac{0.01}{1}$$

$$E_{cell} = 0.13 - \frac{0.026}{2} \ln 10^{-2}$$

$$E_{cell} = 0.13 + 2 \frac{0.026}{2} \times 2.3$$

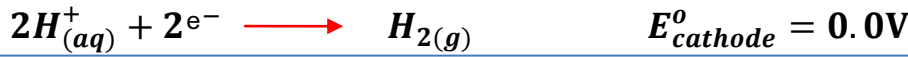
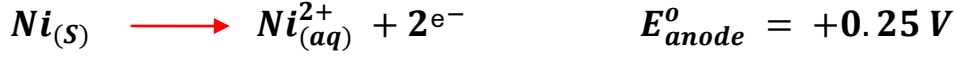
$$E_{cell} = 0.1300 + 0.0598 = 0.1898 V$$

(2) نجد E_{cell} من معادلة نيرنست:

$$\Delta G = -nFE_{cell} = -2 \times 96500 \times 0.1898 = -36631 J/mol \quad \Delta G \text{ نجد (3)}$$

س/ خلية كلفانية في درجة $25C^{\circ}$ احد قطبيها هو الهيدروجين وبضغط 1 atm من غاز الهيدروجين والآخر قطب النيكل تركيز ايوناته فيه (0.01 M) ، احسب الاس الهيدروجيني (PH) لمحلول قطب الهيدروجين اذا علمت ان مقدار الطاقة الحرة لتفاعل الخلية -48.25 KJ/mol ، وان جهد اختزال قطب النيكل القياسي -0.25 V ؟

(1) الانود هو النيكل لانه الاقل والهيدروجين هو الكاثود لانه الاكبر قيمة لجهد الاختزال :



$$E_{cell}^{\circ} = E_{anode}^{\circ} + E_{cathode}^{\circ} = 0.25 + 0.0 = +0.25V$$

$$\Delta G \text{ J/mol} = -48.25 \text{ KJ/mol} \times \frac{1000J}{1KJ} = -48250 \text{ J/mol} \quad (2)$$

$$\Delta G = -nFE_{cell} \quad (3)$$

$$-48250 = -2 \times 96500 \times E_{cell} \quad \Rightarrow \quad E_{cell} = 0.25 V$$

$$E_{cell} = E_{cell}^{\circ} - \frac{0.026}{n} \ln \frac{[Ni^{2+}]}{[H^{+}]^2} \quad (4)$$

$$0.25 = 0.25 - \frac{0.026}{2} \ln \frac{0.01}{[H^{+}]^2}$$

$$0 = -0.013 \ln \frac{0.01}{[H^{+}]^2}$$

$$\ln \frac{0.01}{[H^{+}]^2} = 0 \quad \because \quad \ln 1 = 0$$

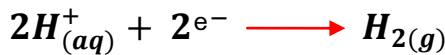
$$\therefore \ln \frac{0.01}{[H^{+}]^2} = \ln 1 \quad \Rightarrow \quad \frac{0.01}{[H^{+}]^2} = 1$$

$$[H^{+}]^2 = 0.01 \quad \Rightarrow \quad [H^{+}] = 0.1 \text{ M}$$

$$PH = -\log[H^{+}] = -\log 10^{-1} = 1 \quad (5)$$

س/ احسب جهد قطب غاز H_2 في $25C^{\circ}$ وضغط $1atm$ اذا علمت ان PH محلوله الالكتروليتي $= 1$

$$[H^{+}] = 10^{-PH} = 10^{-1} \text{ M} \quad \text{ج}$$



$$E_{H_2} = E_{H_2}^{\circ} - \frac{0.026}{n} \ln \frac{1}{[H^{+}]^2} \quad \Rightarrow \quad E_{H_2} = 0 - \frac{0.026}{2} \ln \frac{1}{[10^{-1}]^2}$$

$$E_{H_2} = -0.013 \ln 10^2 = -0.013 \times 2 \times 2.3 = -0.0598 V$$

(سؤال واجب) خلية كلفانية تفاعلها العام في درجة $25C^{\circ}$ ، وجهدا القياسي يساوي $(+0.74 V)$

، احسب التغير في الطاقة الحرة: $Cu_{(aq)}^{2+} (0.01 \text{ M}) + Cd_{(s)} \longrightarrow Cu_{(s)} + Cd_{(aq)}^{2+} (0.1 \text{ M})$

الخلايا الالكتروليتية:

وهي الخلايا المستهلكة للتيار الكهربائي وفيها تتحول الطاقة الكهربائية الى طاقة كيميائية وتكون تفاعلاتها غير تلقائي ($\Delta G = +$). (او خواصها وصفاتها)

انواعها: (1) خلايا التحليل الكهربائي (2) خلايا الطلاء الكهربائي .

استخداماتها: في الصناعة وتنقية الفلزات وفي الطلاء الكهربائي .

سؤال 9 / ما الفرق بين الخلية الكلفانية (مثل خلية دانيال) و خلايا التحليل الكهربائي ؟
ج /

No	الخلية الكلفانية	خلية التحليل الكهربائي
1	تستخدم التفاعل الكيميائي للحصول طاقة كهربائية	تستخدم الطاقة الكهربائية لحدوث التفاعل الكيميائي
2	تكون تلقائية التفاعل اي ΔG سالبة (-)	تكون غير تلقائية التفاعل اي ΔG موجبة (+)
3	تكون منتجة للتيار الكهربائي	تكون مستهلكة للتيار الكهربائي
4	تنتقل الالكترونات المتحررة عبر السلك الخارجي بينما تنتقل الايونات عبر الجسر الملحي	تنتقل الالكترونات من مصدر الجهد الخارجي (البطارية) بواسطة الايونات الموجودة في المحلول الالكتروني او المواد المنصهرة
5	يكون الانود على اليسار والكاثود على اليمين	يكون الانود على اليمين والكاثود على اليسار
6	مثال خلية دانيال	مثال: خلايا الطلاء الكهربائي و خلية تحليل H_2O و $(NaCl)$

(1) خلايا التحليل الكهربائي:

وهي الخلايا التي فيها استخدام الطاقة الكهربائية لجعل تفاعل الخلية الالكتروليزية غير التلقائي يحدث ، ويتم فيها تحليل المركب الى عناصره الاولى مثل خلية التحليل الكهربائي لمنصهر كلوريد الصوديوم و خلية التحليل الكهربائي للماء الى عناصره الاولى .

(2) خلايا الطلاء الكهربائي:

الطلاء الكهربائي هو عملية يستخدم فيها التحليل الكهربائي لطلاء فلز معين بطبقة رقيقة من فلز اخر .

اهميته: (1) حماية المعادن من الصدأ والتآكل . (2) اكتساب المعادن مظهر مرغوب وجميل .

مكونات خلية الطلاء:

- (1) الانود: يتكون من النقي المراد الطلاء به مثال فلز الذهب Au وفلز الفضة Ag .
- (2) الكاثود: يتكون من المادة او السطح المراد طلاؤه مثال ملعقة طعام او خاتم .
- (3) محلول الخلية: يكون حاوياً على احد املاح الفلز المراد الطلاء به ، مثال محلول نترات الذهب $Au(NO_3)_3$ عندما يكون الذهب انودا .

شروط الطلاء الجيد:

(1) شدة التيار الكهربائي المستخدم يجب ان تكون ضعيفة (2) تركيز ايونات الفلز المراد الطلاء به تكون قليلة .

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

قانون فاراداي الثاني: تتناسب كتل المواد المختلفة التي تترسب على الكاثود او تذوب من الانود او تتحرر كغازات عند هذه الاقطاب ، باستخدام نفس الكمية من الكهربائية مع الكتل المكافئة للمواد المختلفة تناسباً طردياً .

قوانين فاراداي الرياضية

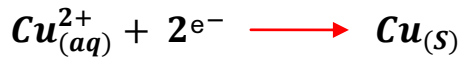
الملاحظات	القانون
IQ كمية الكهرباء بـ $(mol.e^-)$	1) $Q(mol.e^-) = \frac{I(A) \times t(S)}{96500(C/mol.e^-)}$
n - عدد المولات الفلز المترسبة او الغاز المتحررة $n e^-$ / عدد الإلكترونات من معادلة نصف الخلية	2) $Q(mol.e^-) = n(mol) \times n e^-$
$N_A = 6.023 \times 10^{23}$	3) $Q(mol.e^-) = \frac{\text{عدد } e^- \text{ المارة}}{\text{عدد افوغادرو } N_A}$
n - عدد المولات المترسبة من الفلز على الكاثود	4) $n(mol) = \frac{m(g)}{M(g/mol)}$
n - عدد المولات المترسبة من الفلز على الكاثود	5) $n(mol) = \frac{\text{عدد الذرات المترسبة}}{\text{عدد افوغادرو } N_A}$
	6) $n(mol) = M (mol/L) \times V(L)$
	7) $n_{\text{المتبقية}} = n_{\text{الكلية}} - n_{\text{المترسبة}}$
للغازات في الظروف القياسية فقط اي في (STP)	8) $n(mol) = \frac{V(L) \times 1(mol)}{22.4(L)}$
تخص الغازات في الظروف غير القياسية	9) $n(mol) = \frac{PV}{RT}$
تخص الغازات	10) $n(mol) = \frac{\text{عدد الجزيئات المتحررة}}{\text{عدد افوغادرو } N_A}$

سؤال 31 / امرر تيار كهربائي شدته $10A$ خلال $965 S$ في خلية تحليل كهربائي تحتوي على كبريتات النحاس ما هو وزن النحاس المترسب وعدد ذراته علماً ان الكتلة الذرية للنحاس = 63 ؟
ج /

1) نجد $Q(mol.e^-)$:

$$Q(mol.e^-) = \frac{I(A) \times t(S)}{96500(C/mol.e^-)}$$

$$Q(mol.e^-) = \frac{10 \times 965}{96500(C/mol.e^-)} = 0.1 mol.e^-$$



2) نجد عدد مولات النحاس المترسبة:

$$Q(mol.e^-) = n(mol) \times n e^-$$

$$0.1 mol.e^- = n(mol) \times 2e^-$$

$$n(mol) = 0.05 mol$$

3) نجد وزن النحاس المترسب:

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

$$0.05 mol = \frac{m(g)}{63(g/mol)} \Rightarrow m(g) = 3.15g$$

$$n(mol) = \frac{\text{عدد الذرات المترسبة}}{\text{عدد افوغادرو } N_A}$$

4) نجد عدد ذرات النحاس المترسبة:

$$0.05 mol = \frac{\text{عدد الذرات المترسبة}}{6.023 \times 10^{23}}$$

$$\text{عدد الذرات المترسبة} = 3 \times 10^{22} atoms$$

سؤال واجب ما هي شدة التيار الذي يجب امراره في محلول كلوريد الذهب $AuCl_3$ لمدة 200 S ليرسب 3g من الذهب عند الكاثود ، الكتلة الذرية للذهب 197 . (طريقة الحل مشابهة س 31 اعلاه)

تمرين 14/ محلول من كبريتات النحاس $CuSO_4$ تركيزه 0.2 M وحجمه 600ml ، امرر تيار كهربائي شدته 96.5A احسب الزمن اللازم لكي يتبقى 0.03 mol من ايون النحاس .

ج/

نجد عدد المولات الكلية من التركيز والحجم ثم عدد المولات المترسبة ثم نجد $Q(mol.e^-)$ ثم الزمن:
(1) نجد عدد المولات الكلية للنحاس:

$$n(mol) = M (mol/L) \times V(L)$$

$$n(mol) = 0.2mol/L \times 600ml \times \frac{1L}{1000ml} = 0.12 mol$$

(2) نجد عدد المولات المترسبة: $n(mol)_{المتبقية} = n(mol)_{الكلية} - n(mol)_{المترسبة}$

$$n(mol)_{المترسبة} = 0.12 mol - 0.03 mol = 0.09 mol$$

(3) نجد $Q(mol.e^-)$: $Cu_{(aq)}^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu_{(s)}$

$$Q(mol.e^-) = n(mol) \times n^{e^-} = 0.09 mol \times 2e^- = 0.18 mol.e^-$$

(4) نجد الزمن $t(S)$ من $Q(mol.e^-)$:

$$Q(mol.e^-) = \frac{I(A) \times t(S)}{96500(C/mol.e^-)}$$

$$0.18 mol.e^- = \frac{96.5A \times t(S)}{96500(C/mol.e^-)} \Rightarrow t(S) = 180 S$$

سؤال 10/ احد التفاعلات النصفية للتحليل الكهربائي للماء هو:

$2H_2O_{(l)} \longrightarrow O_{2(g)} + 4H_{(aq)}^+ + 4e^-$ فإذا تم جمع 0.08L من O_2 عند $25C^\circ$ وضغط 755 mm.Hg . فأحسب عدد مولات الالكترونات التي يجب تمريرها في المحلول .

ج/ نجد عدد مولات O_2 المتحررة ومنها نجد $Q(mol.e^-)$:

(1) نحول الضغط الى وحدة atm:

$$P(atm) = 755 mm.Hg \times \frac{1atm}{760mm.Hg} = 0.99 atm$$

(2) نجد $T(K)$:

$$T(K) = t(C^\circ) + 273 = 25 + 273 = 298K$$

(3) نجد عدد مولات O_2 المتحررة:

$$PV = nRT$$

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{0.99 \times 0.08}{0.082 \times 298} = 0.003mol$$

(4) نجد $Q(mol.e^-)$: $Q(mol.e^-) = n(mol) \times n^{e^-}$

$$Q(mol.e^-) = 0.003mol \times 4e^-$$

$$Q(mol.e^-) = 0.012 mol.e^-$$

سؤال 33 / احسب عدد الالكترونات اللازمة لتحرير ضعف الحجم المولي لغاز الاوكسجين في STP (معلومة: الحجم المولي لاي غاز عند STP يساوي $22.4L$) ؟ (2019 - ت/ نصف الحجم المولي) **ج/**

$$n(mol) = \frac{V(L) \times 1(mol)}{22.4(L)} \quad (1) \text{ نحسب عدد مولات غاز } O_2 \text{ المتحرر:}$$

$$n(mol) = \frac{2 \times 22.4(L) \times 1(mol)}{22.4(L)} = 2mol$$



$$Q(mol.e^{-}) = n(mol) \times n^{e^{-}}$$

$$Q(mol.e^{-}) = 2mol \times 4e^{-} = 8mol.e^{-}$$

$$Q(mol.e^{-}) = \frac{\text{عدد } e^{-} \text{ المارة}}{N_A \text{ عدد افوغادرو}} \quad (3) \text{ نحسب عدد } e^{-} \text{ المارة:}$$

$$8mol.e^{-} = \frac{\text{عدد } e^{-} \text{ المارة}}{6.023 \times 10^{23}}$$

$$\text{عدد } e^{-} \text{ المارة} = 8mol.e^{-} \times 6.023 \times 10^{23} \frac{electron}{mol.e^{-}}$$

$$\text{عدد } e^{-} \text{ المارة} = 48.18 \times 10^{23} electron$$

سؤال 34 / احسب شدة التيار اللازم امراره لمدة $2hr$ و $520S$ في خلية تحليل الماء كهربائياً لكي يحرر 36.12×10^{21} جزيئة من الهيدروجين والاكسجين على قطبي الخلية ؟

ج/ نجد شدة التيار من $Q(mol.e^{-})$ بعد ايجادها من عدد جزيئات احد الغازات المتحررة (O_2 او H_2) وكتابة المعادلة :



(2) الفرضية:

لان عدد جزيئات غاز H_2 ضعف عدد جزيئات غاز O_2 كما في المعادلة

$$\left[\begin{array}{l} \text{نفرض عدد جزيئات غاز } O_2 = x \\ \text{نفرض عدد جزيئات غاز } H_2 = 2x \end{array} \right.$$

$$(3) \text{ نجد عدد جزيئات كل غاز:} \quad \text{عدد جزيئات غاز } H_2 \text{ و } O_2 = 36.12 \times 10^{21}$$

$$x + 2x = 36.12 \times 10^{21}$$

$$3x = 36.12 \times 10^{21}$$

$$x = 12.04 \times 10^{21} \text{ (عدد جزيئات غاز } O_2 \text{ المتحررة)}$$

$$2x = 2(12.04 \times 10^{21}) \text{ (عدد جزيئات غاز } H_2 \text{ المتحررة)}$$

$$2x = 24.08 \times 10^{21}$$

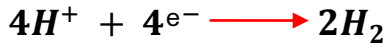
$$n(mol) = \frac{\text{عدد الجزيئات المتحررة}}{N_A \text{ عدد افوغادرو}} \quad (4) \text{ نجد عدد مولات غاز } O_2 \text{ المتحررة (او مولات } H_2 \text{):}$$

$$n(mol) = \frac{12.04 \times 10^{21}}{6.023 \times 10^{23}}$$

$$n(mol) = 0.02 mol$$



(5) نجد $Q(mol.e^-)$: الانود



الكاثود



التفاعل العام

$$Q(mol.e^-) = n(mol) \times n^{e^-}$$

$$Q(mol.e^-) = 0.02mol \times 4e^-$$

$$Q(mol.e^-) = 0.08 mol.e^-$$

(6) نجد الزمن الكلي بـ (S):

$$t(S) = 2 hr \times \frac{3600(S)}{1(hr)} + 520 S = 3600 S$$

$$t(S) = 7200S + 520 S = 7720 S$$

$$Q(mol.e^-) = \frac{I(A) \times t(S)}{96500(C/mol.e^-)}$$

(7) نجد التيار:

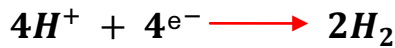
$$0.08 mol.e^- = \frac{I(A) \times 7720(S)}{96500(C/mol.e^-)} \Rightarrow I(A) = 1 A$$

س/ في خلية تحليل الماء كهربائياً في STP امرر تيار كهربائي فيها لمدة 3 دقائق و 13 ثانية فتحرر غازي الهيدروجين والاكسجين عند قطبي الخلية وكان مجموع حجمي الغازين المتحررين يساوي $0.0672 L$ ، اكتب معادلتني نصفي الخلية والتفاعل العام لها ثم جد حجم كل غاز متحرر وشدة التيار المار

ج/



(1) كتابة المعادلات: الانود



الكاثود



التفاعل العام

(2) ايجاد حجم غاز H_2 و O_2 : نفرض حجم غاز $O_2 = x$ ونفرض حجم غاز $H_2 = 2x$ (لان حجم غاز H_2 المتحرر ضعف حجم غاز O_2 كما في المعادلة)

$$\text{الحجم الكلي} = 0.0672 L$$

$$V_{O_2} + V_{H_2} = 0.0672 L$$

$$x + 2x = 0.0672 L$$

$$3x = 0.0672 L \Rightarrow x = 0.0224 L$$

$$\therefore V_{O_2} = 0.0224 L \quad \therefore V_{H_2} = 0.0448 L$$

(3) نجد مولات O_2 المتحررة:

$$n(mol) = \frac{V(L) \times 1(mol)}{22.4 (L)} = \frac{0.0224 L \times 1(mol)}{22.4 (L)} = 0.001mol$$

(4) نجد $Q(mol.e^-)$:

$$Q(mol.e^-) = n(mol) \times n^{e^-} = 0.001 mol \times 4e^- = 0.004 mol.e^-$$

$$t(S) = 3 min \times \frac{60 S}{1 min} + 13 S = 13 S + 180 S = 193 S \quad \text{نجد التيار } I(A):$$

$$Q(\text{mol. } e^-) = \frac{I(A) \times t(S)}{96500(C/\text{mol. } e^-)} \Rightarrow 0.004 \text{ mol. } e^- = \frac{I(A) \times 193 S}{96500(C/\text{mol. } e^-)}$$

$$I(A) = 1 A$$

البطاريات (النضائد) وخلايا الوقود

وهي على نوعين من حيث اعادة الشحن:

- (1) بطاريات اولية: لا يمكن اعادة شحنها مثال الخلية الجافة .
- (2) بطاريات ثانوية: يمكن اعادة شحنها مثال بطارية الخزن الرصاصية .

(1) بطارية الخزن الرصاصية:

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

مكوناتها:

- (1) الانود: يتكون من الرصاص (Pb) .

- (2) الكاثود: يتكون من اوكسيد الرصاص PbO_2

(3) محلول الخلية: وهو محلول الكتروليتي يتكون من حامض الكبريتيك H_2SO_4 المركز ، يغمر فيه القطبين وله كثافة تتراوح من 1.2 g/ml الى 1.3 g/ml عند بداية شحن البطارية .

عملها: عند استمرار عمل الخلية تترسب كبريتات الرصاص بشكل مسحوق ابيض على القطبين ويستهلك حامض الكبريتيك الموجود بشكل متأين فتزداد كمية الماء مما يؤدي الى انخفاض كثافة محلول الحامض .

س/ كيف يمكن اعادة شحن البطارية ؟

ج/

(1) عندما تنطلق السيارة فان تفاعلات نصف الخلية سوف تنعكس بسبب الفولتية التي ينتجها المولد (الداينمو) ويعاد انتاج H_2SO_4 و PbO_2 و Pb .

(2) امرار تيار كهربائي خارجي (اعادة شحن) لعكس تفاعل الخلية فتصبح البطارية مجموعة خلايا الكتروليتية حيث يتفكك راسب $PbSO_4$ من على القطبين ويستعيد الحامض تركيزه (كثافته) .

مواصفاتها:

(1) تستعمل في تشغيل السيارة وكثيرا من المعدات الكهربائية والصناعية (اهميتها) .

(2) جهدها 6V او 12V (3) قابلة للشحن .

(2) الخلية الجافة (خارصين - كاربون):

وهي خلية كلفانية تتكون من وعاء من الخارصين يعمل كأنود مملوء بمعجون رطب من MnO_2 و كربون (كرافيت) و كلوريد الامونيوم NH_4Cl وحيث MnO_2 هو الكاثود .

مواصفاتها:

(1) تعطي جهد مقداره 1.48V (2) غير قابلة للشحن (3) تستخدم في اجهزة الراديو والحاسوب .

الفصل الخامس – الكيمياء التناسقية

العنصر الانتقالي:

وهو العنصر الذي يكون فيه الغلاف الثانوي d او f مملوء جزئياً اما في حالته الحرة او احد مركباته .

اقسام العناصر الانتقالية:

(1) عناصر مجموعة d او العناصر الانتقالية الرئيسية:

وتتألف من ثلاث دورات كل منها يحتوي على عشرة عناصر .

(2) عناصر مجموعة f او العناصر الانتقالية الداخلية:

وتتألف من دورتين كل منها يحتوي على اربعة عشر عنصر .

مميزاتها:

- (1) لها حالات اكسدة متعددة ، اي للعنصر الواحد اكثر من حالة اكسدة .
- (2) تمتاز مركباتها بالصفات البارامغناطيسية وذلك لوجود الكترونات منفردة في الاغلفة d او f .
- (3) العديد من مركباتها ملونة .
- (4) لها ميل كبير لتكوين ايونات او مركبات معقدة .

الملح المزدوج والمركب التناسقي:

الملح المزدوج:

وهو مركب اضافة مستقر يعطي عند اذابته في الماء كافة الايونات المكونة له بحيث يحتفظ كل ايون بصفاته المستقلة مثال ملح مور $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$.



المركب التناسقي:

هو مركب اضافة مستقر لكنه لا يعطي كافة الايونات المكونة له عند ذوبانه في الماء ، اي ان الصفات المستقلة تختفي لبعض الايونات مثال $[Cu(NH_3)_4]SO_4$.



مثال 1/ وضح لماذا يصنف المركب $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ كملح مزدوج بينما يصنف المركب

$K_3[Fe(CN)_6]$ كمركب معقد (مركب تناسقي) ؟

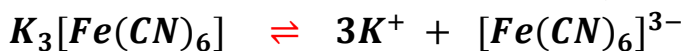
ج/

(1) وذلك لان المركب ملح مور وعند ذوبانه في الماء فإنه يعطي كافة ايوناته اي Fe^{2+} و NH_4^+ و SO_4^{2-}



ويتم التأكد من وجودها في المحلول باستخدام طرائق الكشف الشائعة لكل ايون منها ولذلك يصنف المركب كملح مزدوج .

(2) اما عند اذابة المركب $K_3[Fe(CN)_6]$ في الماء:



فإنه يعطي كشافاً لايون K^+ فقط واختفاء ايونات Fe^{3+} و CN^- اي لا يعطي كشافاً لهما لذلك يصنف

كمركب تناسقي .

سؤال 1/ ما هو الفرق بين الاملاح المزدوجة والمركبات المعقدة ؟

المركبات المعقدة	الاملاح المزدوجة	
- المركب المعقد هو مركب اضافة مستقر لكنه لا يعطي كافة الايونات المكونة له عند اذابته في الماء	المح المزدوج هو مركب اضافة مستقر يعطي كافة الايونات المكونة له عند اذابته في الماء	1
- تختفي صفات بعض الايونات اي لا تعطي كشافاً لها .	يحفظ كل ايون بصفاته المستقلة ، ويمكن الكشف عنها .	2
- مثال كبريتات رباعي امين النحاس [Cu(NH ₃) ₄]SO ₄	مثال ملح مور Fe(NH ₄) ₂ (SO ₄) ₂	3

س/ ما هو العدد التاكسدي (التكافؤ الاولي) للحديد في المركبات الاتية:

$$X + (-2 \times 3) = -3 \Rightarrow X - 6 = -3 \Rightarrow X = +3 \quad [Fe(C_2O_4)_3]^{3-} \quad (2)$$

$$X + (-1 \times 6) = -3 \Rightarrow X - 6 = -3 \Rightarrow X = +3 \quad K_3[Fe(CN)_6] \quad (3)$$

س/ ما التكافؤ الاولي والتكافؤ الثانوي للكروم في

$$[Cr(NH_3)_6](NO_3)_3 \quad X + (0 \times 6) = +3 \Rightarrow X + 0 = +3 \Rightarrow X = +3 \quad \text{ج}$$

∴ التكافؤ الاولي = +3 ، التكافؤ الثانوي (عدد التناسق) = 6 .

تطور الكيمياء التناسقية

1) نظرية السلسلة:

وهي النظرية التي تفسر تكوين المركبات التناسقية بأفترض ان الليكاندات ترتبط مع بعضها على شكل سلسلة على غرار تكوين السلاسل بين ذرات الكربون الذي كان معروفاً في الكيمياء العضوية وترتبط مع الايون المركزي لاشباع نوع واحد من التكافؤ ، وهي النظرية التي اقترحت من قبل احد العلماء في السويد .

س/ فشل نظرية السلسلة ، علل ذلك ؟

ج/ وذلك لانها لم تنجح في تفسير كافة الخواص للمركبات حيث انها لم تستطيع تفسير سبب عدم ترسب ايون الكلوريد في المركب $CoCl_3 \cdot 3NH_3$ اضافة الى انها اعتمدت على نوع واحد من التكافؤ .

2) نظرية فرنر التناسقية:

وهي النظرية التي تفسر تكون المركبات التناسقية بأفترض ان اكثر العناصر تمتلك نوعين من التكافؤ ، تكافؤ اولي يعرف بحالة التأكسد وتكافؤ ثانوي يعرف بعدد التناسق . ويحاول كل عنصر عند اشتراكه في تكوين مركب تناسقي اشباع كلا التكافؤين حيث تتشعب التكافؤات الاولية بأيونات سالبة اما التكافؤات الثانوية فتتشعب بأيونات سالبة او جزيئات متعادلة .

مصطلحات المركبات التناسقية:

1) الليكاند: جزيء او ايون سالب او موجب الشحنة يرتبط بالايون المركزي من خلال ذرة مانحة واحدة او اكثر للمزدوجات الالكترونية وعندما يهب الليكاند مزدوجاً واحداً من الالكترونات يسمى احادي المخلب وعندما يهب مزدوجين من الالكترونات يسمى ثنائي المخلب وعندما يهب اكثر من مزدوجين يسمى متعدد المخلب ، وهو من قواعد لويس .

(2) الايون المركزي:

وهو عبارة عن ذرة مركزية مستقبلة للمزدوجات الالكترونية ، وتكون عادة فلزاً انتقالياً يحتوي على اوربيتالات فارغة ويرتبط مع الليكندات بأصرة تناسقية وهو من حوامض لويس .

(3) المعقد التناسقي:

وهو المركب الناتج من اتحاد الايون المركزي مع عدد من الليكندات بواسطة اصرة تناسقية .

(4) عدد التناسق:

وهو عدد الليكندات التي ترتبط بالايون المركزي مضروباً في عدد المخالب اي انه يساوي عدد الاواصر التناسقية ، واكثر اعداد التناسق شيوعاً 4 و 6 ، اما اعداد التناسق الفردية و 2 فهي نادرة .

(5) الايون المعقد:

وهو صنف مشحون بشحنة موجبة او سالبة يحتوي على ذرة فلز مركزية تحيط بها عدد من الليكندات ، وقد تكون الذرة المركزية متعادلة او لها عدد تأكسد موجب ، اما الليكندات فقد تكون جزيئات متعادلة او ايونات سالبة مثال: $[Co(NH_3)_6]^{3+}$.

(6) المعقد المتعادل:

وهو المعقد الذي لا يحمل شحنة (تساوي 0) ولايتأين في الماء مثال $[Co(NH_3)_3Cl_3]$.

(7) مجال التناسق:

وهو المجال الذي يعبر عنه بشكل اقواس مربعة [] والذي يحتوي على الذرة المركزية ومجموعة من الليكندات ويسمى ايضاً بالمجال الداخلي ومكوناته لا تتأين ولا يمكن ترسيبها كما في ايون الكلوريد الداخلي $[Co(NH_3)_5Cl]Cl_2$.

(8) مجال التآين:

وهو المجال الذي يكتب خارج المجال التناسقي (خارج الاقواس) ويسمى بالمجال الخارجي ، ولمكوناته القابلية على التآين وبالتالي بالامكان ترسيبها بأحد كواشف الترسيب المناسبة ، حيث يترسب ايوني الكلور كما في $[Co(NH_3)_5Cl]Cl_2$.

انواع الليكندات

(1) ليكندات احادية المخلب (احادية السن) :

وهي عبارة عن ايونات سالبة او جزيئات متعادلة قادرة على منح مزدوج الكتروني واحد الى ايون الفلز الموجب ، اي انها تحوي في تركيبها الكيميائي على ذرة واحدة قابلة للارتباط مع الذرة المركزية للفلز .

ليكندات متعادلة			ليكندات سالبة		
no	صيغة الليكند	اسم الليكند	no	صيغة الليكند	اسم الليكند
1	NH_3	امين	1	SCN^-	ثايوسياناتو
2	H_2O	اكوا	2	N_3^-	ازيدو
3	CO	كاربونيل	3	Br^-	برومو
4	CH_2CH_2	اثيلين	4	Cl^-	كلورو
5	$(NH_2)_2CO$	يوريا	5	CN^-	سيانو
6	NO	نايتروسيل	6	NO_2^-	نايترو
			7	I^-	يودو

(2) ليكندات ثنائية المخلب:

وهي عبارة عن ايونات سالبة او جزيئات متعادلة قادرة على منح مزدوجين الكترونيين ايون الفلز الموجب ، اي لها القدرة على الارتباط بأيون الفلز عبر اكثر من ذرة واحدة مكونة مركبات حلقيّة ، وتسمى ايضاً ليكندات ثنائية السن .

no	صيغة الليكند	اسم الليكند
1	NH_2NH_2	هيدرازين
2	dmg^-	ثنائي مثيل كلايوكسيماتو
3	$C_2O_4^{2-}$	اوكراليتو (Ox)
4	$NH_2CH_2CH_2NH_2$	اثيلين ثنائي امين (en)

(3) ليكندات متعددة المخالب:

وهي الليكندات التي تحوي في تركيبها الكيميائي اكثر من ذرتين لها القابلية على الارتباط مع الايون المركزي بأواصر تناسقية اي انها تهب ثلاث مزدوجات او اربع او اكثر من ذلك ، مثال اثيلين ثنائي امين رباعي حامض الخليك (EDTA) ، وهو ليكند سداسي المخلب او سداسي السن .

الليكندات الكليتيّة:

وهي الليكندات التي ترتبط في موقعين او اكثر في ان واحد مع نفس الايون المركزي (اي لها اكثر من ذرة مانحة) وتشمل الليكندات ثنائية المخلب ومتعددة المخالب .

الذرة المانحة:

وهي احد ذرات الليكند تمتلك مزدوج الكتروني وتستطيع ان تمنحه لذرة الايون المركزي ، وعدد الذرات المانحة يعتمد على نوع الليكند ، فالليكند احادي المخلب يحوي ذرة مانحة واحدة والثنائي المخلب يحوي ذرتين مانحة وهكذا .

قاعدة الذري الفعال: (EAN)

المعقد التناسقي يصبح مستقراً اذا كان مجموع الالكترونات الموجودة على الفلز والالكترونات الممنوحة من قبل الليكندات تساوي العدد الذري لاحد الغازات النبيلة وهي ($36Kr$ او $54Xe$ او $86Rn$) .

العدد الذري الفعال: وهو المجموع الكلي للالكترونات على الذرة المركزية والممنوحة من الليكندات .

س/ احسب العدد الذري الفعال للمركبات التالية ، ثم بين هل تنطبق عليه قاعدة (EAN) لكل من



$Fe = 26e^-$

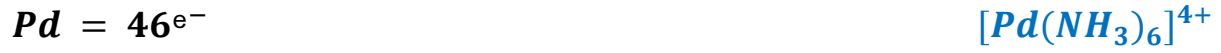
$[Fe(CN)_6]^{3-}$ ج

$Fe^{3+} = 23e^-$ $(X + (-1 \times 6) = -3 \Rightarrow X - 6 = -3 \Rightarrow X = +3)$

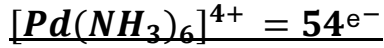
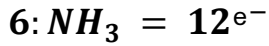
$6:CN^- = 12e^-$

$[Fe(CN)_6]^{3-} = 35e^-$

العدد الذري الفعال هنا يساوي 35 وهو لا يساوي العدد الذري لاي من الغازات النبيلة ، ولهذا فلا تنطبق عليه قاعدة (EAN) .



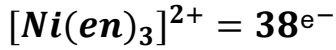
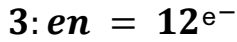
$$Pd^{4+} = 42e^- \quad X + (0 \times 6) = +4 \Rightarrow X + 0 = +4 \Rightarrow X = +4$$



العدد الذري الفعال هنا يساوي 54 وهو يساوي العدد الذري لغاز الزينون ، وتنطبق عليه القاعدة .



$$Ni^{2+} = 26e^- \quad X + (0 \times 3) = +2 \Rightarrow X + 0 = +2 \Rightarrow X = +2$$

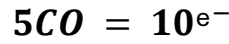
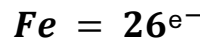
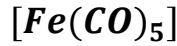


العدد الذري الفعال هنا يساوي 38 وهو لا يساوي العدد الذري لأي من الغازات النبيلة ، ولهذا فلا تنطبق عليه قاعدة (EAN) .

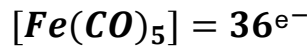


مركبات الكربونيل:

وهي معقدات تناسقية (متعادلة غالباً) التي يكون فيها الليكند هو الكربونيل (CO) واغلب مركباتها تخضع لقاعدة (EAN) . **مثال**



تنطبق عليه قاعدة (EAN)

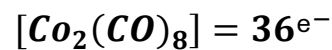
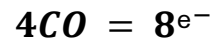
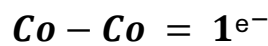
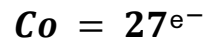
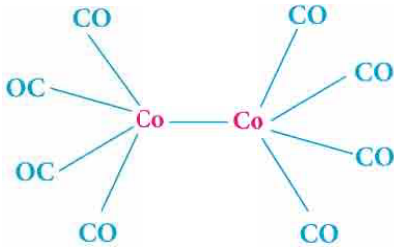


س/ تتواجد معقدات الكربونيل ذات الاعدد الذرية الفردية للفلز المركزي بشكل مزدوجات جزيئية او متعددات جزيئية ، علل ذلك ؟

ج/ وذلك لان العدد الذري الفعال لها لا يكون زوجياً الا عندما تكون بشكل مزدوجات او متعددات جزيئية .

مثال:

احسب العدد الذري الفعال للمعقد $[Co_2(CO)_8]$ ثم بين هل تنطبق قاعدة (EAN) عليه $Co = 27$ ؟



اذن تنطبق قاعدة (EAN) .

تسمية المركبات التناسقية: (تتم التسمية وفق نظام IUPAC وحسب القواعد الاتية):

- (1) تحديد الايون السالب (على اليمين) والايون الموجب (على اليسار) .
- (2) نحدد شحنة الايون البسيط ومنها شحنة الايون المعقد بعكس الاشارة .
- (3) نسمي الايون السالب اولاً ثم الايون الموجب .
- (4) اذا كان الايون السالب بسيطاً فنذكر اسم الايون كما هو مثال Cl^- كلوريد ، NO_3^- نترات وبدون ذكر عدد الايونات (والايون البسيط هو الذي يكون خارج الاقواس []) .
- (5) نسمي الايون الموجب المعقد بتسمية الليكندات اولاً ثم الذرة المركزية .
- (6) تسمى الليكندات كالآتي:
 - (أ) عند وجود اكثر من نوع من الليكندات فأنها تذكر في التسمية حسب الترتيب الابجدي للحروف الانكليزية (a, b, c, \dots, z) مثال $(Aqua) H_2O$ ثم Br^- ثم Cl^- (عدا الماء قبل الجميع) ، وهكذا ولكن التسمية باللغة العربية .

(ب) تسمى الليكندات بالطريقة التالية:

- (1) الليكندات المتعادلة: تسمى كما هي مثال CO كاربونيل و CH_3NH_2 مثيل امين وغيرها عدا H_2O (اكوا) ، NH_3 امين ، NO نايتروسيل .
- (2) الليكندات السالبة: يضاف لها الحرف (و) كما في Br^- برومو ، CN^- سيانو .

(ج) عند وجود اكثر من ليكند من نفس النوع فيذكر كالآتي:

- (1) الليكندات البسيطة: نستخدم ثنائي ، ثلاثي ، رباعي ، (ولا نذكر احادي) قبل اسماء الليكندات البسيطة وذلك للدلالة على عدد الليكندات والليكندات البسيطة مثل برومو ونايترو وغيرها .
- (2) الليكندات المعقدة: نستخدم (بس) للثنائي و (ترس) للثلاثي كما في (en) ، (dmg^-) ، $(C_2O_4^{2-})$ ، $(NH_2)_2CO$ ، $(EDTA)$.

(7) نسمي الذرة المركزية في الايون المعقد الموجب بعد تسمية الليكندات حيث نذكر اسم الذرة المركزية كما هو ثم عدد التأكسد بالارقام الرومانية وهي (I, II, III, IV, V, VI) اي ($+1, +2, +3, +4, +5, +6$) على التوالي ، اما عدد تأكسد صفر فيكتب (0) وتوضع اعداد التاكسد دانماً بين قوسين () .

(8) اما عندما يكون الايون المعقد سالباً والايون البسيط موجباً ، فالتسمية كما هي في القواعد اعلاه ولكن بأضافة المقطع (ات) الى نهاية اسم الفلز مثال الكروم يصبح (كرومات) والنيكل (نيكلات) اما الحديد فيسمى (فيرات) .

(9) اذا كان المعقد التناسقي متعادلاً فيسمى كما في القواعد اعلاه اي بدون اضافة المقطع (ات) كما في الايون المعقد الموجب كما في $[Co(NH_3)_3Cl_3]$.

(10) عند وجود ايون معقد (موجب او سالب) فنذكر كلمة ايون قبل التسمية ونفس القواعد اعلاه مثال $[Ni(NH_3)_4]^{2+}$.

مثال // سمي المعقدات التناسقية الآتية:

$$X + (0 \times 4) + (-1 \times 2) = +1$$

$$X - 2 = +1 \Rightarrow X = +3$$



كلوريد رباعي اكوا ثنائي كلورو الكروم (III)

$$X + (0 \times 4) = 0$$

$$X = 0$$



رباعي كربونيل النيكل (0)

$$X + (-1 \times 6) = -4$$

$$X - 6 = -4 \Rightarrow X = +2$$



سداسي سيانو فيرات (II) الكالسيوم

$$X + (-1 \times 2) = 0$$

$$X = 2$$



بس (ثنائي مثيل كلايكسيماتو) نيكل (II)

$$X + (0 \times 5) + 0 = +3$$

$$X = +3$$



كلوريد اكوا خماسي امين كوبلت (III)

$$X + (0 \times 2) = +2$$

$$X = 2$$



كلوريد بس (اثيلين ثنائي امين) نحاس (II)

$$X + (-1 \times 6) = -2$$

$$X = +4$$



سداسي ثايوسياناتو كرومات (IV) امونيوم



سداسي سيانو فيرات (III) البوتاسيوم

$$X + (-1 \times 6) = -3 \Rightarrow X - 6 = -3 \Rightarrow X = +3$$



كبريتات خماسي امين ازيدو الكوبلت (III)

$$X + (0 \times 6) = +2$$

$$X = 2$$



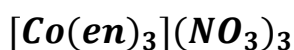
كبريتات سداسي اكوا حديد (II)



$$X + (-1 \times 6) = -2 \Rightarrow X = +4$$

سداسي كلورو بلاتينات (IV) البوتاسيوم

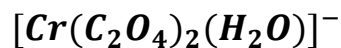
س/ اكتب الصيغ التركيبية للمركبات التناسقية الآتية:



(أ) نترات ترس (اثيلين ثنائي امين) كوبلت (III)



(ب) رباعي سيانو نيكلات (0) البوتاسيوم



(ج) ايون اكوا بس اوكزالاتو كرومات (III)



(د) رباعي كلورو نيكلات (II) البوتاسيوم



(هـ) ايون اكوا سيانو بس (اثيلين ثنائي امين) الكوبلت (III)

نظرية اصرة التكانف (VBT)

وهي النظرية التي تعد تكوين المركبات التناسقية هو تفاعلاً بين حامض لويس (الفلز) وقاعدة لويس (الليكند) مع تكوين اصرة تناسقية بينهما ، وهي ذات علاقة وثيقة بالتهجين والشكل الهندسي للمعقدات . وتمثل في النظرية اوربيتالات الفلز بمربعات لبيان توزيع الكترونات الغلاف الخارجي للفلز والالكترونات الاتية من الليكندات .

اهميتها:

- 1 معرفة نوع التهجين للذرة المركزية وهو اربعة انواع (sp ، sp^2 ، sp^3 ، dsp^2) .
- 2 معرفة الشكل الهندسي للمركب التناسقي (خطي مستقيم ، مثلث مستو ، رباعي الاوجه منتظم ، مربع مستو) على التوالي .
- 3 معرفة الحالة المغناطيسية للمعقد التناسقي فيما اذا كانت بارامغناطيسية (عند وجود الكترونات منفردة في d) او ديامغناطيسية (عند عدم وجود الكترونات منفردة في d اي جميع الالكترونات مزدوجة) .
- 4 حساب الزخم المغناطيسي μ وفق المعادلة الاتية: $\mu(B.M) = \sqrt{e(e+2)}$ حيث ان $e =$ عدد الالكترونات المنفردة ، $B.M$ هي وحدة قياس الزخم المغناطيسي .

بلازما

- 1 الاعداد التناسقية المستخدمة في هذه النظرية هي (2 ، 3 ، 4) فقط .
- 2 الايون المركزي للمعقد التناسقي يتكون من العناصر الانتقالية الرئيسية وهي ثلاث مجاميع وكالاتي:

الترتيب الالكتروني	العدد الذري	رقم السلسلة
$18[Ar] 3d^{(1-10)} 4s^2 4p^0$	21 – 30	الاولى
$36[Kr] 4d^{(1-10)} 5s^2 5p^0$	39 – 48	الثانية
$54[Xe] 4f^{14} 5d^{(1-10)} 6s^2 6p^0$	71 – 80	الثالثة

- 3 العنصر الانتقالي يفقد الكترونات اولاً من المستوى الثاني ns ثم من المستوى $d(n-1)$ (اذا كان يفقد اكثر من الكترونين) .

4 لنوع الليكند تأثير على خواص المركب (ذات عدد تناسق = 4 فقط) لذلك يجب معرفة نوع الليكند من حيث القوة وهذا يخص عناصر السلسلة الاولى فقط اما السلسلة الثانية والثالثة فالليكندات تكون جميعها قوية وهذا التصنيف الى ليكندات قوية (ضاغطة) وليكندات ضعيفة (غير ضاغطة) وفق سلسلة الطيف الكيمياءى وكالاتي :

H_2O	OH^-	I^-	F^-	Cl^-	Br^-	الليكندات الضعيفة (غير ضاغطة)
C_5H_5N	dmg^-	en	NO_2^-	CO	NH_3	الليكندات القوية (ضاغطة)

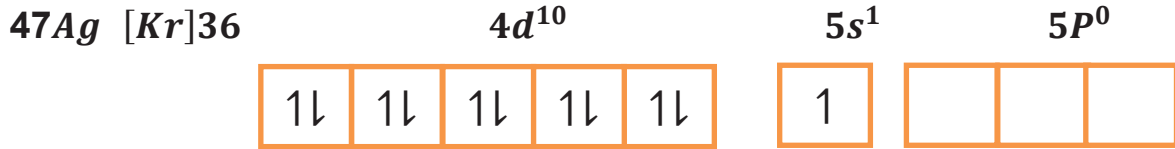
تطبيق نظرية اصرة التكافؤ (VBT)

1) اذا كان العدد التناسقي 2

مثال / اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ VBT بين توزيع الكترونات الفلز والالكترونات الاتية من الليكاندات للايون المعقد ثنائي امين الفضة (I) $[Ag(NH_3)_2]^+$ ، ثم جد نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية ، والزخم المغناطيسي ؟ (العدد الذري للفضة يساوي 47) .

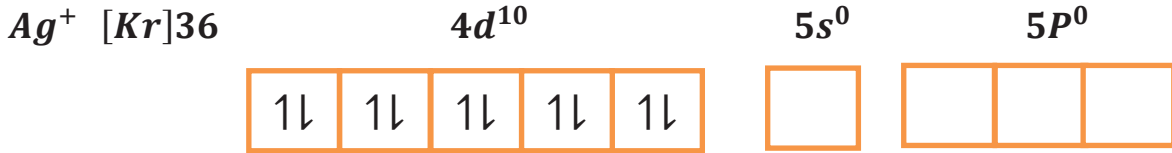
ج/

1) الترتيب الالكتروني لعنصر الفضة:

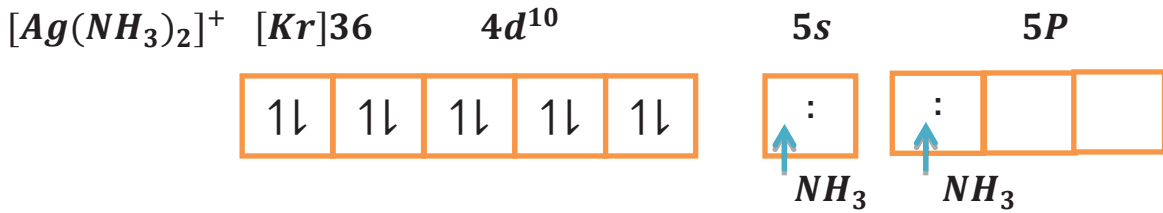


$$X + (0 \times 2) = +1 \Rightarrow X = +1$$

2) الترتيب الالكتروني لايون الفضة:



3) الترتيب الالكتروني لايون الفضة في المعقد :



- اربعة الكترونات اتية من ليكاندين (N هي الذرة المانحة)

- نوع التهجين sp من اشتراك اوربيتال واحد من s واوربيتال واحد من p .

- الشكل الهندسي خطي مستقيم .

- الصفة المغناطيسية دايا مغناطيسية لعدم وجود الكترونات منفردة .

- الزخم المغناطيسي $\mu(B.M) = \sqrt{(e(e+2))} = 0$

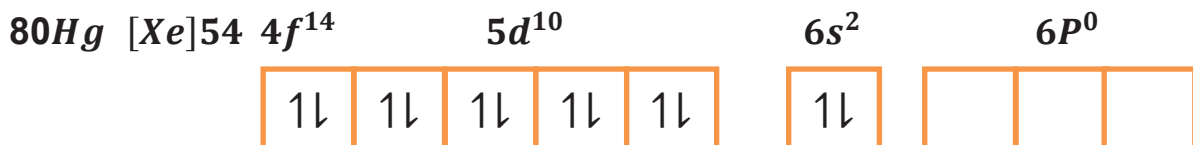
ملاحظة: عندما يوجد في المستوى nd تسعة الكترونات (d^9) ، فانه ينتقل الكترون من المستوى ns^2 الى $(n-1)d$ لكي يكون مشبع كما هو في الفضة .

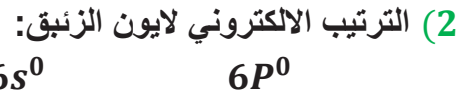
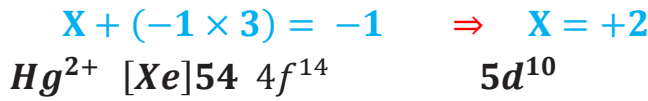
2) اذا كان العدد التناسقي 3

مثال / اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ VBT بين توزيع الكترونات الفلز والالكترونات الاتية من الليكاندات للايون المعقد ثلاثي يودو زئبقات (II) $[HgI_3]^-$ ، ثم جد نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية والزخم المغناطيسي (العدد الذري للزئبق = 80) (2016 / د 2 - خ ق)

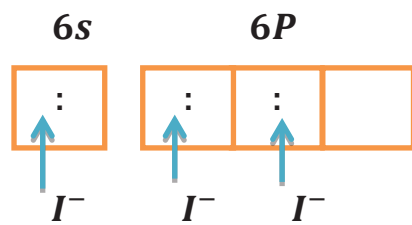
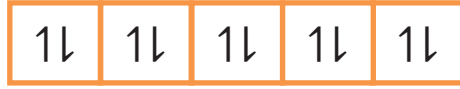
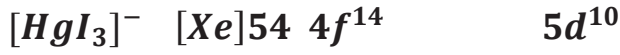
ج/

1) الترتيب الالكتروني لعنصر الزئبق:





(3) الترتيب الالكتروني لايون الزئبق في المعقد :



- ستة الكترونات اتية من ثلاث ليكندات
- نوع التهجين sp^2 من اشتراك اوربيتال واحد من s واوربيتالين من p .
- الشكل الهندسي مثلث مستو.
- الصفة المغناطيسية دايا مغناطيسية لعدم وجود الكترونات منفردة (جميعها مزدوجة).
- الزخم المغناطيسي: $\mu(B.M) = \sqrt{e(e+2)} = 0$

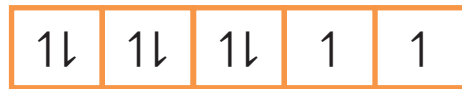
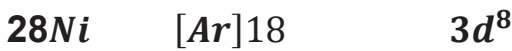
3) اذا كان العدد التناسقي 4

اولاً // عناصر السلسلة الانتقالية الاولى:

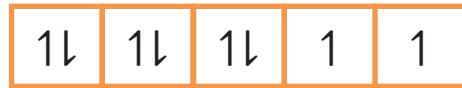
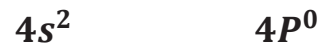
اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ VBT بين توزيع الكترونات الفلز والالكترونات الاتية من الليكندات للايون المعقد $[NiCl_4]^{2-}$ رباعي كلورو نيكلات (II) ، ثم جد نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية والزخم المغناطيسي (العدد الذري للنيكل = 28)

(2013/2) (2014/ت)

ج/



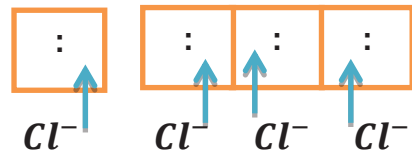
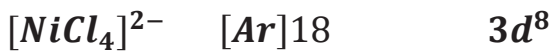
(1) الترتيب الالكتروني لعنصر النيكل:



(2) الترتيب الالكتروني لايون النيكل:



(3) الترتيب الالكتروني لايون النيكل في المعقد :

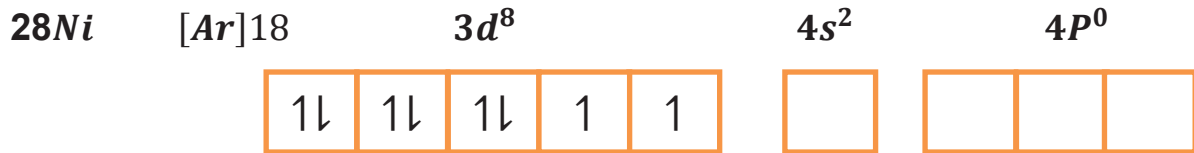


- ثمانية الكترونات اتية من اربع ليكندات
- نوع التهجين sp^3 من اشترك اوربيتال واحد من s وثلاث اوربيتالات من p .
- الشكل الهندسي رباعي الاوجة منتظم .
- الصفة المغناطيسية بارامغناطيسي لوجود الكترولين غير مزدوجين .
- الزخم المغناطيسي: $\mu(B.M) = \sqrt{(e(e+2))} \sqrt{(2(2+2))} = \sqrt{8} = 2.82 B.M$

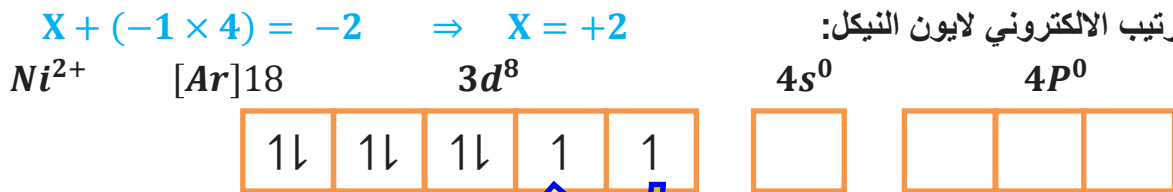
س/ اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ VBT بين توزيع الكترونات الفلز والالكترونات الاتية من الليكندات لايون المعقد $[Ni(CN)_4]^{2-}$ رباعي سيانو نيكلات (II) ، ثم جد نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية والزخم المغناطيسي μ ، (العدد الذري للنيكل يساوي 28)

ج

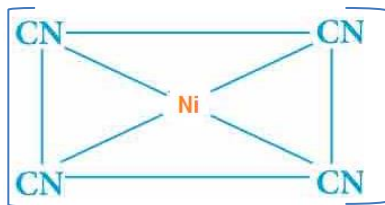
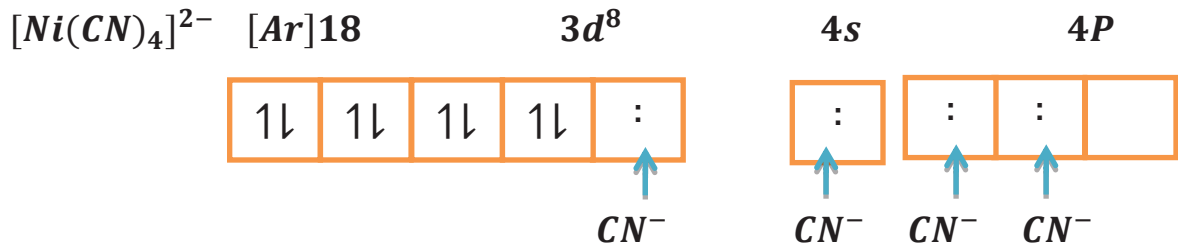
(1) الترتيب الالكتروني لعنصر النيكل:



(2) الترتيب الالكتروني لايون النيكل:



(3) الترتيب الالكتروني لايون النيكل في المعقد :



- ثمانية الكترونات اتية من اربع ليكندات (C هي الذرة المانحة) - 2
- نوع التهجين dsp^2 من اشترك اوربيتال واحد من s واوربيتالين من p واوربيتال واحد من d .
- الشكل الهندسي مربع مستوي .
- الصفة المغناطيسية ديامغناطيسي لان جميع الالكترونات مزدوجة .
- الزخم المغناطيسي: $\mu(B.M) = \sqrt{(e(e+2))} = 0$

س/ لايون المعقد $[NiCl_4]^{2-}$ صفت بارامغناطيسية بينما لايون المعقد $[Ni(CN)_4]^{2-}$ صفت ديامغناطيسية ، علل ذلك ؟ (او قارن بين المعقدين التناسقيين) .

ج/ بسبب نوع الليكند حيث الكلوريد في الأيون المعقد $[NiCl_4]^{2-}$ ليكند ضعيف غير ضاغط مما يجعل الكترولين منفردين غير مزدوجين في المستوى d اما السيانيد في لايون المعقد $[Ni(CN)_4]^{2-}$ فهو ليكند قوي ضاغط حيث تزودج الالكترونات في المستوى d .

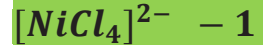
اسئلة واجب: (1) $[Co(CN)_4]^{2-}$ (2) $[CoCl_4]^{2-}$

(3) لنفرض ان للكوبلت (II) المعقد $[Co(L)_4]^{2+}$ حيث ان L يمثل ليكند احادي المخلب . اكتب تهجين هذا المعقد ثم جد الزخم المغناطيسي (العدد الذري الكوبلت يساوي 27) .

ثانياً // عناصر السلسلتين الانتقالييتين الثانية والثالثة:

س/ المعقدات رباعية التناسق لعناصر السلسلة الانتقالية الثانية والثالثة تكون ذات اشكال هندسية من نوع مربع مستو(تهجين dsp^2) بغض النظر عن كون الليكند قوياً او ضعيفاً ، علل ذلك ؟
ج/ وذلك بسبب كبر حجم الايونات في السلسلة الانتقالية الثانية والثالثة مقارنة بحجم الايونات في السلسلة الانتقالية الاولى .

تمرين 7/ لماذا المعقد $[NiCl_4]^{2-}$ بارامغناطيسي بينما المعقد $[PtCl_4]^{2-}$ دايا مغناطيسي ؟ وضع ذلك وفق نظرية اصرة التكافؤ ؟ (الاعداد الذرية للنيلك يساوي 28 ، البلاتين يساوي 78) .
ج/ نكتب الترتيب الالكتروني للايون المركزي في الايونين المعقدين:

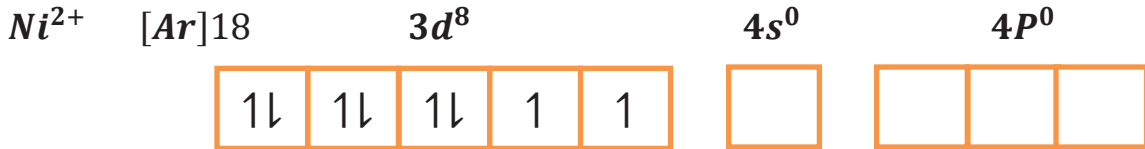


(1) الترتيب الالكتروني لعنصر النيكل:

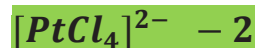
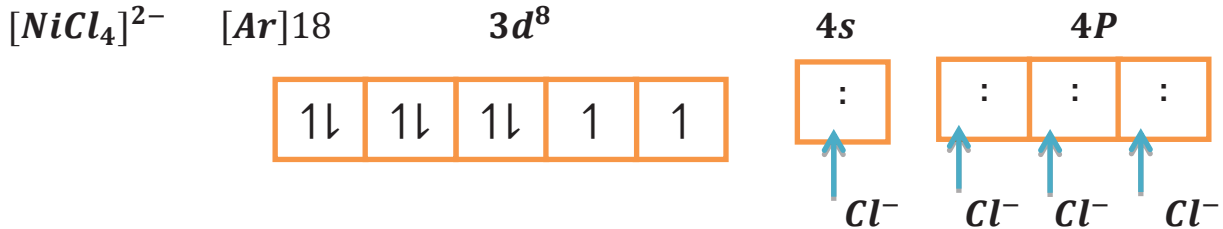


$X + (-1 \times 4) = -2 \Rightarrow X = +2$

(2) الترتيب الالكتروني لايون النيكل:



(3) الترتيب الالكتروني لايون النيكل في المعقد :



(1) الترتيب الالكتروني لعنصر البلاتين:



$$X + (-1 \times 4) = -2 \Rightarrow X = +2$$

$$Pt^{2+} [Xe]54 4f^{14} 5d^8$$



(2) الترتيب الالكتروني لايون البلاتين:

$$6s^0 \quad 6p^0$$



(3) الترتيب الالكتروني لايون البلاتين في المعقد:

$$[PtCl_4]^{-2} [Xe]54 4f^{14} 5d^{10}$$



↑
Cl⁻

$$6s$$

$$6p$$



↑
Cl⁻



↑
Cl⁻

↑
Cl⁻

- الايون المعقد $[NiCl_4]^{2-}$ بارامغناطيسي وذلك لان عنصر النيكل من عناصر السلسلة الاولى وان الكلوريد ليكند ضعيف غير ضاغط للالكترونات المنفردة، امـ

- الايون المعقد $[PtCl_4]^{2-}$ فهو دايا مغناطيسي وذلك لان عنصر البلاتين من عناصر السلسلة الثالثة وفي هذه السلسلة تكون جميع الليكندات قوية ضاغطة للالكترونات المنفردة .

تمرين 8 / اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ (VBT) المعقد ، ما نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية للمعدين $[PdCl_4]^{-2}$ و $[Co(H_2O)_4]^{2+}$ ثم احسب μ لكل منهما (العدد الذري للبلاديوم يساوي 46 والكوبلت 27) .



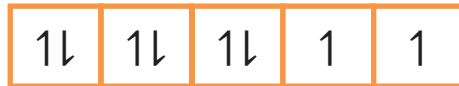
(1) الترتيب الالكتروني لعنصر البلاديوم: (من عناصر السلسلة الثانية)

$$46Pd [Kr]36$$

$$4d^8$$

$$5s^2$$

$$5p^0$$



$$X + (-1 \times 4) = -2 \Rightarrow X = +2$$

$$Pd^{2+} [Kr]36$$

$$4d^8$$

(2) الترتيب الالكتروني لايون البلاديوم:

$$5s^0$$

$$5p^0$$



(3) الترتيب الالكتروني لايون البلاديوم في المعقد:

$$[PdCl_4]^{-2} [Kr]36$$

$$4d^8$$

$$5s$$

$$5p$$



↑
Cl⁻



↑
Cl⁻



↑
Cl⁻

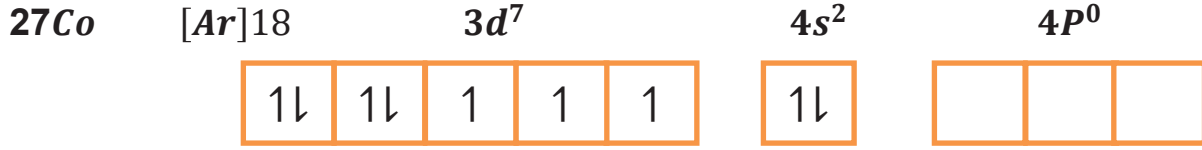
↑
Cl⁻

- نوع التهجين dsp^2 ، الشكل الهندسي مربع مستوي ، الصفة المغناطيسية دايا مغناطيسية لعدم

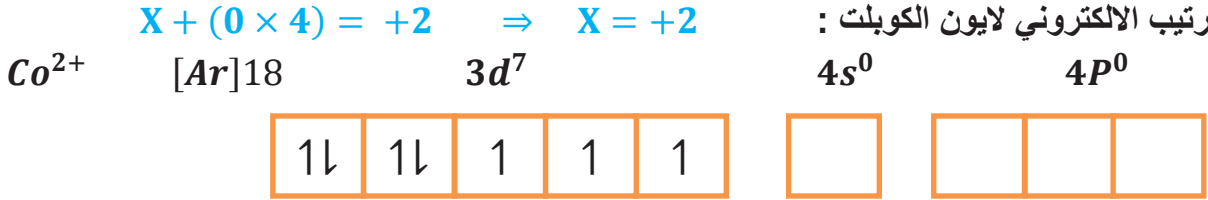
$$\mu(B.M) = \sqrt{(e(e+2))} = 0 \quad \text{وجود الكترونات منفردة ، الزخم المغناطيسي}$$



(1) الترتيب الالكتروني لعنصر الكوبلت:



(2) الترتيب الالكتروني لايون الكوبلت:



(3) الترتيب الالكتروني لايون الكوبلت في المعقد:



- نوع التهجين sp^3 ، الشكل الهندسي رباعي الاوجة منتظم ، الحالة المغناطيسية بارامغناطيسي
- الزخم المغناطيسي: $\mu(B.M) = \sqrt{(e(e+2))} \sqrt{(3(3+2))} = \sqrt{15} = 3.87 B.M$

سؤال 10 / اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ (VBT) أجب عن الاسئلة التالية لكل من المركبات

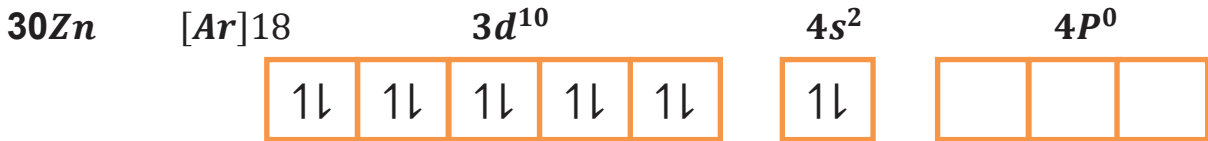


(أ) ما نوع التهجين للذرة المركزية (ب) ما الشكل الهندسي للمعقد (ج) ما الصفة المغناطيسية للمعقد؟

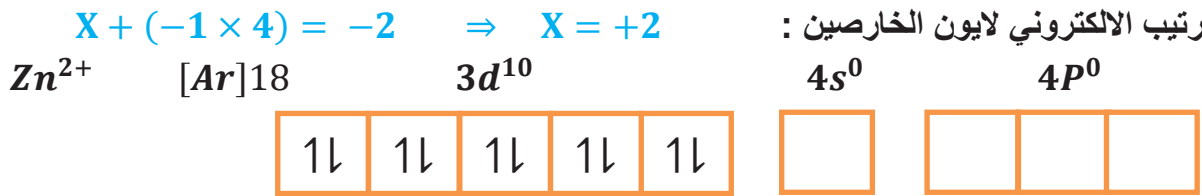
(2018 / 2- قارن مع $[Pd(CN)_4]^{2-}$)



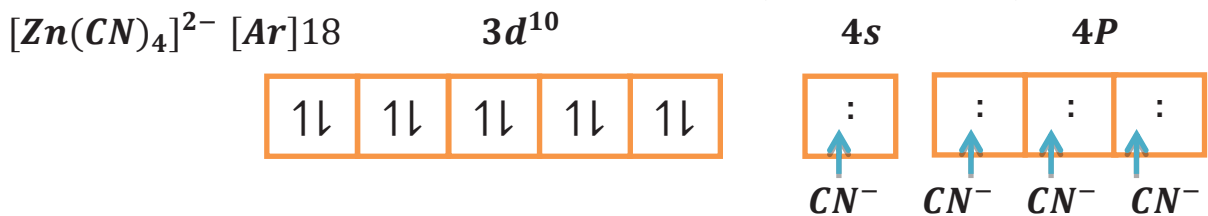
(1) الترتيب الالكتروني لعنصر الزنك:



(2) الترتيب الالكتروني لايون الزنك:



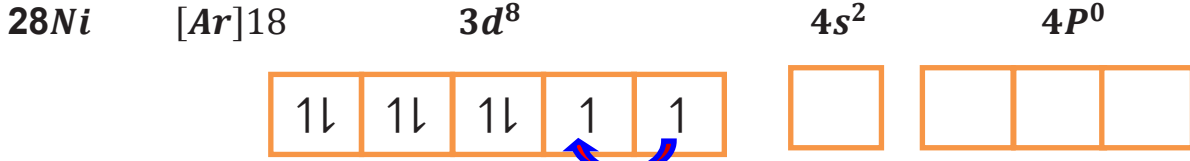
(3) الترتيب الالكتروني لايون الزنك في المعقد:



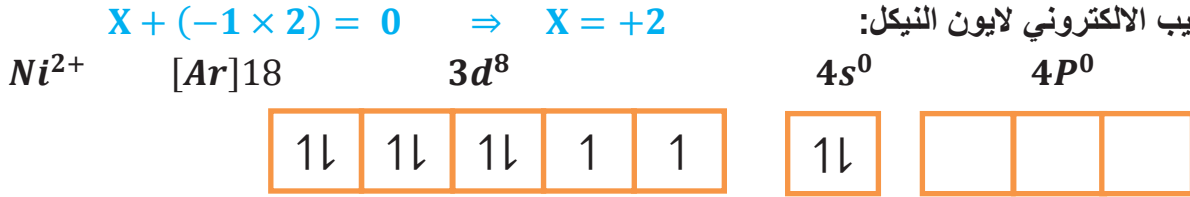
- نوع التهجين sp^3 ، الشكل الهندسي رباعي الاوجة منتظم .
- الحالة المغناطيسية دايامغناطيسي لعدم وجود الكترون منفرد (CN^- ليكند قوي ضاغط ولكن d ممتلئ)



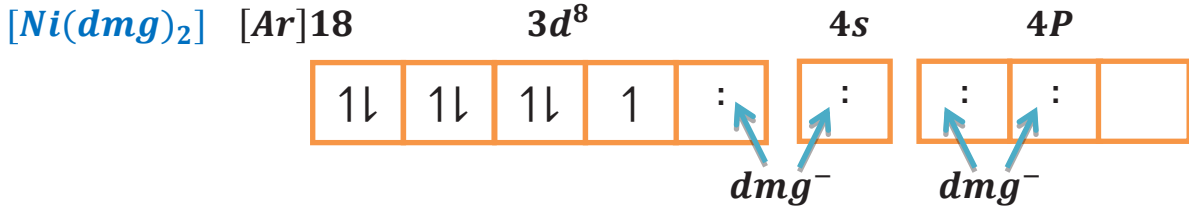
(1) الترتيب الالكتروني لعنصر النيكل:



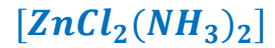
(2) الترتيب الالكتروني لايون النيكل:



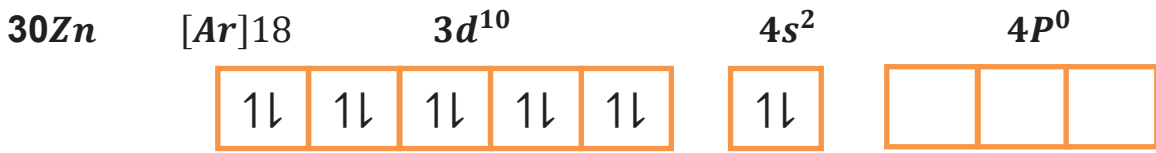
(3) الترتيب الالكتروني لايون النيكل في المعقد :



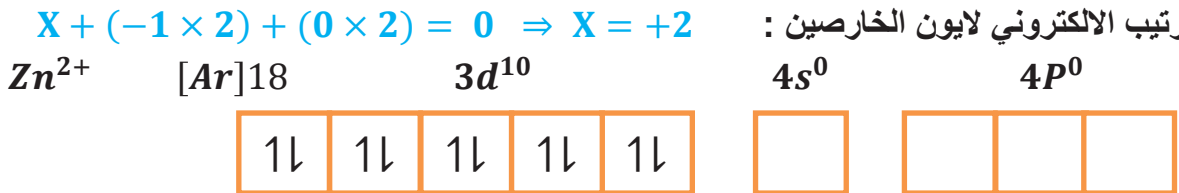
- نوع التهجين dsp^2
- الشكل الهندسي مربع مستوي .
- الصفة المغناطيسية دايامغناطيسي لان جميع الالكترونات مزدوجة .



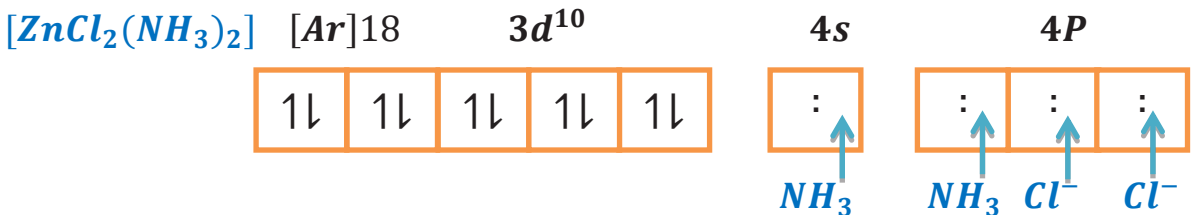
(1) الترتيب الالكتروني لعنصر الزنك:



(2) الترتيب الالكتروني لايون الزنك:



(3) الترتيب الالكتروني لايون الزنك في المعقد :



- نوع التهجين sp^3 ، الشكل الهندسي رباعي الاوجة منتظم ، الحالة المغناطيسية دايامغناطيسي .

الفصل السادس - الكيمياء التحليلية

التحليل (الوصفي) النوعي:

وهي مجموعة من طرائق التحليل الكيميائي تهدف الى معرفة هوية مكون واحد او اكثر من مكونات مادة او مزيج من المواد والاسلوب الذي ترتبط به هذه المكونات بعضها بالبعض الاخر .

المجاميع الخمسة من الايونات الموجبة وعواملها المرسبة والصيغ الكيميائية للرواسب الناتجة:

التأكيد على العامل المرسب وصيغة الترسيب

المجموعة	العامل المرسب للمجموعة	ايونات المجموعة	صيغة الراسب
I	حامض HCl المخفف	Ag^+ ، Hg_2^{2+} ، Pb^{2+} رصاص ، زئبقوز ، فضة	$AgCl$ ، Hg_2Cl_2 ، $PbCl_2$ (على هيئة كلوريدات)
II	كبريتيد الهيدروجين H_2S بوجود HCl المخفف (2019 / 1- خ ق) العامل المرسب	Hg^{2+} ، Cu^{2+} ، Sn^{2+} ، Cd^{2+} ، Pb^{2+} رصاص ، كاديوم ، قصدير ، نحاس ، زئبفيك Bi^{3+} ، As^{3+} ، Sb^{3+} انتيمون ، زرنخ ، بزموت	HgS ، PbS ، CuS SnS ، CdS Bi_2S_3 ، As_2S_3 ، Sb_2S_3 (على هيئة كبريتيدات)
A III	هيدروكسيد الامونيوم NH_4OH مع كلوريد الامونيوم NH_4Cl	Al^{3+} ، Cr^{3+} ، Fe^{3+} حديدك ، كروم ، المنيوم	$Al(OH)_3$ ، $Cr(OH)_3$ ، $Fe(OH)_3$ (على هيئة هيدروكسيدات)
B	كبريتيد الهيدروجين H_2S بوجود NH_4OH و NH_4Cl	Ni^{2+} ، Zn^{2+} ، Co^{2+} ، Mn^{2+} منغنيز ، كوبلت ، خارصين ، نيكل	NiS ، ZnS CoS ، MnS (على هيئة كبريتيدات)
IV	$(NH_4)_2CO_3$ بوجود NH_4Cl و NH_4OH (2017 / 1- خ ق)	Ca^{2+} ، Ba^{2+} ، Sr^{2+} سترونتيوم ، باريوم ، كالسيوم	$CaCO_3$ ، $BaCO_3$ ، $SrCO_3$ (على هيئة كربونات)
V	تبقى في المحلول النهائي بدون ترسيب	K^+ ، Na^+ ، Mg^{2+} ، NH_4^+ امونيوم ، مغنيسيوم ، صوديوم ، بوتاسيوم	

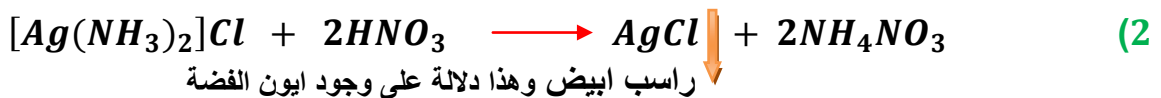
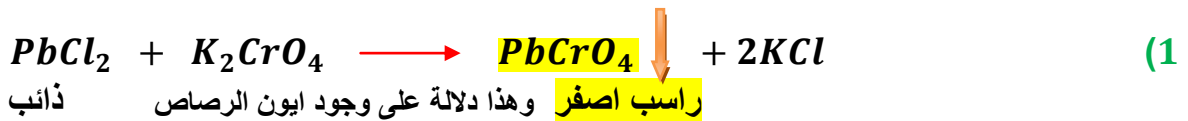
س/ يصنف ايون الرصاص Pb^{2+} ضمن المجموعتين I و II ؟

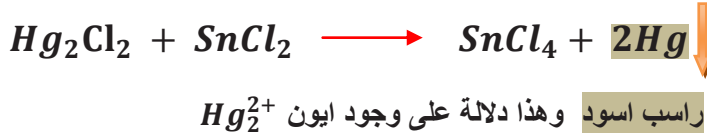
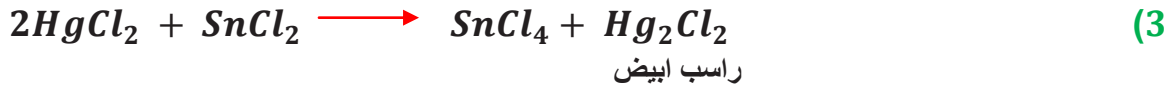
ج/ وذلك لكون ذوبانية كلوريد الرصاص $PbCl_2$ كبيرة نسبياً مما يسبب بعض الاحيان عدم ترسيبه بشكل تام عند اضافة HCl .

مثال 1/ كيف يمكن الفصل بين ايونات الفضة والكاديوم والحديد (III) ؟

ج/ بما ان ايون الفضة Ag^+ يصنف ضمن المجموعة I ويفصل بأضافة محلول HCl المخفف ليرسب على هيئة كلوريد الفضة $AgCl$ ، ثم يفصل بالترشيح ، وايون الكاديوم Cd^{2+} ضمن المجموعة II ويفصل بأمرار غاز H_2S المحمض فيترسب على هيئة CdS ثم يفصل بالترشيح ، وايون الحديد (III) Fe^{3+} يصنف ضمن المجموعة الثالثة A ، حيث يبقى لوحده في المحلول بعد ترسيب Ag^+ و Cd^{2+} و يتم ترسيبه بأضافة محلول NH_4OH و NH_4Cl على هيئة هيدروكسيد الحديد (III) $Fe(OH)_3$.

معادلات تجريبية عملية لفصل وتحليل ايونات المجموعة الاولى:





التحليل الكمي:

وهي مجموعة من طرائق التحليل الكيميائي التي تهدف الى ايجاد كمية مكون معين في كمية معينة من النموذج .
ويمكن انجاز عملية التحليل الكمي وذلك بأجراء عمليتي قياس الاولى تتعلق بكمية النموذج والثانية تخص كمية المكون المراد تقديره .

الخطوات التي تسبق عملية التحليل الكمي:

- 1) النمذجة: اي الحصول على النموذج بشكل صحيح يمثل العينة بالاخص اذا كانت العينة غير متجانسة .
- 2) اعداد النموذج: وتشمل عمليات الطحن والمجانسة والتخلص من الرطوبة للنموذج (العينة) .
- 3) قياس كمية النموذج: أي قياس كتلة النموذج او حجمه بشكل دقيق .
- 4) اذابة النموذج: اي بأذابته في مذيب مناسب للحصول على محلول يصلح لعملية التحليل الكيميائي الكمي .
- 5) فصل المتداخلات: اي فصل المكونات الموجودة اصلاً في النموذج والتي تسبب تداخلاً في عملية التحليل الكيميائي (اي تؤثر سلباً على عملية التحليل الكيميائي) .

1) طرائق التحليل الوزني:

وهي مجموعة من طرائق التحليل الكيميائي الكمي تعتمد على عزل وقياس كتلة مادة معلومة التركيب الكيميائي تحوي المكون المراد تقديره بشكل نقي وكمي عن كتلة معلومة من العينة المراد تقديرها .
ويمكن انجاز خطوة عزل بعدة طرائق منها:

طرائق التطاير، طرائق الترسيب ، طرائق الترسيب الكهربائي ، طرائق فيزيائية اخرى .

أ) طرائق التطاير:

وهي مجموعة من طرائق التحليل الوزني التي تعتمد على ازاحة المكون المتطاير(الذي يتحول الى حالة غازية او بخارية) الموجود في العينة ومن ثم ايجاد كتلته بطريقة مباشرة او غير مباشرة .

1) طريقة التطاير المباشرة:

وهي الطريقة التي تعتمد على ازاحة المكون المتطاير الموجود في العينة ومن ثم ايجاد كتلته عن طريق امتصاص المادة المتطايرة في وسط مناسب ويتم ايجاد كتلتها بصورة مباشرة .

س/ عند حرق 5.7 mg من مركب عضوي نتج 14.4 mg من غاز ثاني اوكسيد الكربون و 2.5 mg من بخار الماء احسب النسبة المئوية للكربون والهيدروجين في المركب .

$$C + O_2 \longrightarrow CO_2 \quad (1) \text{ نجد \% للكربون:}$$

$$m_c = m_{CO_2} (mg) \times \frac{M_c (g/mol)}{M_{CO_2} (g/mol)} = 14.4 \text{ mg} \times \frac{12 (g/mol)}{44 (g/mol)} = 3.94 \text{ mg}$$

$$\% C = \frac{m_c}{m_{\text{المركب}}} \times 100 = \frac{3.94 \text{ mg}}{5.7 \text{ mg}} \times 100 = 68.9 \%$$

(2) نجد % للهيدروجين:

$$m_H = m_{H_2O} (mg) \times \frac{M_{H_2} (g/mol)}{M_{H_2O} (g/mol)} = 2.5 mg \times \frac{2 (g/mol)}{18 (g/mol)} = 0.28 mg$$

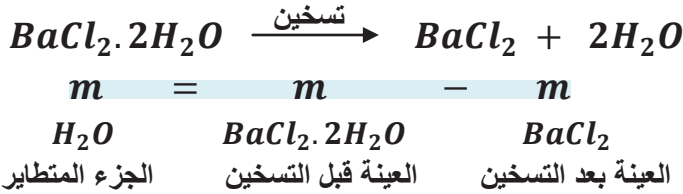
$$\% H = \frac{m_H}{m_{\text{المركب}}} \times 100 = \frac{0.28 mg}{5.7 mg} \times 100 = 4.9 \%$$

(الكتل المولية تعطى في السؤال) .

سؤال واجب/ عند حرق $5.7 mg$ من مركب عضوي هيدروكربوني ينتج من عملية احتراقه التام $15.675 mg$ من CO_2 . فإن النسبة المئوية للهيدروجين في المركب = 25% .
(نجد % للكربون ومنها نجد % للهيدروجين من الفرق او الطرح من 100%) .

(2) طريقة التطاير غير المباشرة: وهي الطريقة التي تعتمد على ازالة المكون المتطاير الموجود في العينة ومن ثم ايجاد كتلته من النقص الحاصل في الكتلة قبل وبعد عملية التطاير .

س/ تم تحليل عينة كتلتها $1.451 g$ من ملح كلوريد الباريوم المائي النقي $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ لمعرفة النسبة المئوية لماء التبلور فيها وذلك باتباع طريقة التطاير غير المباشرة . تم تسخين العينة وبعد التبريد ، وجد ان كتلة الجزء غير المتطاير كانت تساوي $1.236 g$. احسب النسبة المئوية لماء التبلور في العينة **ج/**



طريقة تطاير غير مباشرة لان كتلة الجزء المتطاير (H_2O) تم ايجادها من الفرق في الكتلة قبل وبعد التسخين

$$m_{H_2O}(g) = 1.451 (g) - 1.236 (g) = 0.215 g$$

$$\% H_2O = \frac{m_{H_2O}(g)}{m_{BaCl_2 \cdot 2H_2O} (g)} \times 100 = \frac{0.215(g)}{1.451 (g)} \times 100 = 14.81\%$$

(ب) طرائق الترسيب:

وهي مجموعة من طرائق التحليل الوزني المعتمدة على تحويل المكون المراد تقديره في العينة الى مركب نقي ومستقر كيميائياً ذو صيغة كيميائية معلومة قابلة للوزن عن طريق تفاعلات الترسيب .

خطوات طرائق الترسيب:

- 1) اذابة ووزن كتلة معلومة ومضبوطة من العينة بمذيب مناسب .
- 2) ترسيب المكون المراد تقديره من محلول العينة على هيئة راسب وبصيغة كيميائية معلومة تدعى صيغة الترسيب وذلك بأضافة كاشف كيميائي مناسب يدعى العامل المرسب .
- 3) فصل وعزل الراسب بالترشيح .
- 4) غسل الراسب بعد فصله بالترشيح وهو على ورقة الترشيح بأضافة محلول غسيل ملائم على الراسب .

محلول الغسيل:

اهميته: للتخلص من كمية الملوثات العالقة على سطح الراسب .

شروطه:

- (1) ان لا يؤثر على ذوبانية الراسب بل يساعد على ذوبان الملوثات فقط .
- (2) ان لا يكون مركبات متطايرة مع الراسب .
- (3) ان يكون المحلول المستعمل لغسل الراسب سهل التطاير للتخلص منه لاحقاً .
- (5) تجفيف الراسب:
- اي تحويل الراسب من صيغة الترسيب الى صيغة وزنية ملائمة وذلك من خلال عملية التجفيف او الحرق .
- (6) وزن الراسب وهو على هيئة صيغة وزنية لايجاد كتلته بشكل دقيق .

عوامل نجاح التحليل الوزني بطريقة الترسيب:

- (1) يجب ان يكون الراسب المتكون غير ذائب بدرجة كافية (قابلية ذوبان قليلة جداً) علل ذلك ؟ .
ج/ لاجل عدم حصول خسارة ملحوظة للمكون المراد تقديره عند جمعه بعملية الترشيح .
- (2) ان يتمتع الراسب بصفات فيزيائية مناسبة تمكن من الفصل منها ، تكون دقائق الراسب ذات حجم كبير نسبياً وان يكون الراسب بلورياً ان لا يتأثر حجم هذه الدقائق بعملية الغسل .
- (3) ان تكون هناك امكانية لتحويل الراسب الى مادة نقية وذات صيغة كيميائية معلومة وثابتة (صيغة وزنية) ، ويتم ذلك عن بالتجفيف او الحرق او معاملة الراسب بكواشف كيميائية مناسبة .

العوامل (الشروط) المؤثرة على حجم دقائق الراسب:

(1) طبيعة الراسب وتركيبه الكيميائي:

مثل $BaSO_4$ تميل الى تكوين راسب بلوري مقارنة مع $AgCl$ وتحت نفس الظروف .

(2) ذوبانية الراسب:

حيث تميل الرواسب ذات الذوبانية العالية نسبياً الى تكوين راسب بلورية والعكس صحيح .

(3) درجة الحرارة:

ان اجراء عملية الترسيب عند درجات حرارة عالية يؤدي الى تكوين راسب متبلور ، علل ذلك ؟
ج/ وذلك لان رفع درجة الحرارة يؤدي الى زيادة ذوبانية معظم الرواسب اي بطء الترسيب واتاحة الوقت اللازم لبناء بلورات .

(4) تراكيز المواد التي تشترك في عملية الترسيب:

يفضل اجراء عملية الترسيب في محاليل مخففة للمكون المراد تقديره وللعامل المرسب علل ذلك ؟ لان ذلك يؤدي الى بطء الترسيب مما يعطي فرصة لبناء بلورات الراسب .

الحسابات في الترسيب:

$$G_f = \frac{a}{b} \times \frac{M_{\text{(المكون المراد تقديره)}} (g/mol)}{M_{\text{(الصيغة الوزنية)}} (g/mol)}$$

وكما في القوانين الثلاثة الاتية:

$$m_{\text{(الصيغة الوزنية)}} (g) = G_f \times m_{\text{(المكون المراد تقديره)}} (g)$$

$$\% = \frac{m_{\text{المكون}}}{m_{\text{العينة}}} \times 100$$

المعامل الوزني G_f :

هو النسبة بين الكتلة المولية للمكون المراد تقديره الى الكتلة المولية للصيغة الوزنية (الراسب) على شرط ان تحوي كلتا الصيغتين على نفس العدد من ذرات العنصر (او جزيئات) المكون المراد تقديره وهو خالي من الوحدات .

س/ احسب المعامل الوزني للحديد (M = 56 g/mol) في Fe_2O_3 (M = 160 g/mol)

$$G_f = \frac{a}{b} \times \frac{M_{Fe} (g/mol)}{M_{Fe_2O_3} (g/mol)} = \frac{2}{1} \times \frac{56 (g/mol)}{160 (g/mol)} = 0.7$$

س/ احسب المعامل الوزني لـ $Na_5P_3O_{10}$ (M = 368 g/mol) في $Mg_2P_2O_7$ (M = 222 g/mol).

$$G_f = \frac{a}{b} \times \frac{M_{Na_5P_3O_{10}} (g/mol)}{M_{Mg_2P_2O_7} (g/mol)} = \frac{2}{3} \times \frac{368 (g/mol)}{222 (g/mol)} = 1.1$$

س/ كم هو عدد غرامات يودات البوتاسيوم KIO_3 اللازمة لترسيب 1.67 g من يودات الرصاص $Pb(IO_3)_2$ ؟

$$G_f = \frac{a}{b} \times \frac{M_{KIO_3} (g/mol)}{M_{Pb(IO_3)_2} (g/mol)} = \frac{2}{1} \times \frac{214 (g/mol)}{557 (g/mol)} = 0.768$$

$$m_{KIO_3} (g) = G_f \times m_{Pb(IO_3)_2} = 0.768 \times 1.67 g = 1.283 g$$

س/ عند اذابة 0.5 g من ملح غير نقي ليوديد الصوديوم NaI (M = 150 g/mol) في الماء واضافة زيادة من محلول نترات الفضة $AgNO_3$ لترسيب ايون اليوديد بشكل تام ، تم الحصول على 0.744 g من يوديد الفضة AgI (M = 235 g/mol) احسب النسبة المئوية ليوديد الصوديوم في الملح غير النقي .

$$G_f = \frac{a}{b} \times \frac{M_{NaI} (g/mol)}{M_{AgI} (g/mol)} = \frac{1}{1} \times \frac{150 (g/mol)}{235 (g/mol)} = 0.638$$

$$m_{NaI} = G_f \times m_{AgI} = 0.638 \times 0.744 g = 0.475 g$$

$$\%NaI = \frac{m_{NaI}}{m_{العينة}} \times 100 = \frac{0.475 g}{0.5 g} \times 100 = 95 \%$$

(سؤال واجب)

1 احسب النسبة المئوية للفسفور الموجود في نموذج من الفوسفات وزنه 0.68 g تم ترسيبه ثم احرق واصبح على هيئة بايروفوسفات المغنيسيوم $Mg_2P_2O_7$ والذي كان وزنه النهائي 0.435 g ، علماً ان الكتل الذرية لـ $Mg = 24$ ، $P = 31$ ، $O = 16$ ج/ 18%

2 احسب المعامل الوزني لـ MgI_2 (M = 278 g/mol) في AgI (M = 235 g/mol)

$$G_f = 0.59$$

التحليل الحجمي

وهو احدى طرائق التحليل الكيمياءى الكمي التي تعتمد بالاساس على قياس الحجم الذي يستهلك من محلول لكاشف كيميائي (محلول قياسي - ذي تركيز معلوم بدقة) عند تفاعله كميأ مع محلول المكون المراد تقديره (محلول ذو تركيز مجهول) .

المحلول القياسي:

هو ذلك المحلول الذي يحوي حجم معين منه على كمية محددة ومعلومة من الكاشف (عدد غرامات او عدد مولات او عدد غرامات مكافئة . . .) وهو على نوعين محلول قياسي اولي ومحلول قياسي ثانوي .

شروط المحاليل القياسية:

- (1) يجب ان تكون ذات نقاوة عالية .
- (2) يجب ان لا تتفاعل او تمتص مكونات الهواء الجوي (H_2O او CO_2 او O_2) .
- (3) يفضل ان يكون لها كتلة مكافئة EM عالية لتقليل الخطأ الذي قد ينتج في اثناء عملية الوزن علل ذلك ؟
- (4) يجب ان تكون قابلة للذوبان في المذيب المستعمل (الماء دائماً) .
- (5) يفضل ان لا تكون سامة .
- (6) ان تكون رخيصة الثمن ومتوفرة .

التسحيح:

وهو عملية الاضافة التدريجية للمحلول القياسي من السحاحة الى المحلول المجهول في ورق ايرلنماير او بالعكس لحين اكتمال التفاعل بين الكاشف الكيمياءى المضاف والمكون المراد تقديره والوصول الى نقطة نهاية التفاعل .

نقطة التكافؤ:

هي نقطة نظرية (افتراضية) يكون من المفروض عندها ان تتكافئ كمية المادة القياسية المضافة من السحاحة مع كمية المادة المجهولة الموجودة في الدورق المخروطي ، ويمكن تحديدها من خلال تغير لون المحلول او تكون راسب ويمكن تمييز ذلك بسهولة بالعين المجردة .

نقطة نهاية التفاعل:

هي نقطة ينتهي (يكتمل) عندها التفاعل المستعمل في عملية التسحيح بين المادة القياسية والمادة المجهولة ويحدد موقعها عملياً بالاعتماد على احد الدلائل المناسبة .

الدلائل: هي مواد كيميائية تضاف عادة الى محلول التسحيح ولا تشترك في التفاعل بل يتغير لونها او احدى صفاتها الفيزيائية بشكل واضح عند نقطة نهاية التفاعل .

شروط التفاعلات الكيميائية في عملية التسحيح:

- (1) يجب ان يكون التفاعل بسيطاً ويمكن التعبير عنه بمعادلة كيميائية موزونة .
- (2) يجب ان يتجه التفاعل باتجاه واحد (تفاعل غير انعكاسي) .
- (3) يجب ان يكون التفاعل سريع جداً ، او اضافة عامل مساعد لزيادة السرعة .
- (4) يجب ان تتوفر وسيلة لتعيين نقطة نهاية التفاعل عن طريق حصول تغير ملحوظ في صفات المحلول .

انواع التفاعلات الكيميائية المستخدمة في عملية التسحيح:

- (1) تفاعلات الحوامض والقواعد (تفاعلات التعادل)
- (2) تفاعلات التأكسد والاختزال
- (3) تفاعلات الترسيب
- (4) تفاعلات تكوين معقد

طرق التعبير عن تراكيز المحاليل المستعملة في عمليات التسحيح:

1) التركيز المولاري: هو عدد المولات المذابة في لتر واحد من المحلول .

$$M = \frac{m(g)}{M(g/mol)} \times \frac{1}{V(L)} \rightarrow m(g) = M (mol/L) \times V(L) \times M(g/mol)$$

2) التركيز العياري (النورمالي): هو عدد المكافئات الغرامية المذابة في لتر واحد من المحلول .

$$N = \frac{m(g)}{EM(g/eq)} \times \frac{1}{V(L)} \rightarrow m(g) = N (eq/L) \times V(L) \times EM(g/eq)$$

الكتلة المكافئة (EM) :

وهي كتلة المادة التي تنتج أو تستهلك مولاً واحداً من المكون الفعال (الذي يشترك في التفاعل) وهي كمية غير ثابتة أي تتغير مع تغير نوع التفاعل الكيميائي الذي تشترك فيه المادة .

الكتلة المكافئة للحامض:

وهي كتلة الحامض التي تحوي على مول واحد من ذرات الهيدروجين القابلة للإبدال في التفاعل .

الكتلة المكافئة للقاعدة :

وهي كتلة القاعدة التي تحوي على مول واحد من مجاميع الهيدروكسيد القابلة للإبدال في التفاعل .

الكتلة المكافئة لمادة تشترك في تفاعل ترسيب:

هي كتلة المادة التي تحوي أو تتفاعل مع مول واحد من ايون موجب احادي الشحنة .

الكتلة المكافئة لمادة تشترك في تفاعل تكوين معقد:

هي كتلة المادة التي تهب أو تكتسب مزدوح الكتروني واحد .

الكتلة المكافئة للعامل المختزل أو العامل المؤكسد :

هي كتلة المادة التي تفقد أو تكتسب الكترونات واحداً في التفاعل الكيميائي

$$EM = \frac{M}{n}$$

العلاقة بين M و EM :

حيث n (ايتا) تمثل عدد مولات الجزء الفعال الذي يشترك في التفاعل الكيميائي وتكون عدداً صحيحاً $n \geq 1$

$$N = M \times n$$

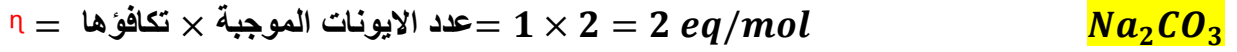
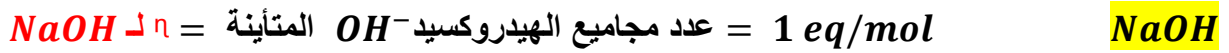
العلاقة بين المولارية M والنورمالية N :

كيفية حساب (n) عدد مولات الجزء الفعال والكتلة المكافئة EM:

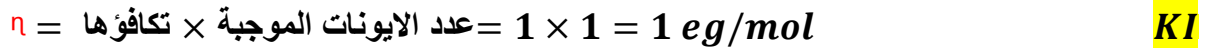
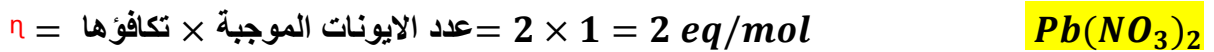
1) تفاعلات التعادل:

- n للحامض = عدد ايونات الهيدروجين المتأينة H^+ من مول واحد من الحامض .
- n للقاعدة = عدد ايونات الهيدروكسيد المتأينة OH^- من مول واحد من القاعدة .
- n للملح القاعدي = عدد الايونات الموجبة \times تكافؤها .





(2) تفاعلات الترسيب: $n =$ عدد الايونات الموجبة \times تكافؤها مثال:



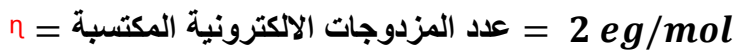
(3) تفاعلات تكوين المعقد:

n (للذرة المركزية) = عدد المزدوجات الالكترونية المكتسبة

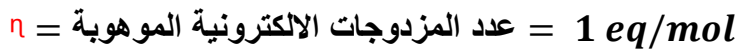
n (لليكند) = عدد المزدوجات الالكترونية الموهوبة من مول واحد من المعادلة



$AgNO_3$ (الفضة ايون مركزي مستقبل للمزدوجات الالكترونية)



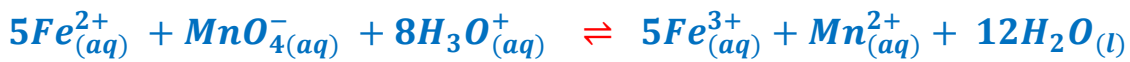
KCN (السيانيد ليكند واهب للمزدوجات الالكترونية)



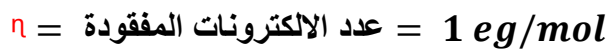
(4) تفاعلات الاكسدة والاختزال:

n للعامل المؤكسد (اختزال) = عدد الالكترونات المكتسبة

n للعامل المختزل (اكسدة) = عدد الالكترونات المفقودة



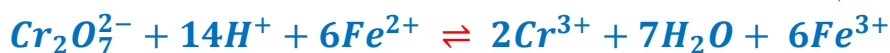
Fe^{2+} (الحديد عانى اكسدة لذلك فهو عامل مختزل)



MnO_4^- (المنغنيز عانى اختزال لذلك فهو عامل مؤكسد - بسبب تغير عدد التاكسد من +7 الى +2)



تمرين 8/ ما الكتلة اللازمة من ثنائي كرومات البوتاسيوم $K_2Cr_2O_7$ ($M = 294 \text{ g/mol}$) لتحضير محلول بحجم $2L$ وتركيز $0.12N$ من هذا الكاشف ليستعمل كعامل مؤكسد بحسب التفاعل التالي؟



(1) نجد n : $2X + (-2 \times 7) = -2 \Rightarrow 2X = +12 \Rightarrow X = +6$
 $6 \text{ eq/mol} = \text{عدد الإلكترونات المكتسبة} = n$ (أي كل ذرة اكتسبت ثلاثة إلكترونات)

(2) نجد EM : $EM_{K_2Cr_2O_7} = \frac{M_{K_2Cr_2O_7}}{n} = \frac{294 \text{ g/mol}}{6 \text{ eq/mol}} = 49 \text{ g/eq}$

(3) نجد m : $m(g) = N(\text{eq/L}) \times EM(\text{g/eq}) \times V(L)$

$m(g) = 0.12 \text{ eq/L} \times 49 \text{ g/eq} \times 2L = 11.79 \text{ g}$

سؤال 9/ ما هي مولارية وعيارية محلول هيدروكسيد الباريوم المحضر بإذابة 9.5 g من هذه المادة في $2L$ من المحلول والمستعمل في تفاعل حامض-قاعدة؟ ($M = 171 \text{ g/mol}$) .

ج/ $M = \frac{m(g)}{M(g/mol)} \times \frac{1}{V(L)}$

$M = \frac{9.5 \text{ g}}{171 \text{ g/mol}} \times \frac{1}{2L} = 0.027 \text{ mol/l}$

$(Ba(OH)_2)$ $n = \text{عدد مجاميع الهيدروكسيد } OH^- \text{ المتأينة} = 2 \text{ eq/mol}$

قانون مهم $N = n \text{ eq/mol} \times M \text{ mol/L}$ ←

$N = 2 \text{ eq/mol} \times 0.027 \frac{\text{mol}}{L} = 0.054 \text{ eq/l}$

س/ تستعمل برمنغنات البوتاسيوم $Kmno_4$ في تفاعلات التأكسد والاختزال فإذا تفاعلت هذه المادة في محيط متعادل كعامل مؤكسد لينتج mno_2 ، ما قيمة n لبرمنغنات البوتاسيوم؟ وكم هي عيارية محلول هذه المادة الذي تركيزه المولاري يساوي 0.08 mol/L .



$+1 + Mn + (-2 \times 4) = 0$

$+1 + Mn - 8 = 0$

$Mn = +7$

$Mn + (-2 \times 2) = 0$

$Mn = +4$

$n = \text{عدد الإلكترونات المفقودة} = 3 \text{ eq/mol}$

$N = n \text{ eq/mol} \times M \text{ mol/L} = 3 \times 0.08 = 0.24$

(سؤال واجب) احسب مولارية محلول من $Al_2(SO_4)_3$ يشترك في تفاعل الترسيب عيارته $0.3N$.

ج/ 0.05 mol/L ، ($n = 2 \times 3 = 6$)

حساب نتائج التحليل الحجمي:

(1) إذا كان في السؤال مادتين والمطلوب تركيز أو حجم احدهما:

حيث n هي عدد مولات المادة من المعادلة الموزونة

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{M \times V}{n} = \frac{M \times V}{n} \quad (أ) \\ N \times V = N \times V \quad (ب) \end{array} \right.$$

2) إذا كانت مادتين متفاعلتين واعطى في السؤال تركيز وحجم لمادة واحدة (القياسية) فنجد الكتلة او % او M للمادة المجهولة من:

note احياناً نستخدم اكثر من قانون في السؤال الواحد

$$m(g) = N(eq/L) \times V(L) \times EM(g/eq)$$

المادة القياسية
المادة المجهولة

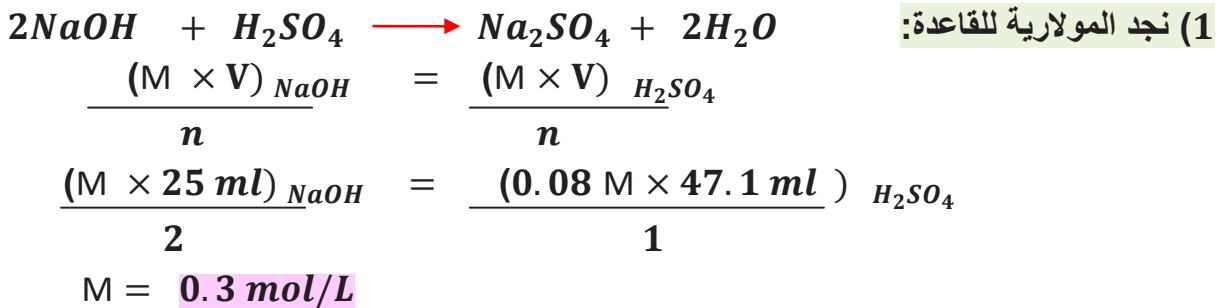
س/ تمت معايرة 50 ml من محلول حامض HIO_3 ($M = 176\text{ g/mol}$) بالتسحيح مع محلول هيدروكسيد الصوديوم القياسي بتركيز $0.145N$ ، فإذا علمت ان حجم محلول القاعدة المضاف من السحاحة اللازم للوصول الى نقطة نهاية التفاعل بلغ 45.8 ml احسب التركيز العياري لحامض HIO_3 .
ج/

$$(N \times V)_{HIO_3} = (N \times V)_{NaOH} \quad (\text{المادة القياسية})$$

$$N \times 50\text{ ml} = 0.145N \times 45.8\text{ ml}$$

$$N = 0.13\text{ eq/L}$$

سؤال 15/ لمعايرة محلول $NaOH$ وايجاد تركيزه بشكل مضبوط ، تم تسحيح 25 ml منه مع محلول حامض الكبريتيك H_2SO_4 ذو تركيز 0.08 M وكان الحجم المضاف من الحامض اللازم للوصول الى نقطة النهاية هو 47.1 ml . احسب التركيز المولاري لمحلول هيدروكسيد الصوديوم ، ثم جد عدد غرامات $NaOH$ المذابة في 500 ml من هذا المحلول .
ج/



(2) نجد غرامات القاعدة:

$$m(g) = M(mol/L) \times M(g/mol) \times V(L)$$

$$m(g) = 0.3(mol/L) \times 40(g/mol) \times 500\text{ ml} \times \frac{1L}{1000\text{ ml}} = 6\text{ g}$$

تمرين 13/ تمت معايرة 1.2 g من عينة تحوي حامض الخليك CH_3COOH ($M = 60\text{ g/mol}$) بالتسحيح مع محلول هيدروكسيد الصوديوم القياسي بتركيز $0.3N$ ، فإذا علمت ان حجم محلول القاعدة المضاف من السحاحة للوصول لنقطة نهاية التفاعل بلغ 35 ml . احسب النسبة المئوية للحامض في العينة
ج/

(1) نجد كتلة CH_3COOH :

$$EM_{CH_3COOH} = \frac{M}{n} = \frac{60\text{ g/mol}}{1\text{ eq/mol}} = 60\text{ g/eq}$$

$$m(g) = N(eq/L) \times V(L) \times EM(g/eq)$$

$$m(g) = 0.3N \frac{eq}{L} \times 35\text{ ml} \times \frac{1L}{1000\text{ ml}} \times 60\text{ g/eq} = 0.63\text{ g}$$

$$\% CH_3COOH = \frac{m_{CH_3COOH}(g)}{m_{العينة}(g)} \times 100 \quad (2) \text{ نجد } \% \text{ للحمض:}$$

$$\% CH_3COOH = \frac{0.63 g}{1.2 g} \times 100 = 52.5 \%$$

مثال 8/ في عملية تسحيح حامض الاوكزاليك $H_2C_2O_4$ ($M = 90 g/mol$) مع محلول هيدروكسيد الصوديوم تطلب تسحيح $0.1743 g$ من عينة غير نقية لهذا الحامض إضافة $39.82 ml$ من $0.09 M$ من محلول القاعدة للوصول إلى نقطة نهاية التفاعل . احسب النسبة المئوية لحمض الاوكزاليك في العينة .

ج/

(1) نحول التركيز المولاري M الى العياري N :

$$NaOH \downarrow n = \text{عدد مجاميع الهيدروكسيد } OH^- \text{ المتأينة} = 1 eq/mol$$

$$N = n eq/mol \times M mol/L = 1 eq/mol \times 0.09 mol/L = 0.09 eq/L$$

(2) نجد EM للحمض: $H_2C_2O_4 \downarrow n = H^+$ عدد ذرات الهيدروجين المتأينة $= 2 eq/mol$

$$EM_{H_2C_2O_4} = \frac{M}{n} = \frac{90 g/mol}{2 eq/mol} = 45 g/eq$$

(3) نجد كتلة الحامض:

$$m(g) = N (eq/L) \times V(L) \times EM(g/eq)$$

$$m(g) = 0.09 \times 39.82 ml \times \frac{1L}{1000ml} \times 45$$

$$m(g) = 0.16 g$$

$$\% H_2C_2O_4 = \frac{m_{H_2C_2O_4}(g)}{m_{العينة}(g)} \times 100$$

(4) نجد % للحمض:

$$\% H_2C_2O_4 = \frac{0.16 g}{0.1743 g} \times 100 = 91.8 \%$$

$$Eq H_2C_2O_4 = Eq NaOH$$

$$\frac{m}{EM} = N \times V$$

$$\frac{m}{EM} = M \times n \times V$$

$$m = 0.09 \times 1 \times 39.82 ml \times \frac{1L}{1000ml} \times 45$$

$$m(g) = 0.16 g \text{ ثم نكمل الحل ...}$$

س/ اذيب $4.29 g$ من بلورات كاربونات الصوديوم المائية $Na_2CO_3 \cdot xH_2O$ في قليل من الماء المقطر ثم اكمل حجم المحلول الى $250 ml$ فإذا علمت ان $25 ml$ من المحلول الاخير يحتاج الى $15 ml$ من محلول HCl عيارته $0.2 N$ لمكافئته . ما عدد جزيئات الماء (x) في الصيغة الكيميائية للكاربونات ؟

ج/

(1) نجد التركيز العياري للملح:

$$Na_2CO_3 \cdot xH_2O (N \times V) = (N \times V) HCl$$

$$N \times 25 ml = 0.2N \times 15 ml$$

$$N = 0.12 eq/L$$



$$N = \frac{m(g)}{EM(g/eq)} \times \frac{1}{V(L)} \quad : \text{ نجد } EM \text{ للملح من } N$$

$$0.12 \text{ eq/L} = \frac{4.29(g)}{EM(g/eq)} \times \frac{1}{250ml} \times \frac{1000ml}{1L}$$

$$EM = 143 (g/eq)$$

(3) نجد M من EM : $EM = 143$ ، عدد الايونات الموجبة \times تكافؤها η (للملح القاعدي)

$$EM_{Na_2CO_3 \cdot xH_2O} = \frac{M}{\eta}$$

$$143 (g/eq) = \frac{M}{2 \text{ eq/mol}} \Rightarrow M = 286 \text{ g/mol}$$

(4) نجد عدد جزيئات الماء (X) من M :

$$M_{Na_2CO_3 \cdot xH_2O} = 286 \text{ g/mol}$$

$$(23 \times 2) + (12 \times 1) + (16 \times 3) + 18X = 286$$

$$106 + 18X = 286$$

$$18X = 180$$

$$X = 10$$

(وهو عدد جزيئات الماء في الملح)

سؤال 21/ اضيف 20 ml من محلول برمنكات البوتاسيوم $KMnO_4$ تركيزه 0.3 N الى كمية وافية

من محلول يوديد البوتاسيوم KI المحمض ، فتحررت كمية من اليود I_2 التي تم تسحيحها مع محلول

ثايوكبريتات الصوديوم $Na_2S_2O_3$ ($M = 158 \text{ g/mol}$) حسب التفاعل الاتي:



المحلول للوصول الى نقطة نهاية التفاعل ، احسب: (أ) عيارية محلول $Na_2S_2O_3$.

(ب) عدد غرامات ثايوكبريتات الصوديوم المذابة في 1 L من هذا المحلول .

(أ) نجد N لـ $Na_2S_2O_3$: برمنكات البوتاسيوم تكافئ محلول KI ومحلول KI يكافئ I_2 المتحرر وهو

يكافئ محلول ثايوكبريتات الصوديوم ، لذلك فإن محلول البرمنكات يكافئ محلول الثايوكبريتات وكالاتي:

$$Eq \text{ } Na_2S_2O_3 = Eq \text{ } KMnO_4$$

$$(المادة القياسية) $Na_2S_2O_3$ ($N \times V$) = ($N \times V$) $KMnO_4$ (المادة المجهولة)$$

$$N \times 25 \text{ ml} = 0.3N \times 20 \text{ ml}$$

$$Na_2S_2O_3 \text{ لـ } N = 0.24 \text{ eq/L}$$



$$S_2 = +4$$

$$S_2 = +5$$



(ب) نجد كتلة $Na_2S_2O_3$:

$$m(g) = N (eq/L) \times V(L) \times EM(g/eq)$$

$$m(g) = 0.24 (eq/L) \times 1 \text{ L} \times \frac{158 \text{ g/mol}}{1 \text{ eq/mol}}$$

$$m(g) = 37.92 \text{ g}$$

الفصل السابع- الكيمياء العضوية

الهيدروكربونات:

وهي مركبات عضوية تحتوي على عنصر الكربون والهيدروجين فقط وتعتبر من أبسط المركبات العضوية

اصنافها:

(1) الألكانات:

جميع اواصرها مفردة قوية (اواصر تساهمية) صيغتها العامة (R - H) والقانون العام (C_nH_{2n+2}) .

(2) الألكينات:

مركبات عضوية تحتوي على اصرة مزدوجة الصيغة العامة لها (= C = C =) والقانون العام (C_nH_{2n})

عدد ذرات الكربون	المقطع اللاتيني	الكان (ان)	الكين (ين)
C ₁	ميث	ميثان	
C ₂	ايث	ايثان	ايثين
C ₃	بروب	بروبان	بروبين
C ₄	بيوت	بيوتان	بيوتين
C ₅	بنت	بنتان	بنتين
C ₆	هكس	هكسان	هكسين

مجاميع الألكيل:

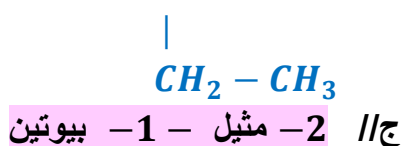
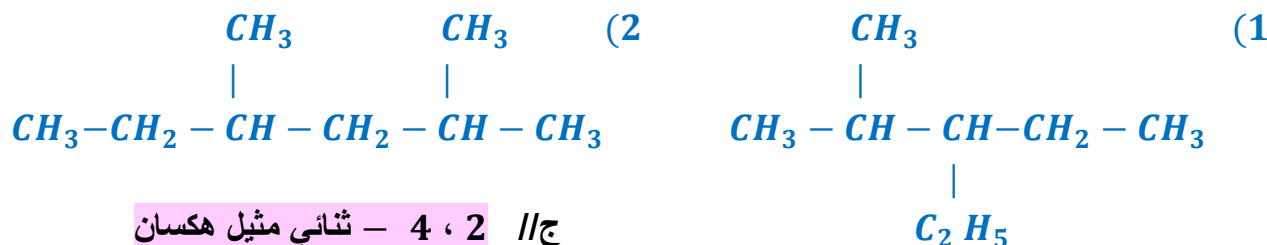
هي المجموعة المتبقية من الألكان بعد حذف ذرة هيدروجين وتكون مرتبطة دائماً بذرة أو مجموعة أخرى ، ويستفاد منها في تسمية المركبات العضوية وذلك بحذف المقطع (ان) واستبدالها بالمقطع (يل) .

امثله: ميثيل - CH₃ ، اثيل - CH₃ - CH₂ ، بروبييل - CH₃ - CH₂ - CH₂

تسمية الهيدروكربونات:

مثال /

ما اسم كل من المركبات التالية وفق نظام (IUPAC) :



الصيغة الجزيئية:

وهي الصيغة الكيميائية التي تبين عدد الذرات في المركب الكيميائي مثال ، الايثان C₂H₆ .

الصيغة البنائية (التركيبية): وهي الصيغة الكيميائية التي تبين كيفية ترابط الذرات المكونة للمركب مع بعضها في الفراغ ، ويمكن بواسطتها التمييز بين عدة مركبات تشترك في صيغة جزيئية واحدة .

الايزومرات: وهي عدة مركبات تتشابه في الصيغة الجزيئية وتختلف في الصيغ التركيبية ، ولذلك تكون مختلفة في درجات الانصهار والغليان وفي خواصها الفيزيائية والكيميائية وفي تسميتها .

المجموعة الفعالة: وهي ذرة او مجموعة ذرات ترتبط بذرة الكربون في المركبات العضوية فتكسب المركب العضوي صفات كيميائية وفيزيائية متماثلة تميزها عن غيرها من المركبات العضوية .

هاليدات الالكيل:

الصيغة العامة: $R - x$ حيث: R - مجموعة الكيل ، x - ذرة هالوجين ($x = Cl, Br, I$)

تسمية هاليدات الالكيل: حسب الطريقة النظامية ايوباك (IUPAC)

- (1) نختار اطول سلسلة مستمرة لذرات الكربون تحوي ذرة الهالوجين ونرقم من الطرف الاقرب للهالوجين
- (2) نذكر رقم ذرة الكربون الحاملة للهالوجين ثم اسم الهالوجين مع اضافة الحرف (و) ثم اسم الالكان .
- (3) عند وجود اكثر من ذرة هالوجين متشابهة نذكر العدد ثنائي ، ثلاثي ، رباعي ،
- (4) عند وجود اكثر من ذرة هالوجين مختلفة ، فتسمى حسب الابجدية الانكليزية اي (**Bromo** ثم **Chloro** ثم **Iodo**) .
- (5) نسمي فروع مجاميع الالكيل (ان وجدت) حسب الحروف الابجدية الانكليزية وكالاتي:
اثيل (**Eethyl**) ثم مثيل (**Methyl**) ثم بروبييل (**Propyl**) .
- (6) تسمى فروع الهاليد قبل مجموعة الالكيل .

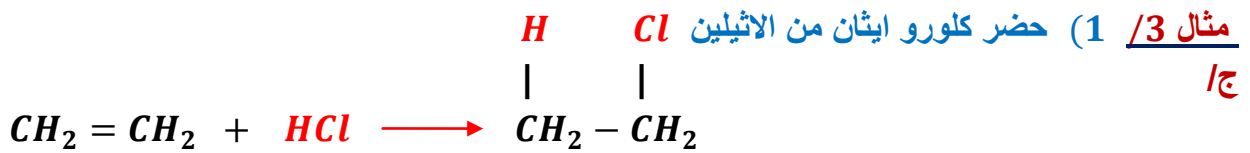
امثلة حول تسمية الهاليدات:

$\begin{array}{c} Cl \\ \\ CH_3 - CH_2 - CH - CH_3 \end{array}$ <p>2 - كلورو بيوتان</p>	<p>(5)</p>	$CH_3 - Cl$ <p>كلورو ميثان</p>	<p>(1)</p>
$\begin{array}{cc} Cl & Br \\ & \\ CH_3 - CH - CH - CH_3 \end{array}$ <p>2- برومو - 3 - كلورو بيوتان</p>	<p>(6)</p>	$CH_3 - CH_2 - Br$ <p>برومو ايثان</p>	<p>(2)</p>
$\begin{array}{c} CH_3 \\ \\ CH_3 - CH - CH_2 - CH_2 - Br \end{array}$ <p>1- برومو - 3 - مثيل بيوتان</p>	<p>(7)</p>	$\begin{array}{cc} Br & Br \\ & \\ CH_2 - CH_2 \end{array}$ <p>1 ، 2 - ثنائي برومو ايثان</p>	<p>(3)</p>

تحضير هاليدات الالكيل: تحضر الهاليدات من اضافة هاليد الهيدروجين الى الالكين:

(1) الالكينات المتناظرة:

وهي الالكينات التي يكون لذرتي كربون الاصرة المزدوجة نفس المجاميع المرتبطة بهما اي متشابهة .



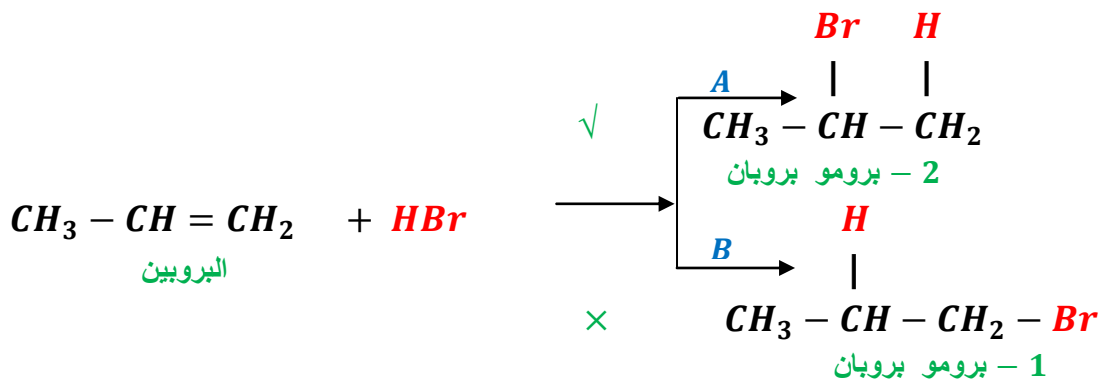
(2) الالكينات غير المتناظرة:

وهي الالكينات التي تكون فيها المجاميع المرتبطة بذرتي كاربون الاصرة المزدوجة مختلفة ، وتتم الاضافة حسب قاعدة ماركوفنيكوف .

قاعدة ماركوفنيكوف:

عند اضافة الكاشف غير المتناظر الى مركبات الاصرة المزدوجة غير المتناظرة فان ايون الهيدروجين (الايون الموجب) من الكاشف يضاف الى ذرة كاربون الاصرة المزدوجة التي تحمل العدد الاكبر من ذرات الهيدروجين وتكوين ايون الكاربونيوم الاكثر استقراراً .

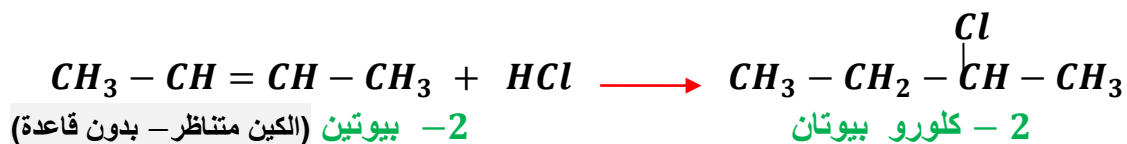
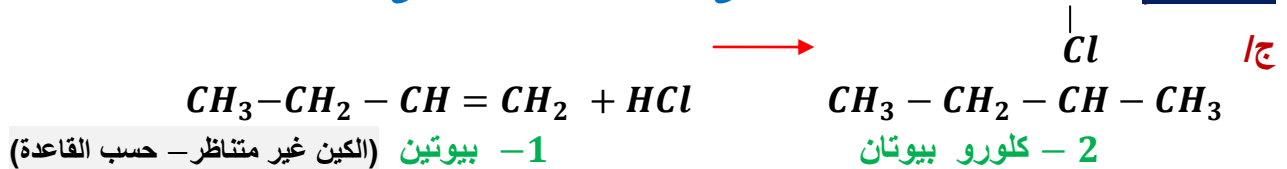
مثال 3 / 2 حضر 2 - برومو بروبان من البروبين .



س/ عند اضافة بروميد الهيدروجين الى البروبين ينتج 2 - برومو بروبان وليس 1 - برومو بروبان ، علل ذلك ؟

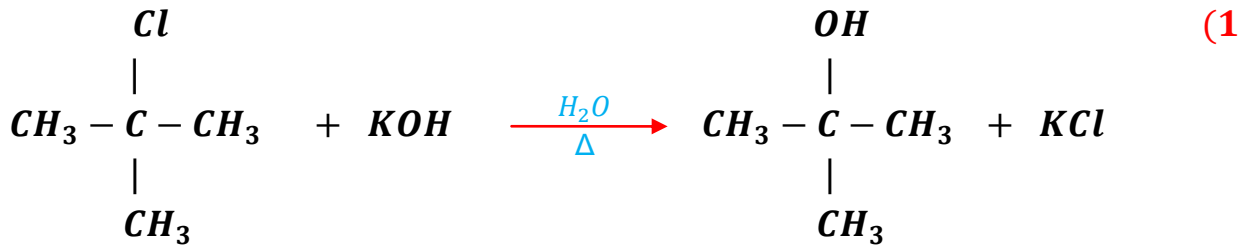
ج/ وذلك لان ايون الكاربونيوم 2^o (الناتج A) اكثر استقراراً من ايون الكاربونيوم 1^o (الناتج B) ، وان الاضافة تتم حسب قاعدة ماركوفنيكوف . (2018 / ت - الاضافة حسب قاعدة —)

تمرين 4 / 1 اكتب تفاعل اضافة HCl مرة الى 1 - بيوتين واخرى الى 2 - بيوتين .

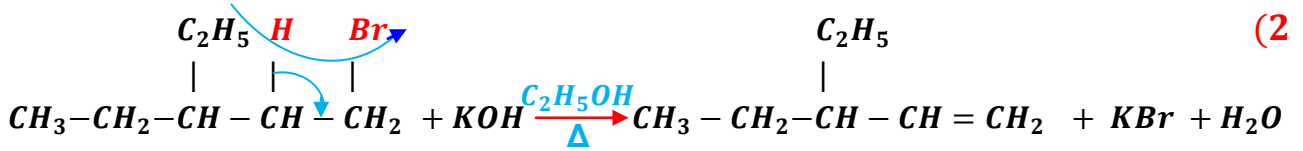


تمرين 5 / 1 اكتب المعادلة الكيميائية التي تحقق التفاعلات الآتية:

(1) تحضير 2 - برومو بيوتان من الكين المناسب (2) اضافة حامض HCl الى (2 - مثيل بروبين) .



2 - كلورو - 2 - ميثيل بروبان



1 - برومو - 3 - إيثيل بنتان

الكحولات:

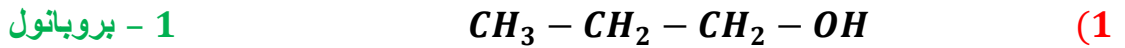
وهي مركبات عضوية تكون فيها مجموعة هيدروكسيل مرتبطة بذرة كربون مشبعة (OH).
صيغتها العامة: R - OH ، قانونها العام: $C_nH_{2n+2}O$

تسمية الكحولات: حسب الطريقة النظامية إيويك (IUPAC).

(1) اختيار أطول سلسلة كربونية مستمرة تحتوي على مجموعة الهيدروكسيل OH ونرقم السلسلة من الطرف الأقرب لـ OH.

(2) نسمي الفروع أولاً (إن وجدت) بذكر الهالوجينات ثم مجاميع الألكيل.

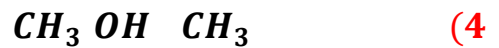
(3) نسمي الكحول بأضافة المقطع (ول) إلى نهاية الألكان ليصبح (الكحول). أمثلة:



2 - بروبانول



3 - كلورو - 1 - بروبانول



2 ، 4 - ثنائي ميثيل - 3 - بنتانول

مثال 4/ ما هي الصيغ البنائية المحتملة للكحولات ذوات الكتلة المولية (74g/mol) علماً أن الكتلة

الذرية هي: (H = 1 ، C = 12 ، O = 16).

ج/ القانون العام للكحولات هو $C_nH_{2n+2}O$ حيث نجد n (عدد ذرات الكربون) من الكتلة المولية للقانون العام:

$$M_{C_nH_{2n+2}O} = 74g/mol$$

$$(12 \times n) + 1 \times (2n + 2) + (1 \times 16) = 74$$

$$12n + 2n + 2 + 16 = 74$$

$$14n = 56$$

$$n = 4$$

∴ الكحول هو $C_4H_{10}O$

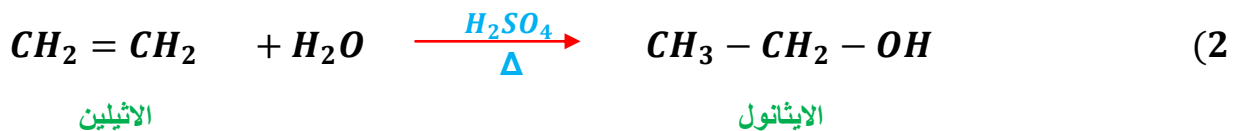
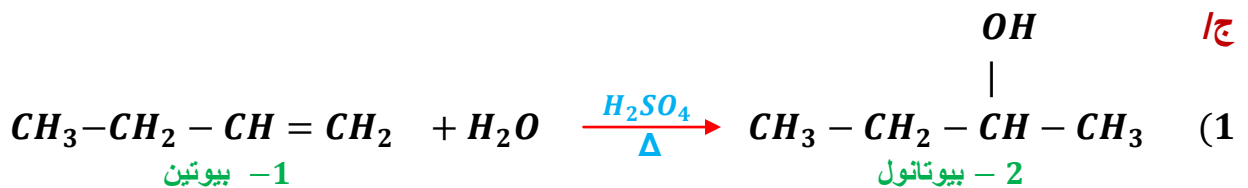
والصيغ البنائية المحتملة (المتجانسات) هي كالآتي:

$\begin{array}{c} CH_3 \\ \\ CH_3 - CH - CH_2 - OH \end{array}$ <p>(2)</p> <p>2-مethyl-1-بروبانول (1°)</p>	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - OH$ <p>(1)</p> <p>1-بيوتانول (1°)</p>
$\begin{array}{c} OH \\ \\ CH_3 - C - CH_2 \\ \\ CH_3 \end{array}$ <p>(4)</p> <p>2-مethyl-2-بروبانول (3°)</p>	$\begin{array}{c} OH \\ \\ CH_3 - CH_2 - CH - CH_3 \end{array}$ <p>(3)</p> <p>2-بيوتانول (2°)</p>

تحضير الكحولات:

إضافة جزيء الماء إلى الألكين: بوجود حامض الكبريتيك H_2SO_4 المركز الساخن

تمرين 9/ حضر: (1) 2-بيوتانول من 1-بيوتين (2) الإيثانول من الأثيلين



الخواص الفيزيائية:

- لها درجات غليان عالية نسبة إلى الألكانات المقابلة، **علل ذلك** ؟
بسبب قابلية الكحولات على تكوين أواصر هيدروجينية بينية بين جزيئاتها .
- تمتاز الكحولات من ($C_3 - C_1$) بشكل تام مع الماء (أي تذوب في الماء) **علل ذلك** ؟
بسبب قابلية الكحولات على تكوين أواصر هيدروجينية مع الماء .

الخواص الكيميائية:

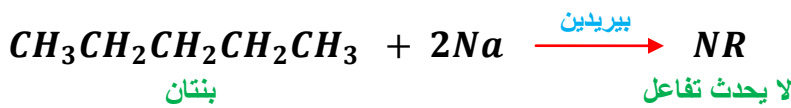
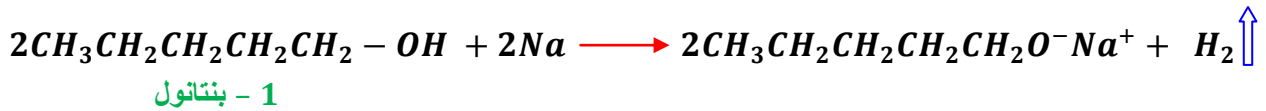
(1) تفاعل الكحولات مع فلز الصوديوم او البوتاسيوم مكونة الكوكسيدات وتحرر غاز H_2 :



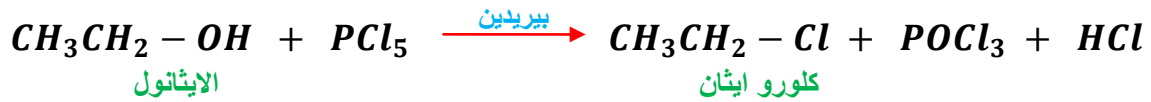
مثال:

سؤال 13 / 2) كيف تميز بين 1 - بنتانول والبنتان ؟

ج/ وذلك بالتفاعل مع فلز Na وتحرر غاز H_2 مع الكحول اما البنتان فلا يتفاعل او بتفاعل الاكسدة:



(2) تفاعل الكحولات مع PCl_5 ومع PCl_3 لتكوين هاليدات الالكيل:



(3) تفاعل الكحولات مع هاليد الهيدروجين (HX) لتكوين هاليدات الالكيل:

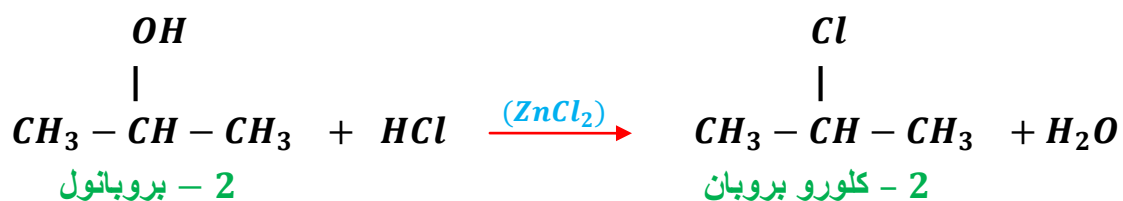
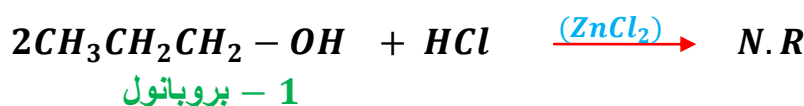
كاشف لوكاس: هو محلول كلوريد الزنك ($ZnCl_2$) المذاب في حامض الهيدروكلوريك المركز .

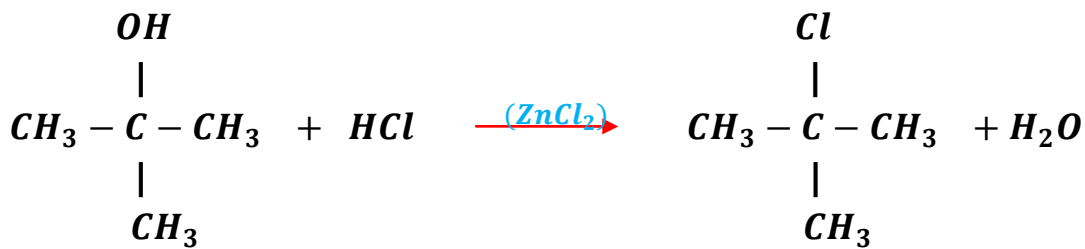
اهميته:

يستخدم للتمييز بين انواع الكحولات حيث تتفاعل الكحولات الثالثية مباشرة مع الكاشف (HCl) مكونة عكرة في المحلول ، اما الكحولات الثانوية فيستغرق التفاعل (2 - 5) دقائق لغرض تكوين العكرة ، اما الكحولات الاولية فلا تتفاعل .

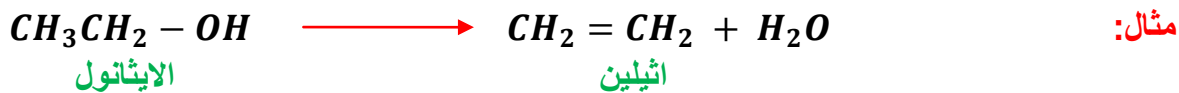
مثال 5 / ميز كيميائياً بين 1 - بروبانول و 2 - بروبانول و 2 - مثل - 2 - بروبانول ؟

ج/ وذلك باستخدام كاشف لوكاس حيث الكحول الذي لا يتفاعل فهو الكحول الاولي اي 1-بروبانول ، اما الكحول الذي يتأخر بعد مرور (2 - 5) دقيقة فهو الكحول الثانوي اي 2 - بروبانول ، اما الذي يتفاعل مباشرة مكوناً عكرة فهو كحول ثالثي اي 2 - مثل - 2 - بروبانول ، وكما في التفاعلات الاتية:





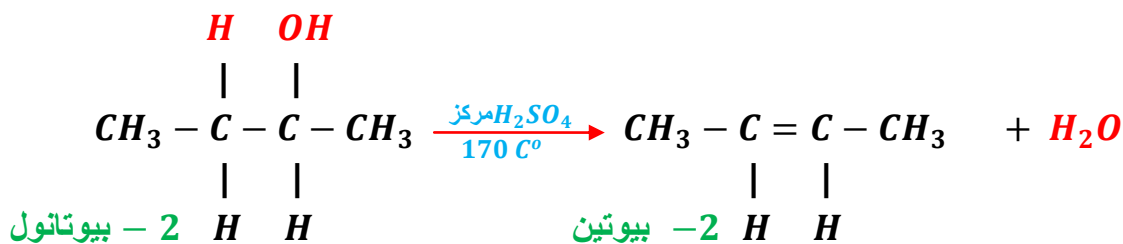
(4) نزع او سحب جزيئة الماء من الكحولات لتكوين الالكينات:



قاعدة ستيسيف للحذف: وتنص على ان:

(الايون الموجب يسحب من ذرة الكربون الحاملة اقل عدد من ذرات الهيدروجين المجاورة لذرة الكربون التي يسحب منها الايون السالب) . (اي عكس قاعدة ماركوفنيكوف للاضافة)

مثال 10/ عند سحب جزيء ماء من 2 - بيوتانول يكون الناتج 2 - بيوتين وليس 1 - بيوتين ، علل ؟
ج/ السبب هو لان حذف الماء حسب قاعدة ستيسيف للحذف (نذكر نص القاعدة) وحسب التفاعل التالي:



(5) الاكسدة:

يمكن اكسدة الكحولات بأحد العوامل المؤكسدة وهي مزيج من $K_2Cr_2O_7/$ او $KMnO_4/H_2SO_4$ و H_2SO_4 وكالاتي:

- أ) الكحول الاولي (1°): تتأكسد الكحولات الاولية الى الالديهيدات اولاً ثم تتأكسد الى الحامض الكربوكسيلي .
ب) الكحول الثانوي (2°): تتأكسد الكحولات الثانوية الى الكيتونات .
ب) الكحول الثالثي (3°): لا تتأكسد الكحولات الثالثية بالعوامل المؤكسدة ،

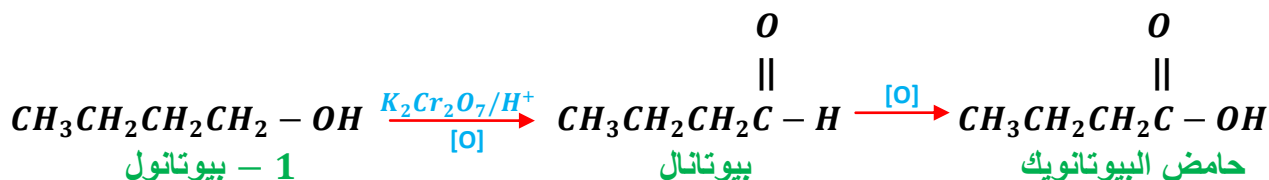
تمرين 11/ ما ناتج الاكسدة التامة للمركبات الاتية:

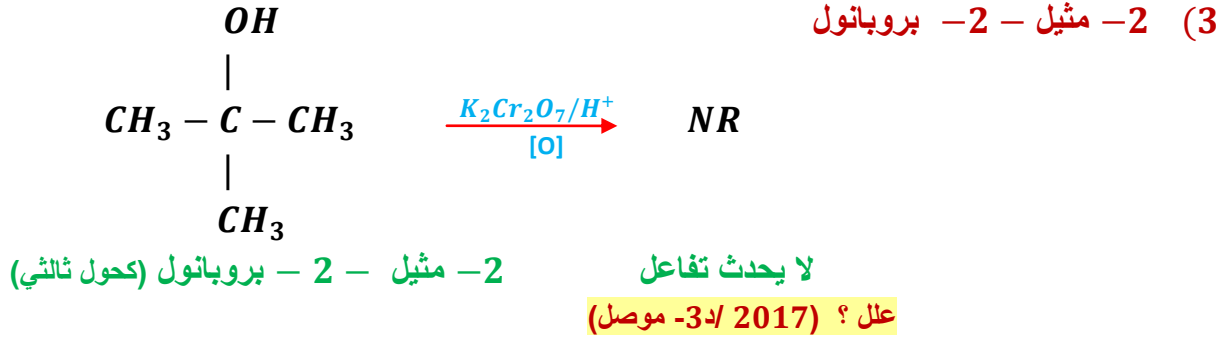
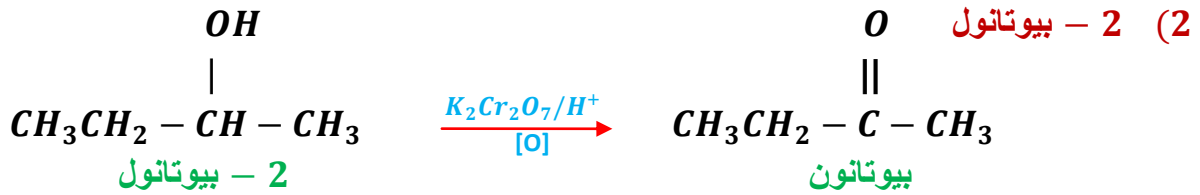
- (1) 1 - بيوتانول (2) 2 - بيوتانول (3) 2 - ميثيل - 2 - بروبانول

ج/

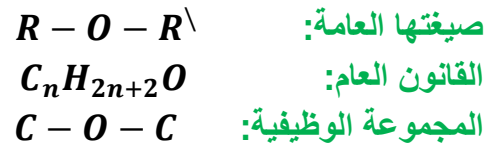
(2017 / 3 - 1 - بروبانول)

(1) 1 - بيوتانول



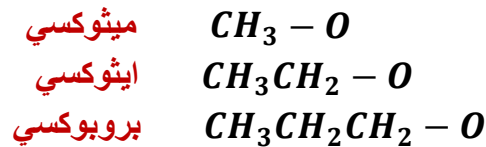


الاثيرات: هي مركبات عضوية تحتوي على ذرة اوكسجين مرتبطة بمجموعتي الكيل .



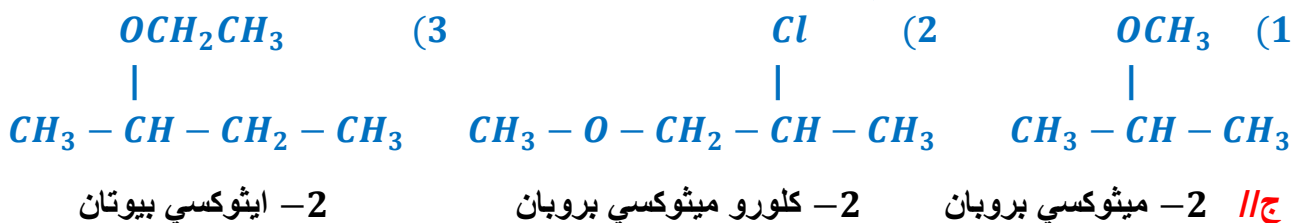
تسمية الاثيرات: حسب الطريقة النظامية ايوباك (IUPAC) **ملخص التسمية:** كوكسي الكان

- 1) نختار اطول سلسلة من مجموعتي الاكيل (المجموعة الاكبر) وتعتبر السلسلة الام وتعطى اسم الالكان المقابل .
- 2) نرقم السلسلة الام من الطرف الاقرب لذرة الكاربون المرتبطة بذرة الاوكسجين .
- 3) نعتبر الطرف المتبقي (الفرع الاصغر $R - O$) تفرعاً ويأخذ اسم الكوكسي وحسب نوع مجموعة الاكيل وكالاتي:



- 4) نكتب موقع واسم التفرعات - المتصلة بالسلسلة الام - ان وجدت .

مثال 6/ اكتب الاسم النظامي للمركبات الاتية:



تحضير الاثيرات: (بطريقة وليمسون)

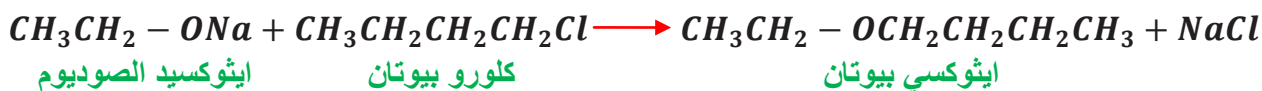
- 1) مفاعلة فلز الصوديوم مع كحول مناسب لتكوين الكوكسيد الصوديوم .
- 2) مفاعلة الكوكسيد الصوديوم مع هاليد الاكيل المناسب لتكوين الايثر المطلوب

تمرين 14 / اكتب معادلة تحضير ايثوكسي بيوتان من الايثانول

(2018 / د 2 - حضر ايثوكسي بروبان)

ج

(1) من الايثانول يحضر جزء الكوكسي ومن الهاليد يحضر جزء البيوتان:



(سؤال واجب) حضر ميثوكسي ايثان من كحول مناسب .

الخواص الفيزيائية:

س/ للايثرات درجات غليان اوطأ من درجة غليان الكحولات المناظرة ، علل ؟

ج/ بسبب عدم قدرة الايثرات على تكوين اواصر هيدروجينية بينية بين جزيئاتها .

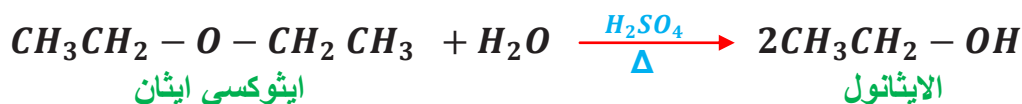
س/ الايثرات قليلة الذوبان في الماء علل ؟

ج/ بسبب عدم قابليتها على تكوين اواصر هيدروجينية مع جزيئات الماء عدا تلك التي تمتلك مجاميع الكيل صغيرة فهي ذائبة في الماء .

الخواص الكيميائية:

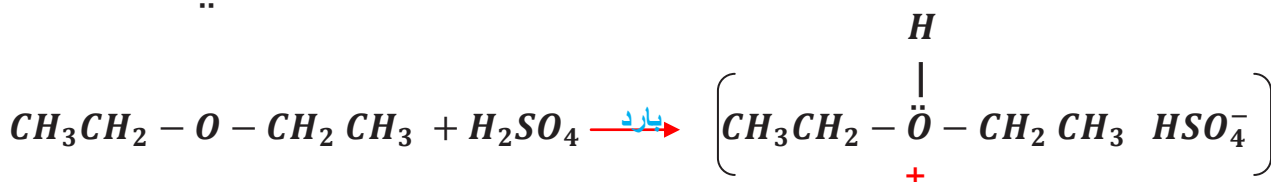
(1) تفاعل الايثرات مع حامض الكبريتيك:

أ) تفاعلها مع حامض الكبريتيك المخفف الساخن لتعطي الكحولات:



ب) تفاعلها مع حامض الكبريتيك المركز البارد لتعطي املاح الاوكسونيوم:

حيث تهب الايثرات زوج من الالكترونات الى ايون الهيدروجين الموجب (الناتج من الجامض) لتكوين ملح الاوكسونيوم:



ايثوكسي ايثان

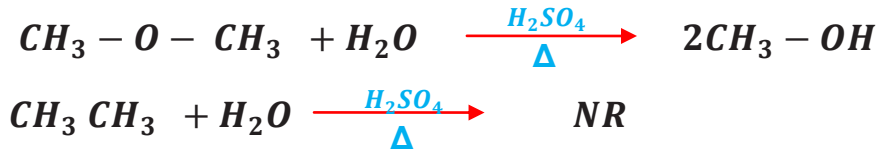
مركز

ملح الاوكسونيوم لايثوكسي ايثان

ملاحظة: يستخدم التفاعل (أ) للتمييز بين الايثرات والالكانات ، حيث لا تتفاعل الالكانات مع الحوامض المركزة ولا مع المخففة .

تمرين 15 / كيف تميز كيميائياً بين ميثوكسي ميثان والايثان ؟

ج/ عند معاملة ميثوكسي ميثان مع حامض الكبريتيك المخفف بالتسخين يعطي كحول الميثانول اما الايثان فلا يتفاعل لانه الكان:



2) تفاعل الايثرات مع PCl_5 لتكوين كلوريدات الالكيل:
مثال:



الالديهيدات والكيثونات

تتشترك الالديهيدات والكيثونات في مجموعة وظيفية واحدة هي مجموعة الكربونيل $-C(=O)-$ ، وتكون طرفية في الالديهيدات ، وقانونها العام $C_nH_{2n}O$.

تسمية الالديهيدات:

- 1) نختار اطول سلسلة كربونية تحتوي على مجموعة الكربونيل .
- 2) اذا كان الالديهيد لا يحمل تفرعات يسمى (الكان + ال) اي الكانال .
- 3) اذا كان الالديهيد يحمل تفرعات ، نرقم من طرف مجموعة الكربونيل بحيث تأخذ ذرة كربون الكربونيل رقم 1 دائماً .

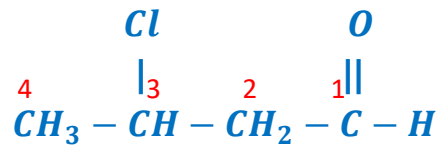
رقم التفرع + اسم التفرع + الكانال

تسمية الكيثونات:

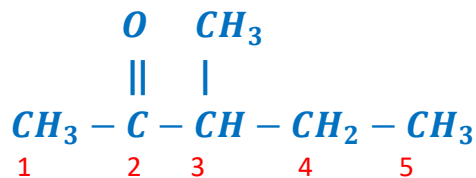
- 1) نختار اطول سلسلة كربونية تحتوي على مجموعة الكربونيل ونرقم من الطرف الاقرب للكربونيل .
- 2) اذا كان الكيثون لا يحمل تفرعات يسمى (الكان + ون) اي الكانون .
- 3) اذا كان الكيثون يحمل تفرعات ، نرقم من الطرف الاقرب لمجموعة الكربونيل وكالاتي:

رقم التفرع + اسم التفرع + رقم ذرة كربون + الكانون
مجموعة الكربونيل

1) اكتب الاسم النظامي لكل مما يأتي:

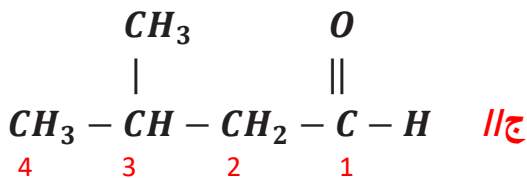


ج // 3 - كلورو بيوتانال

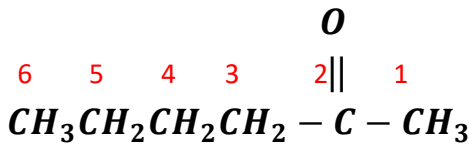


ج // 3 - مثيل - 2 - بنتانول

2) ارسم الصيغة البنائية لكل مما يأتي:



أ) 3 - مثيل بيوتانال

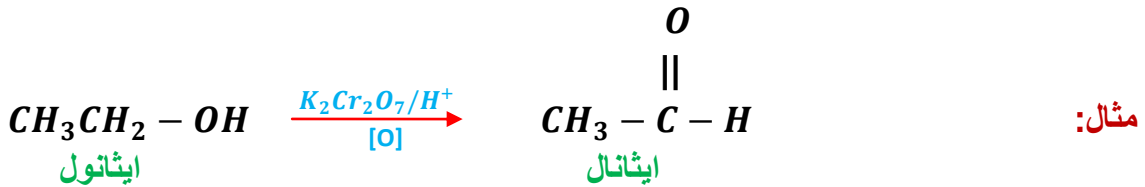


ج //

ب) 2- هكسانون

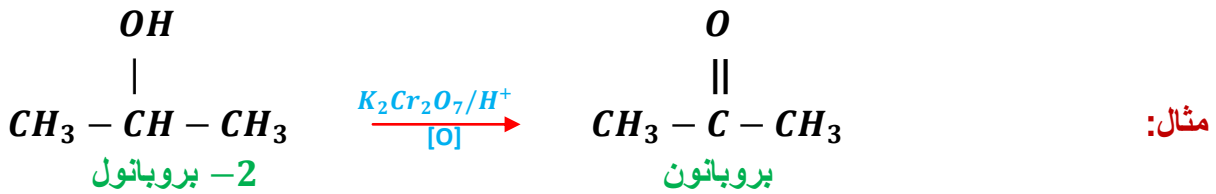
تحضير الالديهيدات:

تحضر الالديهيدات من اكسدة الكحولات الاولية (1^o) اكسدة غير تامة باستخدام محلول حمض لثنائي كرومات البوتاسيوم $K_2Cr_2O_7$ او البرمنغنات $KMnO_4$:

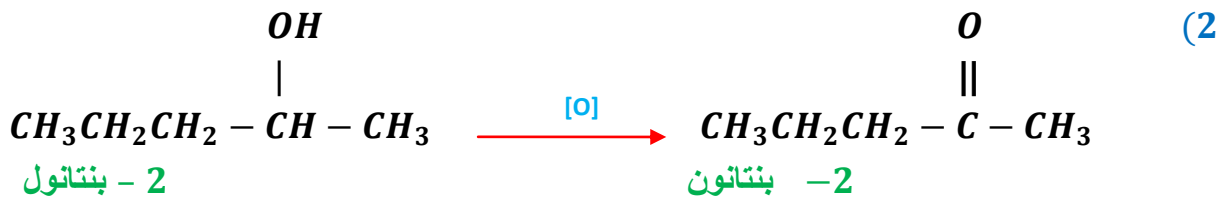
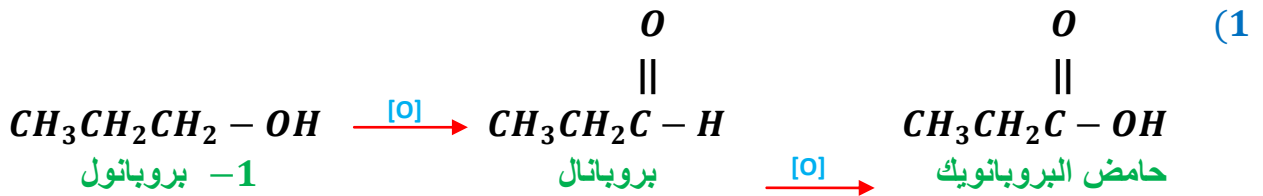


تحضير الكيتونات:

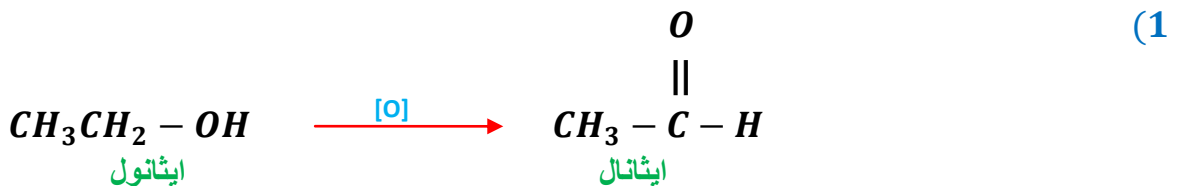
تحضر الكيتونات من اكسدة الكحولات الثانوية (2^o) باستخدام محلول حمض لثنائي كرومات البوتاسيوم $K_2Cr_2O_7$ او البرمنغنات $KMnO_4$:

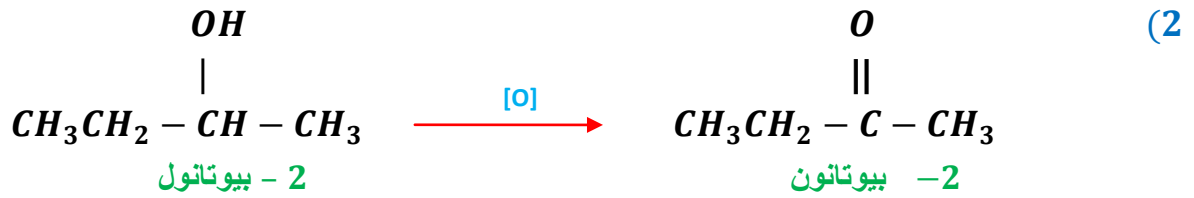


س/ ما ناتج الاكسدة التامة للمركبات الاتية: (1) 1- بروبانول (2) 2- بنتانول



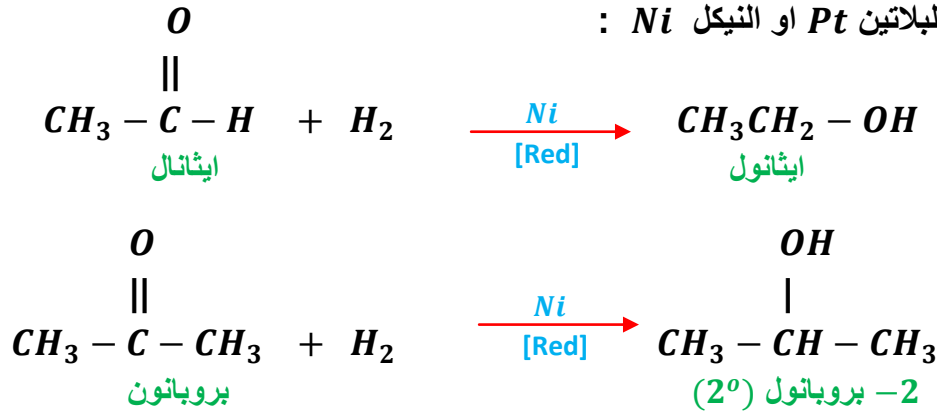
س/ حضر كلاً من المركبات التالية باستخدام كحول مناسب: (1) ايثانال (2) 2- بيوتانول





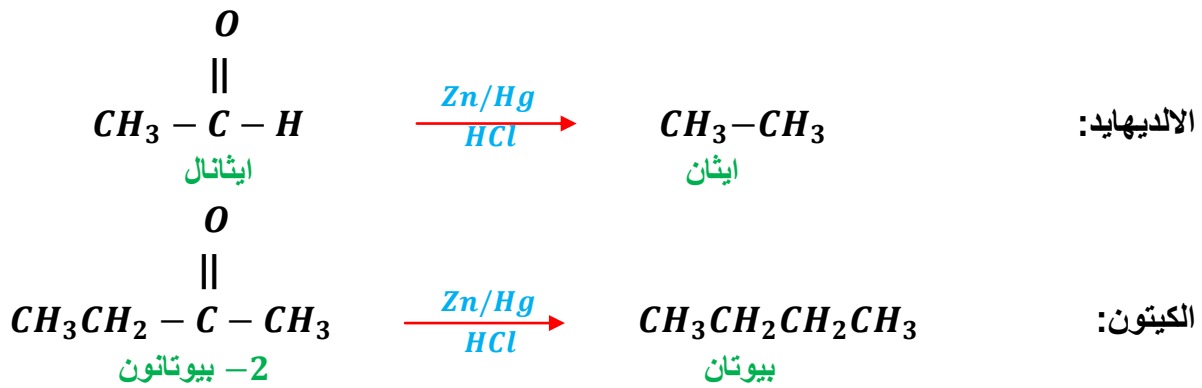
الخواص الكيميائية:

(1) اختزالها بالهيدروجين الى الكحولات: حيث يتم اختزال الالديهيدات الى الكحولات الاولية ، والكي-tonات الى الكحولات الثانوية ، وذلك بمعاملتها مع H_2 بوجود عنصر البلاتين Pt او النيكل Ni :



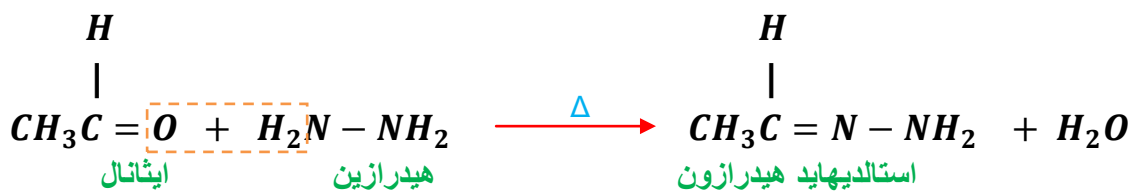
(2) الاختزال الى الالكانات:

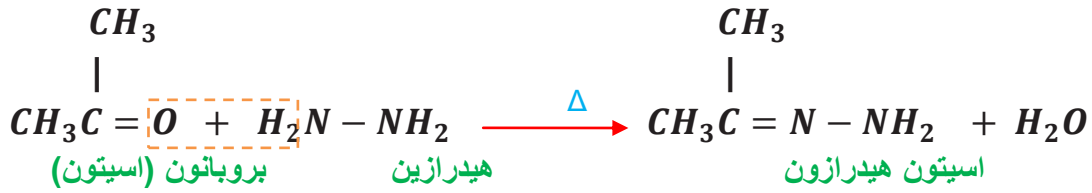
يتم استخدام ملغم (الزئبق - خارصين) في حامض HCl ، وتسمى طريقة اختزال كلمنسون:



(3) التفاعل مع الهيدرازين:

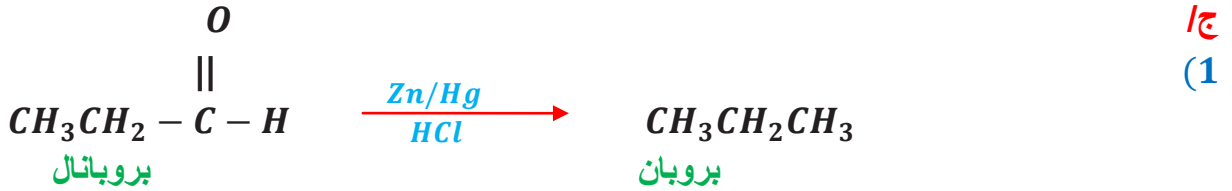
تتفاعل الالديهيدات والكي-tonات مع الهيدرازين (NH_2NH_2) لتعطي الهيدرازون ، وهي مركبات صفراء او برتقالية وتدعى بقواعد شيف ويستخدم هذا التفاعل للكشف عن الكربونيل للالديهيد او الكيتون:





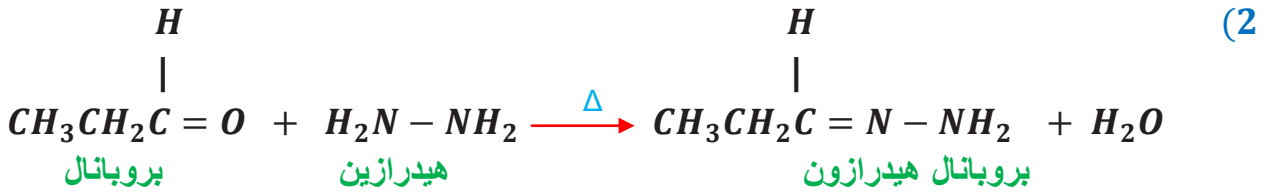
س//

- (1) حضر البروبان من البروبانال
(2) اكتب تفاعل اضافة الهيدرازين الى البروبانال .



ج/

(1)



(2)

(4) الاكسدة:

تتأكسد الالديهيدات الى الحامض العضوي المقابل في حين لا يستجيب الكيتون لعملية الاكسدة ، والسبب لعدم وجود ذرة هيدروجين مرتبطة في ذرة كربون الكاربونيل في الكيتونات ووجودها في الالديهيدات .
اهميته: يستخدم تفاعل الاكسدة اعلاه للتمييز بين الالديهيدات والكيتونات وحسب التفاعلات الاتية:

(1) كاشف تولن:

وهو محلول هيدروكسيد الفضة الامونياكي $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{OH}$ ، حيث تترسب الفضة على جانبي الانبوبة وعلى هيئة مرآة فضية مميزة جداً ، دلالة على وجود الالديهيد بينما لا تتفاعل الكيتونات مع هذا الكاشف .

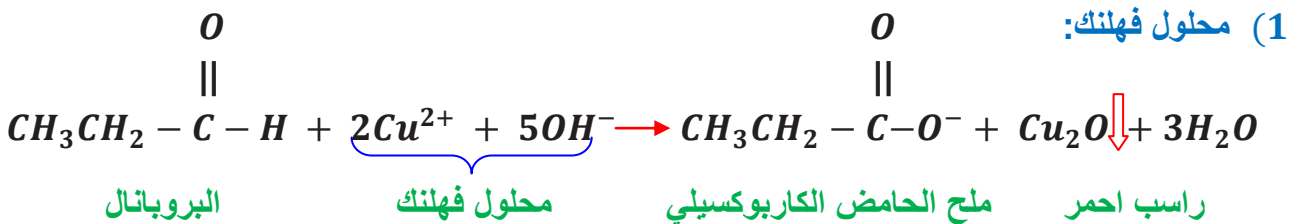
(2) كاشف فهلنك:

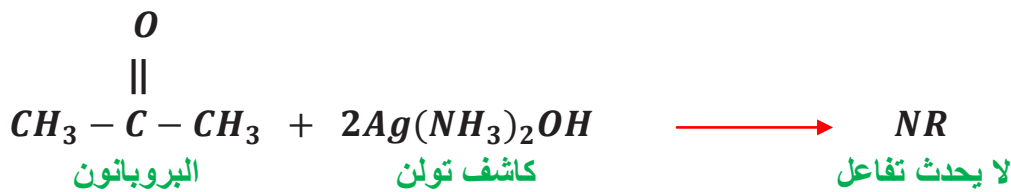
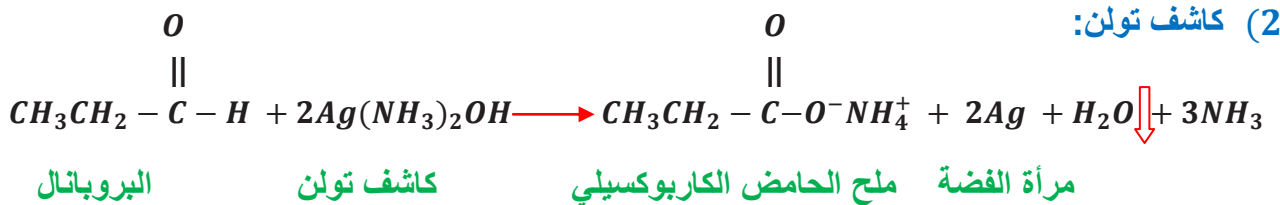
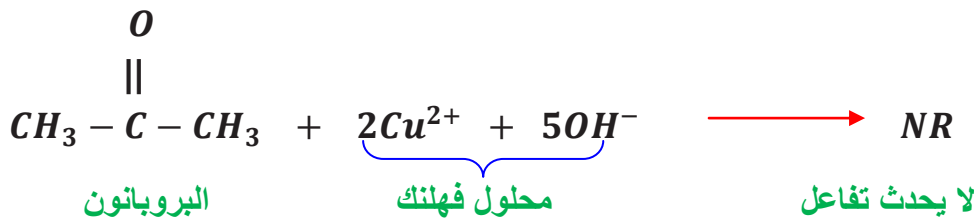
وهو محلول لملاح كبريتات النحاس (II) القاعدية ازرق اللون ، ويستخدم لأكسدة الالديهيد حيث تختزل نتيجة لذلك ايونات النحاس (II) الى راسب اوكسيد النحاس (I) الاحمر والذي يستدل منه على وجود مجموعة الالديهيد بينما الكيتونات لا تتفاعل مع الكاشف .

س/ كيف تميز عملياً بين مركب البروبانال والبروبانون باستخدام:

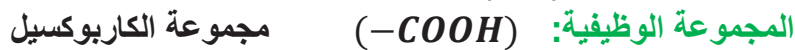
(1) محلول فهلنك (2) كاشف تولن

ج/





الهوامض الكربوكسيلية Carboxylic acid :



التسمية:

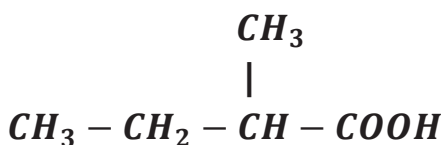
- 1) نختار اطول سلسلة كربونية تحتوي على مجموعة الكربوكسيل وتعطى اسم الالكان المقابل .
- 2) عند وجود التفرعات نرقم من طرف الكربوكسيل بحيث تعطى ذرة كربون الكربوكسيل دائماً رقم (1)
- 3) تسمى (الفروع ان وجدت) حسب الترتيب الابددي العربي علماً تسمى الهالوجينات ثم مجاميع الالكيل .
- 4) نذكر كلمة حامض ثم رقم التفرع واسمه ثم اسم الالكان ويضاف له المقطع (ويك) ، وكما في الملخص الاتي:

حامض + رقم الكربون المتصل بالفرع ان وجد + اسم الفرع + الكانويك

(1) اكتب الاسم النظامي :



(2) ارسم الصيغة البنائية لكل من المركبات الاتية:



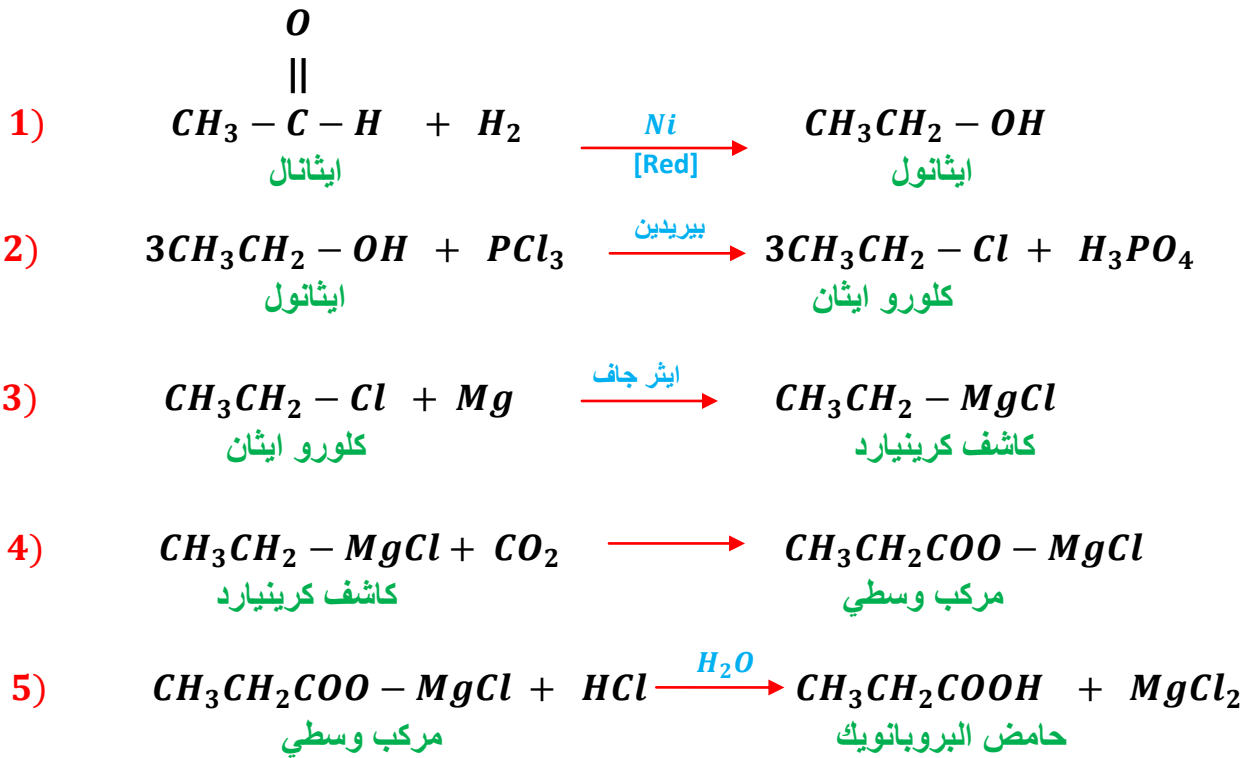
أ) حامض 2- ميثيل بيوتانويك

س/ مبتدأ بالايثانال حضر حامض البروبانويك ؟

ج/ بما ان عدد ذرات الكربون غير متساوي لذلك نستخدم طريقة كاشف كرينيارد وكالاتي:

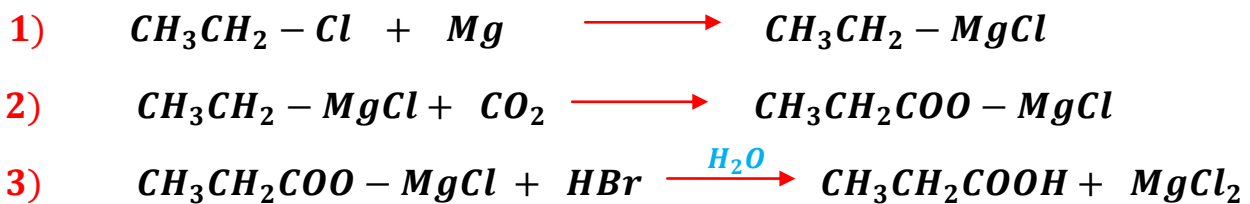


المادة
المنظمة
العلمية



س/ مبتدأ من بكلوريد الاثيل حضر حامض البروبانويك .

ج/



الخواص الكيميائية:

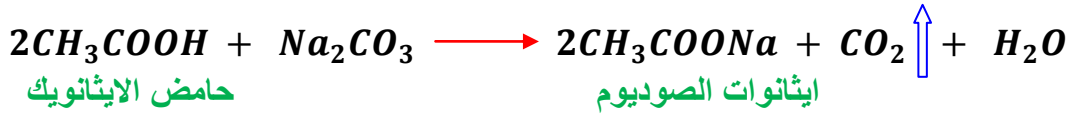
(1) حامضية الحوامض الكربوكسيلية:

تكتسب الحوامض الكربوكسيلية صفة حامضية ، علل ذلك ؟
وذلك لقابليتها على فقدان بروتون مجموعة الكربوكسيل مما يمكنها على التفاعل مع بسهولة مع القواعد لتكوين ملح وماء .

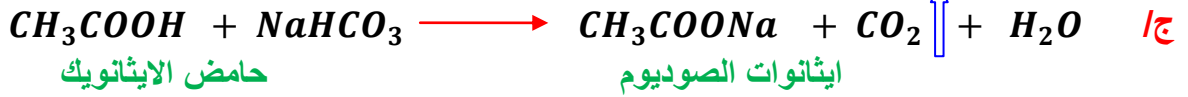


(2) تفاعل الحوامض مع الكربونات والبيكاربونات:

حيث تتفاعل الحوامض مع الكربونات والبيكاربونات محررة غاز CO_2 .



س/ اكتب معادلة تفاعل حامض الخليك مع بيكاربونات الصوديوم $NaHCO_3$.

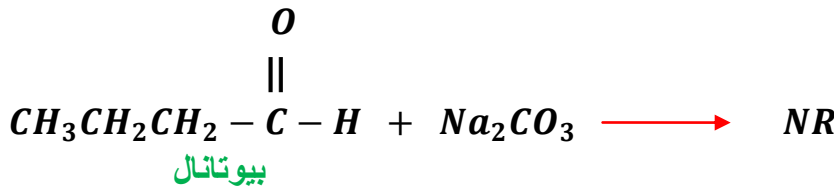
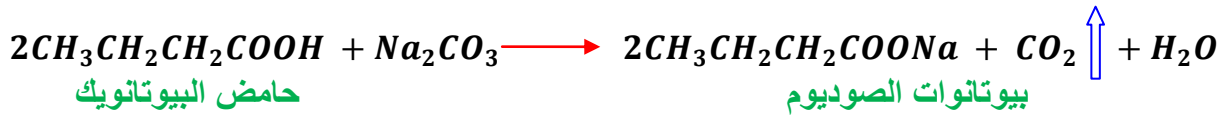


ملاحظة: يستخدم التفاعل اعلاه للكشف عن الحوامض الكربوكسيلية من خلال تحرر غاز CO_2 .

س/ كيف تميز مختبرياً بين :

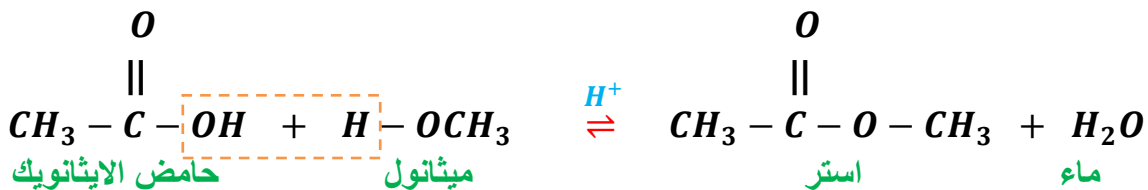
البيوتانال وحمض البيوتانويك

ج/ من خلال تفاعل الحامض مع كربونات الصوديوم وتحرر غاز CO_2 والالديهيد لا يتفاعل :



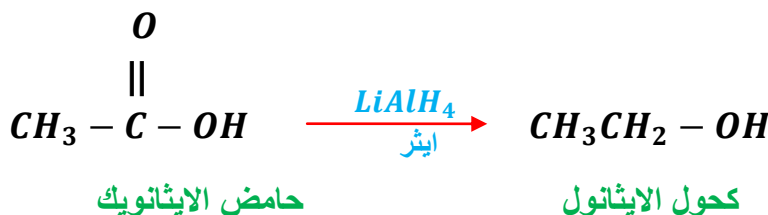
(3) تفاعل الحوامض مع الكحولات (الاسترة): (يستخدم في تحضير الاسترات)

وهو تفاعل الحامض الكربوكسيلي مع الكحول مع الكحول بوجود حامض لاعضوي كعامل مساعد مثل HCl او H_2SO_4 لتكوين الاستر المقابل والماء وهو تفاعل انعكاسي:



(4) اختزال الحوامض الكربوكسيلية:

يمكن اختزال الحوامض الكربوكسيلية بعوامل مختزلة منها هيدريد ليثيوم الالمنيوم $LiAlH_4$ لتعطي الكحولات الاولية ، لكنها لا تختزل باستخدام H_2/Ni ، كما في المثال الاتي:



الاسترات:

وهي مركبات عضوية مشتقة من الحوامض الكربوكسيلية تشترك معها بوجود الجزء $R - COO -$ ولكن يكمن الاختلاف بينهما في الجزء المرتبط بذرة الاوكسجين ففي الاستر تكون $R \setminus$ ، اما في الحوامض فتكون ذرة هيدروجين .

O

||

صيغتها العامة: $R - C - OR \setminus$ قانونها العام: $C_nH_{2n}O_2$

تسمية الاسترات:

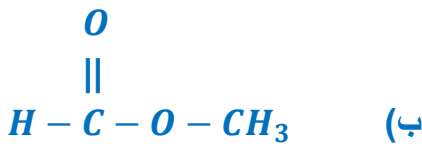
O

||

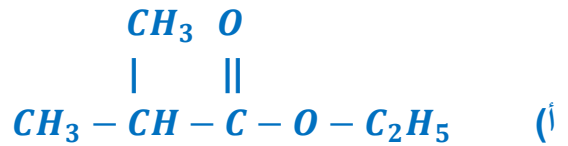
تسمى الاسترات بتقسيم جزيئة الاستر $R - C - OR \setminus$ الى قسمين احدهما مشتق من الحامض $R - COO$ ، والاخر مشتق من الكحول $R \setminus$ وكالاتي: (الكيل الكانوات)

- (1) نسمي اولاً جزء الكحول ($R \setminus$) بأعطاء اسم الالكيل المقابل .
- (2) نسمي جزء الحامض بعد اضافة المقطع (ات) الى الالكان المقابل وتسمية الفروع ان وجدت بترقيم ذرة كاربون الكاربونيل برقم (1) ، اي (الكيل الكانوات) .

س/ (1) اكتب الاسم النظامي لكل مما يأتي:

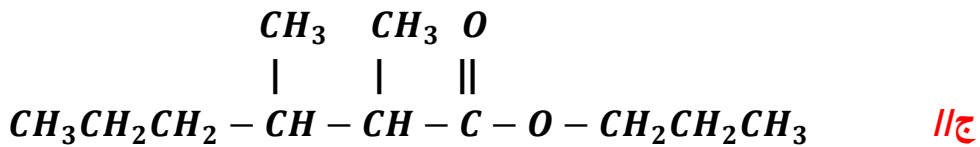


ج// مثيل ميثانوات



ج// اثيل - 2 - مثيل بروبانوات

(2) بروبييل - 2 ، 3 - ثنائي مثيل هكسانوات:



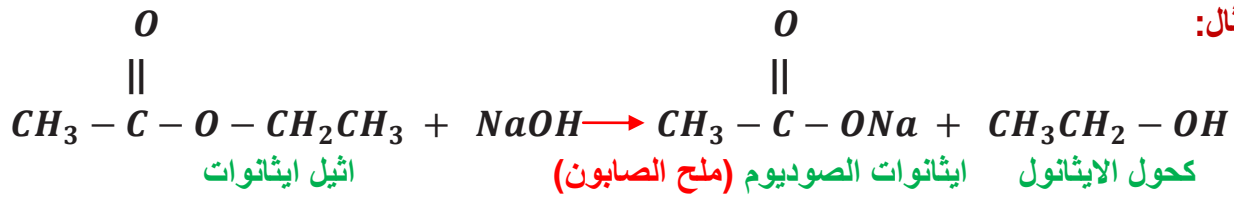
تحضير الاسترات:

- (1) تفاعل الحامض العضوي (الكاربوكسيلي) مع الكحول لتكوين الاستر .
- (2) تفاعل كلوريد الحامض الكاربوكسيلي مع الكحول بوجود البيردين .

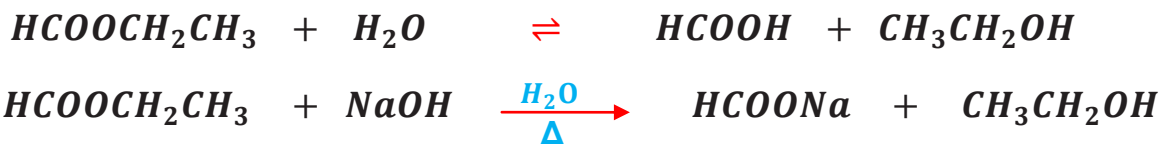
(1) مبتدئاً بالميثانول حضر اثيل ميثانوات:

(2) التحلل المائي للاستر في محيط قاعدي:

اي تفاعل الاستر مع القواعد مثال $NaOH$ بوجود الماء لينتج ملح الحامض الكربوكسيلي والكحول ، وهو تفاعل غير انعكاسي .



س/ اكتب تفاعلات التحلل المائي لاثيل ميثانوات مرة في وسط حامضي واخر في وسط قاعدي .



الامينات:

وهي مركبات عضوية من مشتقات الامونيا حيث تحل مجموعة الكيل واحدة او اكثر محل ذرة هيدروجين او اكثر من الامونيا

تسمية الامينات:

التسمية الشائعة: (ولها ثلاث حالات) الكيل امين اي الالكيل فرع والامين الام

(1) اذا كانت مجموعة الكيل واحدة ، نذكر اسم المجموعة ثم كلمة امين:



(2) اذا كانت مجموعتين او ثلاث مجاميع الكيل متشابهة (مرتبطة بذرة N) ، فتضاف كلمة ثنائي او ثلاثي واسم المجموعة ثم كلمة امين:

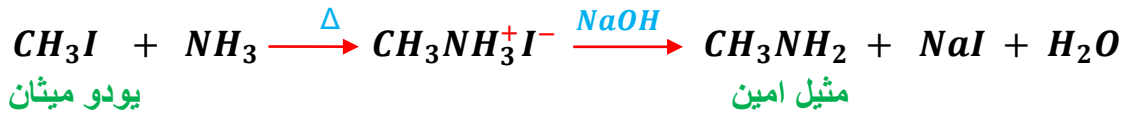


(3) اذا كانت مجموعتين او ثلاث مجاميع الكيل مختلفة ، فتسمى حسب الحروف الابجدية الانكليزية وكالاتي: اثير (Eethyl) ثم ايزوبروبيل (Isopropyl) ثم مثير (Methyl) ثم بروبييل (Propyl) .

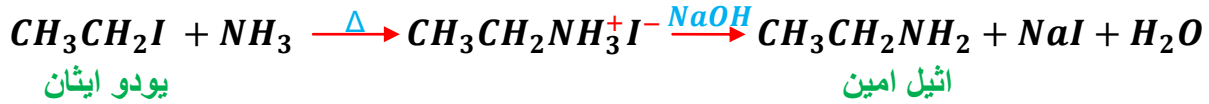


تحضير الامينات: وتحضر بطريقتين

(1) تفاعل الامونيا مع هاليدات الالكيل: **مثال:**



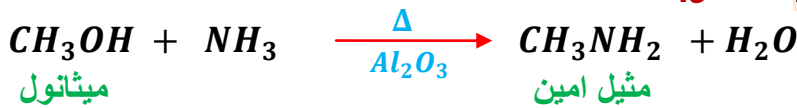
س/ حضر اثيل امين من هاليد الكيل مناسب:



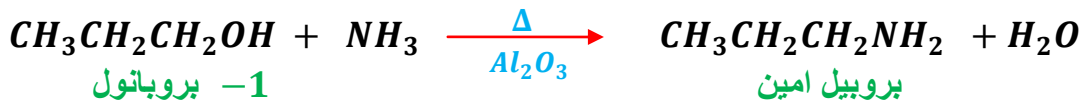
س/ طريقة تحضير الامينات من هاليدات الالكيل غير ناجحة مختبرياً ، علل ذلك ؟

ج/ وذلك لان الناتج عبارة عن مزيج من امينات اولية وثانوية وثالثية وحيث يصعب فصلها عن بعضها البعض

(2) تفاعل الكحولات الامونيا: **مثال:**



س/ حضر بروبييل امين بأستخدام كحول مناسب ؟



س/ طريقة تحضير الامينات من الكحولات ناجحة مختبرياً ، علل ذلك ؟

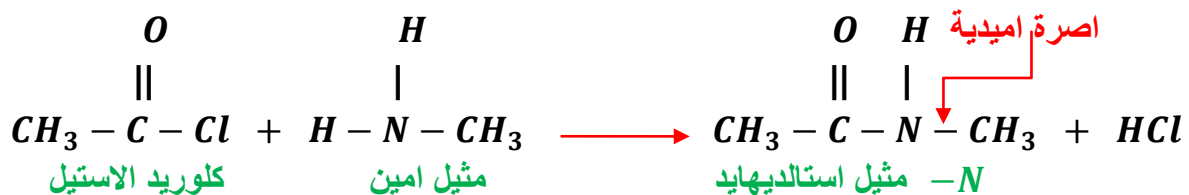
ج/ ولكن عند استخدام زيادة كبيرة من الامونيا يمكن الحصول على الامين الاولي فقط .

الخواص الكيميائية:

(1) تعتبر الامينات قواعد (اي تتفاعل مع الحوامض): بسبب وجود المزدوج الالكتروني غير المشترك لذرة النتروجين (NH_3) والذي يكون اصرة جديدة مع البروتون او مع حوامض لويس ، علل ذلك ؟



(2) تفاعل الامينات مع كلوريدات الحامض (الاسيلة) ، لتكوين مركبات عضوية تسمى الاميدات:

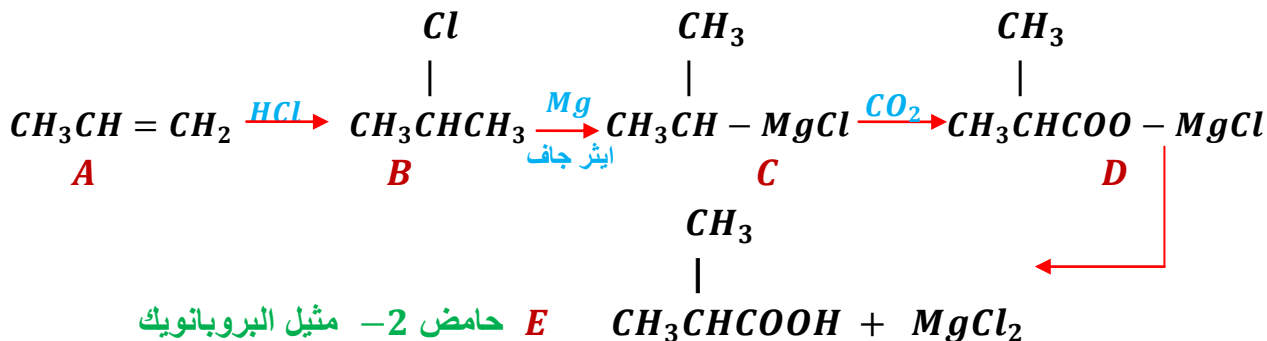


س/ استنتج الصيغ البنائية للمركبات العضوية A و B و C و D و E في مخطط التفاعلات التالية اذا علمت ان A مركب عضوي يحوي على ثلاث ذرات كربون:



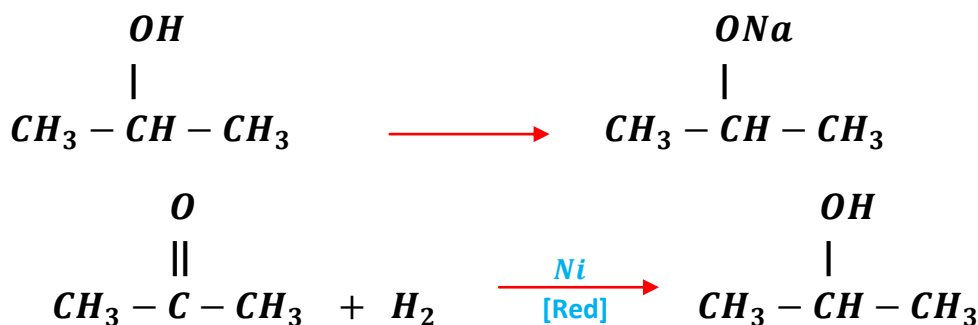
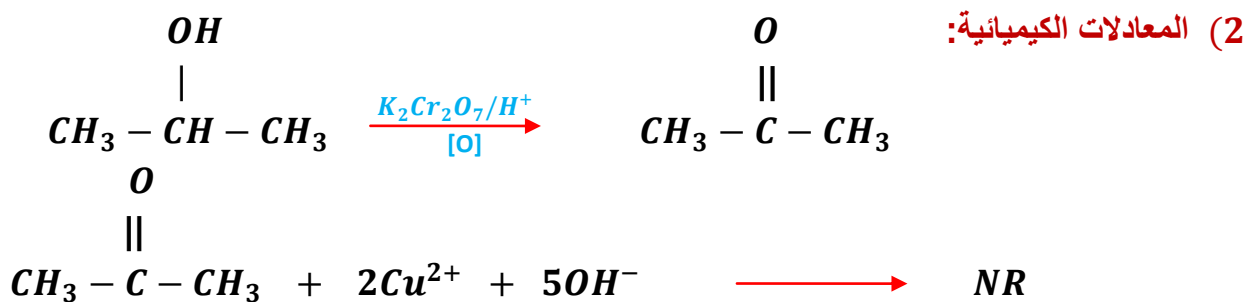
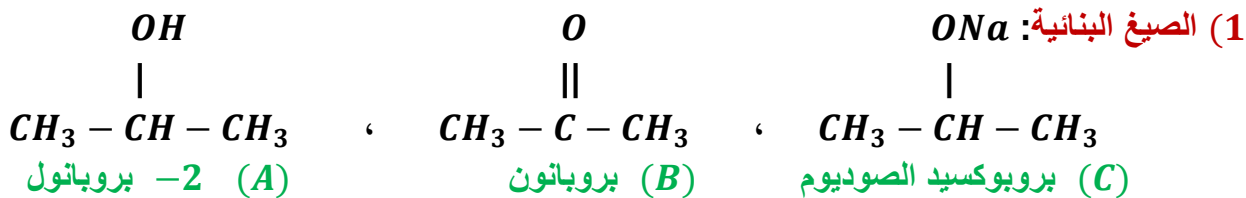
ج/

من المعادلة نستنتج ان المركب A الكين ، والمركب B هاليد الكيل ، والمركب C كاشف كرينيارد ، والمركب D مركب وسطي و E حامض كربوكسيلي وكالاتي:



س/ يتكون المركب (A) من ثلاث ذرات كربون ، يتأكسد ليعطي المركب (B) وهذا بدوره لا يعطي كشف محلول فهلنك . وعند تفاعل المركب (A) مع فلز الصوديوم ينتج المركب (C) ، اما اذا اختزل المركب (B) فانه يعطي المركب (A) أ) اكتب الصيغ البنائية لكل من : A و B و C ب) اكتب المعادلات الكيميائية لتكوين المركبات A و B و C .

ج/ بما ان المركب A يتأكسد فهو كحول ، وبما ان المركب B لا يعطي كشف فهلنك لذلك فهو كيتون والمركب A كحول اولي ، اما المركب C فهو كوكسيد .



الفصل الثامن - الكيمياء الحياتية

الكربوهيدرات:

وهي مركبات عضوية تحتوي على عنصر الكربون والهيدروجين والاكسجين وفيها نسبة الاوكسجين مرتفعة ولها الصيغة التركيبية $(CH_2O)_n$ او $C_n(H_2O)_n$ اي كل ذرة كربون مرتبطة بجزيئة ماء لذلك سميت كربوهيدرات وهي مشتقة من كربون وماء (هيدرات) .

اصناف الكربوهيدرات :

- (1) الكربوهيدرات احادية التسكر (سكريات احادية) مثال الكلوكوز والفركتوز .
- (2) الكربوهيدرات ثنائية التسكر (سكريات ثنائية) مثال السكروز المالتوز والمالتوز .
- (3) الكربوهيدرات متعددة التسكر (سكريات متعددة) كالنشأ والسيليلوز .

(1) الكربوهيدرات احادية التسكر:

وهي من ابسط انواع الكربوهيدرات وصيغتها الجزيئية $C_6H_{12}O_6$ ، مثال **سكر الكلوكوز والفركتوز**

س/ يُعد سكر الفركتوز من السكريات المختزلة ، علل ؟ (من اسئلة الفصل)

ج/ بسبب قابلية الفركتوز للتأكسد على العكس من الكيتونات ، حيث يتأكسد بمحلول فهلنك او تولن ، اما الكيتونات فلا تتأكسد .

(2) الكربوهيدرات ثنائية التسكر (الثنائية):

وهي الكربوهيدرات التي تتكون من ارتباط جزيئين من السكر الاحادي متماثلتين او مختلفتين بعد فقدان جزيئة ماء ، مثال السكروز والمالتوز الذي يتكون من **جزئ كلوكوز وجزئ فركتوز** مرتبطين ببعضهما بأصرة كلايوكسيدية وله الصيغة الجزيئية $C_{12}H_{22}O_{11}$.

(1)الكربوهيدرات متعددة التسكر:

النشأ: وهو من الكربوهيدرات متعددة التسكر جزيئاتها تنشأ من وحدات من الكلوكوز يتم ترابطها من خلال فك الاصرة الثنائية في الكربونيل وتكوين بوليمر من جزيئات الكلوكوز ، مثال البطاطا .

الكشف عن النشأ: وذلك بأضافة قطرات من محلول النشأ المائي الى محلول اليود في يوديد البوتاسيوم وظهور اللون الازرق دلالة على ان المادة المضافة هي النشأ .

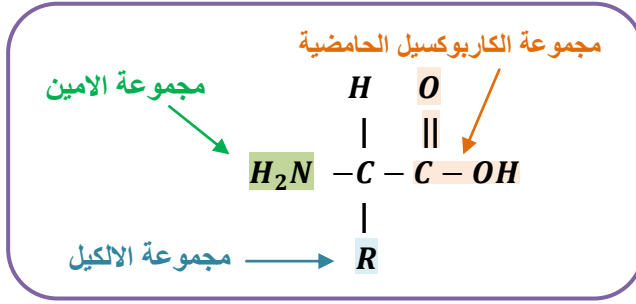
البروتينات:

وهي مركبات عضوية معقدة تتكون من ارتباط اعداد كبيرة من الاحماض الامينية بالاواصر الاميدية (الببتيدية) بعد فقدانها جزيئة ماء وتتكون البروتينات من عنصر الكربون والهيدروجين والاكسجين والنيتروجين واحياناً عنصر الكبريت والفسفور .

اهميتها: تساهم في بناء انسجة المخلوقات الحية حيث تدخل في تركيب جميع الخلايا الحية .

س/ يصعب فصل البروتينات بطرق كيميائية بسيطة ، علل ذلك ؟

ج/ وذلك نظراً لنشابه تركيبها الكيميائي وصفاتها الفيزيائية والكيميائية .



الاحماض الامينية:

وهي الوحدة الاساسية لبناء البروتين ،
وتختلف الاحماض الامينية فيما بينها بمجموعة
الالكيل ، وعددها عشرون حامض اميني ،
وتمثل بالصيغة البنائية العامة الاتية :

س/ ما المجموعتان الوظيفيتان التي تشترك فيها جميع الاحماض الامينية ؟

ج/ 1) مجموعة الكربوكسيل ($-COOH$) 2) مجموعة الامين ($-NH_2$)

س/ ما الاثر الكيميائي لكل مجموعة على صفات الحامض الاميني ؟

ج/ الحامضية بسبب مجموعة ($-COOH$) ، والقاعدية بسبب مجموعة ($-NH_2$) .

تمرين 1/

علل ان البروتينات مواد ذات صفات حامضية - قاعدية (مواد امفوتيرية) او لماذا تتفاعل البروتينات مع الحوامض والقواعد .

ج/ وذلك لانها تتفاعل مع الحوامض والقواعد بسبب ان احد طرفي البروتين عبارة عن مجموعة كربوكسيل الحامضية التي تتفاعل مع القواعد والطرف الاخر مجموعة الامين القاعدية التي تتفاعل مع الحوامض .

اشكال البروتينات:

- 1) بروتينات تتخذ شكلا خيطياً (ليفياً) كما في الكرياتين في الشعر والصوف .
- 2) بروتينات شبه كروية كما في البيض .

وظائف البروتينات:

تقوم البروتينات بوظائف اساسية في اجسام المخلوقات الحية وتعتمد الى حد كبير على الشكل العام للجزيئات (نوع مكوناتها وتركيبها) واي تأثير يغير من الشكل العام للبروتينات يعطلها عن عملها .

امثلة عن البروتينات: الانزيمات ، الهرمونات ، الهيموغلوبين في الدم .

الانزيمات:

وهي صنف من البروتينات موجودة في جميع خلايا جسم الكائن الحي كعوامل مساعدة عضوية تتكون داخل الاجسام الحية وتعمل بصورة مستقلة ولها فاعلية في العمليات الحيوية كالهضم والتمثيل الغذائي وعملية التنفس .

وظائفها (عملها): تعمل كعوامل مساعدة للتقليل من الطاقة اللازمة لحدوث التفاعل (اي تقلل من طاقة التنشيط) .

خواصها:

- 1) تتلف بالحرارة
- 2) تعمل ضمن نطاق PH معين
- 3) تتجدد باستمرار لانها تفقد فاعليتها بمرور الزمن ، علل .
- 4) لها فاعلية في العمليات الحيوية كالهضم والتمثيل الغذائي وعملية التنفس .
- 5) تتكون داخل جسم الكائن الحي وتعمل بصورة مستقلة
- 6) لها مضادات توقف عملها .
- 7) موجودة في جميع خلايا الجسم كعوامل مساعدة .

انواعها:

1) الانزيمات الداخلية:

وتعمل داخل الخلية نفسها وليس لها القابلية على التنافذ خلال غشاء معين مثل الانزيمات التأكسدية .

2) الانزيمات الخارجية:

ويكون عملها خارج الخلية (اي بعد افرازها من الانسجة) مثل الانزيمات الهاضمة .

الدهون:

انواعها:

1) الزيوت النباتية:

توجد في بذور النباتات مثل القطن والذرة والسمسم وفي بعض الثمار مثل الزيتون وجوز الهند .

2) الشحوم الحيوانية: وتوجد في جميع خلايا جسم الكائن الحي .

اهميتها:

1) تعد المادة الاساس التي يخزنها الجسم للحصول على الطاقة عند الحاجة ، حيث هضمها واكسدتها يؤدي

الى تحرير كميات كبيرة من الطاقة ، حيث تمثل الطاقة الكامنة المخزونة في جسم الكائن الحي .

2) لها اهمية اقتصادية حيث تدخل في صناعة الصابون والاصباغ والشموع .

خواصها:

(2013 / ت)

1) لا تذوب في المذيبات القطبية كالماء ، لكنها تذوب في المذيبات العضوية كالاثير والكلوروفورم $CHCl_3$

2) تكون الدهون (الزيوت والشحوم) ذات ملمس دهني .

3) تكون الزيوت النباتية سائلة في درجة حرارة الغرفة اما الشحوم فتكون صلبة .

تركيبتها: الدهون عبارة عن الاستر الثلاثي للكليسروول مع الحوامض الشحمية والتي تتكون من سلسلة

هيدروكاربونية طويلة ($C_{12} - C_{24}$) ولها مجموعة كربوكسيلية طرفية ، ويدعى هذا التركيب بثلاثي

الكليسيرايد .

الصابون: هو ملح الصوديوم او البوتاسيوم لحمض دهني .

س/ علام يتوقف عمل الصابون في عملية الصوبنة ؟

ج/ يتوقف عمل الصابون الناتج من عملية الصوبنة على نوع القاعدة المستخدمة ونوع الزيت او الدهن

حيث استخدام $NaOH$ ينتج الصابون الصلب وهو الصابون العادي ، اما استخدام KOH فينتج

الصابون الطري او السائل المستخدم في الغسيل او كريم الحلاقة .

س/ علام تتوقف جودة الصابون ؟

ج/ نوع الدهون المستخدمة .

تمرين 2/ لماذا لا يستخدم الكالسيوم او المغنيسيوم بديلاً عن الصوديوم او البوتاسيوم في صناعة الصابون

؟

ج/ لان ايونات الكالسيوم والمغنيسيوم من مسببات العسرة للماء فلا يرغو الصابون بالماء عند وجود تلك

الايونات فيه لذا لا يمكن استخدام هذين العنصرين .