بسم الله الرحمن الرحيم

عزيزي الطالب :

بعد النجاح الذي حققته المراجعة المركزة فـــي الاعوام الخمسة الماضية (2018 ، 2019 ، 2020 ، 2021 ، 2022) وحصولها على المركز الاول وبدرجة لم تقل عن 95 درجة (عدا الترك) ولكافة الادوار لداخل وخارج القطر والتمهيدي تأتي اليوم بحلتها الجديدة (الطبعة السادسة 2023) وبترتيب وشمولية اكثر في انتقاء واختيـــار الاسئلة والمواضيع المناسبة للمراجعة ، وهي عبارة عن خلاصـــة للمواضيع وتوضيح الافكار وعدم تكرار الاسئلة المتشابهة ويمكن للطالب الاعتماد عليها في فترة المراجعة الثانية او ليلة الامتحان اما فـــي المراجعة الاولى فيفضل الاعتماد على الكتاب المنهجي المقرر او على الملزمة النموذجية وان يقرأ المادة قراءة شاملة كما يمكن الاعتماد عليها في مراجعة المادة فـــي امتحان نصف السنة ومن حيث النسبة فهي تقريباً 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 النسخـــة الاصلية والملونـــة والصـــادرة عن دار المشرق للطباعة لكونها النسخة المميزة فـــي الدقـــة والوضوح والمتوفرة لدى كافة المكاتب فـــي بغداد وفي جميع المحافظات ، وننوه هنا الى اصداراتنا الاخرى في الكيمياء والمتوفرة حالياً في جميع المكاتب والمتمثلة في الملزمة النموذجية في الكيمياء للسادس العلمي وملزمة الضمان في الحلول الوزارية ، وادناه تفاصيل الدرجات للسنوات الخمسة الماضية والتمهيدي للسنة الحالية 2023 .

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

والله ولي التوفيق ..... .

العام الدراسي	السادس الاحيائي				
	التمهيدي	الدور الاول	الدور الثاني	الدور الثالث	الدور2 تكميلي
2018	100	94	95	98	--
2019	100	97	97	100	--
2020	100	100	100	100	--
2021	100	100	100	--	--
2022	100	100	100	--	100
2023	100				

كل ما يحتاجه طلابنا الاعزاء في #الكيمياء:

(صفحتنا على الفيس
الخاصة بالكيمياء)

(قناتنا على التليكرام)

(قناتنا على اليوتيوب)

(كروب المساعد في
الكيمياء)

(الموقع الرسمي)

(حسابنا على الانستكرام)

(موقع التدريس على
الخارطة الكوكل)

(صفحة الفيس بوك
الشخصية)

الفصل الاول - علـم الثرموداينمك

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

س ماهي الظواهر التي يفسرها علم الثرموداينمك ؟ (2014 /د 1 - خاص)

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 .

س ماهي اقسام الطاقة الرئيسية ؟

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

س بعض المصطلحات الثرموداينمكية :

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 : (2018 /ت- عدد مع مثال)

1) **النظام المفتوح :**
وهو النظام الذي تسمح حدوده بتبادل مادة النظام وطاقته مع المحيط ، مثال اناء معدني مفتوح يحتوي على ماء مغلي . (2013 – ت) (2019 – ت)

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 . (2013 /د1) (2017 /د3)

3) **النظام المعزول :**
وهو النظام الذي لا تسمح حدوده بتبادل المادة و الطاقة مع المحيط ، مثال الثرموس .
(2014/د1- خاص/ اختيارات) (2015 /د 2)(2016 /د 1) (2017 /د 2) (2017 /د 1 خ ق) (2018 /د3)

بعض التعاريف والقوانين المهمة:

السعة الحرارية: (2017 /د 1 /موصل - ماهو الفرق مع مثال) (2017 /د 2- خ ق)
(وهي كميه الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة m مقداره بالغرام $\{m(g)\}$ من اي مادة درجة سيليزية واحدة وهي من الخواص الشاملة ووحدتها (J/C^o) . (2018 /ت - الفرق مع الوحدات)
(2014 /د 1) (2014 /د 2- خاص)

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

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

مثال1/ ما مقدار الحرارة الناتجة من تسخين قطعة من الحديد كتلته $(870g)$ من $5C^o$ الى $95C^o$ علما ان الحرارة النوعية للحديد $0.45J/g.C^o$ ؟ (2013- ت)

1) نجد ΔT $\Delta T = T_f - T_i = 95 - 5C^o = 90C^o$

2) نجد $q = \varsigma \times m \times \Delta T = 0.45J/g.C^o \times 870g \times 90C^o = 35235\,J$

تمرين 1/ تغيرت درجة حرارة قطعة من المغنيسيوم كتلتها $10g$ من $25C^o$ الى $45C^o$ مع اكتساب حرارة مقدارها $205J$ احسب الحرارة النوعية لقطعة المغنيسيوم . (2013 /د 1 /خ ق)

1) نجد ΔT $\Delta T = T_f - T_i = 45 - 25C^o = 20C^o$

2) نجد ς :

$q = \varsigma \times m \times \Delta T \Rightarrow 205J = \varsigma \times 10g \times 20C^o \Rightarrow \varsigma = 1.025J/g.C^o$

دالة الحالة : (2013 /د) (2018 – ت) (2019 /د2)

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 الانثالبي ، الانتروبي ، طاقة كبس الحرة .

الخواص العامة للمواد : (2014 /د2) –انواع الخواص فراغات) (2016 /د2) - ما الفرق مع مثال لكل منهما)

1) الخواص الشاملة :

وهي تشمل جميع الخواص التي تعتمد على كمية المادة الموجودة في النظام ، مثال: الانثالبي ، 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} . (2017 /د 1)

الكيمياء الحرارية : وهي علم يختص بدراسة الحرارة الممتصة او المنبعثة (المتحررة) نتيجة التغيرات الفيزيائية والتفاعلات الكيميائية او الانثالبي . ويمكن توضيح ذلك بالمخطط الاتي :

1) التفاعل الباعث الحرارة (ΔH) سالبة $(-)$

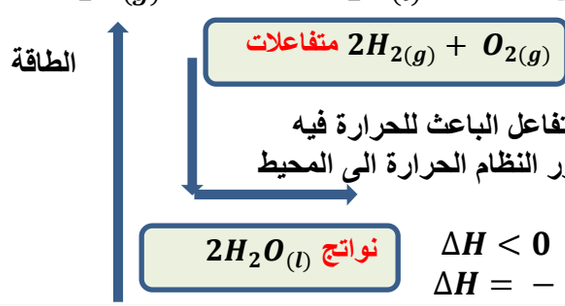
وهو التفاعل الذي يصاحبه تحرر حرارة من النظام الى المحيط وقيمة الانثالبي له سالبة .

أ) تفاعل كيميائي :

$$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(l)} + Energy$$

أ) تغير فيزيائي :

$$H_2O_{(g)} \longrightarrow H_2O_{(l)} + Energy$$



2) التفاعل الماص للحرارة (ΔH) موجبة $(+)$

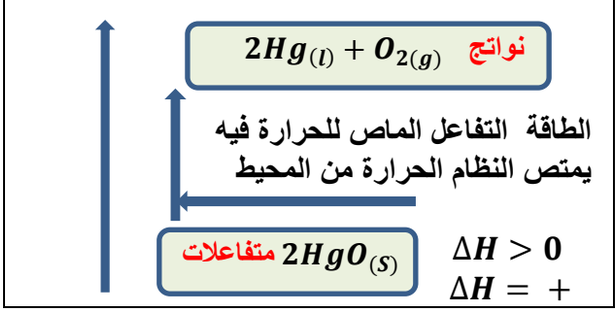
وهو التفاعل الذي يصاحبه امتصاص حرارة من المحيط الى النظام وقيمة الانثالبي له موجبة .

أ) تفاعل كيميائي :

$$2Hg_{(l)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2HgO_{(S)} + Energy$$

أ) تغير فيزيائي :

$$H_2O_{(S)} + Energy \longrightarrow H_2O_{(l)}$$



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

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

مثال : $H_2O_{(S)} \longrightarrow H_2O_{(l)} \quad \Delta H = 6\ KJ/mol$

او نضع الانثالبي (ΔH) مع المتفاعلات : ماص $H_2O_{(S)} + 6\ KJ/mol \longrightarrow H_2O_{(l)}$

امـــــــا اذا كانت اشارتها سالبة $(-)$ فالتفاعل الكيميائي او التغير الفيزيائي باعث للحرارة ،

مثال $CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)} \quad \Delta H = -890\ KJ/mol$

باعث $CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)} + 890\ KJ/mol$ او (ΔH) مع النواتج:

2) يجب ذكر الحالة الفيزيائية للمواد المتفاعلة والناتجة:

س : يجب ذكر الحالة الفيزيائية للمواد المتفاعلة والناتجة للتفاعل الكيميائي والتغير الفيزيائي ، علل ؟ (2018 د/ 1)

ج / لان كمية الحرارة الممتصة او المتحررة تتغير بتغير الحالة الفيزيائية لمواد التفاعل .

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

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

انواع الانثالبيات

1) انثالبي التكوين القياسية ΔH_f^o :

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

شروطها : (2017 د/ 2- موصل)

لها ثلاث شروط: يتكون مول واحد من المادة – من عناصره الاساسية – وبأثبت صورة .

اي عند تحقق هذه الشروط الثلاثة فأن: $\Delta H_r^o = \Delta H_f^o$

امثلة للعناصر الاثبت صورة :

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

مثال لمعادلات التكوين لحامض الفسفوريك :

$H_{2(g)} + 2O_{2(g)} + \frac{1}{4}P_{4(S)} \longrightarrow H_3PO_{4(S)} \quad \frac{3}{2}\Delta H_f^o\ (H_3PO_{4(S)}) = -1279\ KJ/mol$

س نلاحظ دائماً ضهور 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^o و ΔH_r^o ؟

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

مثال3/ اذا علمت ان انثالبي التكوين القياسية للبنزين C_6H_6 تساوي $\Delta H_f^o\ (C_6H_6) = 49\ KJ/mol$ ، اكتب المعادلة الكيميائية الحرارية للتفاعل بحيث تكون ΔH_r^o مساوية الى $\Delta H_f^o\ (C_6H_6)$.

ج/ $6C_{graphite} + 3H_{2(g)} \longrightarrow C_6H_{6(l)}\quad \Delta H_f^o\ (C_6H_6) = \Delta H_r^o = 49\ KJ/mol$

انثالبي الاحتراق القياسية ΔH_C^o :

تعريفها:

وهي الحرارة المتحررة من حرق مول واحد من اي مادة حرقاً تاماً مع الاوكسجين عند الظروف القياسية من درجة حرارة $25C^o$ و ضغط $1atm$. (2019 – د1/ خ ق)

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

ملاحظات مهمة :

1) تشمل تفاعلات الاحتراق حرق المواد (الوقود) والعناصر مع O_2 .
2) لانثالبي الاحتراق ΔH_C^o اشارة سالبة (–) دائماً لانها باعثة للحرارة .
3) حرق المركبات العضوية ينتج دائماً غاز CO_2 والماء السائل H_2O اما حرق العناصر فينتج اكاسيدها .
4) عند موازنة تفاعلات الاحتراق للمركبات العضوية نبدأ بالكاربون C ثم الهيدروجين H ثم الاوكسجين O
5) العلاقة التي تربط بين ΔH_C^o و ΔH_r^o هي : $\Delta H_C^o = \frac{\Delta H_r^o}{n \text{ المحترقة}}$

مثال5/ اكتب المعادلة الكيمائية الحرارية لحرق الكحول الاثيلي السائل $(C_2H_5OH_{(l)})$ اذا علمت ان $\Delta H_C^o\ (C_2H_5OH_{(l)}) = -1367 KJ/mol$

ج/ $C_2H_5OH_{(l)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)} + 3H_2O_{(l)}\quad \Delta H_C^o = -1367\ KJ/mol$

سؤال20/ احسب التغير في انثالبي التكوين القياسية $\Delta H_f^o\ (Al_2O_3)$ والتغير في انثالبي الاحتراق القياسية (Al) ΔH_C^o في التفاعل الاتي :

$4Al_{(S)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2Al_2O_{3(S)}\quad \Delta H_r^o = -3340\ KJ/mol$ (2018 – د2)

ج/ 1) نجد ΔH_f^o لـ Al_2O_3 من قانون المجموع $\sum$ (2017 /ت- علل ΔH_f^o وΔH_C^o لا تساوي ΔH_r^o)

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

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

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

$$\Delta H_f^o = -1670\ KJ/mol$$

2) نجد ΔH_C^o لـ Al : $\Delta H_C^o = \frac{\Delta H_r^o}{n \text{ المحترقة}} = \frac{-3340\ kJ}{4mol} = -835\ KJ/mol$

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

تمرين 9/ اذا علمت ان انثالبي الانصهار لحامض الخليك (CH_3COOH) الثلجي $5.11\ KJ/mol$ ، احسب انثالبي الانجماد $0.1mol$ للحامض .

ج/

معادلة الانصهار للحامض هي :

$$CH_3COOH_{(S)} \xrightarrow{fus} CH_3COOH_{(l)} \qquad \Delta H_{fus} = 5.11\ KJ/mol$$

وبما ان عملية الانجماد هي عكس عملية الانصهار اي ان :

$$CH_3COOH_{(l)} \xrightarrow{cryst} CH_3COOH_{(S)}$$

نجد اولاً ΔH_{cryst} $\qquad \Delta H_{cryst} = -\Delta H_{fus} = -5.11\ KJ/mol$

ثم نجد االنثالبي الانجماد لـ $0.1mol$ للحامض :

$$\Delta H_{cryst} = -5.11\ \frac{KJ}{mol} \times 0.1\ mol = -0.511\ KJ$$

طرائق حساب انثالبي التفاعل القياسية ΔH_r^o :

1) طريقة استخدام قانون هيس:

تعريفه: (2015 /د1 - نازحين)(2016 /د2) (2017 – د1/خ ق) (2017 /د2- موصل)

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

اهميتهُ: ايجاد او حساب انثالبي التفاعل القياسية ΔH_r^o لبعض التفاعلات التي لا يمكن قياس الانثالبي لها بصورة مباشرة .

مثال7/ احسب انثالبي التكوين القياسية للمركب $CS_{2(l)}$ من عناصره الاساسية باثبت صورها (2016 – ت)

$$CS_{2(l)} \longrightarrow C_{\text{graphite}} + 2S_{\text{rhombic}} \qquad \Delta H_f^o\ (CS_{2(l)}) = ?\ KJ/mol$$

اذا اعطيت المعادلات الحرارية الاتية : (2013 /د3) (2016 – ت)

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

2) $S_{\text{rhombic}} + O_{2(g)} \longrightarrow SO_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = -296\ KJ/mol$

3) $CS_{2(l)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + 2SO_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = -1072\ KJ/mol$

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

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

2) $2S_{\text{rhombic}} + 2O_{2(g)} \longrightarrow 2SO_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = -592\ KJ/mol$

3) $CO_{2(g)} + 2SO_{2(g)} \longrightarrow CS_{2(l)} + 3O_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = +1072\ KJ/mol$

بالجمع $CS_{2(l)} \longrightarrow C_{\text{graphite}} + 2S_{\text{rhombic}} \longrightarrow \Delta H_f^o\ (CS_{2(l)}) = ?\ KJ/mol$

وحيث ان ΔH_f^o هي نفسها ΔH_r^o اي:

$$\Delta H_f^o\ (CS_{2(l)}) = -394\ KJ + (-592\ KJ) + 1072\ KJ = 86\ KJ/mol$$

سؤال35/ اذا علمت ان انثالبي احتراق كل من غاز CO ، H_2 ، CH_3OH بوحدات KJ/mol هي على التوالي : $(-284\ ,\ -286\ ,\ -727)$ احسب ΔH_r^o بأستخدام قانون هيس للتفاعل الاتي:

$$CO + 2H_2 \longrightarrow CH_3OH$$

(3 د/ 2016) (1 د/ 2017)

ج/ بما ان الحل بطريقة استخدام قانون هيس لذلك لابد من كتابة معادلات الاحتراق للغازات الثلاثة (وبشرط احتراق مول واحد من المادة مع الاوكسجين حرقاً تاماً) وكالاتي: **التغيرات هي:**

1) تبقى كما هي $\quad CO_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \quad \Delta H_r^o = -284\ KJ/mol$

2) تضرب ب 2 $\quad H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(l)} \quad \Delta H_r^o = -286\ KJ/mol$

3) تعكس $\quad CH_3OH_{(g)} + \frac{3}{2}O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)} \quad \Delta H_r^o = -727\ KJ/mol$

وبعد اجراء التغيرات اعلاه ، تصبح المعادلات كالاتي :

1) $\quad CO_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \quad \Delta H_r^o = -284\ KJ/mol$

2) $\quad 2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(l)} \quad \Delta H_r^o = -572\ KJ/mol$

3) $\quad CO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)} \longrightarrow CH_3OH_{(g)} + \frac{3}{2}O_{2(g)} \quad \Delta H_r^o = +727\ KJ/mol$

$$CO + 2H_2 \longrightarrow CH_3OH$$

بالجمع: $\quad \Delta H_r^o = -284 + (-572) + 727 = -129KJ$

سؤال 23/ جد انثالبي التكوين القياسية لغاز الاثيلين C_2H_4 اذا علمت ان حرارة الاحتراق القياسية لكل من H_2 و C و C_2H_4 هي على التوالي مقاسة بوحدات KJ/mol $(-286\ ,\ -394\ ,\ -1411)$

(1د – 2017) (2د/خ ق – 2017) (2د- موصل 2017) (2د – خ ق 2018)

ج/

المعادلة المطلوبة هي : $\quad 2C_{(graphite)} + 2H_{2(g)} \longrightarrow C_2H_{4(g)}$

المعادلات المعطاة هي معادلات لتفاعلات احتراق وبالشروط الثلاثة وهي كالاتي:

(× 2) 1) $\quad H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(g)} \quad \Delta H_r^o = -286\ KJ/mol$

(× 2) 2) $\quad C_{(graphite)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \quad \Delta H_r^o = -394\ KJ/mol$

(تعكس) 3) $\quad C_2H_{4(g)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)} \quad \Delta H_r^o = -1411\ KJ/mol$

المعادلة الاولى تضرب بالعدد (2) ، والمعادلة الثانية تضرب بالعدد (2) ايضاً ، والمعادلة الثالثة تعكس:

$$O_{2(g)}2H_{2(g)} + \longrightarrow 2H_2O_{(g)} \quad \Delta H_r^o = -572\ KJ/mol$$
$$2C_{(graphite)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)} \quad \Delta H_r^o = -788\ KJ/mol$$
$$2CO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)} \longrightarrow C_2H_{4(g)} + 3O_{2(g)} \quad \Delta H_r^o = 1411\ KJ/mol$$

بالجمع $\quad 2C_{(graphite)} + 2H_{2(g)} \longrightarrow C_2H_{4(g)}$

$$\Delta H_r^o = -572 + (-788) + 1411 = +51\ KJ/mol$$

2) طريقة استخدام قيم انثالبي التكوين القياسية ΔH_f^o :

ويمكن حساب ΔH_r^o من العلاقة الاتية :

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

تمرين 11/ يحترق البنزين C_6H_6() في الهواء ليعطي ثنائي اوكسيد الكاربون الغاز والماء السائل
احسب ΔH_r^o لهذا التفاعل اذا علمت ان : $\Delta H_f^o(C_6H_6) = 49\ KJ/mol$ و
$\Delta H_f^o(CO_{2(g)}) = -394\ KJ/mol$ و $\Delta H_f^o(H_2O_{(l)}) = -286\ KJ/mol$
(د3/ 2014) (د1/ 2016) (د3/ 2017 -موصل- المعلوم ثلاث معادلات لتكوين كل من الماء والغاز والبنزين)
(2013 - ت) (2019 – د1- بأعطاء ثلاث معادلات احتراق)

ج/ نكتب معادلة احتراق البنزين مع غاز الاوكسجين :

$$C_6H_{6(g)} + \frac{15}{2}O_{2(g)} \longrightarrow 6CO_{2(g)} + 3H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_r^o = ?\ KJ/mol$$

$$\Delta H_r^o = \sum n\Delta H_f^o\,(products) - \sum n\Delta H_f^o\,(reactants)$$
$$\Delta H_r^o = \left[6\Delta H_f^o(CO_{2(g)}) + 3\Delta H_f^o(H_2O_{(l)})\right] - \left[\Delta H_f^o(C_6H_6) + \frac{15}{2}\Delta H_f^o(O_{2(g)})\right]$$
$$\Delta H_r^o = [6(-394) + 3(-286)] - [49 + 0]$$
$$\Delta H_r^o = [-2364 - 858] - [49] = -3271\ KJ/mol$$

سؤال 25/ جد ΔH_f^o لـ Fe_2O_3 من انثالبي التفاعلات الاتية: (2019 – د1/ خ ق)

1) $2Al_2O_3 \longrightarrow 4Al + 3O_{2(g)}$ $\quad \Delta H_r^o = 3340\ KJ/mol$

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

ج/

نجد ΔH_f^o لـ Fe_2O_3 من قانون $\sum$ بعد ايجاد ΔH_f^o لـ Al_2O_3 من المعادلة (1) وذلك بعكسها والقسمة على 2 : (او بطريقة هيس)

$$2Al + \frac{3}{2}O_{2(g)} \longrightarrow Al_2O_3 \qquad \Delta H_f^o = -1670\ KJ/mol$$

نطبق قانون $\sum$ على المعادلة (2) :

$$\Delta H_r^o = \sum n\Delta H_f^o\,(products) - \sum n\Delta H_f^o\,(reactants)$$
$$\Delta H_r^o = \left[2\,\Delta H_f^o(Fe) + \Delta H_f^o(Al_2O_3)\right] - \left[\,2\,\Delta H_f^o(Al) + \Delta H_f^o(Fe_2O_3)\right.$$
$$-853 = [2\,(0) + (-1670)] - [\,2\,(0) + \Delta H_f^o(Fe_2O_3)\,]$$
$$\Delta H_f^o(Fe_2O_3) = -1670 + 853$$
$$\Delta H_f^o(Fe_2O_3) = -817\ KJ/mol$$

العمليات التلقائية : (2017 – د3/ موصل- عرف)

هي اي عملية فيزيائية او كيميائية يمكن ان تحدث من تلقاء نفسها عند ظروف معينة دون تأثير عامل خارجي مثال:

1) تمدد الغاز تلقائياً في الاناء المفرغ من الهواء ، ولكن تجمع جزيئات الغاز في وعاء واحد غير تلقائي .

2) سقوط الماء من اعلى الشلال تلقائي ، لكن صعوده غير تلقائي .

الانتروبـــي : وهي دالة حالة ثرموداينميكية تعتبر مقياس درجة اللانتظام للنظام (العشوائية) ، ويرمز لها بالرمز S .

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) **التبخر :** س/ تزداد الانتروبي في عملية التبخر ، علل ذلك ؟ (2019 – د1/ خ ق)

ج/ بسبب ان الذرات والجزيئات في الطور الغازي تنتشر بشكل عشوائي اكثر لملئ فراغات جميع الحيز الذي تتواجد فيه .

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

ج/ وذلك بسب 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 تودي الى :

1) زيادة الحركات الانتقالية والدورانية والاهتزازية للجزيئات .
2) زيادة انواع الطاقات المرتبطة جميعها بالحركة الجزيئية

ملخص: 1) تزداد الانتروبي ($\Delta S +$) في: الانصهار - التبخر – الذوبان - التسخين - التسامي - التفكك .

2) تقل الانتروبي ($\Delta S -$) في : الانجماد - التكثيف - الترسيب - التبريد .

مثال 9/ تنبأ فيما اذا كان التغير في الانتروبي ΔS اكبر او اقل من الصفر للعمليات الاتية : (2017 – د1/ موصل- فراغات)

أ) تجمد كحول الاثيل .
ب) تبخر سائل البروم .
جـ) ذوبان الكلوكوز في الماء .
د) تبريد غاز النتروجين من $80C^o$ الى $20C^o$.
هـ) تسخين غاز H_2 من $20C^o$ الى $80C^o$.

ج/

أ) بما ان عملية الانجماد تحول كحول الاثيل السائل الى الكحول الصلب الذي تكون فيه جزيئات الكحول اكثر انتظاماً ($\Delta S < 0$) .

ب) تحول البروم السائل الى بخار البروم يزيد من عشوائية الجزيئات وبالتالي فالتغير في الانتروبي اكبر من الصفر ($\Delta S > 0$) .

جـ) تنتشر جزيئات الكلوكوز الصلب في الماء مما يؤدي الى زيادة العشوائية اي التغير في الانتروبي اكبر من الصفر ($\Delta S > 0$) .

د) يقلل تبريد غاز النتروجين من $80C^o$ الى $20C^o$ من عشوائية النظام مما يؤدي الى نقصان في الانتروبي ($\Delta S < 0$) .

هـ) يزيد التسخين من عشوائية النظام اي يزيد من الانتروبي (موجبة $+$) او ($\Delta S > 0$) .

حساب الانتروبي القياسية للتفاعلات الكيميائية: ΔS_r^o

من العلاقة:

$$\Delta S_r^o = \sum nS^o\,(products) - \sum nS^o\,(reactants)$$

مثال 10/ احسب التغير في انتروبي التفاعل القياسية ΔS_r^o للتفاعل التالي عند الظروف القياسية $25C^o$ و ضغط $1atm$ اذا علمت ان :

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

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

ج/

$$\Delta S_r^o = \sum nS^o\,(products) - \sum nS^o\,(reactants)$$
$$\Delta S_r^o = [2S^o(CO_2)] - [2S^o(CO) + S^o(O_2)]$$
$$\Delta S_r^o = [2 \times 214\,]\,J/K.mol - [2 \times 198 + 205\,]J/K.mol$$
$$\Delta S_r^o = 428 - 396 - 205 = -173\,J/K.mol$$

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 الانثالبي 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^o :

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

حسابها:

1) تحسب من (ΔG_f^o) :

$$\Delta G_r^o = \sum n\Delta G_f^o\,(products) - \sum n\Delta_f^o\,(reactants)$$

2) من علاقة كبس:

$$\Delta G_r^o = \Delta H_r^o - T\Delta S_r^o \quad \text{في } 25C^o\,(298K)$$

ملخص للعلاقة بين ΔG و ΔH و ΔS:

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

تمرين 14/ جد قيمة ΔG_r^o للتفاعل التالي عند الظروف القياسي $25C^o$ و ضغط $1atm$.
وبين هل التفاعل يحدث تلقائياً ام لا يحدث ؟ $2NO_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2NO_{2(g)}$
اذا علمت ان : $\Delta G_f^o(NO_{2(g)}) = 52\ KJ/mol$ و $\Delta G_f^o(NO_{(g)}) = 87\ KJ/mol$

ج/

$$\Delta G_r^o = \sum n\Delta G_f^o\ (products) - \sum n\Delta G_f^o\ (reactants)$$
$$\Delta G_r^o = [2\Delta G_f^o(NO_{2(g)})] - [2\Delta G_f^o(NO_{(g)}) + \Delta G_f^o(O_{2(g)})]$$
$$\Delta G_r^o = [2(52)] - [2\times 87 + (0)] = 104 - 174 = -70\ KJ/mol$$ (تلقائي)

مثال 12/ للتفاعل الاتي : $C_2H_5OH_{(l)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)} + 3H_2O_{(l)}$
بالاستعانة بالمعلومات الاتية : (2018 د1 – خ ق)

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

احسب: أ) ΔH_r^o ب) ΔS_r^o ج) ΔG_r^o عند الظروف القياسية

ج/

أ) حساب ΔH_r^o :

$$\Delta H_r^o = \sum n\Delta H_f^o\ (products) - \sum n\Delta H_f^o\ (reactants)$$
$$\Delta H_r^o = [2\Delta H_f^o(CO_{2(g)}) + 3\Delta H_f^o(H_2O_{(l)})] - [\Delta H_f^o(C_2H_5OH) + 3\Delta H_f^o(O_{2(g)})]$$
$$\Delta H_r^o = [2(-394) + 3(-286)] - [-278 + 3(0)]$$
$$\Delta H_r^o = [-788 - 858 + 278]$$
$$\Delta H_r^o = -1368\ KJ/mol$$

ب) حساب ΔS_r^o:

$$\Delta S_r^o = \sum nS^o\ (products) - \sum nS^o\ (reactants)$$
$$\Delta S_r^o = [2S^o(CO_2) + 3S^o(H_2O_{(l)})] - [S^o(C_2H_5OH) + 3S^o(O_2)]$$
$$\Delta S_r^o = [2\times 214 + 3\times 70\ ] - [161 + 3\times 205\ ]$$
$$\Delta S_r^o = 428 + 210 - 161 - 615$$
$$\Delta S_r^o = -138\ J/K.mol$$
$$\Delta S_r^o\ KJ/K.mol = -138\ J/K.mol \times \frac{1\ kJ}{1000\ J}$$
$$\Delta S_r^o = -0.138\ KJ/K.mol$$

جـ) حساب ΔG_r^o : نحول درجة الحرارة من وحدة C^o الى وحدة الكلفن K :

$$T(K) = t(C^o) + 273$$
$$T(K) = 25(C^o) + 273 = 298K$$
$$\Delta G_r^o = \Delta H_r^o - T\Delta S_r^o$$
$$\Delta G_r^o = -1368\ KJ/mol - 298K\ (-0.138KJ/K.mol)$$
$$\Delta G_r^o = -1368\ KJ/mol + 41KJ/mol)$$
$$\Delta G_r^o = -1327\ KJ/mol$$

والتفاعل تلقائي لان ΔG سالبة .

(سؤال واجب) (طريقة الحل مشابهة لـ س12 اعلاه) (2019 /د 1)

سؤال 6/ جد قيمة ΔG_r^o للتفاعل $2CO_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)}$ الذي يجري بالظروف القياسية اذا اعطيت المعلومات الاتية :

$\Delta H_f^o(CO_{2(g)}) = -393.5\ KJ/mol$ ، $\Delta H_f^o(CO_{(g)}) = -110.5\ KJ/mol$ ،

$S^o(CO_2) = 214\ J/K.mol$ ، $S^o(CO) = 198\ J/K.mol$ ، $S^o(O_2) = 205\ J/K.mol$

سؤال 11/ تتفكك كاربونات الكالسيوم حسب المعادلة الاتية :

$CaCO_{3(S)} \longrightarrow CaO_{(S)} + CO_{2(g)}$ فاذا علمت ان ΔS_r^o قيمة للتفاعل $160\ J/K.mol$

ΔH_f^o لكل من CO_2 , CaO , $CaCO_3$ هي على التوالي بوحدات KJ/mol

$(-393.5$ ، -635 ، $-1207)$ جد :

1) ΔH_r^o للتفاعل ثم ارسم مخطط للطاقة 2) ΔG_r^o للتفاعل

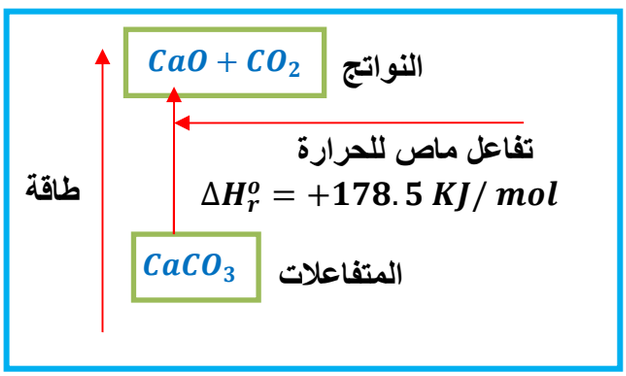
3) درجة الحرارة التي سيصبح عندها التفاعل تلقائي . (2015 /د 2) (2016/د3 ولكن ΔH_r^o معلومة).

ج/

1) نجد ΔH_r^o :

$$\Delta H_r^o = \sum n\Delta H_f^o\ (products) - \sum n\Delta H_f^o\ (reactants)$$
$$\Delta H_r^o = [\Delta H_f^o(CaO) + \Delta H_f^o(CO_2)] - [\Delta H_f^o(CaCO_3)]$$
$$\Delta H_r^o = [-635 + (-393.5)] - [-1207]$$
$$\Delta H_r^o = -635 - 393.5 + 1207 = +178.5\ KJ/mol$$

التفاعل اعلاه تفاعل تفكك وجميع تفاعلات التفكك ماصة .



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

2) نجد ΔG_r^o :

نحول وحدة ΔS الى $KJ/K.mol$:

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

نجد $T(K)$:

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

نطبق علاقة كبس :

$$\Delta G_r^o = \Delta H_r^o - T\Delta S_r^o$$
$$\Delta G_r^o = +178.5\ KJ/mol - 298K\ (0.16KJ/K.mol)$$
$$\Delta G_r^o = +178.5\ KJ/mol - 47.68\ KJ/mol$$
$$\Delta G_r^o = +130.8\ KJ/mol$$ (التفاعل غير تلقائي)

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

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

اي التفاعل تلقائي في درجات الحرارة العالية (بالتسخين) .

سؤال 22/ للتفاعل $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(g)}$
احسب قيمة ΔS_r^o للتفاعل بوحدات $J/K.mol$ علماً بأن: $\Delta G_f^o(H_2O) = -228\ KJ/mol$
و $\Delta H_f^o(H_2O) = -242\ KJ/mol$ .. (2018 – د2)

ج/

1) نجد ΔH_r^o :

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

(او من العلاقة $\Delta H_f^o = \frac{\Delta H_r^o}{n\text{المتكونة}}$)

$$\Delta H_r^o = [2\Delta H_f^o(H_2O)] - [2\Delta H_f^o(H_2) + \Delta H_f^o(O_2)]$$

$$\Delta H_r^o = [2(-242)] - [2(0) + 0] = -484\ KJ/mol$$

2) نجد ΔG_r^o :

$$\Delta G_r^o = \sum n\Delta G_f^o\ (products) - \sum n\Delta G_f^o\ (reactants)$$

(او من العلاقة $\Delta G_f^o = \frac{\Delta G_r^o}{n\text{المتكونة}}$)

$$\Delta G_r^o = [2\Delta G_f^o(H_2O)] - [2\Delta G_f^o(H_2) + \Delta G_f^o(O_2)]$$

$$\Delta G_r^o = [2(-228)] - [2(0) + (0)] = -456\ KJ/mol$$

3) نجد ΔS_r^o : (من علاقة كبس)

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

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

$$-456 = -484 - 298\ \Delta S_r^o$$

$$298\ \Delta S_r^o = -28$$

ΔH_f^o و ΔG_f^o تساوي صفر لغازي O_2 و H_2 لانهما بأثبت صورة

$$\Delta S_r^o = -0.094\ KJ/K.mol$$

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

(سؤال واجب) للتفاعل $3O_{2(g)} \longrightarrow 2O_{3(g)}$ عند درجة حرارة $25C^o$ و ضغط $1atm$ قيمة S^o لـ $O_2 = 205J/K.mol$ و قيمة S^o لـ $O_3 = 239J/K.mol$ و ΔG_f^o لـ $= 163KJ/mol$
O_3 ، احسب ΔH_f^o لـ O_3 ؟

سؤال 30/ علل ما ياتي على ضوء علاقة كبس $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

1) عملية انصهار الجليد تلقائية بالظروف الاعتيادية (2018 /د 1) (2018 /د2 خ ق) (2019 /د 3)

$$H_2O_{(S)} \longrightarrow H_2O_{(l)}$$

ΔH موجبة (+) ماص لان العملية انصهار
ΔS موجبة (+) زيادة في الانتروبي لانه انصهار
ΔG سالبة (−) لانه تلقائي من السؤال

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

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

2) لا يتحلل الماء الى عناصره الاولية بالظروف الاعتيادية (2017 – د1/ موصل)

(جميع تفاعلات التفكك (التحلل) ماصة $+\Delta H$)

$$H_2O_{(l)} \longrightarrow H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)}$$

ΔH موجبة (+) ماص لانه تفكك
ΔS موجبة (+) زيادة في الانتروبي بسبب تحول السائل الى غاز
ΔG موجبة (+) لانه غير تلقائي من السؤال

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

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

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

$$SO_{2(g)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow H_2SO_{3(l)}$$

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

ملاحظة: ذوبان الغاز في سائل ΔS سالبة $(-)$ امـــا ذوبان الصلب في سائل ΔS موجبة $(+)$

4) لا تتفكك كاربونات الكالسيوم بدرجات الحرارة الاعتيادية

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

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$
$+ = + \quad -(+)$
$+ = + \quad -$
$\Delta \ \Delta H > T\Delta S$ التفاعل غير تلقائي بسبب

ΔH موجبة $(+)$ ماص لانه تفكك
ΔS موجبة $(+)$ بسبب تحرر غاز من صلب
ΔG موجبة $(+)$ لانه غير تلقائي من السؤال

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

$$2HgO_{(S)} \longrightarrow 2Hg_{(l)} + O_{2(g)}$$

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$
$- = + \quad -(+)$
$- = + \quad -$
$T\Delta S > \Delta H$ العملية تلقائية بسبب

ΔH موجبة $(+)$ ماص لانه تفكك
ΔS موجبة $(+)$ بسبب تحرر غاز من صلب
ΔG سالبة $(-)$ لانه تلقائي من السؤال

6) ينجمد الماء تلقائياً بدرجات الحرارة المنخفضة جداً وليس بدرجات الحرارة الاعتيادية .
(ت/ 2017) (د1 – 2017)(ت – 2019)

$$H_2O_{(l)} \longrightarrow H_2O_{(S)}$$

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$
$- = - \quad -(-)$
$- = - \quad +$
$\Delta H > T\Delta S$ العملية تلقائية بسبب

ΔH سالبة $(-)$ باعث لان العملية انجماد
ΔS سالبة $(-)$ نقصان في الانتروبي لانه انجماد
ΔG سالبة $(-)$ لانه تلقائي من السؤال

7) يتحلل الاوزون الى الاوكسجين تلقائياً بالظروف الاعتيادية .
(د/ 2017 -3 موصل)

$$2O_{3(g)} \longrightarrow 3O_{2(g)}$$

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$
$- = - \quad -(+)$
$- = - \quad -$
العملية تلقائية دائماً

ΔH سالبة $(-)$ باعث (الاوزون حالة خاصة)
ΔS موجبة $(+)$ بسبب تحرر 3 مول من الغاز من 2 مول
ΔG سالبة $(-)$ لانه تلقائي من السؤال

8) بعض الاملاح تذوب في الماء تلقائياً بالرغم من ان عملية ذوبانها تصاحبها امتصاص حرارة .
(د1/ 2019) (د3/ 2017) (ت – 2018) (د2 – 2017/ موصل) (د1 – 2018/ خ ق)

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$
$- = + \quad -(+)$
$- = + \quad -$
$T\Delta S > \Delta H$ العملية تلقائية بسبب

ΔH موجبة $(+)$ ماص من السؤال
ΔS موجبة $(+)$ تزداد الانتروبي عند ذوبان الصلب في السائل
ΔG سالبة $(-)$ لانه تلقائي من السؤال

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 :

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

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 ، لذا يبدو التفاعل في تلك الحالة قد توقف .

انواع التفاعلات الانعكاسية:

1)التفاعلات الانعكاسية المتجانسة:
التفاعلات التي تكون فيها المواد المتفاعلة والناتجة جميعها في طور واحد .

2) التفاعلات الانعكاسية الغير المتجانسة: (2017 – د2) (2018 – د2) (2019 /د 1)
التفاعلات التي تكون فيها المواد المتفاعلة والناتجة في اكثر من طور واحد .

حالة الاتزان الكيميائي:
وهي حالة اتزان ديناميكي (حركي) وليس حالة اتزان استاتيكي (ساكن) يصل اليها التفاعل الانعكاسي عند الاتزان وتكون سرعة التفاعل بكلا الاتجاهين متساوية .

قانون فعل الكتلة: (2017 – د1/ موصل) (2018 – ت)
عند ثبوت درجة الحرارة فان سرعة التفاعل الكيميائي تتناسب طردياً مع التراكيز المولارية للمواد المتفاعلة كلا منها مرفوع الى اس يمثل عدد المولات الموضوع امام كل مادة 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 .

ج/

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

انواع ثابت الاتزان K_{eq}

1) K_C – ثابت الاتزان بدلالة التراكيز المولارية
2) K_P - ثابت الاتزان بدلالة الضغوط الجزيئية

حساب ثابت الاتزان K_{eq}

1) ايجاد ثابت الاتزان بصورة مباشرة:
اي عندما تكون تراكيز المواد المتفاعلة والناتجة (او الضغوط الجزيئية) معلومة عند الاتزان .

2) طريقة استخدام الجدول: وفي هذه الحالة تكون المسائل بعدة انواع منها :
1) ثابت الاتزان (K_C و K_P) معلوم ، والتراكيز او الضغوط الابتدائية معلومة ، والمطلوب تراكيز او ضغوط عند الاتزان .
2) التراكيز اوالضغوط الابتدائية معلومة ، وتركيز او ضغط احد المواد المتفاعلة او الناتجة معلوم عند الاتزان والمطلوب K_C .
3) قيمة K_C معلومة ، والتراكيز عند الاتزان معلومة ، والمطلوب تراكيز ابتدائية .

مسائل K_C – ثابت الاتزان بدلالة التراكيز المولارية

مثال 2/ في احد التجارب العلمية ادخل $0.625mol$ من غاز N_2O_4 في وعاء سعته $5L$ فتفكك الغاز حسب التفاعل التالي وبدرجة حرارة معينة . وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان تركيز N_2O_4 المتبقي يساوي $0.025mol/L$ احسب قيمة K_C لهذا التفاعل $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$

ج/

1) نحسب المولارية للتراكيز الابتدائية:

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

2) كتابة الجدول:

M	$N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons$	$2NO_{2(g)}$
التراكيز الابتدائية	0.125	0.0
التغير في التراكيز	$-x$	$+2x$
التراكيز عند الاتزان	$0.125-x$	$2x$

3) نجد قيمة x من تركيز N_2O_4 المتبقي :
بما ان $[N_2O_4]$ عند الاتزان يساوي تركيزه المتبقي لذا فأن قيمة x تحسب كالاتي:

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

اما $[NO_2]$ عند الاتزان فهو :

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

3) حساب K_C :

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

(سؤال واجب) للتفاعل $2CO_{(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{2(g)}$ وضع في اناء حجمه لتر $0.8mol$ من غاز CO_2 وبدرجة حرارة معينة وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان ربع كمية الغاز قد تفككت . احسب K_C . ($K_C = 0.011$ ، د2/خ ق – 2017 ، احسب التركيز الابتدائي)

سؤال 24/ في التفاعل الغازي الاتي: $3H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$ وضعت كميات مختلفة (مولات مختلفة) من H_2 و N_2 في اناء سعة لتر وعند وصول التفاعل لحالة الاتزان وجد ان ما استهلك من H_2 يساوي $0.3mol$ وما تبقى من N_2 يساوي $0.2mol$ ما عدد مولات كل من H_2 و N_2 قبل التفاعل علما ان ثابت بان ثابت الاتزان K_C للتفاعل يساوي 200 . (3د – 2017) (3 د/ 2019)

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

3) **كتابة الجدول:**

M	$3H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightleftharpoons$		$2NH_{3(g)}$
التراكيز الابتدائية	y	z	0.0
التغير في التراكيز	$-3x$	$-x$	$+2x$
التراكيز عند الاتزان	$y-3x$	$z-x$	$2x$

4) **نجد قيمة x من تركيز H_2 المستهلك :**

$$3x = 0.3mol \quad \Rightarrow \quad x = 0.1mol$$

نجد قيمة z من تركيز N_2 المتبقي :

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

نجد قيمة y من K_C والتراكيز عند الاتزان:

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

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

$$y - 0.3 = 0.1 \quad \Rightarrow \quad y = 0.4\,mol$$

سؤال 19/ اذا كانت درجة تفكك مول واحد N_2O_4 الى NO_2 هي $20\ \%$ عند درجة حرارة $27C^o$ وضغط $1atm$ وفي اناء حجمه لتر واحد . احسب قيمة K_C للتفاعل . (معلومة: درجة التفكك تساوي الجزء الى الكل مضروباً في 100) .

ج/ نجد اولاً تركيز المتفكك (x) من $\%$ ثم نجد التراكيز عند الاتزان ثم نجد K_C ثم K_P وكالاتي:

1) **كتابة الجدول:**

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) **نجد تركيز N_2O_4 المتفكك (x) :**

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

3) **التراكيز عند الاتزان هي:**

$$[N_2O_4] = 1 - x = 1 - 0.2 = 0.8\,mol/L$$
$$[NO_2] = 2x = 2(0.2) = 0.4mol/L$$

4) **نجد K_C :**

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

سؤال 17/ للتفاعل المتزن: $CO_{2(g)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{(g)} + H_2O_{(g)}$ وفي اناء حجمه لتر واحد تم خلط مولات متساوية من CO_2 و H_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 ؟ (3 د/ 2017)

ج/

1) الفرضية: نفرض ان عدد المولات لكل من CO_2 و H_2 في بدائية التفاعل $= y$
(وهي تساوي المولارية لان الحجم واحد لتر)

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 :

$$n_T = n_{CO_2} + n_{H_2} + n_{CO} + n_{H_2O}$$

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

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

4) نجد قيمة x من K_C :

$$K_C = \frac{[CO][H_2O]}{[CO_2][H_2]} \quad \Rightarrow \quad 4 = \frac{x^2}{(1.5-x)^2} \quad \surd$$

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

5) نجد التراكيز المولارية عند الاتزان:

$$[CO_2] = [H_2] = y - x = 1.5 - 1 = 0.5\ mol/L$$

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

مسائل K_P – ثابت الاتزان بدلالة الضغوط الجزيئية

سؤال 16/ 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 $\frac{1}{2}$ فما ضغطا غازي Cl_2 و PCl_3 في بداية التفاعل . (2019 – ت)

ج/

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

2) كتابة الجدول:

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

3) نجد قيمة (x) :

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

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

نجد قيمة x بعد مساوة المعادلتين:

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

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 :

$$K_P = \frac{P_{PCl_5}}{P_{PCl_3}\ P_{Cl_2}} \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{6} = \frac{(y-1)}{(y+1)(1)}$$

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

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

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

العلاقة بين الطاقة الحرة ΔG وثابت الاتزان:

$$\Delta G = \Delta G_r^o + RTLn\frac{[G]^g[H]^h}{[A]^a[B]^b}$$

$$\Delta G_r^o = -RTLnK_{eq}$$

$$\Delta G_r^o = -2.303RTlogK_{eq}$$

R – ثابت الغازات بوحدات الطاقة ويساوي $\left(R = 8.314\frac{J}{K.mol}\right)$

T – درجة الحرارة بالكلفن

مثال 5/ اذا علمت ان ΔG^o للتفاعل تساوي $\Delta G^o = -104KJ/mol$ عند درجة حرارة $25C^o$ و ضغط $1atm$

$HCl_{(l)} + CHCl_{3(g)} \rightleftharpoons CCl_{4(l)} + H_{2(g)}$

احسب ثابت الاتزان K_{eq} عند الظروف نفسها . (معلومة : $Ln1.7 \times 10^{18} = 42$)

ج/

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

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

2) يجب ملاحظة توحيد وحدات R مع ΔG^o :

(بحيث ان كليهما يجب ان يعبر عنها بالجول J) اي نحول وحدة ΔG^o من KJ الى وحدة J)

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

3) نجد K_{eq} من ΔG_r^o :

$$\Delta G_r^o = -RTLnK_{eq}$$

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

$$LnK_{eq} = 42$$

$\because$ $Ln1.7 \times 10^{18} = 42$

$\therefore$ $LnK_{eq} = Ln1.7 \times 10^{18}$

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

سؤال 6/ ثابت الاتزان لتفاعل ما عند $25C^o$ يساوي 1×10^{-5} و ΔS_r^o للتفاعل نفسه يساوي $-0.5\ KJ/K.mol$ ، احسب ΔH_r^o للتفاعل ؟

ج/ من ثابت الاتزان نجد ΔG_r^o ثم من علاقة كبس نجد ΔH_r^o :

1)

$$\Delta G_r^o = -RTlnK_{eq}$$

$$\Delta G_r^o = -8.314 \times 298\ ln\ 10^{-5}$$

$$\Delta G_r^o = 8.314 \times 298 \times 5 \times 2.3 = 28492\ \frac{J}{mol}$$

$$\Delta G_r^o = 28.5\ \frac{KJ}{mol}$$

2)

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

$$28.5 = \Delta H_r^o - 298(-0.5)$$

$$28.5 = \Delta H_r^o + 149$$

$$\Delta H_r^o = -120.5\ \frac{KJ}{mol}$$

قاعدة لوشاتليه:

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 الموثر ليصل التفاعل الى حالة اتزان جديدة .

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

1) تاثير التغير بالتراكيز:

مثال: $3H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$ (2017 – د1/كيف يمكن زيادة الانتاج)

القاعدة:

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

2) تأثير تغير الضغط والحجم:

القاعدة:

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) تأثير درجة الحرارة:

القاعدة:

1) بالتسخين يتجه التفاعل بالاتجاه الماص
(اي بالاتجاه الذي يقلل من الحرارة التي سخن فيها التفاعل حسب قاعدة لوشاتليه)
2) بالتبريد يتجه التفاعل بالاتجاه الباعث
(اي بالاتجاه الذي يبعث حرارة لتعويض الحرارة التي برد اليها التفاعل حسب القاعدة .

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 فأن 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 فأن K_{eq} تزداد .

2) عندما يتجه التفاعل بالاتجاه الخلفي بتغير درجة الحرارة فأن K_{eq} تقل .

ملخص لوشاتليه:

ت	العامل المؤثر	حالة الاتزان	K_{eq}
1	تغير التراكيز	اضافة متفاعلات او سحب نواتج يتجه بالاتجاه الامامي اضافة نواتج او سحب متفاعلات يتجه بالاتجاه الخلفي	لا يؤثر
2	تغير الضغط	زيادة الضغط (نقصان الحجم) يتجه التفاعل نحو عدد المولات الاقل	لا يؤثران
3	تغير الحجم	تقليل الضغط (زيادة الحجم) يتجه التفاعل نحو عدد المولات الاكبر .	
4	تغير درجة الحرارة	بالتبريد يتجه التفاعل بالاتجاه الباعث بالتسخين يتجه التفاعل بالاتجاه الماص .	يزداد اذا كان امامي يقل اذا كان خلفي
5	اضافة عامل مساعد	لا يؤثر حيث يقلل من طاقة التنشيط فقط وتأثيره على سرعة التفاعل بكلا الاتجاهين متساوية .	لا يؤثر

تمرين 8/ يصل مزيج الغازات C_2H_4 و H_2 و C_2H_6 الموضوعة في وعاء مغلق عند $25C^o$ الى حالة الاتزان كما في التفاعل الاتي: $C_2H_{4(g)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons C_2H_{6(g)} + 137KJ/mol$

صف عدد من الاجراءات 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 بأستمرار 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 .

سؤال 22/ للتفاعل المتزن الاتي: $2SO_{3(g)} \rightleftharpoons 2SO_{2(g)} + O_{2(g)}$ وجد ان خليط الاتزان بدرجة حرارة $25C^o$ يحتوي على: $[SO_3] = 0.002mol/l$ و $[SO_2] = 0.08mol/L$ و $[O_2] = 0.01mol/L$ وعند تبريد التفاعل الى $10C^o$ وجد K_C للتفاعل يساوي 4 بين هل التفاعل باعث ام ماص للحرارة . (2017 /د3- موصل- بتغير الارقام) (2014/د2- خاص) (2016/د1- بتغير التراكيز)

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

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

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

K_C	$t(C^o)$
16	25
4	10

قلت قيمة الثابت ← تبريد

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 .

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

سؤال 13/ للتفاعل المتزن: $A_{(g)} \rightleftharpoons 2B_{(g)}$ كانت تراكيز الاتزان للمواد كما في تجارب الجدول التالي ، احسب K_C للتفاعل بدرجات الحرارة المختلفة ثم بين هل التفاعل ماص ام باعث للحرارة: (2017 – د2)

	$A/(mol/L)$	$B/(mol/L)$	درجة الحرارة/C^o
(1	0.01	0.8	127
(2	0.1	0.7	227

ج/

ت	A (mol/L)	B (mol/L)	tC^o	$K_C = \frac{[B]^2}{[A]}$
1	0.01	0.8	127	$K_C = \frac{(0.8)^2}{(0.01)} = 64$
2	0.1	0.7	227	$K_C = \frac{(0.7)^2}{(0.1)} = 4.9$

بما ان رفع درجة الحرارة(بالتسخين) يتجه التفاعل نحو الماص حسب القاعدة , ولكن نلاحظ ان قيم K_C قلت فهذا يدل على ان التفاعل الخلفي هو الماص اي الامامي باعث للحرارة .

سؤال 5/ علل ما يأتي:

1) في التفاعل الافتراضي المتزن: $A_{(g)} \rightleftharpoons B_{(g)} +$ طاقة لا تتغير حرارة اناء التفاعل عند زيادة الضغط الكلي .

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

2) 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 والامامي هو الباعث .(2018 – د2)

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

ج/ بما ان رفع درجة الحرارة يتجه بأتجاه الماص دائماً (حسب القاعدة) وحيث ان التفاعل الامامي ماص للحرارة اي يتجه بالاتجاه الامامي نحو النواتج فتزداد قيمة K_C . (2018 /د1 – خ ق) (2019 /د 1)

5) تتوقف بعض التفاعلات تماماً بينما تظهر تفاعلات اخرى وكأنها متوقفة . (2017 – د2) (2019 /د 3)

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 والخلفي متساوية ولكنها مستمرة في كلا الاتجاهين .

الفصل الثالث - الاتزان الايوني

المواد غير الالكتروليتية: (2017 /ت) (2019 /د 3)

وهي المواد التي تكون محاليلها المائية غير موصلة للتيار الكهربائي رغم ذوبانها في الماء ، أي انها لاتتفكك أي لاتعطي ايونات سالبة وايونات موجبة ، مثال السكروز وخلات المثيل .

المواد الالكتروليتية: (2018 – د2/خ ق)

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) الالكتروليتات القوية: (2018 – د2 – علل) (2019 – د1/ خ ق)

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:

1) حامض الهيدروكلوريك $HCl_{(aq)} \longrightarrow H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$

2) حامض الهيدروبروميك $HBr_{(aq)} \longrightarrow H^+_{(aq)} + Br^-_{(aq)}$

3) حامض النتريك $HNO_{3(aq)} \longrightarrow H^+_{(aq)} + NO^-_{3(aq)}$

4) حامض الكبريتيك $H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow 2H^+_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)}$

القواعد القوية:

1) هيدروكسيد الصوديوم $NaOH_{(aq)} \longrightarrow Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$

2) هيدروكسيد البوتاسيوم $KOH_{(aq)} \longrightarrow K^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$

3) هيدروكسيد الباريوم $Ba(OH)_{2(aq)} \longrightarrow Ba^{2+}_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)}$

4) هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_{2(aq)} \longrightarrow Ca^{2+}_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)}$

س كيف تحسب تراكيز الايونات للالكتروليتات القوية في محاليلها المائية ؟

ج/ وذلك بصورة مباشرة من تراكيز الالكتروليتات 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 :

	$Ba(OH)_{2(aq)} \longrightarrow$	$Ba^{2+}_{(aq)}$	$+\ 2OH^-_{(aq)}$
التركيز الابتدائي	0.03 M	0	0
التغير في التركيز	-0.03 M	$+0.03$ M	$+2(0.03)$ M
التركيز النهائي	0	0.03 M	0.06 M

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

2) الالكتروليتات الضعيفة: (2017 /د1 – خ ق- ماهو الفرق بين القوية والضعيفة) (2018 /د1 – خ ق)

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 الهيدروسيانيك $HCN_{(aq)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + CN^-_{(aq)}$

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) $C_6H_5NH_{2(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons C_6H_5NH^+_{3(aq)} + OH^-_{(aq)}$

3) البريدين $C_5H_5N_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons C_5H_5NH^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$

الحسابات:

يمكن حساب تركيز الجزء المتأين لكل من الحامض الضعيف والقاعدة الضعيفة (اي تركيز H^+ او OH^- على التوالي) من العلاقات الاتية:

1) $K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$ و $K_b = \frac{[BH^+]\,[OH^-]}{[B]}$

2) حساب درجة التفكك (التأين) : $\text{درجة التأين} = \frac{\text{تركيز الجزء المتأين عند الاتزان}}{\text{التركيز الابتدائي}}$

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

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

او % للتأين $=$ درجة التأين $\times 100$

تمرين 3/ محلول من حامض الهيدروسيانيك ($K_a = 4.9 \times 10^{-10}$) تركيزه يساوي 0.1 M

احسب : 1) تركيز H^+ 2) درجة التفكك 3) نسبة التفكك المئوية .

ج/ (2017 – د1/ موصل- تركيز H^+ والحامض معلومين والمطلوب K_a)

1) نجد تركيز H^+ :

	$HCN_{(aq)}$	$\rightleftharpoons$	$H^+_{(aq)}$	+	$CN^-_{(aq)}$
التراكيز الابتدائية	0.1 M		0		0
التراكيز عند الاتزان	$(0.1 - x)$ M		x M		x M

$$K_a = \frac{[CN^-][H^+]}{[HCN]} \Rightarrow 4.9 \times 10^{-10} = \frac{x^2}{0.1}$$

$$x^2 = 49 \times 10^{-12} \quad \surd \Rightarrow x = 7 \times 10^{-6}\ \text{M} = [H^+]$$

2) نجد درجة التفكك:

$$\text{درجة التفكك} = \frac{\text{تركيز ايون } OH^- \text{ عند الاتزان}}{\text{التركيز الابتدائي للقاعدة}} = \frac{7\times10^{-6}}{0.1} = 7\times10^{-5}$$

3) نجد نسبة التفكك المئوية:

$$\text{النسبة المئوية للتأين} = \text{درجة التاين} \times 100$$
$$\text{النسبة المئوية للتأين} = 7\times10^{-5}\times100 = 7\times10^{-3}\%$$

4) % للتأين:

$$\text{النسبة المئوية للتأين} = \frac{\text{تركيز ايون } H^+ \text{ عند الاتزان}}{\text{التركيز الابتدائي للحامض}} \times 100 = \frac{1.3\times10^{-3}}{0.1}\times100 = 1.3\%$$

تمرين 2/ احسب تركيز OH^- للمحلول المائي للانيلين C_6H_7N $(K_b = 3.8\times10^{-10})$ الذي تركيزه يساوي 0.1 M .

ج/

$$C_6H_7N_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons C_6H_7NH^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

التراكيز الابتدائية	0.1 M	0	0
التراكيز عند الاتزان	$(0.1-x)$ M	x M	x M

$$K_b = \frac{[C_6H_7NH^+][OH^-]}{[C_6H_7N]} \Rightarrow 3.8\times10^{-10} = \frac{x^2}{0.1}$$

$$x^2 = 38\times10^{-12} \quad \surd \Rightarrow x = 6.2\times10^{-6}\ \text{M} = [OH^-]$$

$$\text{درجة التأين} = \frac{\text{تركيز الجزء المتأين عند الاتزان}}{\text{التركيز الابتدائي}} = \frac{6.2\times10^{-6}}{0.1} = 6.2\times10^{-5}$$

التأين الذاتي للماء:

التعريف: هو تفاعل كيميائي ينتقل فيه بروتون من جزى ماء الى جزى 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 .

لتنتج العلاقة الاتية: $[H^+]\times[OH^-] = 1\times10^{-14}$

ملخص :

عند $25C^o$	الحالة العامة	المحلول	مثال
$[H^+] = [OH^-] = 1\times10^{-7}\ M$	$[H^+] = [OH^-]$	متعادل	الماء والاملاح المتعادلة
$[H^+] > 1\times10^{-7}$ ، $[OH^-] < 1\times10^{-7}$	$[H^+] > [OH^-]$	حامضي	الحوامض والاملاح الحامضية
$[H^+] < 1\times10^{-7}$ ، $[OH^-] > 1\times10^{-7}$	$[H^+] < [OH^-]$	قاعدي	القواعد والاملاح القاعدية

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

ج/ حامض النتريك حامض قوي فنجد تركيز H^+ بصورة مباشرة بعد كتابة المعادلة ثم نجد OH^- من علاقة K_w :

$$HNO_{3(aq)} \longrightarrow H^+_{(aq)} + NO^-_{3(aq)}$$

	$HNO_{3(aq)}$	$H^+_{(aq)}$	$NO^-_{3(aq)}$
التركيز الابتدائي	0.05 M	0	0
التغير في التركيز	−0.05 M	+0.05 M	+0.05 M
التركيز النهائي	0	0.05 M	0.05 M

∴ تراكيز الايونات هي $[H^+] = 0.05$ M

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

تمرين 8/ احسب قيم $[H^+]$ و PH و $[OH^-]$ و POH للمحلول المائي لـ $Ca(OH)_2$ تركيزه 0.015 M . هل المحلول حامضي ام قاعدي ؟ ولماذا ؟ $(log3 = 0.48)$

ج/

$$Ca(OH)_{2(aq)} \longrightarrow Ca^{2+}_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)}$$

	$Ca(OH)_{2(aq)}$	$Ca^{2+}_{(aq)}$	$2OH^-_{(aq)}$
التركيز الابتدائي	0.015 M	0	0
التغير في التركيز	−0.015 M	+0.015 M	+2(0.015) M
التركيز النهائي	0	0.015 M	0.03 M

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

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

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

3) POH $\quad POH = -log[OH^-] = -log0.03 = -log(3 \times 10^{-2})$

$$POH = -log3 - log10^{-2} = -0.48 + 2 = 1.52$$

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

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

مثال 7/ احسب PH لمحلول الامونيا بتركيز 0.18 M علماً ان ثابت تأينها يساوي 1.8×10^{-5} .

ج/ $(log1.8 = 0.26)$

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

	NH_3	NH_4^+	OH^-
التراكيز الابتدائية	0.18	0	0
التغير بالتراكيز	$0.18 - x$	x	x

$$K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]}$$
$$1.8 \times 10^{-5} = \frac{[x]^2}{0.18}$$
$$x = 1.8 \times 10^{-3} M = [OH^-]$$

$$POH = -log[OH^-] = -log\ 1.8 \times 10^{-3}$$
$$POH = -log1.8 - log10^{-3} = 0.26 + 3 = 2.74$$
$$PH + POH = 14$$
$$PH = 14 - 2.74 = 11.26$$

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

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

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

انواع المسائل:

1) اذا كان ناتج log الرقم يساوي عدد صحيح ، فيحل بصورة مباشرة :

مثال: $PH = 3 \Rightarrow [H^+] = 10^{-PH} = 10^{-3}$ M

2) اذ كان ناتج log عدد كسري ، فيضاف $\mp$ العدد التالي للعدد الصحيح في الكسر:

مثال: $PH = 2.7 \Rightarrow [H^+] = 10^{-PH} = 10^{-2.7} = 10^{-2.7+3-3}$

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

سؤال 15/ كم هي كتلة هيدروكسيد البوتاسيوم $(M = 56g/mol)$ اللازم اضافتها الى $200ml$ من الماء لتصبح قيمة PH المحلول الناتج تساوي 11 ؟ (2015 /د1- خاص)

ج/

1) نجد POH من PH :

$$PH + POH = 14 \Rightarrow POH = 14 - 11 = 3$$

2) نجد $[OH^-]$:

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

3) KOH قاعدة قوية ولها تفكك تام :

$$KOH_{(aq)} \longrightarrow K^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$
$$[KOH] = [OH^-] = 10^{-3}\ M$$

4) نجد كتلة القاعدة :

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

سؤال 3/ ما عدد غرامات CH_3COOH $(M = 60g/mol)$ الواجب اضافتها الى $250ml$ من الماء المقطر ليصبح PH المحلول بعد الاضافة 2.7 علماً بأن PK_a للحامض $= 4.74$.
$(log2 = 0.3 \ ، \ log1.8 = 0.26)$

ج/

1) نجد $[H^+]$ 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) نجد K_a من PK_a :

$$K_a = 10^{-K_a} = 10^{-4.74} = 10^{-4.74+5-5} = 10^{0.26} \times 10^{-5} = 1.8 \times 10^{-5}$$

3) نجد مولارية الحامض M من K_a و$[H^+]$:

$$CH_3COOH_{(aq)} \rightleftharpoons CH_3COO^-_{(aq)} + H^+_{(aq)}$$

$$K_a = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]} \quad \Rightarrow \quad 1.8 \times 10^{-5} = \frac{(2\times10^{-3})^2}{[CH_3COOH]}$$

$$[CH_3COOH] = \frac{4 \times 10^{-6}}{1.8 \times 10^{-5}} = 0.22 \text{ M}$$

4) نجد غرامات الحامض من المولارية M :

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

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

$$m(g) = 0.22mol/L \times 60g/mol \times 250\text{ml} \times \frac{1\text{L}}{1000ml} = 3.3g$$

سؤال 17/ احسب قيمة الاس الهيدروجيني PH لمحلول نتج من تخفيف $1ml$ من 10 M حامض الهيدروكلوريك الى لتر بالماء . $(log1.36 = 0.134)$

ج/

1) نجد تركيز الحامض بعد الاضافة من قانون التخفيف:

$$\text{M}_1 \times V_1 = \text{M}_2 \times V_2$$

$$10 \times 1ml \times \frac{1\text{ L}}{1000\text{ mL}} = \text{M}_2 \times 1L \quad \Rightarrow \quad \text{M}_2 = 0.01$$

2) نجد $[H^+]$:

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

3) نجد قيمة PH :

$$PH = -log[H^+] = -log0.0136$$

$$PH = -log1.36 - log10^{-2} = -0.134 + 2 = 1.866$$

سؤال 17/

1) $1ml$ من HCl تركيزه 10 M .
2) $1ml$ من $NaOH$ تركيزه 10 M

ج/

1) $PH = 7$ للماء قبل اضافة الحامض وهو PH_1

2) نجد مولارية HCl بعد الاضافة من قانون التخفيف:

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$
$$10\ M \quad M_2 \times 1L \times 1ml \times \frac{1L}{1000ml} =$$
$$M_2 = 0.01mol/L$$

3) نجد تركيز ايون H^+ :

$$HCl_{(aq)} \longrightarrow H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$
$0.01 \quad 0 \quad 0$
$0 \quad 0.01 \quad 0.01$

4) نجد PH و ΔPH :

$$PH = -log[H^+] = -log10^{-2} = 2$$

$PH_2 = 2$ وهو PH الماء بعد الاضافة

$$\Delta PH = PH_2 - PH_1$$
$$\Delta PH = 2 - 7 = -5$$

1) $PH = 7$ للماء قبل اضافة القاعدة وهو PH_1

2) نجد مولارية $NaOH$ بعد الاضافة من التخفيف:

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$
$$10\ M \quad M_2 \times 1L \times 1ml \times \frac{1L}{1000ml} =$$
$$M_2 = 0.01mol/L$$

3) نجد تركيز ايون OH^- :

$$NaOH_{(aq)} \longrightarrow Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$
$0.01 \quad 0 \quad 0$
$0 \quad 0.01 \quad 0.01$

4) نجد PH و ΔPH :

$$[H^+] \times [OH^-] = 1 \times 10^{-14}$$
$$[H^+] = \frac{1 \times 10^{-14}}{10^{-2}} = 10^{-12}\ M$$
$$PH = -log[H^+] = -log10^{-12} = 12$$
$$\Delta PH = PH_2 - PH_1 = 12 - 7 = +5$$

الاملاح

1) **ملح مشتق من حامض قوي وقاعدة قوية:** مثال ملح كلوريد الصوديوم $NaCl$:

س/ تكون المحاليل المائية لاملاح الحوامض القوية والقواعد القوية متعادلة ، علل ذلك ؟ (2017/ د2)

ج/ وذلك لان الايونات الناتجة من الحامض القوي والقاعدة القوية لا تتفاعل مع الماء عند اذابتها فيه فيبقى تركيز H^+ يساوي تركيز OH^- ويساوي 1×10^{-7} M لكل منهما و PH للمحلول يساوي 7 اي يكون المحلول المائي متعادلاً . (2017/ د2- موصل- احسب PH $NaNO_3$)

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

س/ عند اضافة املاح مشتقة من قواعد قوية وحوامض ضعيفة في الماء يكون المحلول ذا صفة قاعدية دائماً ، علل ذلك ؟ (2017 – د1) (2017 /د 3)

ج/ وذلك لانه عند ذوبان هذا النوع من الاملاح في الماء فأن الايون الناتج من الحامض الضعيف يتفاعل مع الماء (يكتسب 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 :

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

ج/ وذلك لانه ذوبان هذا النوع من الاملاح فأن الايون الناتج من القاعدة الضعيفة 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_3COOH و CH_3COONa)
2) قاعدة ضعيفة وملحها (مثال NH_3 و NH_4Cl)

القوانين:

1) الحامض الضعيف وملحه:	$PH = PK_a + log\frac{[salt]}{[acid]}$ ، $[H^+] = K_a \times \frac{[acid]}{[salt]}$
2) القاعدة الضعيفة وملحها:	$POH = PK_b + log\frac{[salt]}{[base]}$ ، $[OH^-] = K_b \times \frac{[base]}{[salt]}$

مثال 9/ احسب تركيز ايون H^+ و PH لمحلول مكون من مزيج من 0.1 M حامض الخليك و 0.2 M خلات الصوديوم . $K_a(CH_3COOH) = 1.8 \times 10^{-5}$ $(log3 = 0.48)$ (2014/د 2 – خاص)

ج/ المحلول ايون مشترك مكون من حامض ضعيف وملحه :

1) كتابة المعادلات :

$$CH_3COOH_{(aq)} \rightleftharpoons CH_3COO^-_{(aq)} + H^+_{(aq)}$$
$$CH_3COONa_{(S)} \longrightarrow CH_3COO^-_{(aq)} + Na^+_{(aq)}$$

2) نجد $[H^+]$:

$$[H^+] = K_a \times \frac{[acid]}{[salt]} = 1.8 \times 10^{-5} \times \frac{0.1}{0.2} = 9 \times 10^{-6}$$

3) نجد PH :

$$PH = -log[H^+] = -log9 \times 10^{-6} = -log9 - log10^{-6}$$
$$PH = -log3^2 - log10^{-6} = -2(0.48) + 6 = -0.96 + 6 = 5.04$$

ملاحظة: ويمكن ايجاد PH من العلاقة $PH = PK_a + log\frac{[salt]}{[acid]}$ عندما يعطي $log2$ و $log1.8$.

تمرين 10/ 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 . $(log0.37 = -0.43)$
$K_a(CH_3COOH) = 1.8 \times 10^{-5}$

ج/ المحلول ايون مشترك مكون من حامض ضعيف وملحه :

1) كتابة المعادلات :

$$CH_3COOH_{(aq)} \rightleftharpoons CH_3COO^-_{(aq)} + H^+_{(aq)}$$
$$CH_3COONa_{(S)} \longrightarrow CH_3COO^-_{(aq)} + Na^+_{(aq)}$$

2) نجد PK_a:

$$PK_a = -logK_a = -log1.8 \times 10^{-5} = -log1.8 - log10^{-5}$$
$$PK_a = -0.26 + 5 = 4.74$$

3) نجد تركيز الحامض :

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

$$4.31 = 4.74 + log\frac{0.3}{[acid]}$$

$$log\frac{0.3}{[acid]} = -0.43$$

$$\frac{0.3}{[acid]} = 10^{-0.43} = 10^{-0.43+1-1} = 10^{0.57} \times 10^{-1}$$ (معكوس اللوغارتيم)

$$\frac{0.3}{[acid]} = 3.7 \times 10^{-1} \quad \Rightarrow \quad \frac{0.3}{[acid]} = 0.37$$

$$[acid] = \frac{0.30}{0.37} = \quad 0.81 \text{ M}$$

تمرين 11/ 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 ؟ اذا علمت ان ثابت تفكك القاعدة الضعيفة $K_b(NH_3) = 1.8 \times 10^{-5}$

ج/

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

$$NH_{3(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NH_{4(aq)}^{+} + OH_{(aq)}^{-}$$

التراكيز الابتدائية	0.1 M	0	0
التراكيز عند الاتزان	$(0.1-x)$ M	x M	x M

$$K_b = \frac{[NH_4^+]\,[OH^-]}{[NH_3]} \quad \Rightarrow \quad 1.8 \times 10^{-5} = \frac{x^2}{0.1}$$

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

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

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

$$NH_{3(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NH_{4(aq)}^{+} + OH_{(aq)}^{-}$$
$$NH_4Cl_{(S)} \longrightarrow NH_{4(aq)}^{+} + Cl_{(aq)}^{-}$$

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

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

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

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

اي قلت بمقدار 361 بسبب الايون المشترك

(سؤال واجب) **(الحل بنفس طريقة تمرين 10 اعلاه)**

ماذا يجب ان يكون تركيز كلوريد الامونيوم في محلول يحتوي على امونيا $(PK_b = 4.74)$ بتركيز M 0.1 لتكون قيمة PH المحلول تساوي 9 ؟ $(log1.82 = 0.26)$. (3 د/ 2019)

سؤال 11/ احسب كتلة كلوريد الامونيوم $(M = 53.5g/mol)$ الواجب اضافتها الى $500ml$ من محلول M 0.15 امونيا لجعل قيمة PH المحلول تساوي 9.0 . علماً ان ثابت تفكك الامونيا 1.8×10^{-5} . $log1.8 = 0.26$ (2017 – د1/ موصل)

ج/ المحلول ايون مشترك مكون من قاعدة ضعيفة وملحها:

1) نجد POH من PH :

$$PH + POH = 14 \quad \Rightarrow \quad POH = 14 - 9 = 5$$

2) نجد PK_b :

$$PK_b = -logK_b = -log1.8 \times 10^{-5}$$

$$PK_b = -log1.8 - log10^{-5} = -0.26 + 5 = 4.74$$

3) نجد تركيز الملح من قانون الايون المشترك:

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

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

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

$$log\frac{[salt]}{0.15} = log1.8$$

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

او الحل بطريقة معكوس اللوغارتيم:

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

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

4) نجد كتلة الملح من المولارية:

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

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

سؤال 9/ اذا كان هناك حاجة لتحضير محلول بفر ذو $PH = 9$ من مزج NH_3 مع NH_4Cl . كم يجب ان تكون النسبة بين $\frac{[NH_4^+]}{[NH_3]}$ ؟ علماً ان $PK_b = 4.74$ ، $log1.82 = 0.26$. (د1/ 2014)

ج/

$$PH + POH = 14 \quad \Rightarrow \quad POH = 14 - 9 = 5$$

$$POH = PK_b + log\frac{[salt]}{[base]} \quad \Rightarrow \quad 5 = 4.74 + log\frac{[NH_4^+]}{[NH_3]}$$

$$log\frac{[NH_4^+]}{[NH_3]} = 0.26 \quad \Rightarrow \quad \frac{[NH_4^+]}{[NH_3]} = 10^{0.26}$$

$$\frac{[NH_4^+]}{[NH_3]} = 1.82$$

س/ تزداد درجة تفكك حامض النتروز HNO_2 عند اضافة الماء اليه وتقل عند اضافة نتريت الصوديوم $NaNO_2$ ، علل .

ج/ عند اضافة الماء تقل جزيئات المذاب من الايونات في المحلول ولتعويض النقص يتفكك الحامض اي بالاتجاه الامامي حسب قاعدة لوشاتليه ، اما عند اضافة ملحه فيتكون ايون مشترك اي زيادة في ايون النتريت NO_2^- لذلك فان التفاعل يتجه بالاتجاه الخلفي فيتكون الحامض فتقل درجة التفكك للحامض حسب قاعدة لوشاتليه ايضاً .

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 ضع يف وملحه:

مثال حامض الخليك وخلات الصوديوم

أ- اضافة حامض قوي (HCl) :

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

ب- اضافة قاعدة قوية $(NaOH)$:

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

2) محلول قاعدة ضعيفة وملحها:

مثال الامونيا وملح كلوريد الامونيوم

أ- اضافة حامض قوي (HCl) :

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

ب- اضافة قاعدة قوية $(NaOH)$:

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

مثال 11/ 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 $(PK_a = 4.74)$ $(\log \frac{9}{11} = -0.087)$

المحلول مزيج بفري (ايون مشترك) مكون من حامض الخليك وملح خلات الصوديوم :

1) نجد تركيز حامض HCl من قانون التخفيف:

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

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

$$M_2 = 0.01 mol/L$$

2) نكتب معادلات التفكك الثلاث:

$$CH_3COOH_{(aq)} \rightleftharpoons CH_3COO^-_{(aq)} + H^+_{(aq)}$$

$$CH_3COONa_{(S)} \longrightarrow CH_3COO^-_{(aq)} + Na^+_{(aq)}$$

$$HCl_{(aq)} \longrightarrow H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

تراكيز ابتدائية	0.01	0	0
تراكيز نهائية	0	0.01	0.01

3) نطبق علاقة البفر عند اضافة حامض قوي الى محلول مزيج الحامض الضعيف وملحه:

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

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

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

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

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

سؤال 8/ (أ) ما قيمة الاس الهيدروجيني لمزيج بفري مكون من حامض النتروز (HNO_2) $K_a = 4.5 \times 10^{-4}$ بتركيز 0.12 M ونتريت الصوديوم $NaNO_2$ بتركيز 0.15 M ؟

(ب) احسب قيمة PH المحلول الناتج بعد اضافة $1g$ من هيدروكسيد الصوديوم $(M = 40g/mol)$ الى لتر واحد من محلول البفر . استفد من المعلومات الاتية: (2013 /د1)(2016 / ت)

$(log4.5 = 0.65 \;،\; log2 = 0.3 \;،\; log5 = 0.7 \;،\; log1.8 = 0.26)$

ج/

(أ) نجد PH للمحلول قبل اضافة القاعدة القوية ، والمحلول ايون مشترك مكون من حامض ضعيف وملحه :

$$HNO_{2(aq)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + NO^-_{2(aq)}$$
$$NaNO_{2(S)} \longrightarrow Na^+_{(aq)} + NO^-_{2(aq)}$$

ايون مشترك

$$PK_a = -logK_a = -log4.5 \times 10^{-4} = -log4.5 - log10^{-4}$$
$$PK_a = -0.65 + 4 = 3.35$$

$$PH = PK_a + log\frac{[salt]}{[acid]} \Rightarrow PH = 3.35 + log\frac{0.15}{0.12}$$

$$PH = 3.35 + log\frac{5}{4} \Rightarrow PH = 3.35 + log5 - log2^2$$

$$PH = 3.35 + 0.7 - 2(0.3) = 3.45 = PH_1$$

(ب) نجد PH للمحلول بعد اضافة القاعدة القوية:

$$M = \frac{m(g)}{M(g/mol)} \times \frac{1}{V(L)} = \frac{1(g)}{40(g/mol)} \times \frac{1}{1(L)} = 0.025mol/L$$

	$NaOH_{(aq)}$	$\longrightarrow$	$Na^+_{(aq)}$	$+$	$OH^-_{(aq)}$
التراكيز الابتدائية	0.025		0		0
التراكيز النهائية	0		0.025		0.025

ـ تطبيق القانون:

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

$$PH = 3.35 + log\frac{0.150+0.025}{0.120-0.025} \Rightarrow PH = 3.35 + log\frac{0.175}{0.095}$$

$$PH = 3.35 + log1.8 = 3.35 + 0.26 = 3.61 = PH_2$$

تمرين 12/ احسب قيمة الاس الهيدروجيني (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 الحاصل في قيمة PH وناقش النتيجة . علماً ان $PK_b = 4.74$ ، $log2 = 0.3$ ، $log3 = 0.5$

ج/

أ) نجد PH لمحلول الامونيا وملحها (ايون مشترك) فقط قبل اضافة الحامض القوي وهو PH_1 :

$$NH_{3(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NH^+_{4(aq)} + OH^-_{(aq)}$$
$$NH_4Cl_{(S)} \longrightarrow NH^+_{4(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

$$POH = PK_b + log\frac{[salt]}{[base]}$$
$$POH = 4.74 + log\frac{0.1}{0.1}$$
$$POH = 4.74 + log1 = 4.74$$

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

ب) نجد PH للمحلول بعد اضافة الحامض القوي وهو PH_2:

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

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

$$H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow 2H^+_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)}$$

تراكيز ابتدائية	0.01	0	0
تراكيز نهائية	0	$2(0.01)$	0.01
	0.02		

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

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

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

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

$$POH = 4.74 + log3 - log2$$

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

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

امـــــا ΔPH : $\Delta PH = PH_2 - PH_1 = 9.06 - 9.26 = -0.2$

(سؤال واجب) **(الحل بنفس طريقة تمرين 12 اعلاه)**

محلول بفر يتكون من 0.02 M من NH_4Cl و 0.01 M من NH_3 ، اضيف الى لتر واحد من المحلول $1ml$ من KOH بتركيز 10 M احسب مقدار التغير بـ PH علماً بأن $K_b\ (NH_3) = 1.8 \times 10^{-5}$.
$log2 = 0.3$ (2017 – د2/ تركيز الملح والامونيا 0.2 و 0.4 وتركيز $0.05\ Ba(OH)_2$)

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 .

العلاقة بين نوعي الذوبانية هي :

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

العلاقة بين K_{SP} والذوبانية المولارية S :

$K_{SP} = S^2$ $\qquad$ $K_{SP} = 4S^3$

مثال 12/ ما هي الذوبانية المولارية لملح كبريتات الرصاص $PbSO_4$ ؟ اذا علمت ان ثابت حاصل الذوبان لهذا الملح $K_{SP} = 1.6 \times 10^{-8}$ $(\sqrt{1.6} = 1.26)$.

ج/

$$PbSO_{4(S)} \rightleftharpoons \underset{S}{Pb^{+2}_{(aq)}} + \underset{S}{SO^{-2}_{4(aq)}}$$

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

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

حاصل الاذابة Q_{SP} :

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

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

سؤال 18/ ان تركيز ايون الكالسيوم $(M = 40g/mol)$ في بلازما الدم يساوي $0.1g/L$ فاذا كان تركيز ايون الاوكزالات فيه يساوي 1×10^{-7} M ، هل تتوقع ان تترسب اوكزالات الكالسيوم CaC_2O_4 $(PK_{sp} = 8.64)$ ، $(log2.3 = 0.36)$.

ج/

1) نجد التركيز المولاري(الذوبانية المولارية) لايون Ca^{+2} من الذوبانية الغرامية (g/L):

(او من $M = \frac{m}{M} \times \frac{1}{V}$ لان $v = 1L$)

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

$$\text{الذوبانية المولارية } (mol/L) = \frac{0.1\ (g/L)}{40\ (g/mol)} = 2.5 \times 10^{-3}\ mol/L$$

2) نجد K_{SP} من PK_{sp} :

$$K_{SP} = 10^{-PK_{sp}} = 10^{-8.64} = 10^{-8.64+9-9}$$
$$K_{SP} = 10^{0.36} \times 10^{-9} = 2.3 \times 10^{-9}$$

3) نجد Q_{SP} (حاصل الاذابة):

$$CaC_2O_{4(S)} \rightleftharpoons Ca^{+2}_{(aq)} + C_2O_4{}^{-2}_{(aq)}$$
$$2.5 \times 10^{-3}\ \text{M} \quad 1 \times 10^{-7}\ \text{M}$$
$$Q_{SP} = [Ca^{+2}][C_2O_4{}^{-2}] = (2.5 \times 10^{-3})(1 \times 10^{-7}) = 2.5 \times 10^{-10}$$

وبما ان $K_{SP} > Q_{SP}$ لذا فالتفاعل امامي نحو الذوبان اي لا يحصل ترسيب .

تمرين 3 – 16/ هل يتكون راسب عند مزج $10ml$ من 0.01 M محلول يحتوي ايونات SO_4^{2-} و $10ml$ من 0.001 M محلول يحتوي ايونات Ba^{+2} ، علماً $K_{SP}(BaSO_4) = 1.6 \times 10^{-10}$.

(2017- ت) (2017 /د3- موصل- K_{SP} مجهول والذوبانية المولارية معلومة في المشبع)

(2017 – د1/خ ق- د2- موصل- K_{SP} مجهول والذوبانية معلومة بالمشبع) (2018 /د 1) (2018 /د1 – خ ق)

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

$$V_T = 10ml + 10ml = 20ml$$

- مولارية SO_4^{2-} :

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$
$$0.01 \times 10ml = M_2 \times 20ml$$
$$M_2 = 0.005mol/L = [SO_4^{2-}]$$

- مولارية Ba^{+2} :

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$
$$0.001 \times 10ml = M_2 \times 20ml$$
$$M_2 = 0.0005mol/L = [Ba^{+2}]$$

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

$$BaSO_{4(S)} \rightleftharpoons Ba^{+2}_{(aq)} + SO^{-2}_{4(aq)}$$
$$0.0005\ \text{M} \quad 0.005\ \text{M}$$
$$Q_{SP} = [Ba^{+2}]\left[SO_4^{2-}\right] = 0.005 \times 0.0005 = 2.5 \times 10^{6-}$$

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

العوامل المؤثرة على الذوبانية:

1) تأثير درجة الحرارة: (2019 – ت)

الى 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:

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 .

مثال 15/ ما هي الذوبانية المولارية لملح يودات الباريوم $Ba(IO_3)_2$ $(K_{SP} = 1.57 \times 10^{-9})$
(أ) في الماء النقي .
(ب) في محلول يودات البوتاسيوم KIO_3 بتركيز $0.02 mol/L$ ثم قارن النتائج . $(\sqrt[3]{0.4} = 0.73)$

(أ) الذوبانية في الماء النقي (المحلول المشبع):

$$Ba(IO_3)_{2(S)} \rightleftharpoons Ba^{+2}_{(aq)} + 2IO^{-}_{3(aq)}$$
$$S \qquad 2S$$

$$K_{SP} = [Ba^{+2}][IO_3^-]^2 = (S)(2S)^2 = 4S^3$$

$$1.57 \times 10^{-9} = 4S^3 \implies S^3 = 0.4 \times 10^{-9}$$

$$S = \sqrt[3]{0.4 \times 10^{-9}} = 7.3 \times 10^{-4}\ mol/L$$

(ب) الذوبانية بوجود الايون المشترك:

$$Ba(IO_3)_{2(S)} \overset{\text{ملح شحيح}}{\underset{\text{انعكاسي}}{\rightleftharpoons}} Ba^{+2}_{(aq)} + 2IO^{-}_{3(aq)}$$
$$y \qquad 2y$$

$$KIO_3 \xrightarrow[\text{غيرانعكاسي}]{\text{ملح قوي تام}} K^{+}_{(aq)} + IO^{-}_{3(aq)}$$
$$0.02 \qquad 0 \qquad 0$$
$$0 \qquad 0.02 \qquad 0.02$$

$$K_{SP} = [Ba^{+2}][IO_3^-]^2$$ تهمل لانها صغيرة جداً

$$1.57 \times 10^{-9} = (y)(2y + 0.02)^2$$

$$1.57 \times 10^{-9} = (y)(0.02)^2$$

$$y = \frac{1.57 \times 10^{-9}}{4 \times 10^{-4}} = 3.9 \times 10^{-6}\ mol/L$$

حيث ايون اليودات يعمل ايون مشترك فيرجح التفاعل عكسي نحو الترسيب علماً ان تركيز اليودات الناتج من الملح القوي(يودات البوتاسيوم) اكبر بكثير من ايون اليودات الناتج من الملح الشحيح (يودات الباريوم) لذا يهمل تركيز ايون اليودات الناتج من الملح الشحيح .

المقارنة:

نلاحظ ان الذوبانية في الماء المقطر اكبر بكثير من الذوبانية بوجود الايون المشترك ، والسبب لان الايون المشترك يرجح التفاعل العكسي نحو الترسيب فتقل الذوبانية ، ويمكن حساب نسبة كلا الذوبانيتين كالاتي:

$$\frac{\text{الذوبانية المولارية في الماء النقي } (S)}{\text{الذوبانية المولارية بوجود الايون المشترك } (y)} = \frac{7.3 \times 10^{-4}}{3.9 \times 10^{-6}} = 187$$

اي قلت الذوبانية بمقدار 187 مرة بوجود الايون المشترك عن الذوبانية في الماء النقي .

سؤال 10/ 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 10 M الى لتر من المحلول المشبع منه. $\sqrt{1.6} = 1.26$

ج/

1) نجد الذوبانية المولارية للملح (S) في الماء النقي:

$$BaSO_{4(S)} \rightleftharpoons \underset{S}{Ba^{+2}_{(aq)}} + \underset{S}{SO^{-2}_{4(aq)}}$$

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

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

2) نجد ذوبانية الملح المولارية (y) بعد اضافة حامض H_2SO_4 وتكوين الايون المشترك وكالاتي :

نجد مولارية الحامض بعد الاضافة (M_2) من قانون التخفيف:

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

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

$$M_2 = 0.01 mol/L$$

$$BaSO_{4(S)} \rightleftharpoons \underset{y}{Ba^{+2}_{(aq)}} + \underset{y}{SO^{-2}_{4(aq)}}$$

$$H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow 2H^+_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)}$$

تراكيز ابتدائية	0.01	0	0
تراكيز نهائية	0	0.02	0.01

$$K_{SP} = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}]$$

تهمل

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

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

ـ نلاحظ انخفاض الذوبانية بوجود الايون المشترك بسبب ايون الكبريتات الذي يرجح التفاعل العكسي نحو الترسيب .

3) تأثير الاس الهيدروجيني:

اذا كان احد ايونات الملح الشحيح الذوبان ايون OH^- فأن عملية ذوبان الملح تتاثر بالاس الهيدروجيني PH اي بتركيز ايونات H^+ وايونات OH^- كما في : $Fe(OH)_3$ و $Zn(OH)_2$ و $Mg(OH)_2$ وكالاتي:

أ) عند اضافة حامض:

(زيادة في تركيز H^+ او PH واطى) الى محلول الملح الشحيح كما في $Mg(OH)_2$ فأن ذلك يؤدي الى اتحاد ايونات H^+ مع ايونات OH^- الناتجة من الملح فيتكون الماء وتزداد قابلية الذوبان (قاعدة لوشاتليه) ويترجح التفاعل الامامي ، مثال اضافة HCl :

$$Mg(OH)_{2(S)} \rightleftharpoons Mg^{+2}_{(aq)} + 2OH^-_{(ag)}$$

$$HCl_{(aq)} \longrightarrow H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

ب) عند اضافة قاعدة:

(زيادة في تركيز OH^- او PH عالي) الى محلول الملح الشحيح كما في $Mg(OH)_2$ فأن ذلك يؤدي الى زيادة في تركيز ايونات OH^- الناتجة من الملح فيترجح التفاعل الخلفي وتقل قابلية الذوبان (قاعدة لوشاتليه) مثال اضافة $NaOH$:

$$Mg(OH)_{2(S)} \rightleftharpoons Mg^{+2}_{(aq)} + 2OH^-_{(ag)}$$

$$NaOH_{(aq)} \longrightarrow Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

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 في اعداد التاكسد .

مثال: $Na^{o} \longrightarrow Na^{+} + e^{-}$

الاختزال: وهو عبارة عن تغير كيميائي يصحبه اكتساب ذرة او مجموعة من الذرات للالكترونات ويؤدي الى نقصان في عدد التأكسد .

مثال: $Cl^{o}_{2(g)} + 2e^{-} \longrightarrow 2Cl^{-}$

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 :

$$Mg_{(S)} + Fe^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Mg^{2+}_{(aq)} + Fe_{(S)}$$

ج/ $Mg \longrightarrow Mg^{+2} + 2e^{-}$ (Mg: عانى تأكسداً ، لذا فهو عامل مختزل)

$Fe^{+2} + 2e^{-} \longrightarrow Fe$ (Fe^{+2}: عانى اختزالاً ، لذا فهو عامل مؤكسد)

الخلايا الكهروكيميائية

مكوناتها:

1) **الانود:**

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

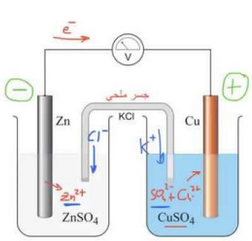
2) **الكاثود:** وهو القطب الذي تجري عنده عملية الاختزال والذي يكتسب الالكترونات وهو القطب السالب .

انواعها:

1) الخلايا الكلفانية او الفولتائية 2) الخلايا الالكتروليتية .

1) الخلايا الكلفانية او الفولتائية:

تعريفها: 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 . (2014 – ت)



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 ايوناتهاو في حالة تماس مع محلول ايوناته .

المعادلات:

تفاعل نصف الخلية / قطب Zn (الانود)(تأكسد) $Zn \longrightarrow Zn^{+2} + 2e^-$

تفاعل نصف الخلية / قطب Cu (الكاثود)(اختزال) $Cu^{+2} + 2e^- \longrightarrow Cu$

$$Zn_{(S)} + Cu^{+2}_{(aq)} \longrightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + Cu_{(S)}$$

الجسر الملحي:

وهو عبارة عن انبوب زجاجي على شكل حرف U مقلوب يحتوي على محلول الكتروليتي لا يتغير كيميائياً اثناء العملية يُثبت بداخل الانبوب بمادة الاكار (وهي مادة صمغية) ومن المحاليل الالكتروليتية المستعملة لملئ الجسر الملحي هي KCl ، KNO_3 ، K_2SO_4 . (2د – 2017) (2019 – ت)

اهميته: (3د/ 2018)

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

جهد الخلية الكلفانية E_{Cell}:

هو اكبر قيمة لفرق الجهد الكهربائي بين القطبين في الخلية الكلفانية وهو مقياس للقوة الدافعة الكهربائية الحاصلة في الخلية ويقاس بالفولت (V) . $E^o_{cell} = E^o_{anode} + E^o_{cathode}$

جهد القطب: هو فرق الجهد الحاصل بين لوح العنصر ومحلول ايوناته . (2013 /د 1 خ ق)

1) **جهد التاكسد (E_{OX}):** مقدار ميل المادة نحو فقدان الالكترونات . (2017 – د2/خ ق)

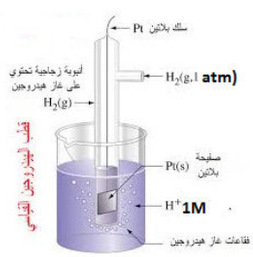
2) **جهد الاختزال(E_{Red}):** مقدار ميل المادة نحو اكتساب الالكترونات .

س ماهي الظروف القياسية ؟

ج/ 1) درجة الحرارة هي $25C^o$.

2) ضغط $1\ atm$ (في القطب الغازي) .

3) التراكيز المولارية للايونات لمحاليل القطبين 1 M .



قطب الهيدروجين القياسي (SHE):

وهو قطب مرجع ذو جهد قياسي معلوم يستخدم لقياس جهود اقطاب العناصر الاخرى ويتكون من انبوبة زجاجية يضخ 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 $25C^o$.

(2017 /د 3- مم يتكون واهميته) (2019 /د 1)

س اختيار قطب الهيدروجين القياسي كقطب مرجع ،علل ؟

(2د – 2018) (2د/ 2018 – خ ق)(2019 /د 2)

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 ؟

(ت – 2018) (1 /د 2018)

ج/ لانه مادة خاملة لاتعاني 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 .

سؤال 40/ مم يتكون قطب الهيدروجين القياسي ؟ وما اهميته ؟ اكتب التفاعلات الحاصلة عندما يصبح كاثوداً مرة وانوداً مرة اخرى ؟

حساب جهد الخلية القياسي E^o_{cell} :

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 لا تتغير ،علل ؟

ج/ وذلك لان الجهد من الخواص المركزة والتي لا تعتمد على كمية المادة المشتركة في التفاعل انما يعتمد على التركيز المولاري للايونات . (2014 /د2- خاص)

4) لحساب قيمة جهد الخلية القياسي E^o_{cell} نكتب تفاعلات نصفي الخلية ثم العلاقة:

$$E^o_{cell} = E^o_{anode} + E^o_{cathode}$$

5) اذا كانت قيمة جهد الخلية القياسي موجبة $(E^o_{cell} = +)$ فالتفاعل تلقائي ، اذا كانت سالبة غير تلقائي

سؤال 20/ لماذا يجب ان يكون جهد الخلية الكلفانية موجباً علل ذلك ؟

ج// وذلك لان الخلايا الكلفانية تكون تفاعلات اقطابها تلقائية اي $\Delta G^o = -$ عندما يكون $E^o_{cell} = +$

تمرين 13/ احسب جهد الخلية القياسي لخلية تم عملها من قطب الكادميوم Cd المغمور في محلول 1 M من نترات الكادميوم وقطب الكروم Cr المغمور في محلول 1 M من نترات الكروم . اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية : $E^o_{Cd^{2+}/Cd} = -0.40\ V$ و $E^o_{Cr^{3+}/Cr} = -0.74\ V$

ج/

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

$$2Cr_{(S)} \longrightarrow 2Cr^{+3}_{(aq)} + 6e^- \qquad E^o_{anode} = 0.74\ V$$

$$3Cd^{+2}_{(aq)} + 6e^- \longrightarrow 3Cd_{(S)} \qquad E^o_{cathode} = -0.40\ V$$

$$2Cr_{(S)} + 3Cd^{+2}_{(aq)} \longrightarrow 2Cr^{+3}_{(aq)} + 3Cd_{(S)}$$

$$E^o_{cell} = E^o_{anode} + E^o_{cathode} = 0.74 + (-0.40) = +0.34\ V$$

سؤال 14/ هل يمكن حفظ محلول ملح الطعام في اناء من النحاس علماً ان جهود الاختزال القياسية $E^o_{Cu^{2+}/Cu} = +0.34\,V$ ، $E^o_{Na^+/Na} = -2.70\,V$

ج/

يمكن الحفظ عندما لا يحصل تفاعل بين الاناء (النحاس) والمحلول (ايون Na^+) اي عندما يكون الجهد له قيمة سالبة غير تلقائي :

$$Cu_{(S)} \longrightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \qquad E^o_{anode} = -0.34\,V$$
$$2Na^+ + 2e^- \longrightarrow 2Na \qquad E^o_{cathode} = -2.70\,V$$
$$Cu_{(S)} + 2Na^+ \longrightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + 2Na$$

$$E^o_{cell} = E^o_{anode} + E^o_{cathode} = -0.34 + (-2.70) = -3.04V$$

∴ يمكن الحفظ لان الجهد له قيمة سالبة اي التفاعل غير تلقائي .

ملاحظة: الاناء دائماً هو الانود والمحلول هو الكاثود .

(سؤال واجب) **(الحل بنفس طريقة س 14 اعلاه)** (2017 – د1) (2019 /د 3)

طلب من احد الطلبة في المختبر حفظ محلول $CuSO_4$ فقام بحفظها في قنينة مصنوعة من الالمنيوم اكان الطالب موفقاً ام لا في عمله هذا ولماذا ؟ علماً بأن جهود الاختزال القياسية

$Cu^{2+} = +0.34V$ و $Al^{3+} = -1.66V$

ملاحظة: عندما يطلب في السؤال هل يتحرر غاز H_2 مع الالمنيوم مثلاً ، فنجد الجهد فاذا كان موجباً فـ H_2 يتحرر علماً H_2 يكون كاثودا والقطب الاخر انوداً – س10/ (2017 – د2– موصل)

انواع الاقطاب:

1) القطب الفلزي
2) القطب الغازي
3) اقطاب التأكسد والاختزال (القطب الايوني) .

التعبير عن الخلية: تفاعل الكاثود || تفاعل الانود

تمرين 16/ هل بأمكان محلول HCl اذابة فلز الفضة الموجود في محلول يحتوي على ايون الفضة Ag^+ بتركيز (1 M) للخلية التالية ، علماً بأن جهد الاختزال القياسي للفضة $E^o_{Ag^+/Ag} = 0.80V$

$Ag \,|\, Ag^+\,(1\,M) \,||\, H^+\,(1\,M) \,|\, H_2(1\,atm) \,|\, Pt$ (2014 /د 2- خاص)

ج/ نكتب تفاعلي الانود والكاثود (الانصاف) من التعبير ثم نجد E^o_{cell} فاذا كانت موجبة فالتفاعل تلقائي ويحصل ذوبان ، واذا كانت سالبة فالتفاعل غير تلقائي ولا يحصل ذوبان .

$$2Ag_{(S)} \longrightarrow 2Ag^+_{(aq)} + 2e^- \qquad E^o_{anode} = -0.80V$$
$$2H^+_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow H_{2(g)} \qquad E^o_{cathode} = 0.0V$$
$$2Ag_{(S)} + 2H^+_{(aq)} \longrightarrow 2Ag^+_{(aq)} + H_{2(g)}$$

$$E^o_{cell} = E^o_{anode} + E^o_{cathode} = -0.80 + 0.0 = -0.80\,V$$

وبما قيمة جهد الخلية سالبة لذا فالتفاعل غير تلقائي ولا يحصل ذوبان ، اي الحامض لا يذيب فلز الفضة .

الخلايا الالكتروليتية:

وهي الخلايا المستهلكة للتيار الكهربائي وفيها تتحول الطاقة الكهربائية الى طاقة كيميائية وتكون تفاعلاتها غير تلقائي $(\Delta G = +)$.

سؤال 8/ مالفرق بين الخلية الكلفانية (مثل خلية دانيال) وخلايا التحليل الكهربائي . (2017 /د1 – خ ق)

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 الالكتروليتي 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 وخلية تحليل $(NaCl)$ و H_2O

انواعها:

1) خلايا التحليل الكهربائي .
2) خلايا الطلاء الكهربائي .

1) خلايا التحليل الكهربائي:

وهي الخلايا التي فيها استخدام الطاقة الكهربائية لجعل تفاعل الخلية الالكتروليتية غير التلقائي يحدث ، ويتم فيها تحليل المركب الى عناصره الاولية مثال خلية التحليل الكهربائي لمنصهر كلوريد الصوديوم وخلية التحليل الكهربائي للماء الى عناصره الاولية .

2) خلايا الطلاء الكهربائي:

تعريفه:

الطلاء الكهربائي هو عملية يستخدم فيها التحليل الكهربائي لطلاء فلز معين بطبقة رقيقة من فلز اخر .

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 .

قوانين فاراداي الرياضية:

	القانون	الملاحظات
1)	$Q(mol.e^-) = \frac{I(A) \times t(S)}{96500(C/mol.e^-)}$	IQ كمية الكهربائية بـ $(mol.e^-)$
2)	$Q(mol.e^-) = n(mol) \times n^{e^-}$	n- عدد المولات المترسبة من الفلزعلى الكاثود او المتحررة على الاقطاب من الغازات / n^{e^-} عدد الالكترونات من معادلة نصف الخلية
3)	$Q(mol.e^-) = \frac{\text{عدد } e^- \text{ المارة}}{N_A \text{ عدد افوغادرو}}$	$N_A = 6.023 \times 10^{23}$
4)	$n(mol) = \frac{m(g)}{M(g/mol)}$	n - عدد المولات المترسبة من الفلزعلى الكاثود
5)	$n(mol) = \frac{\text{عدد الذرات المترسبة}}{N_A \text{ عدد افوغادرو}}$	n- عدد المولات المترسبة من الفلزعلى الكاثود
6)	$n(mol) = \text{M}\ (mol/L) \times V(L)$	لاحظ تمرين $(4-14)$
7)	$n_{\text{المترسبة}} = n_{\text{الكلية}} - n_{\text{المتبقية}}$	لاحظ تمرين $(4-14)$
8)	$n(mol) = \frac{V(L) \times 1(mol)}{22.4\ (L)}$	تخص الغازات و تستخدم فقط في الظروف القياسية اي في (STP)
9)	$n(mol) = \frac{PV}{RT}$	تخص الغازات في الظروف غير القياسية
10)	$n(mol) = \frac{\text{عدد الجزيئات المتحررة}}{N_A \text{ عدد افوغادرو}}$	تخص الغازات

سؤال 26/ 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/ (2017 – د2/خ ق)

1) نجد $Q(mo.e^-)$:

$$Q(mol.e^-) = \frac{I(A) \times t(S)}{96500(C/mol.e^-)}$$

$$Q(mol.e^-) = \frac{10 \times 965}{96500(C/mol.e^-)}$$

$$Q(mol.e^-) = 0.1\ mol.e^-$$

2) نجد عدد مولات النحاس المترسبة من $Q(mol.e^-)$:

$$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Cu_{(S)}$$

$$Q(mol.e^-) = n(mol) \times n^{e^-}$$

$$0.1\ mol.e^- = n(mol) \times 2e^-$$

$$n(mol) = 0.05\ mol$$

3) نجد وزن النحاس المترسب:

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

$$0.05\ mol = \frac{m(g)}{63(g/mol)}$$

$$m(g) = 3.15g$$

4) نجد عدد ذرات النحاس المترسبة:

$$n(mol) = \frac{\text{عدد الذرات المترسبة}}{\text{عدد افوغادرو } N_A}$$

$$0.05\ mol = \frac{\text{عدد الذرات المترسبة}}{6.023 \times 10^{23}}$$

$$\text{عدد الذرات المترسبة} = 3 \times 10^{22} atoms$$

سؤال 37/ يترسب $0.24g$ من احد الفلزات ثنائي التكافؤ على الكاثود عند امرار تيار كهربائي شدته $10A$ لمدة $3min$ و $13S$ في محلول احد الاملاح لذلك الفلز . احسب الكتلة الذرية للفلز المترسب ؟

ج/

1) نحول الزمن الى الثانية S لنجد الزمن الكلي :

$$t(S) = 13\ S + 3\ min \times \frac{60\ S}{1\ min} = 13\ S + 180\ S = 193\ S$$

2) نجد $Q(mol.e^-)$:

$$Q(mol.e^-) = \frac{I(A) \times t(S)}{96500(C/mol.e^-)}$$

$$Q(mol.e^-) = \frac{10A \times 193\ S}{96500(C/mol.e^-)} = 0.02\ mol.e^-$$

3) نجد عدد مولات الفلز المترسبة من $Q(mol.e^-)$:

$$M^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow M_{(S)}$$

$$Q(mol.e^-) = n(mol) \times n^{e^-}$$

$$0.02\ mol.e^- = n(mol) \times 2e^-$$

$$n(mol) = 0.01\ mol$$

4) نجد الكتلة الذرية للفلزمن عدد المولات:

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

$$0.01\ mol = \frac{0.24(g)}{M(g/mol)}$$

$$M(g/mol) = \frac{0.24\ g}{0.01\ mol} = 24\ g/mol$$

سؤال 41/ امرر تيار كهربائي في محلول يحتوي ايونات فلز ثلاثي التكافؤ فترسب نصف عدد افوغادرو من ذرات الفلز على الكاثود احسب 1) عدد الالكترونات المارة 2) كتلة الفلز المترسب علماً بأن الكتلة المولية للفلز $= 27\ g/mol$.

ج

1) نجد عدد الالكترونات المارة :

الحل:

$$n(mol) = \frac{\text{عدد الذرات المترسبة}}{\text{عدد افوغادرو } N_A} = \frac{6.023 \times 10^{23}}{2 \times 6.023 \times 10^{23}} = 0.5\ mol$$

$$M^{3+}_{(ag)} + 3e^- \longrightarrow M_{(S)}$$

$$Q(mol.e^-) = n(mol) \times n^{e^-} = 0.5\ mol \times 3^{e^-} = 1.5\ mol.e^-$$

$$Q(mol.e^-) = \frac{\text{عدد المارة } e^-}{\text{عدد افوغادرو } N_A} \Rightarrow 1.5\ mol.e^- = \frac{\text{عدد المارة } e^-}{6.023 \times 10^{23}}$$

$$\text{عدد المارة } e^- = 9.03 \times 10^{23} e^-$$

2) نحسب كتلة الفلز:

$$n(mol) = \frac{m(g)}{M(g/mol)} \Rightarrow 0.5\ mol = \frac{m(g)}{27(g/mol)} \Rightarrow m(g) = 13.5g$$

(سؤال واجب) **(طريقة الحل مشابهة للاسئلة الثلاث اعلاه)**

ما هو التيار بالامبير (A) اللازم لترسيب $(5g)$ من الذهب في ساعة واحدة على سطح الكاثود من محلول يحتوي على ملح للذهب حالة التأكسد للذهب فيه $(+3)$ الكتلة الذرية للذهب 197 ؟

سؤال 27/ احسب عدد الالكترونات اللازمة لتحرير ضعف الحجم المولي لغاز الاوكسجين في STP (معلومة: الحجم المولي لاي غاز عند STP يساوي $(22.4L)$ ؟

ج/

1) نحسب عدد مولات غاز O_2 المتحرر:

$$n(mol) = \frac{V(L) \times 1(mol)}{22.4\ (L)}$$

$$n(mol) = \frac{2 \times 22.4\ (L) \times 1(mol)}{22.4\ (L)}$$

$$n(mol) = 2mol$$

2) نحسب $Q(mol.e^-)$:

$$2O^{-2} \longrightarrow O_{2(g)} + 4e^-$$

$$Q(mol.e^-) = n(mol) \times n^{e^-}$$

$$Q(mol.e^-) = 2mol \times 4^{e^-} = 8\ mol.e^-$$

$$Q(mol.e^-)$$

3) نحسب عدد e^- المارة :

$$Q(mol.e^-) = \frac{\text{عدد المارة } e^-}{\text{عدد افوغادرو } N_A}$$

$$8\ mol.e^- = \frac{\text{عدد المارة } e^-}{6.023 \times 10^{23}}$$

$$\text{عدد المارة } e^- = 8\ mol.e^- \times 6.023 \times 10^{23}\ \frac{electron}{mol.e^-}$$

$$\text{عدد المارة } e^- = 48.18 \times 10^{23}\ electron$$

سؤال 29/ احسب شدة التيار اللازم امراره لمدة $2hr$ و $520\ S$ في خلية تحليل الماء كهربائياً لكي يحرر 36.12×10^{21} جزيئة من الهيدروجين والاوكسجين على قطبي الخلية ؟

(ت/ 2017 - 18.02×10^{21} جزيئة) (2019 /د 3)

ج/ نجد شدة التيار من $Q(mol.e^-)$ بعد ايجادها من عدد جزيئات احد الغازات المتحررة (O_2 او H_2) وكتابة المعادلة :

1) كتابة معادلة تحليل الماء الى عناصره:

$$2H_2O_{(l)} \longrightarrow 2H_2 + O_2$$

2) الفرضية: نفرض عدد جزيئات غاز $O_2 = x$ لان عدد جزيئات غاز H_2 ضعف عدد جزيئات غاز O_2 كما في المعادلة

نفرض عدد جزيئات غاز $H_2 = 2x$

3) نجد عدد جزيئات كل غاز:

عدد جزيئات غاز الهيدروجين والاوكسجين $= 36.12 \times 10^{21}$

$$x + 2x = 36.12 \times 10^{21}$$

$$3x = 36.12 \times 10^{21}$$

$x = 12.04 \times 10^{21}\ molecules$ (وهو عدد جزيئات غاز O_2 المتحررة)

$2x = 2(12.04 \times 10^{21})$ (وهو عدد جزيئات غاز H_2 المتحررة)

$$2x = 24.08 \times 10^{21}\ molecules$$

4) نجد عدد مولات غاز O_2 المتحررة (او مولات H_2) :

$$n(mol) = \frac{\text{عدد الجزيئات المتحررة}}{\text{عدد افوغادرو } N_A}$$

$$n(mol) = \frac{12.04 \times 10^{21}}{6.023 \times 10^{23}}$$

$$n(mol) = 0.02\ mol$$

5) نجد $Q(mol.e^-)$ من مولات O_2 :

الانود $2H_2O_{(l)} \longrightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$

الكاثود $4H^+ + 4e^- \longrightarrow 2H_2$

التفاعل العام $2H_2O_{(l)} \longrightarrow 2H_2 + O_2$

$$Q(mol.e^-) = n(mol) \times n^{e^-}$$

$$Q(mol.e^-) = 0.02mol \times 4^{e^-}$$

$$Q(mol.e^-) = 0.08\ mol.e^-$$

6) نجد الزمن الكلي بـ(S) :

$$t(S) = 2\ hr \times \frac{3600(S)}{1(hr)} + 520\ S = 3600\ S$$

$$t(S) = 7200S + 520\ S = 7720\ S$$

7) نجد التيار $I(A)$ من $Q(mol.e^-)$:

$$Q(mol.e^-) = \frac{I(A) \times t(S)}{96500(C/mol.e^-)}$$

$$0.08\ mol.e^- = \frac{I(A) \times 7720(S)}{96500(C/mol.e^-)}$$

$$I(A) = 1\ A$$

(سؤال واجب) **(الحل بنفس طريقة س 29 اعلاه)** في خلية تحليل الماء كهربائياً في STP امرر تيار كهربائي فيها لمدة 3 دقائق و 13 ثانية فتحرر غازي الهيدروجين والاوكسجين عند قطبي الخلية ، وكان مجموع حجمي الغازين المتحررين يساوي $0.0672\ L$ ، اكتب معادلتي نصفي الخلية والتفاعل العام لها ، ثم جد حجم كل غاز متحرر وشدة التيار المار .

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: (3د/2013) (ت/ 2014) (2د/ 2016) (1 د/ 2017) (2019 – ت)

وهو مركب اضافة مستقر يعطي عند اذابته في الماء كافة الايونات المكونة له بحيث يحتفظ كل ايون بصفاته المستقلة مثال ملح مور $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$.

تحضيره:

$$(NH_4)_2SO_4 + FeSO_4 \longrightarrow FeSO_4 . (NH_4)_2SO_4$$

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 $[Cu(NH_3)_4]SO_4$.

تحضيره:

$$CuSO_4 + 4NH_3 \longrightarrow [Cu(NH_3)_4]SO_4$$

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) (1د/ 2014) (1د/ 2015 -د خاص) (3د/ 2016)

ج/ (1د/ 2016) (1د/ 2015 - 2 خ ق) (2017 – 1د/خ ق) (2018 – ت)

1) وذلك لان المركب ملح مور وعند ذوبانه في الماء فإنه يعطي كافة ايوناته اي Fe^{2+} و NH_4^+ و SO_4^{2-}

$$Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \longrightarrow Fe^{2+} + 2NH_4^+ + 2SO_4^{2-}$$

ويتم التاكد من وجودها في المحلول بأستخدام طرائق الكشف الشائعة لكل ايون منها ولذلك يصنف المركب كملح مزدوج .

2) اما عند اذابة المركب $K_3[Fe(CN)_6]$ في الماء:

$$K_3[Fe(CN)_6] \rightleftharpoons 3K^+ + [Fe(CN)_6]^{3-}$$

فإنه يعطي كشفاً لايون K^+ فقط واختفاء ايونات Fe^{3+} و CN^- اي لايعطي كشفاً لهما لذلك يصنف كمركب تناسقي .

سؤال 3/ ما هو الفرق بين الاملاح المزدوجة والمركبات المعقدة ؟ (2017 /د1- موصل)

	الاملاح المزدوجة	المركبات المعقدة
1	الملح المزدوج هو مركب اضافة مستقر يعطي كافة الايونات المكونة له عند اذابته في الماء	ـ المركب المعقد هو مركب اضافة مستقر لكنه لا يعطي كافة الايونات المكونة له عند اذابته في الماء
2	يحتفظ كل ايون بصفاته المستقلة ، ويمكن الكشف عنها .	ـ تختفي صفات بعض الايونات اي لا تعطي كشفاً لها .
3	مثال ملح مور $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$	ـ مثال كبريتات رباعي امين النحاس $[Cu(NH_3)_4]SO_4$

مثال 2/ كم هو التكافؤ الاولي والتكافؤ الثانوي للفلز المركزي في ؟ (2017 /د 1- خ ق)

1) $K_3[Fe(CN)_6]$ (2017 /د2- موصل) (2018 /د 1) (2018 – د2) (2019 – د1/ خ ق)

ج/

نبدأ من الايون البسيط البوتاسيوم وله شحنة $(+1)$ اما الايون المعقد $[Fe(CN)_6]^{3-}$ فله شحنة مقدارها:

$X + (-1 \times 6) = -3 \quad \Rightarrow \quad X - 6 = -3 \quad \Rightarrow \quad X = +3 \ (-3)$

∴ التكافؤ الاولي $= +3$

التكافؤ الثانوي $= 6$

2) $[Cr(NH_3)_6](NO_3)_3$ (2018 /د2 – خ ق)

$X + (0 \times 6) = +3 \quad \Rightarrow \quad X + 0 = +3 \quad \Rightarrow \quad X = +3$

∴ التكافؤ الاولي $= +3$

التكافؤ الثانوي $= 6$

حامض لويس: هو المادة التي لها القابلية على اكتساب المزدوجات الالكترونية وذلك لاحتوائها على اوربيتالات فارغة كما في ايونات العناصر الانتقالية مثال $(Ag^+, \ Cu^{2+}, \ Co^{3+})$.

قاعدة لويس: وهي المادة لها القابلية على منح مزدوجات الكترونية (واحد او اكثر) غير مشتركة وتسمى بالليكندات مثال الامونيا NH_3 : والماء H_2O .

مصطلحات المركبات التناسقية:

1) الليكند: (2014 /د2- خاص) (2017 /د1) (2018 /د 1)

جزيء او ايون سالب او موجب الشحنة يرتبط بالايون المركزي من خلال ذرة مانحة واحدة او اكثر للمزدوجات الالكترونية وعندما يهب الليكند مزدوجاً واحداً من الالكترونات يسمى احادي المخلب وعندما يهب مزدوجين من الالكترونات يسمى ثنائي المخلب وعندما يهب اكثر من مزدوجين يسمى متعدد المخلب ، وهومن قواعد لويس .

2) الايون المركزي: (2017 /د2- خ ق) (2018 /د1 – خ ق)

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: (2017 / ت) (2017 /د2- موصل) (2019 – ت)
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 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 .

6)المعقد المتعادل: (2018 – د2)
وهو المعقد الذي لايحمل شحنة (تساوي 0) ولا يتأين في الماء مثال . $[Co(NH_3)_3Cl_3]$.

7)مجال التناسق: (2017 /د1- موصل) (2017 /د3- موصل)
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 .

8) مجال التأين: وهو المجال الذي يكتب خارج المجال التناسقي (خارج الاقواس) ويسمى بالمجال الخارجي ، ولمكوناته القابلية على التأين وبالتالي بالامكان ترسيبها بأحد كواشف الترسيب المناسبة كما في $[Co(NH_3)_5Cl]\ Cl_2$ حيث يترسب ايوني الكلور

انواع الليكندات

(2017 /د1- موصل – عدد انواع الليكندات مع مثال لكل نوع) (2017 /د1 - ما هو الفرق بين الاحادي والثنائي) (2017 /د2- خ ق علل – توجد ليكندات احادية واخرى ثنائية)

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 سالبة (وموجبة واحد فقط)			
no	صيغة الليكند	اسم الليكند (عربي)	اسم الليكند (انكليزي)
1	CH_3COO^-	خلاتو	*Acetata*
2	N_3^-	ازيدو	*Azido*
3	Br^-	برومو	*Bromo*
4	Cl^-	كلورو	*Chloro*
5	CN^-	سيانو	*Cyano*
6	F^-	فلورو	*Floro*
7	$NH_2NH_3^+$	هيدرازينيوم	*Hydrazinium*
8	OH^-	هيدروكسو	*Hydroxo*
9	I^-	يودو	*Iodo*
10	NO_2^-	نايترو	*Nitro*
11	SCN^-	ثايوسياناتو	*Thiocyanato*

ليكندات متعادلة			
no	صيغة الليكند	اسم الليكند (عربي)	اسم الليكند (انكليزي)
1	NH_3	امين	*Ammino*
2	H_2O	اكوا	*Aqua*
3	CO	كاربونيل	*Carbonyl*
4	CH_2CH_2	اثيلين	*Ethylene*
5	CH_3NH_2	مثيل امين	*Mthylamin*
6	NO	نايتروسيل	*Nitrosel*
7	C_5H_5N	بيريدين	*Pyridine*
8	$(NH_2)_2C($	يوريا	*Urea*

2) ليكندات ثنائية المخلب: (2019 – ت- علل) (2019 /د 3-علل)

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 حلقية ، وتسمى ايضاً ليكندات ثنائية السن . (2017 /د2- خ ق علل – توجد ليكندات احادية واخرى ثنائية)

ليكندات متعادلة			
اسم الليكند (انكليزي)	اسم الليكند (عربي)	صيغة الليكند	no
$Ethylenediamine$	اثيلين ثنائي امين (en)	$NH_2CH_2CH_2NH_2$	1
$Hydrazin$	هيدرازين	NH_2NH_2	2
ليكندات سالبة			
$Carbonyto$	كاربونيتو	CO_3^{2-}	1
$Dimethyl\ glyoxima$	ثنائي مثيل كلايوكسيماتو dmg^-	$HONCHCH_2CH_2CHN$	2
$Nitrato$	نتراتو	NO_3^-	3
$Oxalate$	اوكزاليتو (Ox)	$C_2O_4^{2-}$	4

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 ويرمز له بالرمز $(EDTA)$ ، وهو سداسي المخلب او سداسي السن .

1) الليكندات الكليتية: (2017 /د 2 – خ ق)

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 .

2) 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 .

نظرية اصرة التكافؤ (VBT)

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 دايامغناطيسية (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 .

1) الاعداد التناسقية المستخدمة في هذه النظرية هي (2 ، 3 ، 4) فقط .

2) الايون المركزي للمعقد التناسقي يتكون من العناصر الانتقالية الرئسية 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 الكتروناته اولاً من المستوى الثانوي ns ثم من المستوى $(n-1)d$ (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 وكالاتي :

الليكندات الضعيفة (غير ضاغطة)	Br^-	Cl^-	F^-	I^-	OH^-	H_2O	
الليكندات القوية (ضاغطة)	CN^-	NH_3	CO	NO_2^-	en	dmg^-	C_5H_5N

تطبيق نظرية اصرة التكافؤ (VBT)

1) اذا كان العدد التناســـــــقي 2

مثال / اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ VBT بين توزيع الكترونات الفلز والالكترونات الاتية من الليكندات 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:

$47Ag\ \ [Kr]36 \qquad 4d^{10} \qquad 5s^1 \qquad 5P^0$

2) الترتيب الالكتروني لايون الفضة:

$X + (0 \times 2) = +1 \quad \Rightarrow \quad X = +1$

$Ag^+\ \ [Kr]36 \qquad 4d^{10} \qquad 5s^0 \qquad 5P^0$

3) الترتيب الالكتروني لايون الفضة في المعقد :

$[Ag(NH_3)_2]^+\ \ [Kr]36 \qquad 4d^{10} \qquad 5s \qquad 5P$

- اربعة الكترونات اتية من ليكندين (N هي الذرة المانحة) .
- نوع التهجين sp من اشتراك اوربيتال واحد من s واوربيتال واحد من P .
- الشكل الهندسي خطي مستقيم . $[NH_3 - Ag - NH_3]^+$
- 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 التناســـــــقي 3

مثال / اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ VBT بين توزيع الكترونات الفلز والالكترونات الاتية من الليكندات للايون المعقد $[HgI_3]^-$ ثلاثي يودو زئبقات (II) ، ثم جد نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية والزخم المغناطيسي (العدد الذري للزئبق = 80)

ج/ (2016 /د 2 - خ ق)

1) الترتيب الالكتروني لعنصر الزئبق:

$80Hg$ $[Xe]54\ 4f^{14}$ $5d^{10}$ $6s^2$ $6P^0$

1↓	1↓	1↓	1↓	1↓	1↓			

2) الترتيب الالكتروني لايون الزئبق: $X + (-1 \times 3) = -1 \quad \Rightarrow \quad X = +2$

Hg^{2+} $[Xe]54\ 4f^{14}$ $5d^{10}$ $6s^0$ $6P^0$

1↓	1↓	1↓	1↓	1↓			

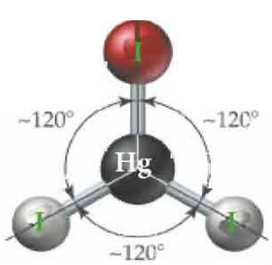
3) الترتيب الالكتروني لايون الزئبق في المعقد :

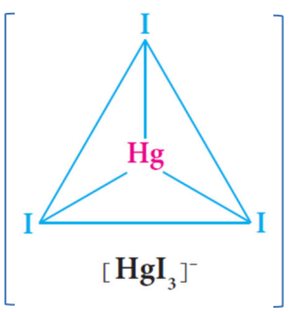
$[HgI_3]^-$ $[Xe]54\ 4f^{14}$ $5d^{10}$ $6s$ $6P$

1↓	1↓	1↓	1↓	1↓	:	: :	

I^- I^- I^-

- 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:

مثال: 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)

(د2/2013) (ت / 2014)

ج/

1) الترتيب الالكتروني لعنصر النيكل:

$28Ni$ $[Ar]18$ $3d^8$ $4s^2$ $4P^0$

1↓	1↓	1↓	1	1	1↓			

2) الترتيب الالكتروني لايون النيكل:

$X + (-1 \times 4) = -2 \quad \Rightarrow \quad X = +2$

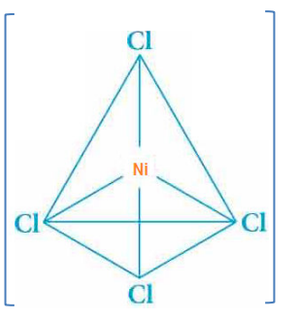
Ni^{2+} $[Ar]18$ $3d^8$ $4s^0$ $4P^0$

1↓	1↓	1↓	1	1				

3) الترتيب الالكتروني لايون النيكل في المعقد :

$[NiCl_4]^{2-}$ $[Ar]18$ $3d^8$ $4s$ $4P$

1↓	1↓	1↓	1	1	:	:	:	:
					↑	↑	↑	↑
					Cl^-	Cl^-	Cl^-	Cl^-



-2

- ثمانية الكترونات اتية من اربع ليكندات
- نوع التهجين sp^3 من اشتراك اوربيتال واحد من s وثلاث اوربيتالات من P .
- الشكل الهندسي رباعي الاوجة منتظم .
- الصفة المغناطيسية بارامغناطيسي لوجود الكترونين غير مزدوجين .
- الزخم المغناطيسي: $\mu(\mathrm{B.M}) = \sqrt{(e(e+2)} \quad \sqrt{(2(2+2)} = \sqrt{8} = 2.82\ B.M$

مثال: اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ VBT بين توزيع الكترونات الفلز والالكترونات الاتية من الليكندات للايون 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)

(د1/ 2014) (د3/ 2016) (د3 – 2017/ موصل)

ج

1) الترتيب الالكتروني لعنصر النيكل:

$28Ni$ $[Ar]18$ $3d^8$ $4s^2$ $4P^0$

1↓	1↓	1↓	1	1	1↓			

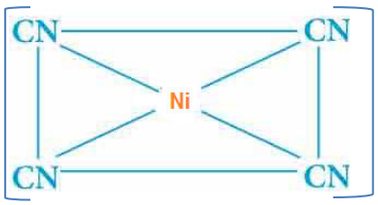
2) الترتيب الالكتروني لايون النيكل: $X + (-1 \times 4) = -2 \quad \Rightarrow \quad X = +2$

Ni^{2+} $[Ar]18$ $3d^8$ $4s^0$ $4P^0$

3) الترتيب الالكتروني لايون النيكل في المعقد :

$[Ni(CN)_4]^{2-}$ $[Ar]18$ $3d^8$ $4s$ $4P$

CN^- CN^- CN^- CN^-



- ثمانية الكترونات اتية من اربع ليكندات (C هي الذرة المانحة) -2
- نوع التهجين dsp^2 من اشتراك اوربيتال واحد من s .
  واوربيتالين من P واوربيتال واحد من d .
- الشكل الهندسي مربع مستوي .
- الصفة المغناطيسية دايامغناطيسي لان جميع الالكترونات مزدوجة .
- الزخم المغناطيسي: $\mu(B.M) = \sqrt{(e(e+2)} = 0$

س/ للأيون المعقد $[NiCl_4]^{2-}$ صفات بارامغناطيسية بينما للأيون المعقد $[Ni(CN)_4]^{2-}$ صفات دايامغناطيسية ، علل ذلك ؟

ج/ بسب نوع الليكند حيث الكلوريد في الأيون المعقد $[NiCl_4]^{2-}$ ليكند ضعيف غير ضاغط مما يجعل الكترونين منفردين غير مزدوجين في المستوى d امـــــا السيانيد في لأيون المعقد $[Ni(CN)_4]^{2-}$ فهو ليكند قوي ضاغط حيث تزدوج الالكترونات في المستوى d .

س/ **(طريقة الحل مشابهة للمثال اعلاه)** (2018 /د1 – خ ق)

اعتماداً على نظرية VBT قارن بين المعقدين الاتيين: $[Ni(OH)_4]^{2-}$ ، $[(Ni(NH_3)_4]^{2+}$

اسئلة واجب: 1) $[Ni(CO)_4]$ 2) $[Co(CN)_4]^{2-}$ 3) $[CoCl_4]^{2-}$

4) 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 الســلســلــتين الانتقاليــتين 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 ؟

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 ؟ وضح ذلك وفق نظرية اصرة التكافؤ ؟ (الاعداد الذرية للنيكل يساوي 28 ، البلاتين يساوي 78) .

ج/ نكتب الترتيب الالكتروني للايون المركزي في الايونين المعقدين: **(1د/2013)**

$[NiCl_4]^{2-}$ – 1

1) الترتيب الالكتروني لعنصر النيكل:

$28Ni$ $[Ar]18$ $3d^8$ $4s^2$ $4P^0$

2) الترتيب الالكتروني لايون النيكل:

$X + (-1 \times 4) = -2 \quad \Rightarrow \quad X = +2$

Ni^{2+} $[Ar]18$ $3d^8$ $4s^0$ $4P^0$

3) الترتيب الالكتروني لايون النيكل في المعقد :

$[NiCl_4]^{2-}$ $[Ar]18$ $3d^8$ $4s$ $4P$

$[PtCl_4]^{2-}$ – 2

(ت – 2019) **(1 د/ 2018)** **(2د/ 2015)**

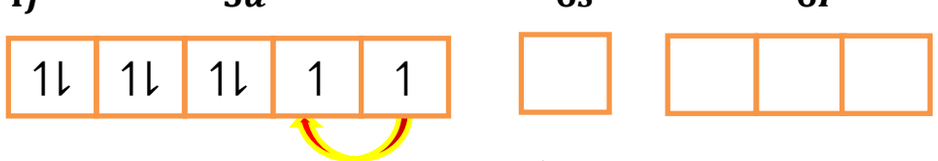
1) الترتيب الالكتروني لعنصر البلاتين:

$78Pt$ $[Xe]54$ $4f^{14}$ $5d^8$ $6s^2$ $6P^0$

2) الترتيب الالكتروني لايون البلاتين:

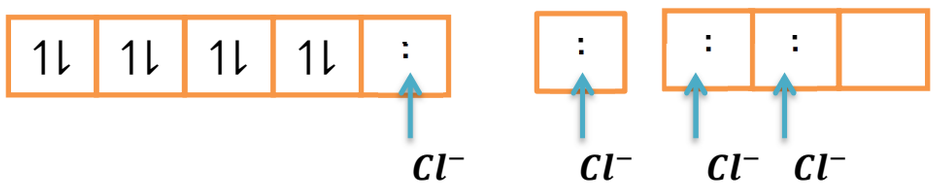
$X + (-1 \times 4) = -2 \quad \Rightarrow \quad X = +2$

Pt^{2+} $[Xe]54$ $4f^{14}$ $5d^8$ $6s^0$ $6P^0$



3) الترتيب الالكتروني لايون البلاتين في المعقد :

$[PtCl_4]^{-2}$ $[Xe]54$ $4f^{14}$ $5d^{10}$ $6s$ $6P$



- الايون المعقد $[NiCl_4]^{2-}$ بارامغناطيسي وذلك لان عنصر النيكل من عناصر السلسلة الاولى وان الكلوريد ليكند ضعيف غير ضاغط للالكترونات المنفردة ، نوع التهجين sp^3 ، الشكل الهندسي رباعي الاوجة منتظم ، $\mu = 2.82\ B.M$ ، امـــــــــا الايون المعقد $[PtCl_4]^{2-}$ فهو دايا مغناطيسي وذلك لان عنصر البلاتين من عناصر السلسلة الثالثة وفي هذه السلسة تكون جميع الليكندات قوية ضاغطة للالكترونات المنفردة ، وللمعقد تهجين من نوع dsp^2 وشكل الهندسي مربع مستوي $\mu = 0$.

تمرين 8/ اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ (VBT) المعقد ، ما نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية للمعقدين $[PdCl_4]^{-2}$ و $[Co(H_2O)_4]^{2+}$ ثم احسب μ لكل منهما (العدد الذري للبلاديوم يساوي 46 والكوبلت 27)

$[PdCl_4]^{-2}$ (2017 /د-2 خ ق) (2018 /د 2)

1) الترتيب الالكتروني لعنصر البلاديوم: (Pd من عناصر السلسلة الثانية)

$46Pd$ $[Kr]36$ $4d^8$ $5s^2$ $5P^0$

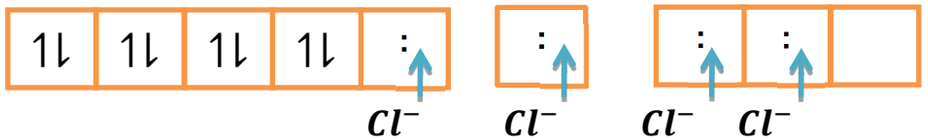
2) الترتيب الالكتروني لايون البلاديوم:

$X + (-1 \times 4) = -2 \quad \Rightarrow \quad X = +2$

Pd^{2+} $[Kr]36$ $4d^8$ $5s^0$ $5P^0$

3) الترتيب الالكتروني لايون البلاديوم في المعقد :

$[PdCl_4]^{-2}$ $[Kr]36$ $4d^8$ $5s$ $5P$



- نوع التهجين dsp^2 .
- الشكل الهندسي مربع مستوي .
- الصفة المغناطيسية دايا مغناطيسية لعدم وجود الكترونات منفردة .
- الزخم المغناطيسي $\mu(B.M) = \sqrt{(e(e+2)} = 0$

(سؤال واجب) (الحل بنفس طريقة تمرين 8 اعلاه) $[Pd(CN)_4]^{2-}$ (3 /د 2017) (3 /د 2019)

$[Co(H_2O)_4]^{2+}$ (1د/ 2014) $\sqrt{15} = 3.87$ (2017 /د-2 موصل)

1) الترتيب الالكتروني لعنصر الكوبلت:

$27Co$ $[Ar]18$ $3d^7$ $4s^2$ $4P^0$

2) الترتيب الالكتروني لايون الكوبلت : $X + (0 \times 4) = +2 \quad \Rightarrow \quad X = +2$

Co^{2+} $[Ar]18$ $3d^7$ $4s^0$ $4P^0$

3) الترتيب الالكتروني لايون الكوبلت في المعقد :

$[Co(H_2O)_4]^{2+}$ $[Ar]18$ $3d^7$ $4s$ $4P$

H_2O H_2O H_2O H_2O (O هي الذرة المانحة)

- نوع التهجين sp^3 ، الشكل الهندسي رباعي الاوجة منتظم
- الحالة المغناطيسية بارامغناطيسي
- الزخم المغناطيسي: $\sqrt{(3(3+2)} = \sqrt{15} = 3.87\ B.M \mu(\mathrm{B.M}) = \sqrt{(e(e+2)}$

الحل بنفس طريقة التمرين اعلاه) (الانتباه الى نوع الليكند ضعيف او قوي)

$[CoBr_4]^{2-}$ (2018 /د2 – خ ق) ، $[CoCl_4]^{2-}$ ، $[Co(CN)_4]^{2-}$ (2017 / ت)

سؤال 8/ اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ (VBT) أجب عن الاسئلة التالية لكل من المركبات التناسقية الاتية: $[Zn(CN)_4]^{2-}$ ، $[Ni(dmg)_2]$ ، $[ZnCl_2(NH_3)_2]$

أ) ما نوع التهجين للذرة المركزية ب) ما الشكل الهندسي للمعقد جـ) ما الصفة المغناطيسية للمعقد ؟

ج/ $[Zn(CN)_4]^{2-}$ (2017 /د1- موصل) (2019 /د 1)

1) الترتيب الالكتروني لعنصر الخارصين:

$30Zn$ $[Ar]18$ $3d^{10}$ $4s^2$ $4P^0$

2) الترتيب الالكتروني لايون الخارصين : $X + (-1 \times 4) = -2 \quad \Rightarrow \quad X = +2$

Zn^{2+} $[Ar]18$ $3d^{10}$ $4s^0$ $4P^0$

3) الترتيب الالكتروني لايون الخارصين في المعقد :

$[Zn(CN)_4]^{2-}$ $[Ar]18$ $3d^{10}$ $4s$ $4P$

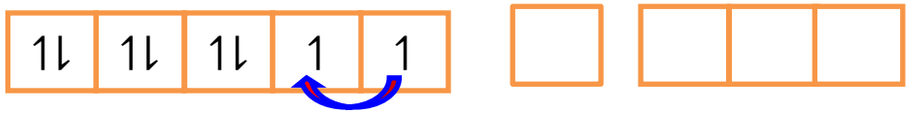
CN^- CN^- CN^- CN^-

- نوع التهجين sp^3 ، الشكل الهندسي رباعي الاوجة منتظم ، الحالة المغناطيسية دايامغناطيسي لعدم وجود الكترون منفرد (CN^- ليكند قوي ضاغط ولكن d ممتلىء)

$[Ni(dmg)_2]$

1) الترتيب الالكتروني لعنصر النيكل:

$28Ni$ $[Ar]18$ $3d^8$ $4s^2$ $4P^0$



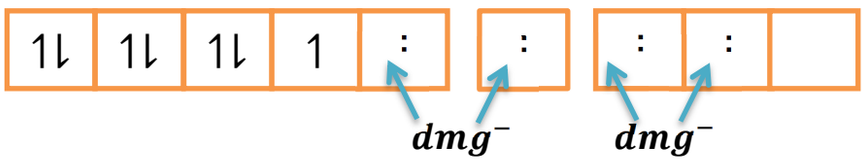
$X + (-1 \times 2) = 0 \Rightarrow X = +2$

2) الترتيب الالكتروني لايون النيكل:

Ni^{2+} $[Ar]18$ $3d^8$ $4s^0$ $4P^0$

3) الترتيب الالكتروني لايون النيكل في المعقد :

$[Ni(dmg)_2]$ $[Ar]18$ $3d^8$ $4s$ $4P$



- نوع التهجين dsp^2 ، الشكل الهندسي مربع مستوي .
- الصفة المغناطيسية دايامغناطيسي لان جميع الالكترونات مزدوجة .

$[ZnCl_2(NH_3)_2]$ (2د/ 2014 - خاص) (1د/ 2015) (2د/ 2016)

1) الترتيب الالكتروني لعنصر الخارصين:

$30Zn$ $[Ar]18$ $3d^{10}$ $4s^2$ $4P^0$

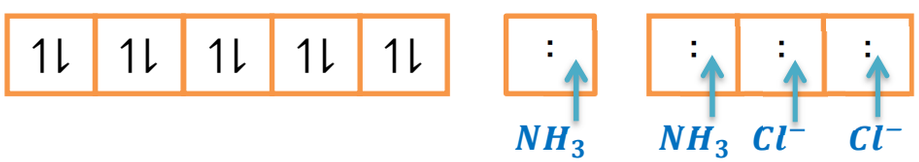
$X + (-1 \times 2) + (0 \times 2) = 0 \Rightarrow X = +2$

2) الترتيب الالكتروني لايون الخارصين :

Zn^{2+} $[Ar]18$ $3d^{10}$ $4s^0$ $4P^0$

3) الترتيب الالكتروني لايون الخارصين في المعقد :

$[ZnCl_2(NH_3)_2]$ $[Ar]18$ $3d^{10}$ $4s$ $4P$



- نوع التهجين sp^3 ، الشكل الهندسي رباعي الاوجة منتظم
- الحالة المغناطيسية دايامغناطيسيي (لعدم وجود الكترون منفرد) .

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	Pb^{2+} ، Hg_2^{2+} ، Ag^+ رصاص ، زئبقوز ، فضة	$PbCl_2$ ، Hg_2Cl_2 ، $AgCl$
II		كبريتيد الهيدروجين H_2S بوجود HCl المخفف (2018 – د2العامل المرسب للمجاميع الاربعة الاولى)	Pb^{2+} ، Cu^{2+} ، Cd^{2+} ، Sn^{2+} ، Hg^{2+} رصاص ، كادميوم ، قصدير ، نحاس ، زئبقيك Sb^{3+} ، As^{3+} ، Bi^{3+} انتيمون ، زرنيخ ، بزموث	CuS ، PbS ، HgS CdS ، SnS Sb_2S_3 ، As_2S_3 ، Bi_2S_3
III	A	هيدروكسيد الامونيوم NH_4OH مع كلوريد الامونيوم NH_4Cl	Fe^{3+} ، Cr^{3+} ، Al^{3+} حديديك ، كروم ، المنيوم	$Fe(OH)_3$ ، $Cr(OH)_3$ ، $Al(OH)_3$
	B	كبريتيد الهيدروجين H_2S بوجود NH_4OH و NH_4Cl (2019 /د 2)	Mn^{2+} ، Co^{2+} ، Zn^{2+} ، Ni^{2+} منغنيز ، كوبلت ، خارصين ، نيكل	MnS ، CoS ZnS ، NiS
IV		$(NH_4)_2CO_3$ بوجود NH_4OH و NH_4Cl	Sr^{2+} ، Ba^{2+} ، Ca^{2+} سترونتيوم ، باريوم ، كالسيوم	$SrCO_3$ ، $BaCO_3$ ، $CaCO_3$
V		تبقى في المحلول النهائي بدون ترسيب	NH_4^+ ، Mg^{2+} ، Na^+ ، K^+ امونيوم ، مغنيسيوم ، صوديوم ، بوتاسيوم	

س يصنف ايون الرصاص Pb^{2+} ضمن المجموعتين I و II ؟ (2014/د1 - خاص) (2014/د2– خاص)

ج/ وذلك لكون ذوبانية كلوريد الرصاص $PbCl_2$ كبيرة نسبياً مما يسبب بعض الاحيان عدم ترسبه بشكل تام عند اضافة HCl .

مثال 1/ كيف يمكن الفصل بين ايونات الفضة والكادميوم والحديد (III) ؟
(2013/د1) (2013/د3) (2017 /د 2)

ج/ بما ان ايون الفضة Ag^+ يصنف ضمن المجموعة I ويفصل بأضافة محلول HCl المخفف ليترسب على هيئة كلوريد الفضة $AgCl$ ، ثم يفصل بالترشيح ، وايون الكادميوم 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) $Fe(OH)_3$.

سؤال 4/ كيف يمكن الفصل بين ايوني Hg^{2+} و Hg_2^{2+} . (2013 – ت)

ج/ ايون Hg_2^{2+} من ايونات المجموعة I ويمكن ترسيبه بأضافة محلول حامض HCl المخفف ليتكون راسب ابيض هو كلوريد الزئبق I Hg_2Cl_2 : $Hg_2^{2+} + HCl \longrightarrow Hg_2Cl_2$

ويفصل بالترشيح اما ايون Hg^{2+} فهو من ايونات المجموعة II حيث يبقى ذائباً في المحلول ويمكن ترسيبه بأمرار غاز H_2S بوجود HCl المخفف ليترسب على هيئة $HgCl_2$.

التحليل الكمي:

وهي مجموعة من طرائق التحليل الكيميائي التي تهدف الى ايجاد كمية مكون معين في كمية معينة من النموذج .

التحليل الحجمي

وهو احدى طرائق التحليل الكيميائي الكمي التي تعتمد بالأساس على قياس الحجم الذي يستهلك من محلول لكاشف كيميائي (محلول قياسي - ذي تركيز معلوم بدقة) عند تفاعله كمياً 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 . . .) .

التسحيح: (2018 /د2 – خ ق)

وهو عملية الاضافة التدريجية للمحلول القياسي من السحاحة الى المحلول المجهول في دورق ايرلنماير او بالعكس لحين اكتمال التفاعل بين الكاشف الكيمائي المضاف والمكون المراد تقديره والوصول الى نقطة نهاية التفاعل .

نقطة التكافؤ: (2018 /د1 – خ ق) (2018 – د2) (2019 /د 1)

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 . (2017 /د2- موصل)

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 .

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 .

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

2) التركيز العياري(النورمالي): هو عدد المكافئات الغرامية المذابة في لتر واحد من المحلول (2015/د2)

$$N = \frac{m(g)}{EM(g/eq)} \times \frac{1}{V(L)} \longrightarrow m(g) = N\ (eq/L) \times V(L) \times EM(g/eq)$$

الكتلة المكافئة (EM) :

وهي كتلة المادة التي تنتج او تستهلك مولاً واحداً من المكون الفعال (الذي يشترك في التفاعل) وهي كمية غير ثابتة اي تتغير مع تغير نوع التفاعل الكيميائي الذي تشترك فيه المادة . (2018 /د 1)

الكتلة المكافئة للحامض: (1د/2016)

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 .

العلاقة بين M و EM : $EM = \frac{M}{\eta}$ حيث η (ايتا) تمثل عدد مولات الجزء الفعال الذي η يشترك في التفاعل الكيميائي ، وتكون عدداً صحيحاً $\eta \geq 1$.

كيفية حساب (η) عدد مولات الجزء الفعال والكتلة المكافئة EM:

1) تفاعلات التعادل:

- η للحامض = عدد ايونات الهيدروجين المتأينة H^+ من مول واحد من الحامض .
- η للقاعدة = عدد ايونات الهيدروكسيد المتأينة OH^- من مول واحد من القاعدة .
- η للملح القاعدي = عدد الايونات الموجبة × تكافؤها .

مثال 1: $H_2SO_{4(aq)} + 2NaOH_{(ag)} \longrightarrow 2H_2O_{(l)} + 2Na^+_{(aq)} + 2SO^-_{4(aq)}$

H_2SO_4

η لـ H_2SO_4 = عدد ذرات الهيدروجين المتأينة $H^+ = 2\ eq/mol$

$EM_{H_2SO_4} = \frac{M_{H_2SO_4}}{\eta} = \frac{98\ g/mol}{2\ eq/mol} = 49\ g/eg$

$NaOH$

η لـ $NaOH$ = عدد مجاميع الهيدروكسيد OH^- المتأينة $= 1\ eq/mol$

$EM_{NaOH} = \frac{M_{NaOH}}{\eta} = \frac{40\ g/mol}{1\ eq/mol} = 40\ g/eq$

مثال 2: $Na_2CO_3 + 2H^+_{(aq)} \longrightarrow 2Na^+_{(aq)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$

Na_2CO_3

η = عدد الايونات الموجبة × تكافؤها $= 1 \times 2 = 2\ eq/mol$

$EM_{Na_2CO_3} = \frac{M_{Na_2CO_3}}{\eta} = \frac{106\ g/mol}{2\ eq/mol} = 53\ g/eq$

2) تفاعلات الترسيب: η = عدد الايونات الموجبة × تكافؤها مثال:

$Pb(NO_3)_{2(aq)} + 2KI_{(aq)} \longrightarrow PbI_{2(S)} + 2K^+_{(aq)} + 2NO^-_{3(aq)}$

$Pb(NO_3)_2$

η = عدد الايونات الموجبة × تكافؤها $= 2 \times 1 = 2\ eq/mol$

$EM_{Pb(NO_3)_2} = \frac{M_{Pb(NO_3)_2}}{\eta} = \frac{331\ g/mol}{2\ eq/mol} = 165.5\ g/eq$

KI

η = عدد الايونات الموجبة × تكافؤها $= 1 \times 1 = 1\ eg/mol$

$EM_{Pb(NO_3)_2} = \frac{M_{KI}}{\eta} = \frac{166\ g/mol}{1\ eq/mol} = 166\ g/eq$

3) تفاعلات تكوين المعقد:

η (للذرةالمركزية) = عدد المزدوجات الالكترونية المكتسبة

η (لليكند) = عدد المزدوجات الالكترونية الموهوبة من مول واحد من المعادلة

مثال: $AgNO_{3(aq)} + 2KCN_{(aq)} \rightleftharpoons [Ag(CN)_2]^-_{(aq)} + 2K^+_{(aq)} + NO^-_{3(aq)}$

$AgNO_3$ (الفضة ايون مركزي مستقبل للمزدوجات الالكترونية)

η = عدد المزدوجات الالكترونية المكتسبة $= 2\ eg/mol$

$EM_{AgNO_3} = \frac{M_{AgNO_3}}{\eta} = \frac{170\ g/mol}{2\ eq/mol} = 85\ g/eq$

KCN (السيانيد ليكند واهب للمزدوجات الالكترونية)

η = عدد المزدوجات الالكترونية الموهوبة $= 1\ eq/mol$

$EM_{KCN} = \frac{M_{AgNO_3}}{\eta} = \frac{65\ g/mol}{1\ eq/mol} = 85\ g/eq$

4) تفاعلات الاكسدة والاختزال:

η للعامل المؤكسد (اختزال) = عدد الالكترونات المكتسبة

η للعامل المختزل (اكسدة) = عدد الالكترونات المفقودة

$5Fe^{2+}_{(aq)} + MnO^-_{4(aq)} + 8H_3O^+_{(aq)} \rightleftharpoons 5Fe^{3+}_{(aq)} + Mn^{2+}_{(aq)} + 12H_2O_{(l)}$

Fe^{2+} (الحديد عانى اكسدة لذلك فهو عامل مختزل)

η = عدد الالكترونات المفقودة $= 1\ eg/mol$

$EM_{Fe} = \frac{M_{Fe}}{\eta} = \frac{56\ g/mol}{1\ eq/mol} = 56\ g/eq$

MnO^-_4 (المنغنيز عانى اختزال لذلك فهو عامل مؤكسد – بسبب تغير عدد التاكسد من $+7$ الى $+2$)

η = عدد الالكترونات المكتسبة $= 5\ eq/mol$

$EM_{MnO_4} = \frac{M_{Fe}}{\eta} = \frac{56\ g/mol}{1\ eq/mol} = 56\ g/eq$

تمرين 6/ ما الكتلة اللازمة من ثنائي كرومات البوتاسيوم $K_2Cr_2O_7$ $(M = 294\ g/mol)$ لتحضير محلول بحجم $2L$ وتركيز $0.12N$ من هذا الكاشف ليستعمل كعامل مؤكسد بحسب التفاعل التالي ؟

$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6Fe^{2+} \rightleftharpoons 2Cr^{3+} + 7H_2O + 6Fe^{3+}$ (1د/2015) (2د/2014)

ج/

1) نجد η : $2X + (-2 \times 7) = -2 \Rightarrow 2X = +12 \Rightarrow X = +6$

فالكروم عامل مؤكسد لانه عانى اختزال حيث قل عدد التأكسد من $(+6)$ الى $(+3)$ ، اي كل ذرة اكتسبت ثلاثة الكترونات ولكن المركب يحوي ذرتي كروم اي مول واحد يكتسب ستة الكترونات اي:

η = عدد الالكترونات المكتسبة $= 6\ eg/mol$

2) نجد EM : $EM_{K_2Cr_2O_7} = \frac{M_{K_2Cr_2O_7}}{\eta} = \frac{294\ g/mol}{6\ eq/mol} = 49\ g/eq$

3) نجد m : $m\,(g) = N\,(eq/L) \times EM(g/eq) \times V(L)$

$m\,(g) = 0.12\ eq/L \times 49\ g/eq \times 2L = 11.79g$

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 ؟ $(M = 171\ g/mol)$. (2د/2016)

1) نجد المولارية M :

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

$$M = \frac{9.5\ g}{171\ g/mol} \times \frac{1}{2L} = \mathbf{0.027\ mol/l}$$

2) نجد العيارية N : نجد ايتا ɳ اولاً ، وبما ان التفاعل تعادل (حامض مع قاعدة) اي:

$(Ba(OH)_2)$ ɳ = عدد مجاميع الهيدروكسيد OH^- المتأينة $= 2\ eq/mol$

قانون مهم ⟵ $N = ɳ\ eq/mol \times M\ mol/L$

$$N = 2\ eq/mol \times 0.027 \frac{mol}{L} = \mathbf{0.054\ eg/l}$$

حساب نتائج التحليل الحجمي:

1) اذا اعطى في السؤال تراكيز كلا المادتين والمطلوب حجم احدهما او اعطى حجوم كلا المادتين والمطلوب تركيز احدهما :

أ) $\frac{M \times V}{n} = \frac{M \times V}{n}$ حيث n هي عدد مولات المادة من المعادلة الموزونة

ب) $N \times V = N \times V$

2) اذا كانت مادتين متفاعلتين واعطى في السؤال تركيز وحجم لمادة واحدة (القياسية) فنجد الكتلة او % او M للمادة المجهولة من:

$$m\ (g) = N\ (eq/L) \times V(L) \times EM(g/eq)$$

(المادة القياسية) (المادة المجهولة)

note احياناً نستخدم اكثر من قانون في السؤال الواحد

سؤال 12/ 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/

1) نجد المولارية للقاعدة:

$$2NaOH + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$$

$$\frac{(M \times V)_{NaOH}}{n} = \frac{(M \times V)_{H_2SO_4}}{n}$$

$$\frac{(M \times 25\ ml)_{NaOH}}{2} = \frac{(0.08\ M \times 47.1\ ml)_{H_2SO_4}}{1}$$

$$M = \mathbf{0.3\ mol/L}$$

2) نجد غرامات القاعدة:

$$m\,(g) = \text{M}\ \ (mol/L) \times M(g/mol) \times V(L)$$
$$m\,(g) = 0.3\ \ (mol/L) \times 40(g/mol) \times 500\ ml \times \frac{1L}{1000\ ml} = 6\ g$$

مثال 7/ 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 لحامض الاوكزاليك في العينة . (2د/2015)

ج/ السؤال هو عملية تسحيح وفيه مادتين متفاعلتين اي حامض وقاعدة (تفاعل تعادل) ، ولايجاد % للحامض نجد كتلته اولاً من تركيز القاعدة وحجمها وEM للحامض :

$$2NaOH + H_2C_2O_4 \longrightarrow Na_2C_2O_4 + 2H_2O$$

1) نحول التركيز المولاري M الى العياري N :

$NaOH$ لـ η = عدد مجاميع الهيدروكسيد OH^- المتأينة $= 1\ eg/mol$

$$\text{N} = \eta\ eq/mol \times \text{M}\ mol/L = 1\ eq/mol \times 0.09\ mol/L = 0.09\ eq/L$$

2) نجد EM للحامض:

$H_2C_2O_4$ لـ η = عدد ذرات الهيدروجين المتأينة $H^+ = 2\ eq/mol$

$$EM_{H_2C_2O_4} = \frac{M}{\eta} = \frac{90\ g/mol}{2\ eq/mol} = 45\ g/eq$$

3) نجد كتلة الحامض:

$$m\,(g) = N\ (eq/L) \times V(L) \times EM(g/eq)$$
$$m\,(g) = 0.09 \times 39.82\ ml \times \frac{1L}{1000ml} \times 45$$
$$m\,(g) = 0.16\ g$$

4) نجد % للحامض:

$$\%\ H_2C_2O_4 = \frac{m_{H_2C_2O_4}(g)}{m_{\text{العينة}}\,(g)} \times 100$$

$$\%\ H_2C_2O_4 = \frac{0.16\ g}{0.1743\ g} \times 100 = 91.8\ \%$$

$$Eq\ H_2C_2O_4 = Eq NaOH$$
$$\frac{m}{EM} = N \times V$$
$$\frac{m}{EM} = \text{M} \times \eta \times V$$
$$m = 0.09 \times 1 \times 39.82\ ml \times \frac{1L}{1000ml} \times 45$$

ثم نكمل الحل ... $m\,(g) = 0.16\ g$

سؤال 25/ 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 $Na_2S_2O_3$ $(M = 158\ g/mol)$ حسب التفاعل الاتي:

$$I_2 + 2Na_2S_2O_3 \longrightarrow 2NaI + Na_2S_4O_6$$

حيث استهلك $25\ ml$ من هذا المحلول للوصول الى نقطة نهاية التفاعل ، احسب: أ) عيارية محلول $Na_2S_2O_3$.

ب) عدد غرامات ثايوكبريتات الصوديوم المذابة في $1L$ من هذا المحلول . (2013/د1) (2016 /د2- خ ق)

أ) نجد N لـ $Na_2S_2O_3$:

نلاحظ في السؤال ان برمنكنات البوتاسيوم تكافئ محلول KI ومحلول KI (I_2 المتحرر منه) يكافئ محلول ثايوكبريتات الصوديوم ، لذلك فأن محلول البرمنكنات يكافئ محلول الثايوكبريتات وكالاتي:

$$Eq\ Na_2S_2O_3 = Eq\ KMnO_4$$

(المادة المجهولة) $Na_2S_2O_3$ $(N \times V)$ $=$ $(N \times V)$ $KMnO_4$ (المادة القياسية)

$$N \times 25\ ml = 0.3N \times 20\ ml$$

$$Na_2S_2O_3 \text{ لـ } N = 0.24\ eq/L$$

ب) نجد كتلة $Na_2S_2O_3$:

$$Na_2S_2O_3 \longrightarrow Na_2S_4O_6$$

$S_2 = +4$ $\quad\quad$ $S_2 = +5$

فقدان $1e^-$

$$m\,(g) = N\ (eq/L) \times V(L) \times EM(g/eg)$$

$$m\,(g) = 0.24\ (eq/L) \times 1\ L \times \frac{158\ g/mol}{1\ eq/mol}$$

$$m\,(g) = 37.92\ g$$

(سؤال واجب) تمت معايرة $0.958\ g$ من عينة تحوي حامض الخليك CH_3COOH $(M = 60\ g/mol)$ بالتسحيح مع محلول هيدروكسيد الصوديوم القياسي بتركيز $0.225N$ ، فاذا علمت ان حجم محلول القاعدة المضاف من السحاحة اللازم للوصول الى نقطة نهاية التفاعل بلغ $33.6\ ml$. احسب النسبة المئوية لحامض الخليك في العينة . (2017 /د1 – خ ق) (2019 /د 2)

مجموعة من الاسئلة الوزارية:

1) يمكن فصل ايون Cu^{2+} عن ايون Zn^{2+} وذلك بإضافة . . . . . .

2) العامل المرسب للايونات الموجبة في المجموعة الثانية هو . . . . . بوجود . . . . . .

3) تترسب الايونات الموجبة للمجموعة الاولى على هيئة . . . . . .

4) الايونات الموجبة التي تترسب بهيئة كبريتيدات هي الايونات الموجبة للمجموعيتين ..... و.....

5) قيمة (n) لملح كبريتات الحديد $Fe_2(SO_4)_3$ المستعمل في تفاعل ترسيب ايون الرصاص هي ..... .

7) محلول من ملح $Al_2(SO_4)_3$ عياريته $0.3\ N$ المستعمل في تفاعل الترسيب فأن مولاريته تساوي .....

(2019 – ت)

الفصـــل السابع- الكيمياء الصناعية

التعاريف

1) **التخثير:** هو عملية تشكيل خثرة من المواد العالقة الموجودة في الماء ، حيث يزداد حجم المواد العالقة او تضعف الفتها للماء الى درجة انها تترسب بسهولة . (2018 /د 1)

2) **الطلاء:** الطلاء منتج كيميائي عبارة عن دقائق ناعمة غير شفافة تكون محاليل عالقة في سائل يسمى الحامل (الوسيط) .

3) **الفلترة:** هي عملية تقليل او ازالة المواد الصلبة العالقة في الماء والتي تكون موجودة في الماء اصلاً او تشكلت نتيجة لعمليات الترسيب او التخثير . (2017 /د 2) (2017 – د1/خ ق) (2019 – ت) (2019 /د 3)

4) **التـأكل:** هو التلف او الانحلال التدريجي الذي يصيب الفلز(المعدن) نتيجة تفاعله كيميائياً او كهربائياً مع الوسط الموجود فيه للانتقال الى حالة اكثر استقرار عما كان عليه قبل التأكل .

5) **رقم اليود:** وهو عدد مليغرامات اليود الممتص من قبل غرام واحد من الزيت .

6) **الانودات الذوابة:**
وهي عبارة عن معادن فعالة تعمل على تقليل التأكل عندما لايمكن تغير طبيعة وسط التأكل .

7) **رقم التصبن:** (2017 /د 1) (2017 د3/ م)
وهو عدد مليغرامات هيدروكسيد البوتاسيوم KOH المستعملة لكل غرام زيت .

8) **فلاتر متعددة الاوساط:** (2017 /د 1)
وهي الفلاتر التي تتكون من ثلاث طبقات من اوساط الترشيح مختلفة الكثافة بحيث تكون الطبقة العليا هي الاخشن والطبقة الوسطى ذات حبيبات متوسطة الخشونة والطبقة السفلى تتألف من حبيبات ناعمة .

9) **التلبيد:** (2017 /ت) (2017 /د 2 –خ ق)
هو عملية المزج السريع لانتشار المادة الكيميائية المخثرة في كل اطراف الماء .

10) **ازالة العسرة:** (2017 /د3- موصل- سبب العسرة وجود ايونات ـــــ)
عملية ازالة جزء من ايونات الكالسيوم والمغنيسيوم من الماء حيث تسبب هذه الايونات عسرة للمياه تؤدي الى استهلاك كميات كبيرة من الصابون فيها .

11) **التعقيم:**
هو عملية القضاء على البكتريا الضارة وغيرها من العضيات التي يمكن ان تكون موجودة في الماء .

12) **المثبطات:** (2017 /د2- موصل- فراغات)
وهو مادة كيميائية تضاف بكميات قليلة الى وسط التأكل للحد من سرعة تأكل المعدن فيه ، ويعتبر المثبط عامل مضاد في فعله لفعل العامل المساعد حيث يقلل او يوقف التفاعل .

13) **السائل الحامل للصبغة:**
وهي زيوت دهنية غير مشبعة منها زيت بذور الكتان وزيت الخروع وزيت الصويا وزيت التانغ .

14) الحماية الكاثودية:
وهي طريقة تتضمن توجيه تيار يحول المعدن المتأكل من كونه انوداً(قطب موجب)الى كاثود (قطب سالب)

15) المخففات: (2017 /د 3) (2019 /د 2)
وهي مركبات كيميائية تستعمل لتقليل لزوجة زيوت التخفيف ، وزيادة تغلغل الحامل وزيادة قابلية ذوبان المواد المعدنية التي يرغب بأضافتها الى الحامل .

16) المجففات: (2018 /د2 – خ ق)
عوامل مساعدة في عملية التجفيف اي امتصاص الاوكسجين والكمية الكبيرة منه يجعل الطلاء يميل لتكوين اغشية صلبة لماعة وتكون صابونية معدنية او راتنجية .

17) العامل المساعد (الحفاز): (2018 – ت) (2017 /د2- موصل) (2019 /د 2)
هو مادة تزيد من سرعة التفاعل دون ان تتغير كيميائياً اي لا تشترك فيه .

18) اكسانتات السيليلوز:
وهي مادة بوليمرية لزجة لونها برتقالي محمر ، تضاف الى المياه الملوثة بالمعادن الثقيلة للتخلص منها .

19) الكحولات البترولية: (2017 /د 1 - موصل)
وهي مخففات ذات لزوجة منخفضة تغلي في درجة حرارة $(150-200)\ C^o$ و تفقد بالتبخر عندما يجف غشاء الطلاء .

التعاليل

1) تعتبر العناصر الانتقالية عوامل مساعدة فعالة . (2017 /د 3) (2018 /د1 – خ ق) (2018 /د2 – خ ق)
ج/ لها العديد من حالات التأكسد وبالتالي يسهل عليها نقل الالكترونات و خفض طاقة التنشيط وزيادة سرعة التفاعل وتستطيع ان ترتبط بالعديد من الايونات والجزيئات في مدى واسع وبالتالي تكون اعداداً مختلفة من الاواصر مما تؤدي الى ربط والتحام المواد المتفاعلة .

2) وضع قطع من الكالسيوم في محرك السيارات
ج/ لمنع تأكل الاجزاء الداخلية لمحرك السيارات .

3) عدم استخدام الطلاءات التي تحتوي على صبغة الرصاص البيضاء في طلاءات المطابخ . (2018 – ت)
ج/ وذلك لاحتوائها على الرصاص وهو مادة سامة .

4) استخدام خلاطات او وحدات مزج في محطات معالجة المياه ؟
ج/ لكي تقوم بتحريك الماء في قنوات خاصة بسرعة عالية جداً لتترك بعدها الماء في خزانات او احواض تستخدم للترسيب .

5) استخدام الصبغات الحمراء كصبغة اولية للسطوح المعدنية . (2017 /د2- موصل)
ج/ لكونها مادة مضادة للتأكل .

6) الطلاءات المائية لها القدرة على اخفاء السطوح التي تغطى بها . (2019 /د 1)
ج/ بسبب ترتيب الصبغة في الغشاء الجاف .

7) لماذا يجب ان تمسك الفلاتر المستخدمة الجزيئات العالقة بشكل رخو ؟
ج/ لكي يتسنى بعد ذلك عملية غسل الفلتر بشكل عكسي اضافة لتمكينها من حجر اكبر كمية من المواد العالقة .

8) تستخدم فلاتر الفحم المنشطة بشكل واسع في التطبيقات الصناعية ؟
ج/ وذلك لان لها القدرة الفعالة في ازالة الطعم والرائحة واللون من الماء ، اضافة الى تخليص الماء من الكلور . (2017 /د 1) (2017 /د 3- اهميتها والغرض)

9) يستخدم في فلاتر الفحم المنشطة حبيبات الفحم الفعال ؟
ج/ لان له القدرة على امتزاز المواد العضوية وكذلك تخليص الماء من الكلور الحر بتحويله الى ايون الكلوريد .

10) المياة الصناعية المحتوية على ايونات وشوائب حديدية يمكن ان تضر بعمل المنشأت الصناعية ؟
ج/ وذلك لانها تترسب في المراجل مما تؤدي الى مشاكل في الصناعة .

11) احتواء الفلاتر المغناطيسية على مغناطيس دائم او مغناطيس كهربائي ؟
ج/ وذلك ليقوم بأزالة الشوائب الحديدية (اكاسيد الحديد) الموجودة في الماء بشكل كامل .

12) لماذا توضع محولات مساعدة على عوادم السيارات ؟ (2017 /د 1) (2017 /ت)
ج/ وذلك للتخلص من الغازات السامة CO و NO والتي تتكون بسبب الاحتراق الغير التام للبنزين وعند درجات الحرارة المرتفعة في المحرك تصل الى $1000\ C^o$ مما يؤدي الى تكوين ما يعرف بالضوء الكيميائي .

املا الفراغات الاتية بما يناسبها:

1) عوامل التخثير ذات طبيعة حامضية وهي تتفاعل مع المواد القلوية المسببة للعكرة .
(2017 /د 1 - موصل)

2) عملية المزج السريع لانتشار المادة الكيميائية المخثرة في كل اطراف الماء تدعى التلبيد .

3) من المخففات المستعملة في صناعة الطلاء التوربنتين و الكحولات البترولية . (2019 /د 2)

4) يستخدم عنصر الحديد المفتت كعامل مساعد عند انتاج غاز الامونيا بطريقة هابر .

5) من المواد الكيميائية المستخدمة في عملية التخثيرهي كبريتات الالمنيوم $Al_2(SO_4)_3$ و كبريتات الحديد $Fe_2(SO_4)_3$.

6) تصنف البوليمرات الى مصعدية (انودية) و مهبطية كاثودية و ايونية .

7) تقسم الصبغات حسب الوانها الى الصبغات البيضاء و الصبغات الحمراء و الصبغات السوداء .

8) من العوامل التي يُعتمد عليها في تمييز جودة الحامل المستخدم في الطلاء هي رقم التصبن و رقم اليود .

9) ان سبب عسرة الماء هو وجود ايونات الكالسيوم و المغنيسيوم . (2017 – د3/ موصل)

التعداد

س/ متى يكون عامل التخثير اكثر فعالية ؟ (2017 /د2- موصل) (2018 /د1 – خ ق)

ج/

1) ضبط قيمة PH ضمن المجال المحدد للعامل .
2) ضبط درجة حرارة .
3) وجود ايونات سالبة قوية في الماء مثل الكبريتات SO_4^{2-} او الكلوريد .
4) اضافة بولي الكتروليتات (بوليمرات) .

س/ ما هي خواص الوسط او المحيط المؤثرة على التأكل ؟ (2019 /د 3- خمسة فقط)

ج/

1) وجود الرطوبة .
2) PH .
3) تركيز الاوكسجين وايون المعدن .
4) قابلية التوصيل .
5) الطبيعة النوعية للقطب السالب والقطب الموجب .
6) درجة الحرارة .
7) وجود او عدم وجود عامل مثبط .

س/ ما هي الصفات المهمة للصبغات ؟ (2017 /ت) (2018 /د 1) (2018 /د2 – خ ق) (2019 – د1/ خ ق)

ج/

1) اللون .
2) قدرتها على اخفاء السطح المطلي .
3) امتصاص الزيت الذي يمثل كمية الزيت لترطيب وزن قياسي من الصبغة .
4) السلوك الكيميائي لها .

س/ ما العوامل التي تؤثر على خواص الطلاء ؟

ج/

1) التركيب الكيميائي للصبغات .
2) توزيعها الحجمي .
3) شكل دقائقها .
4) نسبتها الى الحامل .

س/ اذكر محتويات الحامل في الطلات المائية ؟ (2017 – د3/ موصل)

ج/

1) بروتين مثل بروتين الصويا .
2) مذيبات البروتين .
3) مواد حافظة واخرى مانعة للعفن .
4) صبغة يمكن ان تتعلق بالحامل .
5) زيت تجفيف .

س/ ما هي مميزات الطلاء المائي ؟ (2017 /د1 – خ ق) (2019 /د 1)

ج/

1) لها فترة جفاف قصيرة ورائحتها قليلة .
2) يمكن العمل بها بسهولة بواسطة الفرشاة .
3) يمكن استعمال الماء كمخفف .
4) تنظيف البقع الناتجة عنها يكون بسهولة وذلك بأستخدام قطعة قماش .

س/ ما هي القواعد للسيطرة على التأكل ؟

ج/

1) اختيار المواد (المعدنية وغير المعدنية) يجب ان يعتمد على خواصها الكيميائية والوسط الذي تستعمل فيه
2) استبعاد الرطوبة .
3) السيطرة على حامضية او قاعدية المحيط .
4) تجنب الزوايا الحادة اوالنقاط المتداخلة او الحواجز والعوارض .
5) استعمال الانودات الذوابة .

س/ ما هي اهمية كل مما يأتي:

1) **الطلاء:** حماية المعادن من التلف والتأكل وذلك بطلاء الاسطح الخارجية لها لكونه غشاءً كيميائياً يعمل على مقاومة التأكل .

2) **البوليمرات:** 1) تساعد على توسيع مجال PH الذي يحدث عنه التخثير .
2) وتعمل على تقليل وقت التخثير

3) **فلاتر الفحم المنشطة:** لها القدرة الفعالة في ازالة الطعم والرائحة واللون من الماء ، اضافة الى تخليص الماء من الكلور .

4) **الحماية الكاثودية:** لها قيمة خاصة للهياكل المدفونة مثل خطوط الانابيب والسفن المتوقفة والخزانات حيث يوجه تيار مباشر الى الانود وهو من الكرافيت او السليكون .

5) **رقم التصبن:** يمكن من خلاله معرفة جودة الطلاء حيث رقم التصبن المنخفض يشير الى وجود كمية كبيرة من المخفف او ان الطلاء مغشوش . (2017 /د 1 - موصل) (2018 /د 1)

5) **رقم اليود:** معرفة جودة الحامل حيث كلما زاد رقم اليود كلما كان الحامل المستخدم اكثر جودة ، اي من خلاله يتم تحديد درجة الاشباع وبالتالي ميل الزيت الدهني على امتصاص الاوكسجين والجفاف .

س/ ما السلوك الكيميائي الذي من خلاله تتم عملية التخثير ؟ (2017 /د 2)

ج/ عوامل التخثير ذات طبيعة حامضية وهي تتفاعل مع المواد القلوية المسببة للعكرة .

س/ كيف يتم ازالة العسرة المؤقتة ؟ (2017 /د 2 – خ ق)

ج/ يمكن ازالتها امـــا بالتسخين او اضافة الكلس المطفأ لتترسب كاربونات الكالسيوم $CaCO_3$ غير الذائبة في الماء .