

حسب تقليصات  
وزارة التربية

الطاسعي

المراجعة المركزة

# الكيمياء

للسف السادس العلمي  
التطبيقي

اعداد الاستاذ

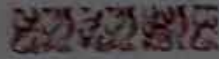
حبيب الجبناي

20  
21

1483 ★★



1483



عزيزي الطالب :

بعد النجاح الذي حققته المراجعة المركزة فسي الاعوام الثلاثة الماضية (2018 ، 2019 ، 2020) وحصولها على المركز الاول وبدرجة لم تقل عن 95 درجة (عدا الترك) وكافة الادوار لداخل وخارج القطر والتمهيدي تأتي اليوم بحلتها الجديدة وبترتيب وشمولية اكثر في انتقاء واختيار الاسئلة والمواضيع المناسبة للمراجعة وبما يتناسب مع التقليل والحذف المقرر من وزارة التربية لهذا العام الدراسي ، بعدها يجب عليك معرفة محتوى المراجعة المركزة وكيفية ومتى استخدامها:

- (1) يعتمد الطالب في فترة المراجعة الاولى على الكتاب المنهجي المقرر او على الملزمة النموذجية وان يقرأ المادة قراءة شاملة .
  - (2) المراجعة المركزة هي عبارة عن خلاصة للمواضيع وتوضيح الافكار وعدم تكرار الاسئلة المتشابهة ، ومن حيث النسبة فهي تقارب من 34 % من الملزمة الاصلية (النموذجية في الكيمياء) .
  - (3) لا يمكن الاعتماد على المراجعة المركزة في دراسة المنهج لأول مرة او في فترة المراجعة الاولى انما في فترة المراجعة الثانية او خلال الامتحان النهائي لكي يضمن الدرجة الكاملة ، كما يمكن الاعتماد عليها في مراجعة المادة في امتحان نصف السنة .
  - (4) لا 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 .
  - (5) وضع عدة اسئلة للاختبار (سؤال واجب) بعد الاسئلة المحلولة ومشابهة لها من حيث الفكرة وطريقة الحل .
  - (6) تناولت المراجعة اغلب الاسئلة الوزارية للسنوات الماضية ومنذ تغير المنهج اعتباراً من الاسئلة التمهيدية 2013 ونغاية 2020 الدور الثالث وكافة الادوار في داخل وخارج العراق والنازحين والخمس .
  - (7) يفضل اخذ النسخة الاصلية والملونة والصادرة عن مكتب الطابعي لكونها النسخة المميزة فسي الدقة والوضوح والمتوفرة لدى كافة الوكلاء وفي جميع المحافظات .
- واخيرا اوجه شكري وتقديري لإدارة وكادر مطبعة الطابعي وذلك لجهودهم المميزة في طباعة وتوزيع الملزمة .

والله ولي التوفيق .....



2021

قناة امبراطورية السادس

## تفاصيل المجموع الكلي لدرجات المراجعة المركزة

## العام الدراسي 2018

الفرع التطبيقي			الفرع الاحيائي		
الدور	داخل القطر	خارج القطر	الدور	داخل القطر	خارج القطر
التمهيدي	100	موحدة	التمهيدي	100	موحدة
الدور الاول	100	100	الدور الاول	94	100
الدور الثاني	96	98	الدور الثاني	95	97
الدور الثالث	100	100	الدور الثالث	98	100

## العام الدراسي 2019

الفرع التطبيقي			الفرع الاحيائي		
الدور	داخل القطر	خارج القطر	الدور	داخل القطر	خارج القطر
التمهيدي	100	موحدة	التمهيدي	100	موحدة
الدور الاول	100	100	الدور الاول	97	95
الدور الثاني	100	موحدة	الدور الثاني	97	موحدة
الدور الثالث	100	موحدة	الدور الثالث	100	موحدة

## العام الدراسي 2020

الفرع التطبيقي			الفرع الاحيائي		
الدور	داخل القطر	خارج القطر	الدور	داخل القطر	خارج القطر
التمهيدي	100	موحدة	التمهيدي	100	موحدة
الدور الاول	100	موحدة	الدور الاول	100	موحدة
الدور الثاني	100	موحدة	الدور الثاني	100	موحدة
الدور الثالث	100	موحدة	الدور الثالث	100	موحدة

قناة امبراطورية السادس

## الفصل الأول - علم الترموداينمك

علم الترموداينمك :

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

(2018 / 2)

ماهي الظواهر التي يفسرها علم الترموداينمك ؟

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

## عمران السماوي

ماهي اقسام الطاقة الرئيسية ؟

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

## تلكرام @amd\_21

بعض المصطلحات الترموداينمكية :

1) النظام :

هو جزء معين من الكون نهتم بدراسته يتكون من المادة او المواد المشتركة في حدوث تغيرات فيزيائية وكيميائية .

2) الحد : وهي الحدود التخيلية او الحقيقية التي تفصل النظام عن المحيط

3) المحيط : كل ما يحيط بالنظام ويؤثر عليه من تغيرات فيزيائية وكيميائية .

انواع الانظمة :

1) النظام المفتوح :

(2019 - 1د / خ ق - قارن بين المغلق والمفتوح)

وهو النظام الذي تسمح حدوده بتبادل مادة النظام وطاقته مع المحيط ، مثال اناء معدني مفتوح يحتوي على ماء مغلي .

2) النظام المغلق :

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

3) النظام المعزول :

وهو النظام الذي لا تسمح حدوده بتبادل المادة والطاقة مع المحيط . مثال الثرموس . (2019 / 2)

(2018 / 1) (2018 / 2 خ ق)

بعض التعاريف والقوانين المهمة :

السعة الحرارية: (2017 / 1 / موصل - ماهو الفرق مع مثال) (2018 / 2 - ماهو الفرق مع الوحدات)

وهي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة  $m$  مقداره بالغمم  $m(g)$  من اي مادة درجة سيليزية واحدة ووحدها  $J/C^\circ$  .

الحرارة النوعية  $c$ 

هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة غرام واحد ( $1g$ ) من اي مادة درجة سيليزية واحدة ووحدها هي  $J/g.C^\circ$  .

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

مثال 1/ ما مقدار الحرارة الناتجة من تسخين قطعة من الحديد كتلته (870g) من  $5C^{\circ}$  الى  $95C^{\circ}$  علما ان الحرارة النوعية للحديد  $0.45J/g.C^{\circ}$  ؟  
(2013-ت)

ج/ (1) نجد  $\Delta T$   $\Delta T = T_f - T_i = 95 - 5C^{\circ} = 90C^{\circ}$

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

تمرين 1/ تغيرت درجة حرارة قطعة من المغنيسيوم كتلتها 10g من  $25C^{\circ}$  الى  $45C^{\circ}$  مع اكتساب حرارة مقدارها 205J ، احسب الحرارة النوعية لقطعة المغنيسيوم .  
(2013 / 1 - غ ق)

ج/ (1) نجد  $\Delta T$   $\Delta T = T_f - T_i = 45C^{\circ} - 25C^{\circ} = 20C^{\circ}$

(2) نجد  $q$  :

$\Rightarrow 205J = \rho \times 10g \times 20C^{\circ} \Rightarrow \rho = 1.03J/g.C^{\circ} \quad q = \rho \times m \times \Delta T$

دالة الحالة : (2017 د 2/غ ق) (2018 ل 1-غ ق) (2019 ل 2) - عرف مع مثال 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 الانتالبي والانتروبي وطاقة كبس الحرة

الخواص العامة للمواد : (2017 - د 1 / موصل- ما الفرق مع مثال) (2017 - د 2 / ما الفرق مع مثال)

(1) الخواص الشاملة : وهي تشمل جميع الخواص التي تعتمد على كمية المادة الموجودة في النظام ، مثال الانتالبي والانتروبي والطاقة كبس الحرة والسعة الحرارية . (2017 ل 1) (2019 ل 3)

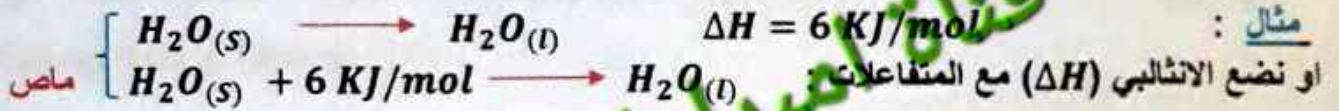
(2) الخواص المركزة : وهي الخواص التي لا تعتمد على كمية المادة الموجودة في النظام ، مثال الكثافة والحرارة النوعية و درجة الحرارة والضغط وجهد الخلية  $E_{Cell}$  . (2017 ل 3)

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

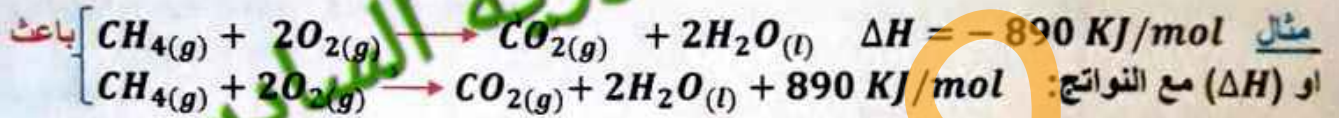
<p>(2) التفاعل الماص للحرارة (<math>\Delta H</math>) موجبة (+) وهو التفاعل الذي يصاحبه امتصاص حرارة من المحيط الى النظام وقيمة الانتالبي له موجبة . (أ) تفاعل كيميائي : <math>2HgO_{(s)} + Energy \rightarrow 2Hg_{(l)} + O_{2(g)}</math> (أ) تغير فيزيائي : <math>H_2O_{(l)} \rightarrow H_2O_{(s)} + Energy</math></p>	<p>(1) التفاعل الباعث للحرارة (<math>\Delta H</math>) سالبة (-) وهو التفاعل الذي يصاحبه تحرر حرارة من النظام الى المحيط وقيمة الانتالبي له سالبة . (أ) تفاعل كيميائي : <math>2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(l)} + Energy</math> (أ) تغير فيزيائي : <math>H_2O_{(g)} \rightarrow H_2O_{(l)} + Energy</math></p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

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

(1) اشارة ( $\Delta H$ ) فإذا كانت اشارتها موجبة (+) فالتفاعل الكيميائي او التغير الفيزيائي **ماص** للحرارة ،



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



(2) يجب ذكر الحالة الفيزيائية للمواد المتفاعلة والنتيجة .

س/ يجب ذكر الحالة الفيزيائية للمواد المتفاعلة والنتيجة للتفاعل الكيميائي والتغير الفيزيائي ، علل ؟

(1 / 2018)

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

(3) عند عكس تفاعل كيميائي او تغير فيزيائي فان اشارة  $\Delta H$  تعكس ايضاً دون ان تتغير قيمتها .

(4) عند ضرب او قسمة طرفي المعادلة برقم معين فيجب ان تجري نفس العملية على قيمة  $\Delta H$  .

### انواع الانثاليات

(1) انثالي التكوين القياسية  $\Delta H_f^\circ$  :

وهي الحرارة اللازمة (ممتصة او منبعثة) لتكوين مول واحد من اي مركب من عناصره الاساسية المتواجدة وبأبث صورها في الظروف القياسية  $25^\circ C$  و ضغط  $1 \text{ atm}$  .

(2017 / 2- موصل)

شروطها :

لها ثلاث شروط: يتكون مول واحد من المادة - من عناصره الاساسية - وبأبث صورة .

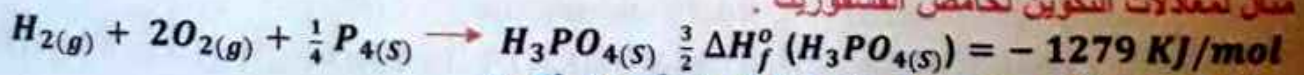
$$= \Delta H_f^\circ \Delta H_f^\circ$$

اي عند تحقق هذه الشروط الثلاثة فان:

امثلة للعناصر الأثبت صورة :

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

مثال لمعادلات التكوين لحامض الفسفوريك :



س/ نلاحظ دامتاً ظهور كمور في المعادلة الحرارية ، علل ذلك ؟

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

س/ ما هي العلاقة بين  $\Delta H_f^\circ$  و  $\Delta H_c^\circ$  ؟

$$\Delta H_f^\circ = \frac{\Delta H_c^\circ}{n} \quad \text{حيث } n \text{ عدد المولات المتكونة من المعادلة}$$

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



انثالبي الاحتراق القياسية  $\Delta H_c^\circ$  :

تعريفها:

وهي الحرارة المتحررة من حرق مول واحد من اي مادة حرقاً تاماً مع الاوكسجين عند الظروف القياسية من درجة حرارة  $25^\circ\text{C}$  و ضغط  $1 \text{ atm}$  . (2019 - 10 / غ ق)

شروطها :

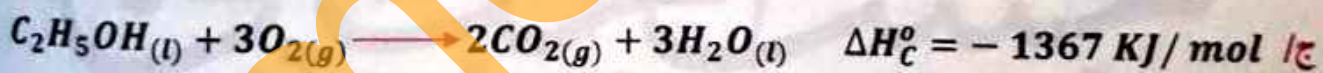
لها ثلاث شروط {يحترق مول واحد من المادة (عنصر او مركب) - حرق تام مع  $O_2$  - في الظروف القياسية} وعند تحقق الشروط الثلاثة فإن :  $\Delta H_c^\circ \Delta H_r^\circ =$

ملاحظات مهمة :

- 1) تشمل تفاعلات الاحتراق حرق المواد (الوقود) والعناصر مع  $O_2$  .
- 2) لانثالبي الاحتراق  $\Delta H_c^\circ$  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 بالكربون (C) ثم الهيدروجين (H) ثم الاوكسجين (O) .

5) العلاقة التي تربط بين  $\Delta H_r^\circ$  و  $\Delta H_c^\circ$  هي :  $\Delta H_c^\circ = \frac{\Delta H_r^\circ}{n_{\text{المحترقة}}}$

مثال 5/ اكتب المعادلة الكيميائية الحرارية لحرق الكحول الايثيلي السائل  $(C_2H_5OH(l))$  اذا علمت ان  $\Delta H_c^\circ(C_2H_5OH(l)) = -1367 \text{ KJ/mol}$



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



ج /

1) نجد  $\Delta H_f^\circ(Al_2O_3)$  من قانون المجموع  $\sum$

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

$$\Delta H_r^\circ = [2\Delta H_f^\circ(Al_2O_3(s))] - [4\Delta H_f^\circ(Al(s)) + 3\Delta H_f^\circ(O_2(g))]$$

$$-3340 = [2\Delta H_f^\circ(Al_2O_3(s))] - [4(0) + 3(0)]$$

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

2) نجد  $\Delta H_c^\circ(Al)$  :  $\Delta H_c^\circ = \frac{\Delta H_r^\circ}{n_{\text{المحترقة}}} = \frac{-3340 \text{ kJ}}{4 \text{ mol}} = -835 \text{ KJ/mol}$

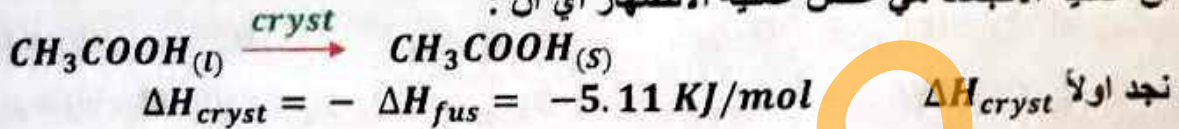
انتالبي التغيرات الفيزيائية:  $\{ \Delta H_{vap} = -\Delta H_{cond} \text{ و } \Delta H_{fus} = -\Delta H_{cryst} \}$

تمرين 9/ إذا علمت ان انتالبي الانصهار لحمض الخليك ( $CH_3COOH$ ) الثلجي  $5.11 \text{ KJ/mol}$  ، احسب انتالبي الاتجماد  $0.1 \text{ mol}$  للحامض .

ج/ معادلة الانصهار للحامض هي :



وبما ان عملية الاتجماد هي عكس عملية الانصهار اي ان :



ثم نجد انتالبي الاتجماد لـ  $0.1 \text{ mol}$  للحامض :

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

### طرائق حساب انتالبي التفاعل القياسية $\Delta H_r^\circ$

(1) طريقة استخدام قانون هيس:

تعريفه: (2015/1 - نازحين) (2016/2) (2017 - 1/1 - خ ق) (2017/2 - موصل)

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

اهميتها: ايجاد او حساب انتالبي التفاعل القياسية  $\Delta H_r^\circ$  لبعض التفاعلات التي لا يمكن قياس الانتالبي لها بصورة مباشرة .

مثال 7/ احسب انتالبي التكوين القياسية للمركب  $CS_{2(l)}$  من عناصره الاساسية باثبت صورها .



إذا اعطيت المعادلات الحرارية الاتية: (2016 - ت) (2013/3)

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

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

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

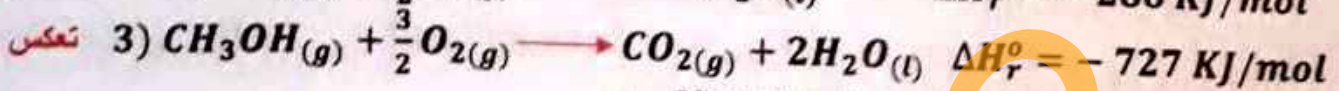


وحيث ان  $\Delta H_f^\circ$  هي نفسها  $\Delta H_r^\circ$  اي:

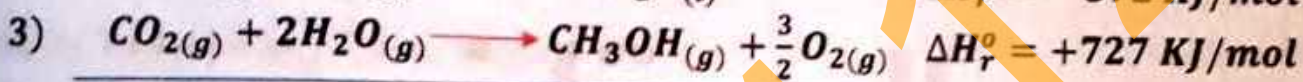
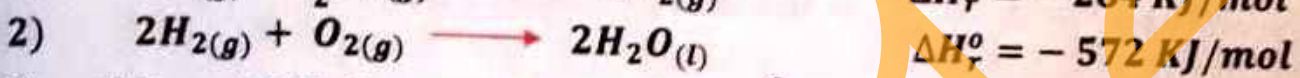
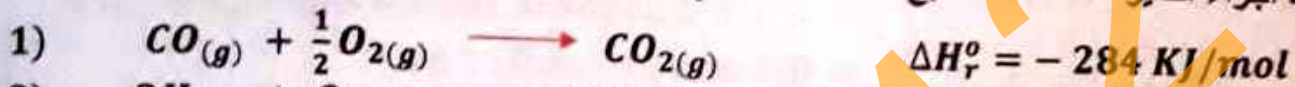
$$\Delta H_f^\circ () = -394 \text{ KJ} + (-592 \text{ KJ}) + 1072 \text{ KJ} = 86 \text{ KJ/mol } CS_{2(l)}$$

سؤال 35/ إذا علمت ان انثالي احتراق كل من غاز  $CH_3OH$  ،  $H_2$  ،  $CO$  بوحدة  $KJ/mol$  هي على التوالي :  $(-284, -286, -727)$  احسب  $\Delta H_r^\circ$  باستخدام قانون هيس للتفاعل الآتي:  
 $CO + 2H_2 \longrightarrow CH_3OH$   
 (2016 / 3) (2017 / 1)

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:



وبعد اجراء التغيرات اعلاه ، تصبح المعادلات كالاتي :



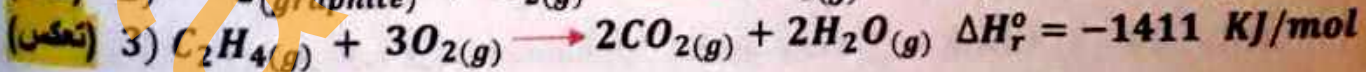
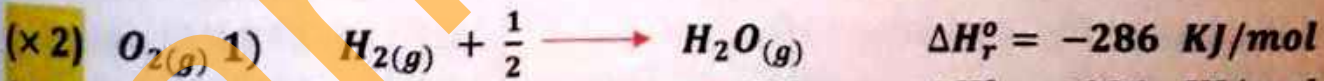
$\Delta H_r^\circ = -284 + (-572) + 727 = -129 \text{ KJ}$  بالجمع:

سؤال 23/ جد انثالي 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 بوحدة  $KJ/mol$   $(-286, -394, -1411)$   
 (2017 - 1) (2017 - 2 غ/ق) (2017 - 2 - موصل) (2018 - 2 - غ/ق)

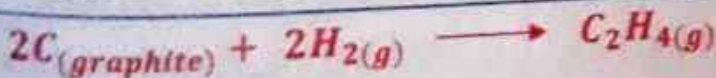
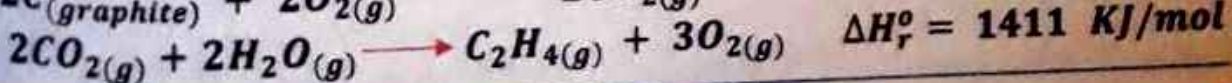
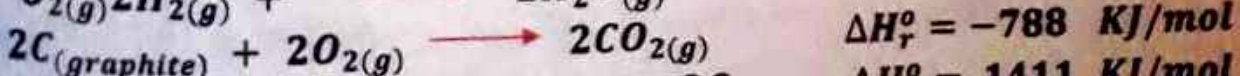
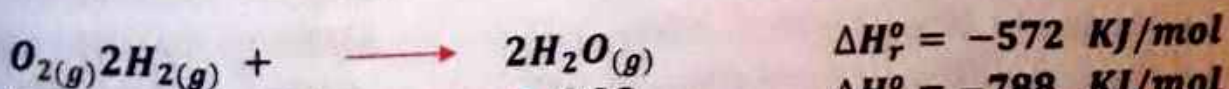
ج/



المعادلات المعطاة هي معادلات لتفاعلات احتراق وبالشروط الثلاثة وهي كالاتي:



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



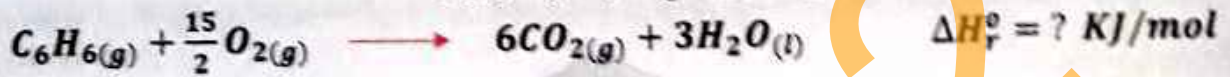
$\Delta H_r^\circ = -572 + (-788) + 1411 = +51 \text{ KJ/mol}$

(2) طريقة استخدام قيم انثالبي التكوين القياسية  $\Delta H_f^\circ$  :  
ويمكن حساب  $\Delta H_r^\circ$  من العلاقة الآتية :

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

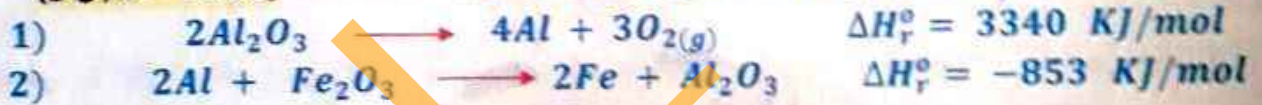
**تمرين 11** يحترق البنزين  $C_6H_6$  () في الهواء ليعطي ثنائي اوكسيد الكربون الغاز والماء السائل احسب  $\Delta H_r^\circ$  لهذا التفاعل اذا علمت ان :  $\Delta H_f^\circ(C_6H_6) = 49 \text{ KJ/mol}$  و  $\Delta H_f^\circ(H_2O(l)) = -286 \text{ KJ/mol}$  و  $\Delta H_f^\circ(CO_2(g)) = -394 \text{ KJ/mol}$  (د/2014/3) (د/2016) (د/2017) 3- موصل- المعطوم ثلاث معادلات لتكوين كل من الماء والغاز والبنزين (2013- ت) (2019- د1- باعطاء ثلاث معادلات احتراق)

ج نكتب معادلة احتراق البنزين مع غاز الاوكسجين :



$$\begin{aligned} \Delta H_r^\circ &= \sum n\Delta H_f^\circ (\text{products}) - \sum n\Delta H_f^\circ (\text{reactants}) \\ \Delta H_r^\circ &= [6\Delta H_f^\circ(CO_2(g)) + 3\Delta H_f^\circ(H_2O(l))] - [\Delta H_f^\circ(C_6H_6) + \frac{15}{2}\Delta H_f^\circ(O_2(g))] \\ \Delta H_r^\circ &= [6(-394) + 3(-286)] - [49 + 0] \\ \Delta H_r^\circ &= [-2364 - 858] - [49] = \mathbf{-3271 \text{ KJ/mol}} \end{aligned}$$

**سؤال 25** جد  $\Delta H_f^\circ$  لـ  $Fe_2O_3$  من انثالبي التفاعلات الآتية: (2019- د1/ خ ق)



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



نطبق قانون  $\sum$  على المعادلة (2) :

$$\begin{aligned} \Delta H_r^\circ &= \sum n\Delta H_f^\circ (\text{products}) - \sum n\Delta H_f^\circ (\text{reactants}) \\ \Delta H_r^\circ &= [2\Delta H_f^\circ(Fe) + \Delta H_f^\circ(Al_2O_3)] - [2\Delta H_f^\circ(Al) + \Delta H_f^\circ(Fe_2O_3)] \\ -853 &= [2(0) + (-1670)] - [2(0) + \Delta H_f^\circ(Fe_2O_3)] \\ \Delta H_f^\circ(Fe_2O_3) &= -1670 + 853 \\ \Delta H_f^\circ(Fe_2O_3) &= \mathbf{-817 \text{ KJ/mol}} \end{aligned}$$

(2017- د3/ موصل- عرف)

**العمليات التلقائية :**

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

- 1) تمدد الغاز تلقائيا في الاتاء المفرغ من الهواء ، ولكن تجمع جزيئات الغاز في وعاء واحد غير تلقائي .
- 2) سقوط الماء من اعلى الشلال تلقائي ، لكن صعوده غير تلقائي .

## الانتروبي:

وهي دالة حالة ثرموداينميكية تعتبر مقياس درجة اللانظام للنظام (الضوانية) ، ويرمز لها بالرمز  $S$  .

العمليات التي تزداد فيها الانتروبي ( $\Delta S$  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 العشوانية .

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

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

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

ج/ وذلك بسبب تكسر النظام الهيكلي المنتظم للمذاب والمذيب اي بسبب :

(1) عملية تكوين المحلول ( خلط المذاب مع المذيب ) (2) تفكك المركب الصلب الى ايونات .

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

ج/ وذلك لان عملية التسخين تؤدي الى :

(1) زيادة الحركات الانتقالية والدورانية والاهتزازية للجزيئات .

(2) زيادة انواع الطاقات المرتبطة جميعها بالحركة الجزيئية

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

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

مثال 9/ تتبأ فيما اذا كان التغير في الانتروبي  $\Delta S$  اكبر او اقل من الصفر للعمليات الاتية :

(ا) تجمد كحول الاثيل .

(ب) تبخر سائل البروم .

(ج) ذوبان الكلوكوز في الماء .

(د) تبريد غاز النتروجين من  $80C^{\circ}$  الى  $20C^{\circ}$  .

(هـ) تسخين غاز  $H_2$  من  $20C^{\circ}$  الى  $80C^{\circ}$  .

ج/

(ا) 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 عشوانية الجزيئات وبالتالي فالتغير في الانتروبي اكبر من الصفر ( $\Delta S > 0$ ) .

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

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

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

حساب الإنتروبي القياسية للتفاعلات الكيميائية  $\Delta S_r^\circ$ :

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

مثال 10 / احسب التغير في إنتروبي التفاعل القياسية  $\Delta S_r^\circ$  للتفاعل التالي عند الظروف القياسية  $25^\circ\text{C}$  و ضغط  $1\text{atm}$   $2\text{CO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{CO}(\text{g})$  إذا علمت ان :  
 $S^\circ(\text{CO}) = 198 \text{ J/K.mol}$  ,  $S^\circ(\text{O}_2) = 205 \text{ J/K.mol}$  ,  $S^\circ(\text{CO}_2) = 214 \text{ J/K.mol}$

$$\begin{aligned} \sum nS^\circ(\text{products}) - \sum nS^\circ(\text{reactants}) \quad \Delta S_r^\circ &= \quad \text{ج} \\ \Delta S_r^\circ &= [2S^\circ(\text{CO})] - [2S^\circ(\text{CO}_2) + S^\circ(\text{O}_2)] \\ \Delta S_r^\circ &= [2 \times 198] \text{ J/K.mol} - [2 \times 214 + 205] \text{ J/K.mol} \\ \Delta S_r^\circ &= 396 - 623 = -227 \text{ J/K.mol} \end{aligned}$$

**طاقة كسب الحرارة:**

تعريفها:

وهي دالة حالة ثرموداينمكية تتيح لنا التنبؤ بتلقائية العمليات الفيزيائية والكيميائية وتمثل الطاقة العظمى التي يمكن الحصول عليها من قياس التغير في الإنثالبي والإنتروبي ويرمز لها بالرمز  $G$  . ولها ثلاث حالات :

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

**طاقة كسب الحرارة القياسية للتفاعل  $\Delta G_r^\circ$ :**

هي التغير في الطاقة الحرة للتفاعل عندما يجري في الظروف القياسية  $25^\circ\text{C}$  و ضغط  $1\text{atm}$  .  
 حسابها:

$$\sum n\Delta G_f^\circ(\text{products}) - \sum n\Delta G_f^\circ(\text{reactants}) \quad \Delta G_r^\circ = \quad \text{(1) تحسب من } (\Delta G_f^\circ) :$$

$$(2) \text{ من علاقة كسب: } \Delta G_r^\circ = \Delta H_r^\circ - T\Delta S_r^\circ \text{ في } 25^\circ\text{C} (298\text{K})$$

ملخص للعلاقة بين  $\Delta G$  و  $\Delta H$  و  $\Delta S$ :

مثال	توضيح	$\Delta G$	$\Delta S$	$\Delta H$
$2\text{HgO}(\text{s}) \longrightarrow 2\text{Hg}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g})$	$\Delta G$ سالبة (تلقائي) عندما $T\Delta S > \Delta H$ اي بدرجات الحرارة العالية (التسخين)	$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ - + - (+) + -	+	+
$3\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{O}_3(\text{g})$	$\Delta G$ موجبة دائماً اي غير تلقائي في جميع درجات الحرارة	$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ + + - (-) + +	-	+
$2\text{H}_2\text{O}_2(\text{l}) \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g})$	$\Delta G$ سالبة دائماً اي تلقائي في جميع درجات الحرارة	$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ - - - (+) - -	+	-
$\text{NH}_3(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g}) \longrightarrow \text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$	$\Delta G$ سالبة (تلقائي) عندما $\Delta H > T\Delta S$ اي بدرجات الحرارة المنخفضة (التبريد)	$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ - - - (-) - +	-	-

تمرين 14/

جد قيمة  $\Delta G_r^\circ$  للتفاعل التالي عند الظروف القياسية  $25^\circ\text{C}$  و ضغط  $1\text{atm}$ .وبين هل التفاعل يحدث تلقائياً ام لا يحدث؟  $2\text{NO}_{(g)} + \text{O}_{2(g)} \longrightarrow 2\text{NO}_{2(g)}$ اذا علمت ان :  $\Delta G_f^\circ(\text{NO}_{(g)}) = 87\text{ KJ/mol}$  و  $\Delta G_f^\circ(\text{NO}_{2(g)}) = 52\text{ KJ/mol}$ 

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

$$\Delta G_r^\circ =$$

$$\Delta G_r^\circ = [2\Delta G_f^\circ(\text{NO}_{2(g)})] - [2\Delta G_f^\circ(\text{NO}_{(g)}) + \Delta G_f^\circ(\text{O}_{2(g)})]$$

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

ج/

مثال 12/ للتفاعل الآتي :  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(l)} + 3\text{O}_{2(g)} \longrightarrow 2\text{CO}_{2(g)} + 3\text{H}_2\text{O}_{(l)}$ 

بالاستعانة بالمعلومات الآتية : (2018 - 1/4 - غ ق)

المادة	$\Delta H_f^\circ$ KJ/mol	$S^\circ$ J/K.mol
$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	-278	161
$\text{O}_2$	0	205
$\text{CO}_2$	-394	214
$\text{H}_2\text{O}$	-286	70

احسب : (أ)  $\Delta H_r^\circ$  (ب)  $\Delta S_r^\circ$  (ج)  $\Delta G_r^\circ$  عند الظروف القياسية

ج/

(أ) حساب  $\Delta H_r^\circ$  :

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

$$\Delta H_r^\circ = [2\Delta H_f^\circ(\text{CO}_{2(g)}) + 3\Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}_{(l)})] - [\Delta H_f^\circ(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) + 3\Delta H_f^\circ(\text{O}_{2(g)})]$$

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

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

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

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

(ب) حساب  $\Delta S_r^\circ$  :

$$\Delta S_r^\circ = [2S^\circ(\text{CO}_2) + 3S^\circ(\text{H}_2\text{O}_{(l)})] - [S^\circ(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) + 3S^\circ(\text{O}_2)]$$

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

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

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

$$\Delta S_r^\circ \text{ KJ/K.mol} = -138\text{ J/K.mol} \times \frac{1\text{ kJ}}{1000\text{ J}}$$

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

(ج) حساب  $\Delta G_r^\circ$  : نحول درجة الحرارة من وحدة  $^\circ\text{C}$  الى وحدة الكلفن  $\text{K}$  :

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

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

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

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

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

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

والتفاعل تلقائي لان  $\Delta G$  سالبة .

(سؤال واجب)

(طريقة الحل مشابهة لـ 12 اعلاه)

(2019 / 1)

سؤال /6/ جد قيمة  $\Delta G_r^\circ$  للتفاعل  $2CO(g) + O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g)$  الذي يجري بالظروف القياسية إذا اعطيت المعلومات الآتية:  $\Delta H_f^\circ(CO_2(g)) = -393.5 \text{ KJ/mol}$ ,  $\Delta H_f^\circ(CO(g)) = -110.5 \text{ KJ/mol}$ ,  $S^\circ(CO_2) = 214 \text{ J/K.mol}$ ,  $S^\circ(O_2) = 205 \text{ J/K.mol}$ ,  $S^\circ(CO) = 198 \text{ J/K.mol}$ .

تفكك كربونات الكالسيوم حسب المعادلة الآتية:

سؤال /11/

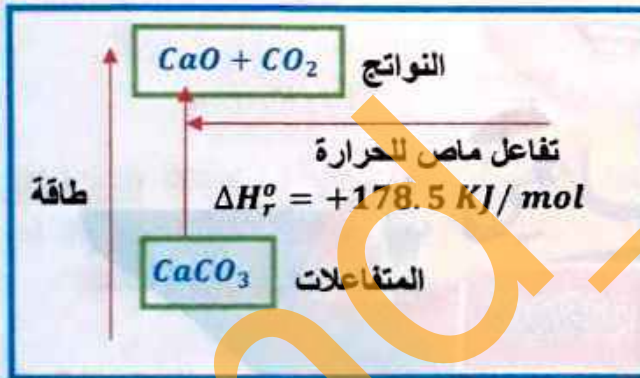
$CaCO_3(s) \rightarrow CaO(s) + CO_2(g)$  قيمة  $\Delta S_r^\circ$  للتفاعل  $160 \text{ J/K.mol}$  فإذا علمت ان  $\Delta H_f^\circ$  لكل من  $CaCO_3$ ,  $CaO$ ,  $CO_2$  هي على التوالي بوحدهات  $\text{KJ/mol}$  (-393.5, -635, -1207) جد:

(1)  $\Delta H_r^\circ$  للتفاعل ثم ارسم مخطط للطاقة (2)  $\Delta G_r^\circ$  للتفاعل  
(3) درجة الحرارة التي سيصبح عندها التفاعل تلقائي. (2015 / 2) (2016 / 3 ولكن  $\Delta H_r^\circ$  معلومة).

ج/

(1) نجد  $\Delta H_r^\circ$ :  $\Delta H_r^\circ = \sum n\Delta H_f^\circ(\text{products}) - \sum n\Delta H_f^\circ(\text{reactants})$   
 $\Delta H_r^\circ = [\Delta H_f^\circ(CaO) + \Delta H_f^\circ(CO_2)] - [\Delta H_f^\circ(CaCO_3)]$   
 $\Delta H_r^\circ = [-635 + (-393.5)] - [-1207]$   
 $\Delta H_r^\circ = -635 - 393.5 + 1207 = +178.5 \text{ KJ/mol}$

التفاعل اعلاه تفاعل تفكك وتفكك جميع تفاعلات التفكك ماصة.



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

(2) نجد  $\Delta G_r^\circ$ :

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

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

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

$\Delta G_r^\circ = \Delta H_r^\circ - T\Delta S_r^\circ$  تطبيق علاقة كبس:

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

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

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

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

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

اي التفاعل تلقائي في درجات الحرارة العالية (بالتسخين).



سؤال 22 / للتفاعل  $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)}$  احسب قيمة  $\Delta S_r^\circ$  للتفاعل بوحدة  $J/K.mol$  علماً بأن:  $\Delta G_f^\circ(H_2O) = -228 KJ/mol$  و  $\Delta H_f^\circ(H_2O) = -242 KJ/mol$  (2018 - 2019) ج/

(1) نجد  $\Delta H_r^\circ$  :  $\Delta H_r^\circ = \sum n\Delta H_f^\circ(\text{products}) - \sum n\Delta H_f^\circ(\text{reactants})$   
 او من العلاقة  $\Delta H_r^\circ = \frac{\Delta G_r^\circ}{n_{\text{المكونة}}}$   
 $\Delta H_r^\circ = [2\Delta H_f^\circ(H_2O)] - [2\Delta H_f^\circ(H_2) + \Delta H_f^\circ(O_2)]$   
 $\Delta H_r^\circ = [2(-242)] - [2(0) + 0] = -484 KJ/mol$

(2) نجد  $\Delta G_r^\circ$  :  $\Delta G_r^\circ = \sum n\Delta G_f^\circ(\text{products}) - \sum n\Delta G_f^\circ(\text{reactants})$   
 او من العلاقة  $\Delta G_r^\circ = \frac{\Delta G_r^\circ}{n_{\text{المكونة}}}$   
 $\Delta G_r^\circ = [2\Delta G_f^\circ(H_2O)] - [2\Delta G_f^\circ(H_2) + \Delta G_f^\circ(O_2)]$   
 $\Delta G_r^\circ = [2(-228)] - [2(0) + (0)] = -456 KJ/mol$

(3) نجد  $\Delta S_r^\circ$  (من علاقة كبس) :  $T(K) = t(C^\circ) + 273 = 25(C^\circ) + 273 = 298K$   
 $\Delta G_r^\circ = \Delta H_r^\circ - T\Delta S_r^\circ$   
 $-456 = -484 - 298 \Delta S_r^\circ$   
 $298 \Delta S_r^\circ = -28$   
 $\Delta S_r^\circ = -0.094 KJ/K.mol$   
 $\Delta S_r^\circ J/K.mol = -0.094 KJ/K.mol \times \frac{1000J}{1KJ} = -94 J/K.mol$   
 لغازي  $H_2$  و  $O_2$  لانهما بأثبات صورة  $\Delta H_f^\circ$  و  $\Delta G_f^\circ$  تساوي صفر

سؤال واجب) للتفاعل  $3O_{2(g)} \rightarrow 2O_{3(g)}$  عند درجة حرارة  $25C^\circ$  و ضغط  $1atm$  قيمة  $S^\circ$  لـ  $O_2 = 205 J/K.mol$  و قيمة  $S^\circ$  لـ  $O_3 = 239 J/K.mol$  و  $\Delta G_f^\circ = -163 KJ/mol$  احسب  $\Delta H_f^\circ$  لـ  $O_3$  ؟

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

(1) عملية انصهار الجليد تلقائية بالظروف الاعتيادية (2018 / 1) (2018 / 2) (2019 / 3)



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

$$- = + - (+)$$

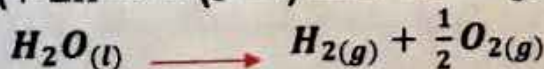
$$- = + -$$

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

$\Delta H$  موجبة (+) ماص لان العملية انصهار  
 $\Delta S$  موجبة (+) زيادة في الانتروبي لانه انصهار  
 $\Delta G$  سالبة (-) لانه تلقائي من السؤال

(2) لا يتحلل الماء الى عناصره الاولية بالظروف الاعتيادية (2017 - 1 / موصل)

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



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

$$+ = + - (+)$$

$$+ = + -$$

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

$\Delta H$  موجبة (+) ماص لانه تفكك

$\Delta S$  موجبة (+) زيادة في الانتروبي بسبب تحول السائل الى غاز

$\Delta G$  موجبة (+) لانه غير تلقائي من السؤال

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



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

$$- = - - (-)$$

$$- = - +$$

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

ملاحظة: ذوبان الغاز في سائل  $\Delta S$  سالبة (-) اما ذوبان الصلب في سائل  $\Delta S$  موجبة (+)

$\Delta H$  سالبة (-) لانه باعث من السؤال

$\Delta S$  سالبة (-) لانه ذوبان غاز في سائل (نقصان في الانتروبي)

$\Delta G$  سالبة (-) لانه تلقائي من السؤال

(4) لا تتفكك كاربونات الكالسيوم بدرجات الحرارة الاعتيادية



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

$$+ = + - (+)$$

$$+ = + -$$

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

$\Delta H$  موجبة (+) ماص لانه تفكك

$\Delta S$  موجبة (+) بسبب تحرر غاز من صلب

$\Delta G$  موجبة (+) لانه غير تلقائي من السؤال

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



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

$$- = + - (+)$$

$$- = + -$$

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

$\Delta H$  موجبة (+) ماص لانه تفكك

$\Delta S$  موجبة (+) بسبب تحرر غاز من صلب

$\Delta G$  سالبة (-) لانه تلقائي من السؤال

(6) يجمد الماء تلقائياً بدرجات الحرارة المنخفضة جداً وليس بدرجات الحرارة الاعتيادية .

(ت/ 2017) (د/ 2017) (ت/ 2019)



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

$$- = - - (-)$$

$$- = - +$$

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

$\Delta H$  سالبة (-) باعث لان العملية انجماد

$\Delta S$  سالبة (-) نقصان في الانتروبي لانه انجماد

$\Delta G$  سالبة (-) لانه تلقائي من السؤال

(2017 / 3- موصل)

(7) يتحلل الاوزون الى الاوكسجين تلقائياً بالظروف الاعتيادية .



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

$$- = - - (+)$$

$$- = - -$$

العملية تلقائية دائماً

$\Delta H$  سالبة (-) باعث (الاوزون حالة خاصة)

$\Delta S$  موجبة (+) بسبب تحرر 3 مول من الغاز من 2 مول

$\Delta G$  سالبة (-) لانه تلقائي من السؤال

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

(2019 / 1) (2017 / 3) (2018 - ت) (2017 / 2 - موصل) (2018 / 1 - ع ق)

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

$$- = + - (+)$$

$$- = + -$$

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

$\Delta H$  موجبة (+) ماص من السؤال

$\Delta S$  موجبة (+) تزداد الانتروبي عند ذوبان الصلب في السائل

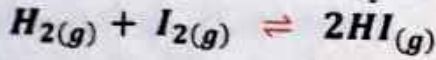
$\Delta G$  سالبة (-) لانه تلقائي من السؤال

## 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 :



### الاتزان الكيميائي:

حالة اتزان ديناميكي (حركي) وليس حالة اتزان استاتيكي (ساكن) تصل اليها اغلب التفاعلات الانعكاسية عندما تصبح معدل سرعة التفاعل بكل 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:  
التفاعلات التي تكون فيها المواد المتفاعلة والناتجة في اكثر من طور واحد .  
(2017 - 2018) (2019 - 2019)

### حالة الاتزان الكيميائي:

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

### قانون فعل الكتلة:

عند ثبوت درجة الحرارة فان سرعة التفاعل الكيميائي تتناسب طردياً مع التراكيز المولارية للمواد المتفاعلة كلا منها مرفوع الى اس يمثل عدد المولات الموضوع امام كل مادة في المعادلة الكيميائية الموزونة .  
(2017 - 2018) (موسم / 1 - 2018)

### 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

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

أنواع ثابت الاتزان  $K_{eq}$ 

- (1)  $K_c$  - ثابت الاتزان بدلالة التراكيز المولارية  
(2)  $K_p$  - ثابت الاتزان بدلالة الضغوط الجزئية

حساب ثابت الاتزان  $K_{eq}$ 

- (1) إيجاد ثابت الاتزان بصورة مباشرة:  
أي عندما تكون تراكيز المواد المتفاعلة والنااتجة (أو الضغوط الجزئية) معلومة عند الاتزان .
- (2) طريقة استخدام الجدول: وفي هذه الحالة تكون المسائل بعدة أنواع منها :  
(1) ثابت الاتزان ( $K_c$  و  $K_p$ ) معلوم ، والتراكيز أو الضغوط الابتدائية معلومة ، والمطلوب تراكيز أو ضغوط عند الاتزان .  
(2) التراكيز أو الضغوط الابتدائية معلومة ، وتركيز أو ضغط احد المواد المتفاعلة أو 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  $0.625 \text{ mol}$  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  $0.025 \text{ mol/L}$  حسب قيمة  $K_c$  لهذا التفاعل  $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$

(1) نحسب المولارية للتراكيز الابتدائية:  $M = \frac{n(\text{mol})}{v(L)} = \frac{0.625 \text{ mol}}{5L} = 0.125 \text{ mol/L}$

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

(2) كتابة الجدول:

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

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

اما  $[NO_2]$  عند الاتزان فهو :

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

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

(3) حساب  $K_c$  :

(سؤال واجب) للتفاعل  $2CO_2(g) \rightleftharpoons 2CO(g) + O_2(g)$  وضع في اناء حجمه لتر  $0.8 \text{ mol}$  من غاز  $CO_2$  وبدرجة حرارة معينة وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان ربع كمية الغاز قد تفككت . احسب  $K_c$  .  
(2017 - د2/غ ق ،  $K_c = 0.011$  ، احسب التركيز الابتدائي)

سؤال 24 / في التفاعل الغازي الآتي:  $3H_2(g) + N_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$  وضعت كميات مختلفة (مولات مختلفة) من  $H_2$  و  $N_2$  في اناء سعة لتر وعند وصول التفاعل لحالة الاتزان وجد ان ما استهلك من  $H_2$  يساوي  $0.3 \text{ mol}$  وما تبقى من  $N_2$  يساوي  $0.2 \text{ mol}$  ما عدد مولات كل من  $H_2$  و  $N_2$  قبل التفاعل علما ان ثابت الاتزان  $K_C$  للتفاعل يساوي 200 . (2017 - 3) (3 / 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  $z$

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

3) كتابة الجدول:

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

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

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

نجد قيمة  $z$  من تركيز  $N_2$  المتبقي:

نجد قيمة  $y$  من  $K_C$  والتركيز عند الاتزان:

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

$$(y - 0.3)^3 = \frac{0.2}{200} \Rightarrow (y - 0.3)^3 = \frac{1}{1000}$$

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

سؤال 19 / اذا كانت درجة تفكك مول واحد  $N_2O_4$  الى  $NO_2$  هي 20% عند درجة حرارة  $27^\circ C$  وضغط  $1 \text{ atm}$  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 التركيزات عند الاتزان ثم نجد  $K_C$  ثم  $K_P$  وكالاتي:  
1) كتابة الجدول:

M	$N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$	
التركيز الابتدائية	1	0
التغير في التركيز	$-x$	$+2x$
التركيز عند الاتزان	$1 - x$	$2x$

2) نجد تركيز  $N_2O_4$  المتفكك ( $x$ ):

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

3) التركيزات عند الاتزان هي:

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

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

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

4) نجد  $K_C$ :

سؤال 17/ للتفاعل المتزن:  $CO_2(g) + H_2(g) \rightleftharpoons CO(g) + H_2O(g)$  وفي أثناء حجمه لتر واحد تم خلط مولات متساوية من  $H_2$  و  $CO_2$  وبدرجة حرارة  $2000K$  وصل التفاعل حالة الاتزان فوجد ان عدد المولات الكلية لخليط الغازات عند الاتزان تساوي  $3mol$ . ما تراكيز خليط الاتزان علماً بأن ثابت الاتزان  $K_c$  يساوي 4 ؟

(3 / 2017)

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

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	$y-x$	$y-x$	$x$	$x$

(2) نعمل جدولاً وكالاتي:

(3) نجد قيمة  $y$  من عدد المولات الكلية  $n_T$ :

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

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

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

(4) نجد قيمة  $x$  من  $K_c$ :

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

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

(5) نجد التراكيز المولية 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  $PCl_3$  و  $Cl_2$  في بداية التفاعل.

(2019 - ت)

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

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

(2) كتابة الجدول:



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

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

نجد قيمة  $x$  بعد مساواة المعادلتين:  
اي ان:

$$y - x = 1 \Rightarrow x = y - 1$$

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

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

(5) نجد قيمة  $y$  من  $K_p$  :

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

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

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

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

### العلاقة بين الطاقة الحرة $\Delta G$ وثابت الاتزان

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

$$\Delta G_r^\circ = -2.303RT \log K_{eq}$$

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

$R$  - ثابت الغازات بوحدات الطاقة ويساوي  $(R = 8.314 \frac{J}{K.mol})$   
 $T$  - درجة الحرارة بالكلفن

مثال 5/ اذا علمت ان  $\Delta G^\circ$  للتفاعل تساوي  $\Delta G^\circ = -104 \text{ KJ/mol}$  عند درجة حرارة  $25^\circ \text{C}$  وضغط  $1 \text{ atm}$  احسب ثابت الاتزان  $K_{eq}$  عند الظروف نفسها. (معلومة:  $\ln 1.7 \times 10^{18} = 42$ )

ج/ (1) نحول درجة الحرارة من وحدة  $C^\circ$  الى  $K$  :

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

(2) يجب ملاحظة توحيد وحدات  $R$  مع  $\Delta G^\circ$  :

( بحيث ان كليهما يجب ان يعبر عنها بالجول ( J ) اي نحول وحدة  $\Delta G^\circ$  من  $KJ$  الى وحدة ( J ) )

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

(3) نجد  $K_{eq}$  من  $\Delta G_r^\circ$  :

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

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

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

$$\ln 1.7 \times 10^{18} = 42$$

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

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

سؤال /6 ثابت الاتزان لتفاعل ما عند  $25C^{\circ}$  يساوي  $1 \times 10^{-5}$  و  $\Delta S_r^{\circ}$  للتفاعل نفسه يساوي  $-0.5 \text{ KJ/K.mol}$  ، احسب  $\Delta H_r^{\circ}$  للتفاعل ؟

ج/ من ثابت الاتزان نجد  $\Delta G_r^{\circ}$  ثم من علاقة كبس نجد  $\Delta H_r^{\circ}$  :

$$\Delta G_r^{\circ} = -RT \ln K_{eq} \quad (1)$$

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

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

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

$$\Delta G_r^{\circ} = \Delta H_r^{\circ} - T\Delta S_r^{\circ} \quad (2)$$

$$28.5 = \Delta H_r^{\circ} - 298(-0.5)$$

$$28.5 = \Delta H_r^{\circ} + 149$$

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

### قاعدة لوشاتيليه:

إذا 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 تأثير ذلك المؤثر ليصل التفاعل الى حالة اتزان جديدة .

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

(1) تأثير التغير بالتركيز:



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 العاص
- (اي باتجاه الذي يقلل من الحرارة التي سخن فيها التفاعل حسب قاعدة لوشاتيليه)
- (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 فإن التغيير 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:

- عندما يتجه التفاعل بالاتجاه الامامي بتغير درجة الحرارة فإن  $K_{eq}$  تزداد .
- عندما يتجه التفاعل بالاتجاه الخلفي بتغير درجة الحرارة فإن  $K_{eq}$  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	بالتهديد يتجه التفاعل بالاتجاه الباعث بالسخن 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  $25C^\circ$

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 .

ج/

- اضافة كمية من المتفاعلات (غاز  $C_2H_4$  و  $H_2$ ) وسحب غاز  $C_2H_6$  باستمرار من مزيج الاتزان .
- زيادة الضغط لكي يتجه نحو عدد المولات الاقل اي امامي نحو النواتج .
- تقليل الحجم .
- 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  $25C^\circ$  يحتوي على:  $[SO_3] = 0.002mol/l$  و  $[SO_2] = 0.08mol/L$  و

$[O_2] = 0.01mol/L$  وعند تبريد التفاعل الى  $10C^\circ$  وجد  $K_C$  للتفاعل يساوي 4 بين هل التفاعل

باعث ام ماص للحرارة . (2017/3- موصل- بتغير الارقام) (2014/2- خاص) (2016/1- بتغير التراكيز)

ج/

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

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

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

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

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

قلت قيمة الثابت

عندما يقل كل من الثابت ودرجة الحرارة او يزداد كلاهما فالنتفاعل 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 - 2د)

درجة الحرارة/°C	B/(mol/L)	A/(mol/L)
127	0.8	0.01
227	0.7	0.1

ت	A (mol/L)	B (mol/L)	tC°	$K_C = \frac{[B]^2}{[A]}$
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: طاقة  $A(g) \rightleftharpoons B(g) +$  لا تتغير حرارة اثناء 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 دانماً (حسب القاعدة) وان انخفاض قيمة  $K_C$  تدل ان التفاعل يتجه بالاتجاه الخلفي اي الخلفي هو الماص والامامي هو الباعث . (2018 - 2د)

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

ج/ بما ان رفع درجة الحرارة يتجه باتجاه الماص دانماً (حسب القاعدة) وحيث ان التفاعل الامامي ماص للحرارة اي يتجه بالاتجاه الامامي نحو النواتج فتزداد قيمة  $K_C$  . (2018 / 1د - غ ق) (2019 / 1د)

5) تتوقف بعض التفاعلات تماماً بينما تظهر تفاعلات اخرى وكأنها متوقفة . (2017 - 2د) (2019 / 3د)

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 الأيوني

(2017/ت) (2019/د 3)

المواد غير الألكتروليتية:

وهي المواد التي تكون محاليلها المائية غير موصلة للتيار الكهربائي رغم ذوبانها في الماء ، أي أنها لا تتفكك أي لا تعطي أيونات سالبة وإيونات موجبة ، مثال السكروز وخلات المثيل .

(2018 - د2/خ ق)

المواد الألكتروليتية:

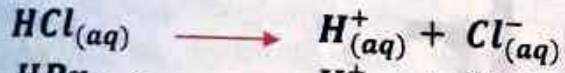
وهي المواد التي يكون لمحاليلها المائية أو لمنصهرها القابلية على توصيل التيار الكهربائي أي تتفكك لتعطي أيونات موجبة وسالبة ، وتشمل الحوامض والقواعد والأملاح ، وتعد الحوامض والقواعد مركبات مستقطبة أما الأملاح فهي أيونية .

اصنافها:

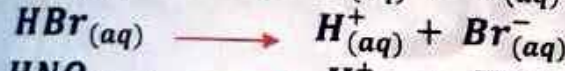
(2018 - د2 - علك) (2019 - د1/خ ق)

(1) الألكتروليتات القوية:

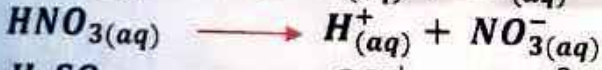
وهي المواد التي تكون عالية التوصيل للكهربائية عند ذوبانها في الماء ، وذلك بسبب تفككها التام إلى أيونات ومعادلات التفكك لها غير انعكاسية ، وتشمل الحوامض القوية والقواعد القوية والأملاح تامة الذوبان الحوامض القوية:



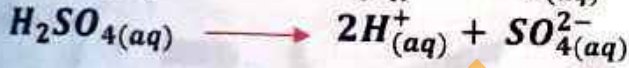
(1) حامض الهيدروكلوريك



(2) حامض الهيدروبروميك



(3) حامض النتريك



(4) حامض الكبريتيك

القواعد القوية:



(1) هيدروكسيد الصوديوم



(2) هيدروكسيد البوتاسيوم



(3) هيدروكسيد الباريوم

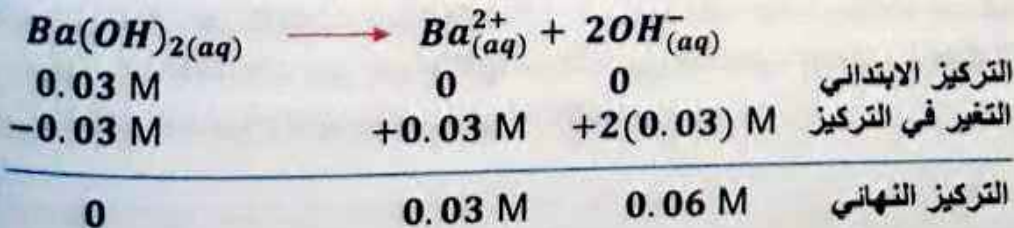


(4) هيدروكسيد الكالسيوم

س/ كيف تحسب تراكيز الأيونات للألكتروليتات القوية في محاليلها المائية ؟  
ج/ وذلك بصورة مباشرة من تراكيز الألكتروليتات القوية .

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

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



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

(2) **الالكتروليات الضعيفة:** (2017/1 - خ ق - ماهو الفرق بين القوية والضعيفة) (2018/1 - خ ق)  
وهي الالكتروليات 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 الهيدروسيتانيك  $HCN_{(aq)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + CN^-_{(aq)}$
- (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:

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

(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 الالكتروليات الضعيف الى التركيز المولاري للالكتروليات الضعيف .

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

$$\text{او } \% \text{ للتأين} = \text{درجة التأين} \times 100$$

**تمرين 3/** محلول من حامض الهيدروسيتانيك ( $K_a = 4.9 \times 10^{-10}$ ) تركيزه يساوي  $0.1 \text{ M}$   
احسب : (1) تركيز  $H^+$  (2) درجة التفكك (3) نسبة التفكك المئوية .

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

	$HCN_{(aq)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + CN^-_{(aq)}$	(1) نجد تركيز $H^+$ :
التركيز الابتدائية	0.1 M      0      0	
التركيز عند الاتزان	(0.1 - x) M      x M      x M	

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

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

(2) نجد درجة التفكك:

$$7 \times 10^{-5} = \frac{7 \times 10^{-6}}{0.1} = \frac{\text{تركيز أيون } OH^- \text{ عند الاتزان}}{\text{التركيز الابتدائي للقاعدة}} = \text{درجة التفكك}$$

(3) نجد نسبة التفكك المئوية:

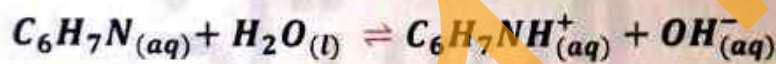
$$\begin{aligned} \text{النسبة المئوية للتأين} &= \text{درجة التأيين} \times 100 \\ \text{النسبة المئوية للتأين} &= 100 \times 7 \times 10^{-5} = 7 \times 10^{-3} \% \end{aligned}$$

(4) % للتأين:

$$\%1.3 = 100 \times \frac{1.3 \times 10^{-3}}{0.1} = 100 \times \frac{\text{تركيز أيون } H^+ \text{ عند الاتزان}}{\text{التركيز الابتدائي للحامض}} = \text{النسبة المئوية للتأين}$$

**تمرين 12** احسب تركيز  $OH^-$  للمحلول المائي للأنيلين  $C_6H_7N$  ( $K_b = 3.8 \times 10^{-10}$ ) الذي تركيزه يساوي  $0.1 \text{ M}$ .

ج



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

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

$$x^2 = 38 \times 10^{-12} \quad \sqrt{\quad} \Rightarrow x = 6.2 \times 10^{-6} \text{ M} = [OH^-]$$

$$6.2 \times 10^{-5} = \frac{6.2 \times 10^{-6}}{0.1} = \frac{\text{تركيز الجزء المتأين عند الاتزان}}{\text{التركيز الابتدائي}} = \text{درجة التأيين}$$

### التأين الذاتي للماء:

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

$$[H^+] \times [OH^-] = 1 \times 10^{-14} \quad \text{لتنتج العلاقة الآتية:}$$

ملخص:

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

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  $K_w$ :

$HNO_{3(aq)}$	$\longrightarrow$	$H^+_{(aq)}$	+	$NO_{3(aq)}^-$	
0.05 M		0		0	التركيز الابتدائي
-0.05 M		+0.05 M		+0.05 M	التغير في التركيز
0		0.05 M		0.05 M	التركيز النهائي

$[H^+] = 0.05 M$   $\therefore$  تراكيز الايونات هي

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

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

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؟ ( $\log 3 = 0.48$ )

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

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

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

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

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

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

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

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

مثال /7 احسب  $PH$  لمحلول الامونيا بتركيز  $0.18 M$  علماً ان ثابت تاينها يساوي  $1.8 \times 10^{-5}$

$$(\log 1.8 = 0.26)$$

	$NH_3 + H_2O$	$\rightleftharpoons$	$NH_4^+$	+	$OH^-$
التركيز الابتدائية	0.18		0		0
التغير بالتركيز	0.18 - x		x		x

$$K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]}$$

$$1.8 \times 10^{-5} = \frac{[x]^2}{0.18}$$

$$x = 1.8 \times 10^{-3} M = [OH^-]$$

$$POH = -\log[OH^-] = -\log 1.8 \times 10^{-3}$$

$$POH = -\log 1.8 - \log 10^{-3} = 0.26 + 3 = 2.74$$

$$PH + POH = 14$$

$$PH = 14 - 2.74 = 11.26$$

اي ايجاد العدد اذا علم لوغاريتمه :

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

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

معكوس او متلوب اللوغاريتم:

القانون:

انواع المسائل:

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

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

مثال:

(2) اذا كان ناتج log عدد كسري ، فوضاف  $\mp$  العدد التالي للعدد الصحيح في الكسر:

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

مثال:

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

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

ج/

(1) نجد POH من PH :

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

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

(2) نجد  $[OH^-]$  :

(3) KOH قاعدة قوية ولها تفكك تام :



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

(4) نجد كتلة القاعدة :

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

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

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 .  
( $\log 2 = 0.3 \cdot \log 1.8 = 0.26$ )

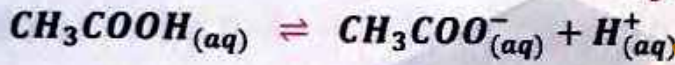
ج/

(1) نجد  $[H^+]$  من  $PH$  :

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

(2) نجد  $K_a$  من  $PK_a$  :

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

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

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

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

(4) نجد غرامات الحامض من المولارية  $M$  :

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

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

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

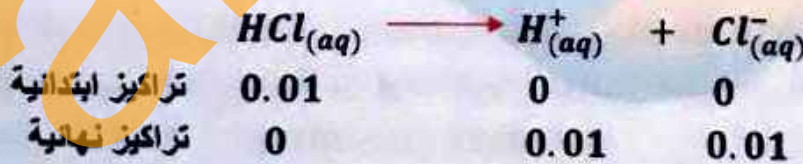
سؤال /17 احسب قيمة الاس الهيدروجيني  $PH$  لمحلول نتج من تخفيف 1ml من 10 M حامض الهيدروكلوريك الى لتر بالماء .  
( $\log 1.36 = 0.134$ )

ج/

(1) نجد تركيز الحامض بعد الاضافة من قانون التخفيف:

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$10 \times 1ml \times \frac{1L}{1000ml} = M_2 \times 1L \Rightarrow M_2 = 0.01$$

(2) نجد  $[H^+]$  :(3) نجد قيمة  $PH$  :

$$PH = -\log[H^+] = -\log 0.0136$$

$$PH = -\log 1.36 - \log 10^{-2} = -0.134 + 2 = 1.866$$

سؤال /17

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

ج/



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

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

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

(2) نجد مولارية  $HCl$  بعد الاضافة من قانون التخفيف:

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

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

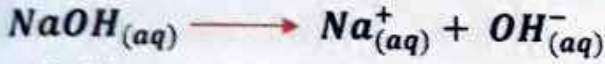
$$10 \text{ M} \times M_2 \times 1\text{L} \times 1\text{ml} \times \frac{1\text{L}}{1000\text{ml}} =$$

$$M_2 = 0.01\text{mol/L}$$

$$M_2 = 0.01\text{mol/L}$$

(3) نجد تركيز ايون  $OH^-$ :

(3) نجد تركيز ايون  $H^+$ :



$$\begin{array}{ccc} 0.01 & 0 & 0 \\ 0 & 0.01 & 0.01 \end{array}$$

$$\begin{array}{ccc} 0.01 & 0 & 0 \\ 0 & 0.01 & 0.01 \end{array}$$

(4) نجد  $PH$  و  $\Delta PH$ :

(4) نجد  $PH$  و  $\Delta PH$ :

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

$$PH = -\log[H^+] = -\log 10^{-2} = 2$$

$$[H^+] = \frac{1 \times 10^{-14}}{10^{-2}} = 10^{-12} \text{ M}$$

$$PH_2 = 2 \text{ وهو } PH \text{ للماء بعد الاضافة}$$

$$PH = -\log[H^+] = -\log 10^{-12} = 12$$

$$\Delta PH = PH_2 - PH_1$$

$$\Delta PH = PH_2 - PH_1 = 12 - 7 = +5$$

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

## 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؟ (2017/2د)  
ج/ وذلك لان الايونات الناتجة من الحامض القوي والقاعدة القوية لا تتفاعل مع الماء عند اذابتها فيه فيبقى تركيز  $H^+$  يساوي تركيز  $OH^-$  ويساوي  $1 \times 10^{-7} \text{ M}$  لكل منهما و  $PH$  للمحلول يساوي 7 اي يكون المحلول المائي متعادلاً. (2017/2د- 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؟ (2017-1د) (2017/3د)  
ج/ وذلك لانه عند ذوبان هذا النوع من الاملاح في الماء فان 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 فان الايون الناتج من القاعدة الضعيفة يتفاعل مع الماء (تكتسب  $OH^-$  من الماء) فيقل تركيز  $OH^-$  ويزداد تركيز  $H^+$  فيصبح المحلول حامضياً.

## الأيون المشترك

**تعريفه:** هي ظاهرة تقليل تلك الألكتروليت الضعيف الناتجة عن وجود الألكتروليت قوي يحوي أحد أيونات الألكتروليت الضعيف في نفس المحلول ويسمى المحلول الناتج بالمحلول البفري .  
انواعه:

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

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

المرجعة رفعت من قناة أمبراطورية السادس

القوانين:

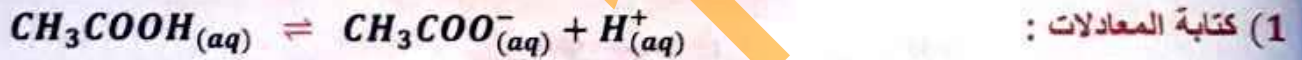
$[H^+] = K_a \times \frac{[acid]}{[salt]}$	$PH = PK_a + \log \frac{[salt]}{[acid]}$
$[OH^-] = K_b \times \frac{[base]}{[salt]}$	$POH = PK_b + \log \frac{[salt]}{[base]}$

(1) الحامض الضعيف وملحه:

(2) القاعدة الضعيفة وملحها:

**مثال 9/** احسب تركيز أيون  $H^+$  و  $PH$  لمحلول مكون من مزيج من  $0.1 M$  حامض الخليك و  $0.2 M$  خلات الصوديوم .  $K_a(CH_3COOH) = 1.8 \times 10^{-5}$  ( $\log 3 = 0.48$ ) (2014/د 2 - خاص)

ج/ المحلول أيون مشترك مكون من حامض ضعيف وملحه :



(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  $PH$  :

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

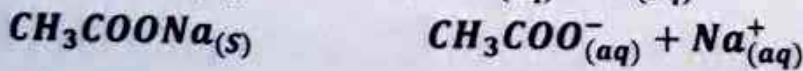
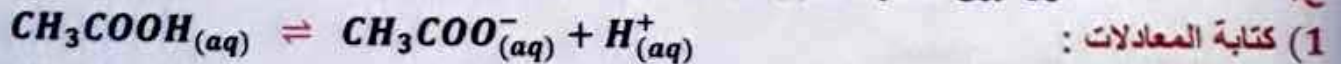
$$PH = -\log 3^2 - \log 10^{-6} = -2(0.48) + 6 = -0.96 + 6 = 5.04$$

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

**تمرين 10/** ما تركيز حامض الخليك في محلول يحوي إضافة إلى الحامض ملح خلات الصوديوم بتركيز  $0.3 M$  إذا علمت أن قيمة  $PH$  المحلول كانت تساوي  $4.31$  . ( $\log 0.37 = -0.43$ )

$$K_a(CH_3COOH) = 1.8 \times 10^{-5}$$

ج/ المحلول أيون مشترك مكون من حامض ضعيف وملحه :



(2) نجد  $PK_a$  :

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

$$PK_a = -0.26 + 5 = 4.74$$

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

(3) نجد تركيز الحامض :

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

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

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

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

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

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

$$K_b(NH_3) = 1.8 \times 10^{-5}$$

ج/

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



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

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

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

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

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



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

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

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

اي قلت بمقدار 361  
بسبب الايون المشترك

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

(سؤال 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 ؟ ( $\log 1.82 = 0.26$ ) . (2019) (3)

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

ج المحلول ايون مشترك مكون من قاعدة ضعيفة وملحها:  
1) نجد  $POH$  من  $PH$  :

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

2) نجد  $PK_b$  :

$$PK_b = -\log K_b = -\log 1.8 \times 10^{-5}$$

$$PK_b = -\log 1.8 - \log 10^{-5} = -0.26 + 5 = 4.74$$

3) نجد تركيز الملح من قانون الايون المشترك:

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

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

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

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

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

او الحل بطريقة معكوس اللوغارتم:

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

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

4) نجد كتلة الملح من المولارية:

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

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

سؤال 9/ اذا كان هناك حاجة لتحضير محلول بفر نو  $PH = 9$  من مزج  $NH_3$  مع  $NH_4Cl$  كم يجب ان تكون النسبة بين  $\frac{[NH_4^+]}{[NH_3]}$  ؟ علماً ان  $PK_b = 4.74$  .  $\log 1.82 = 0.26$  . (2014) (1)

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

ج/

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

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

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

ج/ تزداد درجة تفكك حامض النتروز  $HNO_2$  عند اضافة الماء اليه وتقل عند اضافة نترات الصوديوم  $NaNO_2$  .

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 النترت  $NO_2^-$  لذلك فان التفاعل يتجه بالاتجاه الخلفي فيتكون الحامض فتقل درجة التفكك للحامض حسب قاعدة لوشاتليه ايضاً .

### للعائل المنظمة (معائل بشر)

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 الـ pH الهيدروجيني عند اضافة كمية صغيرة من حامض قوي او قاعدة قوية اليه .

### انواع للعائل المنظمة:

(2) محلول قاعدة ضعيفة وملحها:  
مثال الامونيا وملح كلوريد الامونيوم

ا- اضافة حامض قوي (HCl) :

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

ب- اضافة قاعدة قوية (NaOH) :

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

(1) محلول حامض ضعيف وملحه:  
مثال حامض الخليك وخلات الصوديوم

ا- اضافة حامض قوي (HCl) :

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

ب- اضافة قاعدة قوية (NaOH) :

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

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

$$(PK_a = 4.74) \quad (log \frac{9}{11} = -0.087) \quad 0.1 M$$

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

(1) نجد تركيز حامض HCl من قانون التخفيف:

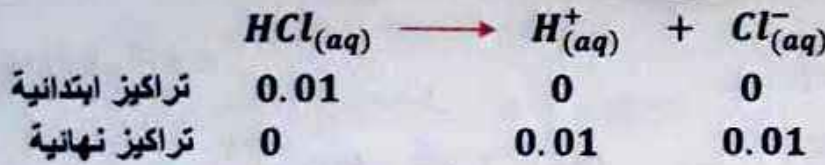
$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2 \quad (HCl \text{ بعد الاضافة}) \quad (HCl \text{ قبل الاضافة})$$

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

$$M_2 = 0.01 mol/L$$

(2) نكتب معادلات التفكك الثلاث:





(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 بفرى مكون من حامض النتروز ( $HNO_2$ )  $K_a = 4.5 \times 10^{-4}$  بتركيز 0.12 M و نترت 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 . استغفد من المعلومات الاتية: (2013/1) (2016/ت)  
 ( $\log 1.8 = 0.26$  ،  $\log 5 = 0.7$  ،  $\log 2 = 0.3$  ،  $\log 4.5 = 0.65$ )

ج/

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



ايون مشترك

$$PK_a = -\log K_a = -\log 4.5 \times 10^{-4} = -\log 4.5 - \log 10^{-4}$$

$$PK_a = -0.65 + 4 = 3.35$$

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

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

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

(ب) نجد PH للمحلول بعد اضافة القاعدة القوية:

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



التراكيز الابتدائية

0.025

0

0

التراكيز النهائية

0

0.025

0.025

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

طريق القوتون

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

$$PH = 3.35 + \log 1.8 = 3.35 + 0.26 = 3.61 = PH_2$$

**تمرين 12** احسب قيمة الأس الهيدروجيني (PH) (أ) لتر من محلول بفر مكون من الامونيا بتركيز 0.1 M وكلوريد الامونيوم بتركيز 0.1 M (ب) نفس محلول بفر لكن بعد اضافة 1ml من محلول حامض الكبريتيك بتركيز 10 M . ثم احسب مقدار التغير الحاصل في قيمة PH ونقش النتيجة . علماً ان  $\log 3 = 0.5$  ،  $\log 2 = 0.3$  ،  $PK_b = 4.74$

ج) نجد PH لمحلول الامونيا وحدها (ايون مشترك) فقط قبل اضافة الحامض القوي وهو  $PH_1$  :



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

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

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

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

ب) نجد PH لمحلول بعد اضافة الحامض القوي وهو  $PH_2$  :

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

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

$$M_2 = 0.01 mol/L$$



تركيز ابتدائية	0.01	0	0
تركيز نهائية	0	2(0.01)	0.01
	0.02		

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

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

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

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

المرجعة رفعت من قناة أمبراطورية السادس

عمران السماوي تلكرام amd\_21@

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

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

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

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

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

محلول بفر يتكون من  $0.02 \text{ M}$  من  $NH_4Cl$  و  $0.01 \text{ M}$  من  $NH_3$  ، اضيف الي لتر واحد من المحلول  $1 \text{ ml}$  من  $KOH$  بتركيز  $10 \text{ M}$  احسب مقدار التغير بـ  $PH$  علماً بأن  $K_b(NH_3) = 1.8 \times 10^{-5}$  .  
(2017 - 2) تركيز الملح والامونيا  $0.2$  و  $0.4$  وتركيز  $Ba(OH)_2$   $0.05$  .  $\log 2 = 0.3$  .

ملاحظات حول الالكترووليت 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  $S(\text{mol/l})$  :

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

(2) الذوبانية الغرامية  $(g/l)$  :

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

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

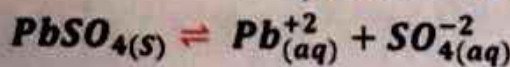
العلاقة بين نوعي الذوبانية هي :

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

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

العلاقة بين  $K_{SP}$  والذوبانية المولارية  $S$  :

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



S S

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

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

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 لا يونات 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  $1 \times 10^{-7} M$  ، هل تتوقع ان تترسب اوكزالات الكالسيوم  $CaC_2O_4$  ( $PK_{sp} = 8.64$ ) ، ( $\log 2.3 = 0.36$ ) .

ج/

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

$$\text{الذوبانية الغرامية (g/L)} = \frac{\text{الذوبانية المولارية (mol/L)} \times M(g/mol)}{v} \quad \left( \text{او من } M = \frac{m}{V} \times \frac{1}{v} \text{ لان } v = 1L \right)$$

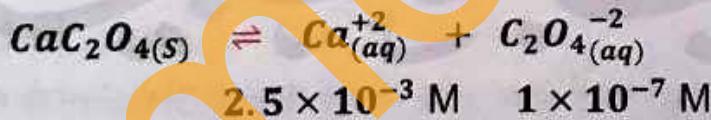
$$\text{الذوبانية المولارية (mol/L)} = \frac{0.1(g/L)}{40(g/mol)} = 2.5 \times 10^{-3} mol/L$$

(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):



$$Q_{SP} = [Ca^{+2}][C_2O_4^{-2}] = (2.5 \times 10^{-3})(1 \times 10^{-7}) = 2.5 \times 10^{-10}$$

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

تمرين 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) (2017/3-د- موصل-  $K_{SP}$  مجهول والذوبانية المولارية معلومة في المشبع)

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

ج/

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

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

- مولارية  $SO_4^{2-}$  :

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$0.01 \times 10ml = M_2 \times 20ml =$$

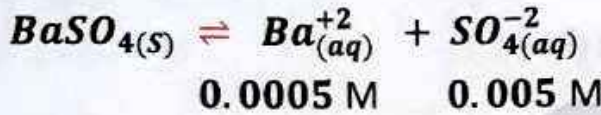
$$M_2 = 0.005mol/L = [SO_4^{2-}]$$

- 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  $Q_{SP}$  :

$$Q_{SP} = [Ba^{+2}] [SO_4^{2-}] = 0.005 \times 0.0005 = 2.5 \times 10^{-6}$$

(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 .

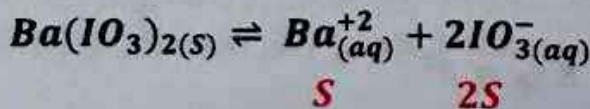
(2) تأثير الايون المشترك:

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 لملاح 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  $0.02mol/L$  ثم قارن النتائج . ( $\sqrt[3]{0.4} = 0.73$ )

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

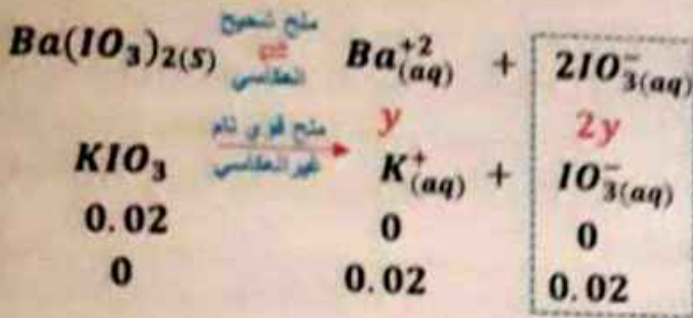


$$K_{SP} = [Ba^{+2}][IO_3^-]^2 = (S)(2S)^2 = 4S^3$$

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

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

(ب) الذوبانية بوجود الأيون المشترك:



$$K_{SP} = [Ba^{+2}][IO_3^-]^2$$

تُهمل لأنها صغيرة جداً

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

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

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

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

المقارنة:

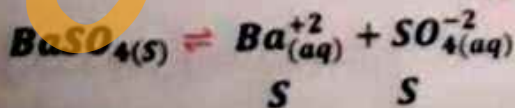
نلاحظ أن الذوبانية في الماء المقطر أكبر بكثير من الذوبانية بوجود الأيون المشترك ، والسبب لأن الأيون المشترك يرجح التفاعل العكسي نحو الترسيب فتقل الذوبانية ، ويمكن حساب نسبة كلا الذوبانيتين كالآتي:

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

أي قلت الذوبانية بمقدار 187 مرة بوجود الأيون 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 إضافة 1ml من  $H_2SO_4$  تركيزه 10 M إلى لتر من المحلول المشبع منه .  $\sqrt{1.6} = 1.26$  /ج

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



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

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

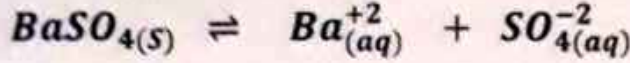
(2) نجد ذوبانية الملح المولارية (y) بعد إضافة حامض  $H_2SO_4$  وتكوين الأيون المشترك وكالآتي:

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

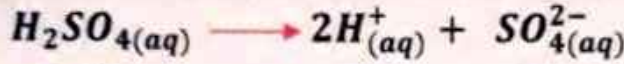
$$(H_2SO_4 \text{ بعد الاضافة}) \quad M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2 \quad (H_2SO_4 \text{ قبل الاضافة})$$

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

$$M_2 = 0.01 \text{ mol/L}$$



$$y \quad y$$



تراكيز ابتدائية	0.01	0	0
تراكيز نهائية	0	0.02	0.01

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

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

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

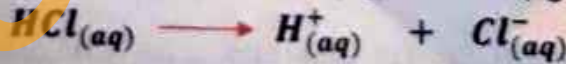
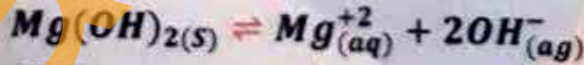
- نلاحظ انخفاض الذوبانية بوجود الايون المشترك بسبب ايون الكبريتات الذي يرجع التفاعل العكسي نحو الترسيب .

### (3) تأثير الاس الهيدروجيني:

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

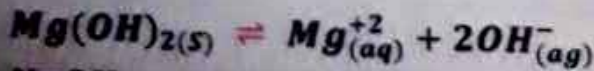
(أ) عند اضافة حامض:

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



(ب) عند اضافة قاعدة:

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



## 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:

## الاختزال:

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



مثال:

## العامل المختزل:

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

## العامل المؤكسد:

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

تمرين 3/ حدد العامل المختزل والعامل المؤكسد للتفاعل التالي :



## الخلايا الكهروكيميائية

## مكوناتها:

(1) الانود:

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 .

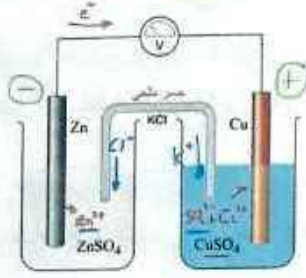
## انواعها:

(1) الخلايا الكلفانية او الفولتانية (2) الخلايا الالكتروليتيية .

(1) الخلايا الكلفانية او الفولتانية:

## تعريفها:

وهي تلك الخلايا التي تتحول فيها الطاقة الكيميائية الى طاقة كهربائية من خلال تفاعل كيميائي يجري تلقائياً (اي  $\Delta G$  سالبة) لتوليد تيار كهربائي مثال خلية دانيال .

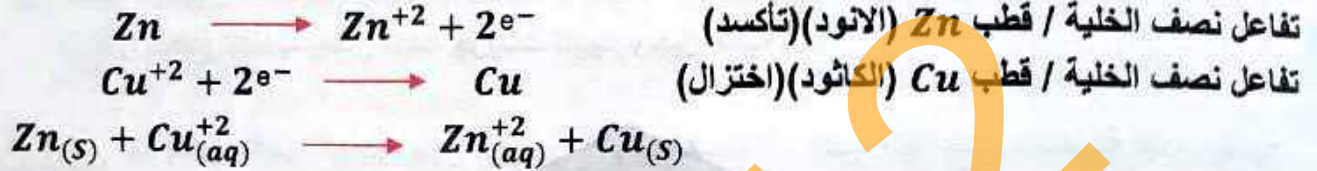


## خلية دانيال:

وهي خلية فولتانية تعمل على تحويل التفاعل الكيميائي الى تيار كهربائي وتعمل الخلية بصورة تلقائية ( $\Delta G$  سالبة) وتتكون من قطب الخارصين انوداً وقطب النحاس كاثوداً .

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

المعادلات:



الجسر الملحي:

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

(3/ 2018)

اهميته:

- 1) اىصال الدائرة الكهربائية .
- 2) نقل 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) .

$$E_{cell}^{\circ} = E_{anode}^{\circ} + E_{cathode}^{\circ}$$

- جهد القطب: هو فرق الجهد الحاصل بين لوح العنصر ومحلول ايوناته .
- 1) جهد التاكسد ( $E_{OX}$ ): مقدار ميل المادة نحو فقدان الالكترونات .
  - 2) جهد الاختزال ( $E_{Red}$ ): مقدار ميل المادة نحو اكتساب الالكترونات .

(2017 - 2018) (غ/ق)

س/ ماهي الظروف القياسية ؟

- 1) درجة الحرارة هي  $25^{\circ}C$  .
- 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  $25^{\circ}C$  . (2017 - 2019) (3 - مم يتكون واهميته) (1/ 2019)



س/ اختيار قطب الهيدروجين القياسي كقطب مرجع ، علل ؟ (2018 - د) (2018 / 2 - خ ق) (2019 / 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 ؟ . (2018 - ت) (2018 / 1) ج/ لانه مادة خاملة لا تعاني تأكسداً ولا اختزالاً تحت الظروف التي يستخدم بها .

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

- ج/ (1) سلك Pt : توفير وسيلة لحدوث توصيل كهربائي مع الدائرة الكهربائية .  
(2) قطعة البلاتين الخشنة المغطاة بالبلاتين الاسود : توفير سطح للقطب يمكن تفكك جزيئات الهيدروجين عليه .

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

حساب جهد الخلية القياسي  $E_{cell}^{\circ}$  :

(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 .

(4) لحساب قيمة جهد الخلية القياسي  $E_{cell}^{\circ}$  نكتب تفاعلات نصفي الخلية ثم العلاقة:

$$E_{cell}^{\circ} = E_{anode}^{\circ} + E_{cathode}^{\circ}$$

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

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

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

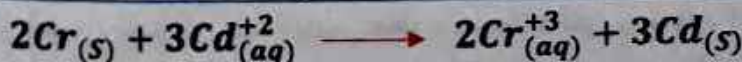
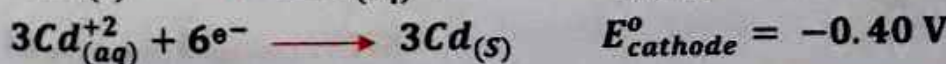
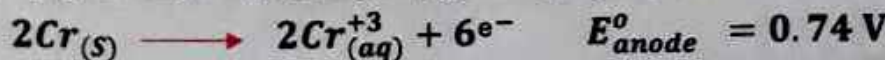
تمرين /13/ احسب جهد الخلية القياسي لخلية تم عملها من قطب الكاديوم Cd المغمور في محلول 1 M

من نترات الكاديوم وقطب الكروم Cr المغمور في محلول 1 M من نترات الكروم . اذا علمت ان جهود

$$E_{Cr^{3+}/Cr}^{\circ} = -0.74 V \quad \text{و} \quad E_{Cd^{2+}/Cd}^{\circ} = -0.40 V$$

ج/

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



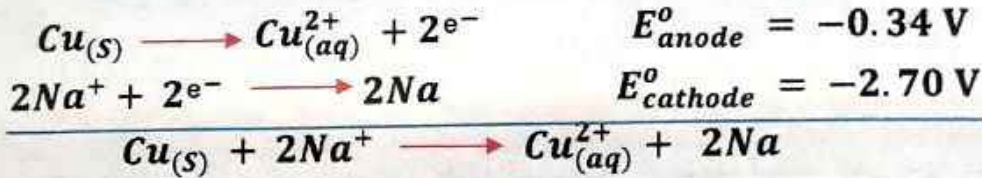
$$E_{cell}^{\circ} = E_{anode}^{\circ} + E_{cathode}^{\circ} = 0.74 + (-0.40) = +0.34 V$$

سؤال 14 / هل يمكن حفظ محلول ملح الطعام في اناء من النحاس علماً ان جهود الاختزال القياسية

$$E_{Na^+/Na}^{\circ} = -2.70 \text{ V} , \quad E_{Cu^{2+}/Cu}^{\circ} = +0.34 \text{ V}$$

ج

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



$$E_{cell}^{\circ} = E_{anode}^{\circ} + E_{cathode}^{\circ} = -0.34 + (-2.70) = -3.04 \text{ V}$$

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

ملاحظة: الاناء دائماً هو الانود والمحلول هو الكاثود .

(2017 - 1د) (2019 / 3)

(سؤال واجب) (الحل بنفس طريقة س 14 اعلاه)

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 بان جهود الاختزال القياسية

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

ملاحظة: عندما يطلب في السؤال هل يتحرر غاز  $H_2$  مع الالمنيوم مثلاً ، فنجد الجهد فاذا كان موجبا ف  $H_2$  يتحرر علماً  $H_2$  يكون كاثودا والقطب الاخر انودا -  
10 / (2017 - 2د - موصل)

انواع الاقطاب:

(1) القطب الفلزي

(2) القطب الغازي

(3) اقطاب التأكسد والاختزال (القطب الايوني) .

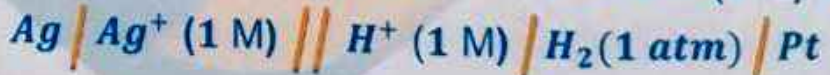
تفاعل الكاثود || تفاعل الانود

التعبير عن الخلية:

تمرين 16 / هل بإمكان محلول  $HCl$  اذابة فلز الفضة الموجود في محلول يحتوي على ايون الفضة  $Ag^+$

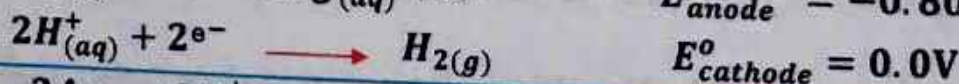
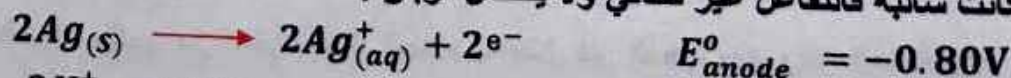
بتركيز (1 M) للخلية التالية ، علماً بان جهد الاختزال القياسي للفضة  $E_{Ag^+/Ag}^{\circ} = 0.80 \text{ V}$

(2014 / 2- خاص)



ج/ نكتب تفاعلي الانود والكاثود (الانصاف) من التعبير ثم نجد  $E_{cell}^{\circ}$  فاذا كانت موجبة فالتفاعل تلقائي

ويحصل نوبان ، واذا كانت سالبة فالتفاعل غير تلقائي ولا يحصل نوبان .



$$E_{cell}^{\circ} = E_{anode}^{\circ} + E_{cathode}^{\circ} = -0.80 + 0.0 = -0.80 \text{ V}$$

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

## الخلايا الكتروليتية:

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

سؤال 8/ ما الفرق بين الخلية الكلفانية (مثل خلية دانيال) و خلايا التحليل الكهربائي . (2017 / 14 - غ ق)

الخلية الكلفانية	الخلية التحليل الكهربائي	№
تستخدم التفاعل الكيميائي للحصول طاقة كهربائية	تستخدم الطاقة الكهربائية لحدوث التفاعل الكيميائي	1
تكون تلقائية التفاعل اي $\Delta G$ سالبة (-)	تكون غير تلقائية التفاعل اي $\Delta G$ موجبة (+)	2
تكون منتجة للتيار الكهربائي	تكون مستهلكة للتيار الكهربائي	3
تنتقل الالكترونات المتحررة عبر السلك الخارجي بينما تنتقل الايونات عبر الجسر الملحي	تنتقل الالكترونات من مصدر الجهد الخارجي (البطارية) بواسطة الايونات الموجودة في المحلول الكتروليتي او المواد المنصهرة	4
يكون الانود على اليسار والكاثود على اليمين	يكون الانود على اليمين والكاثود على اليسار	5
مثال خلية دانيال	مثال: خلايا الطلاء الكهربائي و خلية تحليل $H_2O$ و $(NaCl)$	6

انواعها:

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

## 1) خلايا التحليل الكهربائي:

وهي الخلايا التي فيها استخدام الطاقة الكهربائية لجعل تفاعل الخلية الكتروليتية غير التلقائي يحدث ، ويتم فيها تحليل المركب الى عناصره الاولية مثال خلية التحليل الكهربائي لمنصهر كلوريد الصوديوم و خلية 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:

المرجعة رفعت من قناة أمبراطورية السادس

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

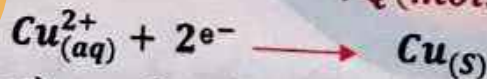
(2017 - 2018 / غ / ق)

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

(1) نجد  $Q(\text{mol. } e^-)$ :

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

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

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

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

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

$$n(\text{mol}) = 0.05 \text{ mol}$$

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

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

$$m(g) = 3.15g$$

(3) نجد وزن النحاس المترسب:

(4) نجد عدد ذرات النحاس المترسبة:

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

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

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

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؟

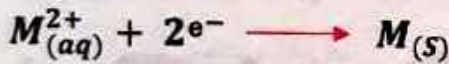
ج/

(1) نحول الزمن الى الثانية S لنجد الزمن الكلي :

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

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

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

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

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

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

$$n(\text{mol}) = 0.01 \text{ mol}$$

(4) نجد الكتلة الذرية للفلز من عدد المولات:

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

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

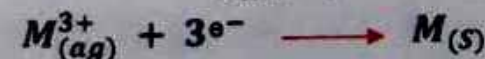
$$M(g/\text{mol}) = \frac{0.24 g}{0.01 \text{ mol}} = 24 \text{ g/mol}$$

سؤال 41 / امرر تيار كهربائي في محلول يحتوي ايونات فلز ثلاثي التكافؤ فترسب نصف عدد أفوغادرو 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 :

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



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

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

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

(2) نحسب كتلة الفلز:

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

(سؤال واجب) [طريقة الحل مشابهة للأسئلة الثلاث أعلاه]

ما هو التيار بالأمبير (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 الإلكترونات اللازمة لتحرير ضعف الحجم المولي لغاز الأوكسجين في STP (معلومة: الحجم المولي لأي غاز عند STP يساوي (22.4L) ؟

ج/

(1) نحسب عدد مولات غاز  $O_2$  المتحرر:

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

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

$$n(\text{mol}) = 2 \text{ mol}$$

(2) نحسب  $Q(\text{mol. } e^-)$ :

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

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

$$Q(\text{mol. } e^-)$$

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

(3) نحسب عدد  $e^-$  المارة:

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

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

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

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

(ت/ 2017 - 18.02  $\times 10^{21}$  جزيئة) (2019 ل/ 3)

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

(1) كتابة معادلة تحليل الماء الى عناصره:



لان عدد جزيئات غاز  $H_2$  ضعف عدد جزيئات غاز  $O_2$  كما في المعادلة

(2) الفرضية: نفرض عدد جزيئات غاز  $O_2$  = xنفرض عدد جزيئات غاز  $H_2$  = 2x

(3) نجد عدد جزيئات كل غاز:

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

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

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

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

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

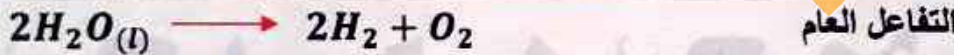
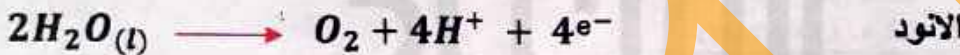
$$2x = 24.08 \times 10^{21} \text{ molecules}$$

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

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

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

$$n(\text{mol}) = 0.02 \text{ mol}$$

(5) نجد  $Q(\text{mol. } e^-)$  من مولات  $O_2$ :

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

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

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

(6) نجد الزمن الكلي بـ (S):

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

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

(7) نجد التيار  $I(A)$  من  $Q(\text{mol. } e^-)$ :

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

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

$$I(A) = 1 A$$

(سؤال واجب) (الحل بنفس طريقة س 29 اعلاه) في خلية تحليل الماء كهربائياً في STP امر تيار كهربائي فيها لمدة 3 دقائق و 13 ثانية فتحرر غازي الهيدروجين والاكسجين عند قطبي الخلية ، وكان مجموع حجمي الغازين المتحررين يساوي 0.0672 L ، اكتب معادلتني نصفى 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:

- عناصر مجموعة  $d$  او العناصر الانتقالية الرئيسية:
- وتتألف من ثلاث دورات كل منها يحتوي على عشرة عناصر .
- عناصر مجموعة  $f$  او العناصر الانتقالية الداخلية:
- وتتألف من دورتين كل منها يحتوي على اربعة عشر عنصر .

مميزاتها:

- لها حالات اكسدة متعددة ، اي للعنصر الواحد اكثر من حالة اكسدة .
- تمتاز مركباتها بالصفات البارامغناطيسية وذلك لوجود الكترونات منفردة في الاغلفة  $d$  او  $f$  .
- العديد من مركباتها ملونة .
- لها ميل كبير لتكوين ايونات او مركبات معقدة .

### الملح المزدوج والمركب التناسقي:

الملح المزدوج:

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



تحضيره:

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:

مثال 1/ وضع لماذا يصنف المركب  $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$  كملح مزدوج بينما يصنف المركب

$K_3[Fe(CN)_6]$  كمركب معقد (مركب تناسقي) ؟ (1/ 2014) (1/ 2015 - خاص) (3/ 2016)

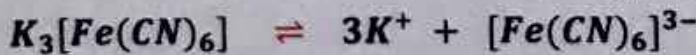
ج/ (1/ 2016) (1/ 2015 - 2 - خ ق) (2017 - 1 - خ ق) (2018 - ت)

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



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

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



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

سؤال 3/ ما هو الفرق بين الاملاح المزدوجة والمركبات المعقدة ؟ (2017 /1- موصل)

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

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

(2019 - 1/ خ ق) (2018 - 2/ موصل) (2018 /1) (2018 - 2/ موصل)  $K_3[Fe(CN)_6]$  (1)

ج/

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

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

∴ التكافؤ الاولي = +3

التكافؤ الثانوي = 6

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

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

∴ 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  $(Co^{3+}, Cu^{2+}, Ag^+)$ .

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 /2- خاص) (2017 /1) (2018 /1) جزء 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 ، وهو من قواعد لويس .

(2) الايون المركزي:

(2017 /2- خ ق) (2018 /1- خ ق) وهو عبارة عن ذرة مركزية مستقبلية 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 / د-2 - 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 - د)

وهو المعقد الذي لا يحمل شحنة (تساوي 0) ولا يتأين في الماء مثال .  $[Co(NH_3)_3Cl_3]$  .

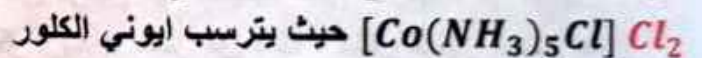
## (7) مجال التناسق:

(2017 / د-1 - موصل) (2017 / د-3 - 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



## انواع الليكندات

(2017 / د-1 - موصل - عدد انواع الليكندات مع مثال لكل نوع) (2017 / د-1 - ما هو

الفرق بين الاحادي والثنائي) (2017 / د-2 - خ ق غل - 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 متعادلة				ليكندات سالبة (وموجبة واحد فقط)			
no	صيغة الليكند	اسم الليكند (عربي)	اسم الليكند (انكليزي)	no	صيغة الليكند	اسم الليكند (عربي)	اسم الليكند (انكليزي)
1	$NH_3$	امين	Ammino	1	$CH_3COO^-$	خلاتو	Acetata
2	$H_2O$	اكوا	Aqua	2	$N_3^-$	ازيدو	Azido
3	$CO$	كاربونيل	Carbonyl	3	$Br^-$	برومو	Bromo
4	$CH_2CH_2$	اثيلين	Ethylene	4	$Cl^-$	كلورو	Chloro
5	$CH_3NH_2$	مثيل امين	Mthylamin	5	$CN^-$	سيانو	Cyano
6	$NO$	نايتروسيل	Nitrosel	6	$F^-$	فلورو	Floro
7	$C_5H_5N$	بيريدين	Pyridine	7	$NH_2NH_3^+$	هيدرازينيوم	Hydrazinium
8	$(NH_2)_2Cl$	يوريا	Urea	8	$OH^-$	هيدروكسو	Hydroxo
				9	$I^-$	يودو	Iodo
				10	$NO_2^-$	نايترو	Nitro
				11	$SCN^-$	ثايوسياناتو	Thiocyanato



(2019 - ت. - علل) (2019 / د 3-علل)

(2) ليكندات ثنائية المخلب:

وهي عبارة عن ايونات سالبة او جزيئات متعادلة قادرة على منح مزدوجين الكترونيين ايون الفلز الموجب ، اي لها القدرة على الارتباط بايون الفلز عبر اكثر من ذرة واحدة مكونة مركبات حلقيّة ، وتسمى ايضاً ليكندات ثنائية السن . (2017 / د 2- خ ق علل - توجد ليكندات احادية واخرى ثنائية)

### ليكندات متعادلة

no	صيغة الليكند	اسم الليكند (عربي)	اسم الليكند (انكليزي)
1	$NH_2CH_2CH_2NH_2$	اثيلين ثنائي امين (en)	Ethylenediamine
2	$NH_2NH_2$	هيدرازين	Hydrazin

### ليكندات سالبة

1	$CO_3^{2-}$	كاربوناتو	Carbonyto
2	$HONCHCH_2CH_2CHN_1$	ثنائي مثيل كلايوكسيماتو- $dmg^-$	Dimethyl glyoxima
3	$NO_3^-$	نتراتو	Nitrato
4	$C_2O_4^{2-}$	اوكلاليتو (Ox)	Oxalate

(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 .

(2017 / د 2 - خ ق)

(1) الليكندات الكليتيّة:

وهي الليكندات التي ترتبط في موقعين او اكثر في ان واحد مع نفس الايون المركزي (اي لها اكثر من ذرة مانحة) وتشمل الليكندات ثنائية المخلب ومتعددة المخالب .

(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 والثاني المخلب يحوي ذرتين مانحة وهكذا .

### نظرية اصرة التكافؤ (VBT)

اهميتها:

- 1) معرفة نوع التهجين للذرة المركزية وهو اربعة انواع ( $sp^3$  ،  $sp^2$  ،  $dsp^2$  ،  $sp$ )
- 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  $\mu$  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 الرئيسية وهي ثلاث مجاميع وكالاتي:

رقم السلسلة	العدد الذري	الترتيب الإلكتروني
الاولى	21 - 30	$18[Ar] 3d^{(1-10)} 4s^2 4p^0$
الثانية	39 - 48	$36[Kr] 4d^{(1-10)} 5s^2 5p^0$
الثالثة	71 - 80	$54[Xe] 4f^{14} 5d^{(1-10)} 6s^2 6p^0$

- (3) العنصر الانتقالي يفقد إلكتروناته أولاً من المستوى الثانوي  $ns$  ثم من المستوى  $(n-1)d$  (إذا كان يفقد أكثر من إلكترونين) .  
 (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 فالليكنات تكون جميعها قوية وكالاتي :

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

### تطبيق نظرية اصرة التكافؤ (VBT)

#### 1) إذا كان العدد التناسقي 2

مثال / اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ VBT بين توزيع الكترونات الفلز والالكترونات الايتية من الليكنات 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 الإلكتروني لعنصر الفضة:  
 $5s^1$        $5p^0$



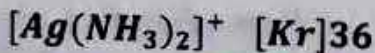
$$X + (0 \times 2) = +1 \Rightarrow X = +1$$



(2) الترتيب الإلكتروني لايون الفضة:  
 $5s^0$        $5p^0$



(3) الترتيب الإلكتروني لايون الفضة في المعقد :





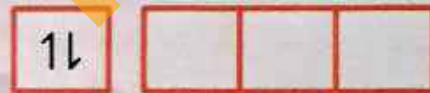
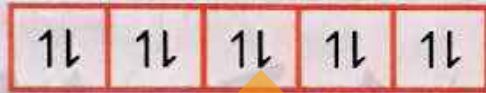
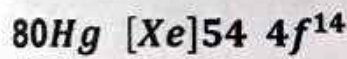
- اربعة الكترونات اتية من ليكندين ( $N$  هي الذرة المانحة) .
- نوع التهجين  $sp$  من اشترك اوربيتال واحد من  $s$  واوربيتال واحد من  $P$  .
- الشكل الهندسي خطي مستقيم .
- الصفة المغناطيسية دايا مغناطيسية لعدم وجود الكترونات منفردة .
- الزخم المغناطيسي  $\mu(B.M) = \sqrt{e(e+2)} = 0$

عندما يوجد في المستوى  $nd$  تسعة الكترونات ( $d^9$ ) ، فانه ينتقل الكترون من المستوى  $ns^2$  الى  $d$  ( $n-1$ ) لكي يكون مشبع كما هو في الفضة .

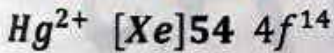
### 2) اذا كان العدد التناقصي 3

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

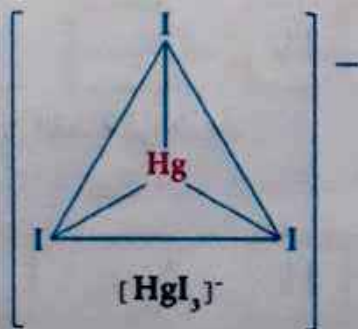
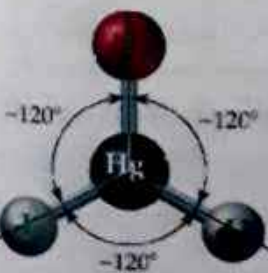
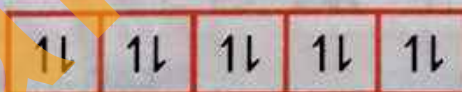
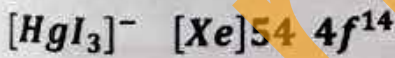
(2016 / 2 - خ ق)



$$X + (-1 \times 3) = -1 \Rightarrow X = +2$$



(3) الترتيب الالكتروني لايون الزينبق في المعقد :



- ستة الكترونات اتية من ثلاث ليكنات
- نوع التهجين  $sp^2$  من اشترك اوربيتال واحد من  $s$  واوربيتالين من  $P$  .
- الشكل الهندسي مثلث مستو .
- الصفة المغناطيسية دايا مغناطيسية لعدم وجود الكترونات منفردة (جميعها مزدوجة) .

- الزخم المغناطيسي:  $\mu(B.M) = \sqrt{e(e+2)} = 0$

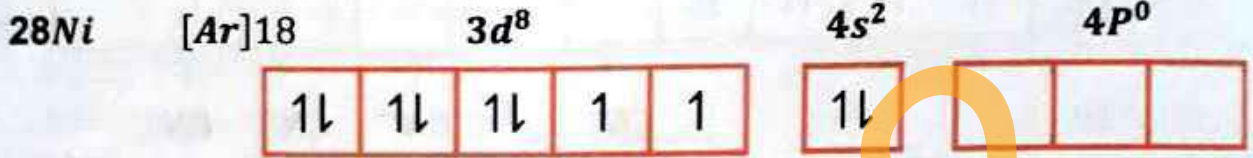
## 3) إذا كان العدد التناسقي 4

أولاً // عناصر المسلسلة الانتقالية الأولى:

اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ VBT بين توزيع الكترونات الفلز والالكترونات الاتية من الليكندات للايون المعقد  $[NiCl_4]^{2-}$  رباعي كلورو نيكلات (II) ، ثم جد نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية والزخم المغناطيسي (العدد الذري للنيكل = 28)

(2013/2014) (ت)

ج/ (1) الترتيب الالكتروني لعنصر النيكل:



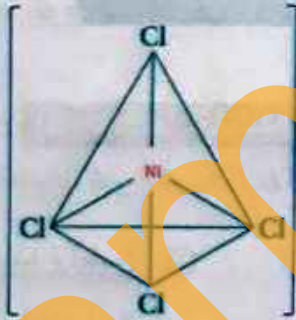
(2) الترتيب الالكتروني لايون النيكل:

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

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



(3) الترتيب الالكتروني لايون النيكل في المعقد:



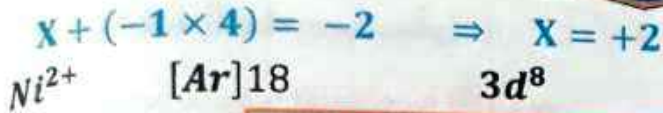
- ثمانية الكترونات اتية من اربع ليكندات
- نوع التهجين  $sp^3$  من اشتراك اوربيتال واحد من s وثلاث اوربيتالات من p .
- الشكل الهندسي رباعي الوجة منتظم .
- الصفة المغناطيسية بارامغناطيسي لوجود الكترنين غير مزدوجين .
- الزخم المغناطيسي:  $\sqrt{(2(2+2))} = \sqrt{8} = 2.82 B.M \mu(B.M) = \sqrt{(e(e+2))}$

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  $\mu$  ، (العدد الذري للنيكل يساوي 28)

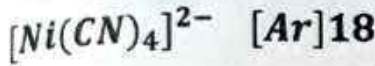
(2014) (1) (2016) (3) (2017) (3) - 3/ موص

ج/ (1) الترتيب الالكتروني لعنصر النيكل:





(3) الترتيب الالكتروني لايون النيكل في المعقد:

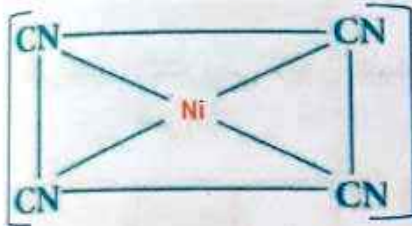


$CN^-$

$CN^-$

$CN^-$

$CN^-$



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

ج/ بسبب نوع الليكند حيث الكلوريد في الايون المعقد  $[NiCl_4]^{2-}$  ليكند ضعيف غير ضاغط مما يجعل الكترونين منفردين غير مزدوجين في المستوى d اما السيانيد في لايون المعقد  $[Ni(CN)_4]^{2-}$  فهو ليكند قوي ضاغط حيث تزوج الالكترونات في المستوى d .

س/ (طريقة الحل مشابهة للمثال اعلاه)

(2018 / 1 - 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 السلسلتين الانتقالييتين الثانية والثالثة:

س/ المعقدات رباعية التناسق لعناصر السلسلة الانتقالية الثانية والثالثة تكون ذات اشكال هندسية من نوع مربع مستوي (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 للنكل يساوي 28 ، البلاتين يساوي 78 ) .  
ج/ نكتب الترتيب الالكتروني لايون المركزي في الايونين المعقدين: (1/2013)



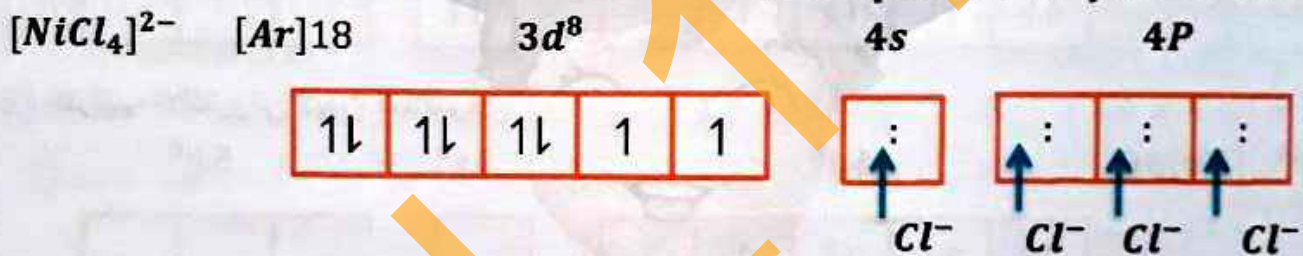
(1) الترتيب الالكتروني لعنصر النيكل:



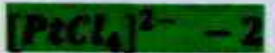
(2) الترتيب الالكتروني لايون النيكل:



(3) الترتيب الالكتروني لايون النيكل في المعقد:



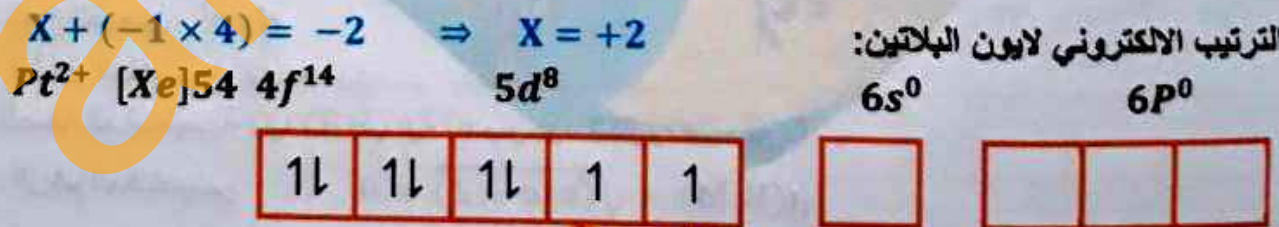
(2015) (2018) (2019 - ت)



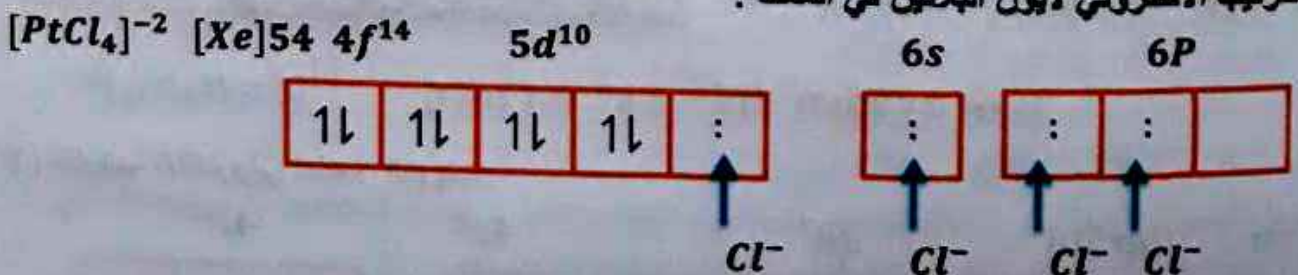
(1) الترتيب الالكتروني لعنصر البلاتين:



(2) الترتيب الالكتروني لايون البلاتين:



(3) الترتيب الالكتروني لايون البلاتين في المعقد:



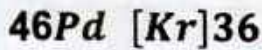
- الأيون المعقد  $[NiCl_4]^{2-}$  بارامغناطيسي وذلك لان عنصر النيكل من عناصر السلسلة الاولى وان الكلوريد ليكنذ ضعيف غير ضاغط للالكترونات المنفردة ، نوع التهجين  $sp^3$  ، الشكل الهندسي رباعي الاوجة منتظم ،  $\mu = 2.82 B.M$  ، امـا الأيون المعقد  $[PtCl_4]^{2-}$  فهو دايا مغناطيسي وذلك لان عنصر البلاتين من عناصر السلسلة الثالثة وفي هذه السلسلة تكون جميع الليكنذات 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  $\mu$  لكل منهما (العدد الذري للبلاديوم يساوي 46 والكوبلت 27)

(2017 / 2 - خ ق) (2018 / 2)

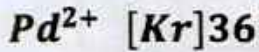


(1) الترتيب الالكتروني لعنصر البلاديوم: (Pd من عناصر السلسلة الثانية)

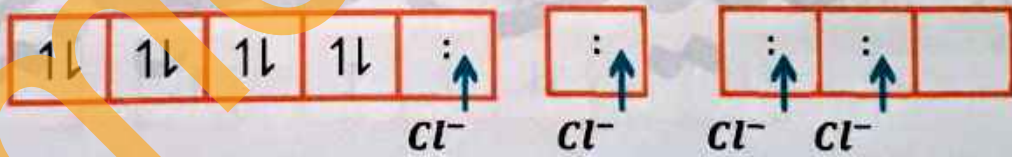
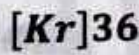


$X + (-1 \times 4) = -2 \Rightarrow X = +2$

(2) الترتيب الالكتروني لايون البلاديوم:



(3) الترتيب الالكتروني لايون البلاديوم في المعقد :



- نوع التهجين  $dsp^2$  .

- الشكل الهندسي مربع مستوي .

- الصفة المغناطيسية دايا مغناطيسية لعدم وجود الكترونات منفردة .

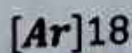
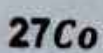
- الزخم المغناطيسي  $\mu(B.M) = \sqrt{e(e+2)} = 0$

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

(2017 / 2 - موصل)  $\sqrt{15} = 3.87$  (2014 / 1)



(1) الترتيب الالكتروني لعنصر الكوبلت:



(2) الترتيب الالكتروني لايون الكوبلت :  $X + (0 \times 4) = +2 \Rightarrow X = +2$

$Co^{2+}$  [Ar]18  $3d^7$   $4s^0$   $4p^0$

(3) الترتيب الالكتروني لايون الكوبلت في المعقد :

$[Co(H_2O)_4]^{2+}$  [Ar]18  $3d^7$   $4s$   $4p$

- نوع التهجين  $sp^3$  ، الشكل الهندسي رباعي الاوجة منتظم
- الحالة المغناطيسية بارامغناطيسي
- الزخم المغناطيسي:  $\mu(B.M) = \sqrt{e(e+2)} \sqrt{3(3+2)} = \sqrt{15} = 3.87 B.M$

الحل بنفس طريقة التمرين اعلاه (الانتباه الى نوع الليكند ضعيف او قوي)



سؤال /8 اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ (VBT) أجب عن الاسئلة التالية لكل من المركبات التناسقية الاتية:  $[ZnCl_2(NH_3)_2]$  ،  $[Ni(dmg)_2]$  ،  $[Zn(CN)_4]^{2-}$

(أ) ما نوع التهجين للذرة المركزية (ب) ما الشكل الهندسي للمعقد (ج) ما الصفة المغناطيسية للمعقد ؟

ج/  $[Zn(CN)_4]^{2-}$  (2017 / 1 - موصل) (2019 / 1)

(1) الترتيب الالكتروني لعنصر الخارصين:

$30Zn$  [Ar]18  $3d^{10}$   $4s^2$   $4p^0$

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

$Zn^{2+}$  [Ar]18  $3d^{10}$   $4s^0$   $4p^0$

(3) الترتيب الالكتروني لايون الخارصين في المعقد :

$[Zn(CN)_4]^{2-}$  [Ar]18  $3d^{10}$   $4s$   $4p$

- نوع التهجين  $sp^3$  ، الشكل الهندسي رباعي الاوجة منتظم ، الحالة المغناطيسية ديامغناطيسي لعدم وجود الكترون منفرد ( $CN^-$  ليكند قوي ضاغط ولكن  $d$  ممتلئ)



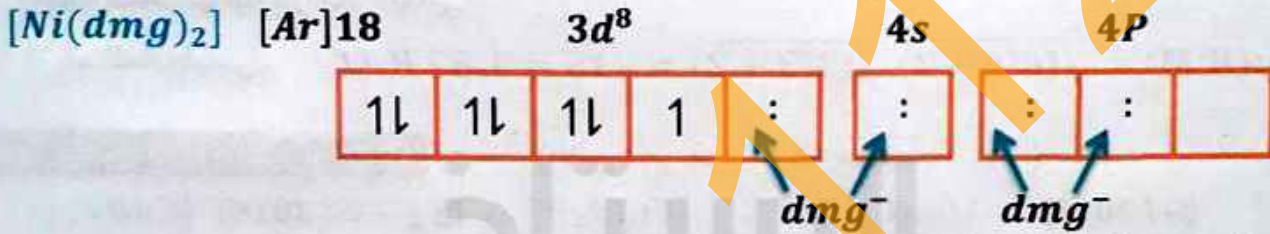
(1) الترتيب الالكتروني لعنصر النيكل:



(2) الترتيب الالكتروني لايون النيكل:



(3) الترتيب الالكتروني لايون النيكل في المعقد:

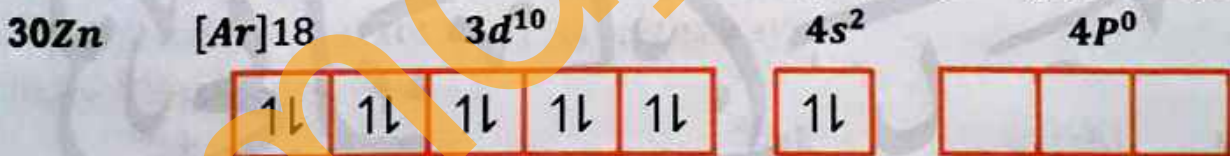


- نوع التهجين  $dsp^2$  ، الشكل الهندسي مربع مستوي .
- الصفة المغناطيسية دايمغناطيسي لان جميع الالكترونات مزدوجة .

(2014 - 2 خاص) (2015) (2016) (2014)



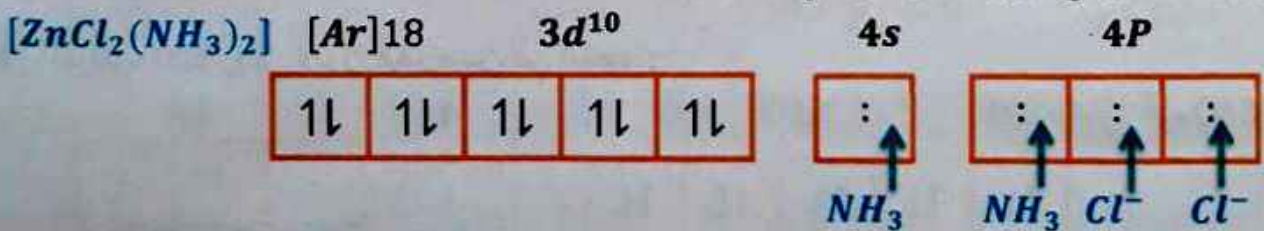
(1) الترتيب الالكتروني لعنصر الزنك:



(2) الترتيب الالكتروني لايون الزنك:



(3) الترتيب الالكتروني لايون الزنك في المعقد:



- نوع التهجين  $sp^3$  ، الشكل الهندسي رباعي الاوجه منتظم
- الحالة المغناطيسية دايمغناطيسي (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 ومواملها المرسبة والصيغ الكيميائية للرواسب الناتجة:

التأكيد على العامل المرسب وصيغة الترسيب

المجموعة	العامل المرسب للمجموعة	ايونات المجموعة	صيغة الراسب
I	حامض HCl المخفف	$Ag^+$ ، $Hg_2^{2+}$ ، $Pb^{2+}$ رصاص ، زئبقوز ، فضة	$AgCl$ ، $Hg_2Cl_2$ ، $PbCl_2$
II	كبريتيد الهيدروجين بوجود HCl المخفف (2018 - د2 العامل المرسب للمجاميع الاربعة الاولى)	$Hg^{2+}$ ، $Sn^{2+}$ ، $Cd^{2+}$ ، $Cu^{2+}$ ، $Pb^{2+}$ رصاص ، كادميوم ، قصدير ، نحاس ، زئبقيك $Bi^{3+}$ ، $As^{3+}$ ، $Sb^{3+}$ انتيمون ، زرنيخ ، بزموث	$HgS$ ، $PbS$ ، $CuS$ $SnS$ ، $CdS$ $Bi_2S_3$ ، $As_2S_3$ ، $Sb_2S_3$
A I	هيدروكسيد الامونيوم مع كلوريد $NH_4OH$ الامونيوم $NH_4Cl$	$Al^{3+}$ ، $Cr^{3+}$ ، $Fe^{3+}$ حديدك ، كروم ، المنيوم	$Al(OH)_3$ ، $Cr(OH)_3$ ، $Fe(OH)_3$
B	كبريتيد الهيدروجين بوجود $NH_4OH$ و $NH_4Cl$ (2019 ل2)	$Ni^{2+}$ ، $Zn^{2+}$ ، $Co^{2+}$ ، $Mn^{2+}$ منغنيز ، كوبلت ، خارصين ، نيكل	$NiS$ ، $ZnS$ $CoS$ ، $MnS$
IV	$(NH_4)_2CO_3$ بوجود $NH_4Cl$ و $NH_4OH$	$Ca^{2+}$ ، $Ba^{2+}$ ، $Sr^{2+}$ سترونتيوم ، باريوم ، كالسيوم	$CaCO_3$ ، $BaCO_3$ ، $SrCO_3$
V	تبقى في المحلول النهائي بدون ترسيب	$K^+$ ، $Na^+$ ، $Mg^{2+}$ ، $NH_4^+$ امونيوم ، مغنسيوم ، صوديوم ، بوتاسيوم	

س/ يصنف ايون الرصاص  $Pb^{2+}$  ضمن المجموعتين I و II ؟ (2014/1 - خاص) (2014/2 - خاص)  
ج/ وذلك لكون ذوبانية كلوريد الرصاص  $PbCl_2$  كبيرة نسبياً مما يسبب بعض الاحيان عدم ترسيبه بشكل تام عند اضافة HCl .

مثال 1/ كيف يمكن الفصل بين ايونات الفضة والكادميوم والحديد (III) ؟

(2013/1) (2013/3)

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  $Hg_2^{2+}$  و  $Hg^{2+}$  . (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  $Hg_2Cl_2$  :  $Hg_2Cl_2 + HCl \rightarrow Hg_2Cl_2$   
وفصل 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 الكمي التي تهدف الى ايجاد كمية مكون معين في كمية معينة من النموذج .

**التحليل الحجمي**

وهو احدى طرائق التحليل الكمي التي تعتمد بالاساس على قياس الحجم الذي يستهلك من محلول لكاشف كيميائي (محلول قياسي - ذي تركيز معلوم بدقة) عند تفاعله كميأ مع محلول المكون المراد تقديره (محلول ذو تركيز مجهول) .

**المحلول القياسي:** هو ذلك المحلول الذي يحوي حجم معين منه على كمية محددة ومعلومة من الكاشف (عدد غرامات او عدد مولات او عدد غرامات مكافئة . . . ) .

(2018 / 2 - خ ق)

**التسحيح:**

وهو عملية الاضافة التدريجية للمحلول القياسي من السحاحة الى المحلول المجهول في ورق ايرلنماير او بالعكس لحين اكتمال التفاعل بين الكاشف الكميائي المضاف والمكون المراد تقديره والوصول الى نقطة نهاية التفاعل .

(2018 / 1 - خ ق) (2018 - 2د) (2019 / 1د)

**نقطة التكافؤ:**

هي نقطة نظرية (افتراضية) يكون من المفروض عندها ان تتكافى 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 / 2د - موصل)

**الدلائل:** هي مواد كيميائية تضاف عادة الى محلول التسحيح ولا تشارك 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 .

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

(2) التركيز العياري (النورمالي): هو عدد المكافئات الغرامية المذابة في لتر واحد من المحلول (2015/2د)

$$N = \frac{m(g)}{EM(g/eq)} \times \frac{1}{V(L)} \rightarrow m(g) = N (eq/L) \times V(L) \times EM(g/eq)$$

الكتلة المكافئة (EM) :

وهي كتلة المادة التي تنتج 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 . (1 د / 2018)

(1 د / 2016)

الكتلة المكافئة للحامض:

وهي كتلة الحامض التي تحوي على مول واحد من ذرات الهيدروجين القابلة للإبدال في التفاعل

الكتلة المكافئة للقاعدة :

وهي كتلة القاعدة التي تحوي على مول واحد من مجاميع الهيدروكسيد القابلة للإبدال في التفاعل .

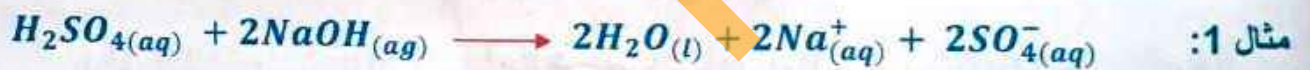
العلاقة بين M و EM :  $EM = \frac{M}{n}$  حيث  $n$  (ايثا) تمثل عدد مولات الجزء

الفعال الذي  $n$  يشترك في التفاعل الكيميائي ، وتكون عدداً صحيحاً  $n \geq 1$  .

كيفية حساب  $n$  عدد مولات الجزء الفعال والكتلة المكافئة EM:

1) تفاعلات التعادل:

- $n$  للحامض = عدد ايونات الهيدروجين المتأينة  $H^+$  من مول واحد من الحامض .
- $n$  للقاعدة = عدد ايونات الهيدروكسيد المتأينة  $OH^-$  من مول واحد من القاعدة .
- $n$  للملح القاعدي = عدد الايونات الموجبة  $\times$  تكافؤها .



$H_2SO_4 \downarrow n = H^+ = 2 \text{ eq/mol}$

$H_2SO_4$

$EM_{H_2SO_4} = \frac{M_{H_2SO_4}}{n} = \frac{98 \text{ g/mol}}{2 \text{ eq/mol}} = 49 \text{ g/eq}$

$NaOH \downarrow n = OH^- = 1 \text{ eq/mol}$

$NaOH$

$EM_{NaOH} = \frac{M_{NaOH}}{n} = \frac{40 \text{ g/mol}}{1 \text{ eq/mol}} = 40 \text{ g/eq}$



$n = 1 \times 2 = 2 \text{ eq/mol}$

$Na_2CO_3$

$EM_{Na_2CO_3} = \frac{M_{Na_2CO_3}}{n} = \frac{106 \text{ g/mol}}{2 \text{ eq/mol}} = 53 \text{ g/eq}$

مثال:  $n = \text{عدد الايونات الموجبة} \times \text{تكافؤها}$

2) تفاعلات الترسيب:



$n = 2 \times 1 = 2 \text{ eq/mol}$

$Pb(NO_3)_2$

$EM_{Pb(NO_3)_2} = \frac{M_{Pb(NO_3)_2}}{n} = \frac{331 \text{ g/mol}}{2 \text{ eq/mol}} = 165.5 \text{ g/eq}$

$n = 1 \times 1 = 1 \text{ eq/mol}$

$KI$

$EM_{KI} = \frac{M_{KI}}{n} = \frac{166 \text{ g/mol}}{1 \text{ eq/mol}} = 166 \text{ g/eq}$

## 3) تفاعلات تكوين المعقد:

$n$  (للذرة المركزية) = عدد المزدوجات الالكترونية المكتسبة  
 $n$  (لليكند) = عدد المزدوجات الالكترونية الموهوبة من مول واحد من المعادلة



**AgNO<sub>3</sub>** الفضة ايون مركزي مستقبل للمزدوجات الالكترونية)

$n$  = عدد المزدوجات الالكترونية المكتسبة =  $2 \text{ eq/mol}$

$$EM_{AgNO_3} = \frac{M_{AgNO_3}}{n} = \frac{170 \text{ g/mol}}{2 \text{ eq/mol}} = 85 \text{ g/eq}$$

**KCN** (السيانيد ليكند واهب للمزدوجات الالكترونية)

$n$  = عدد المزدوجات الالكترونية الموهوبة =  $1 \text{ eq/mol}$

$$EM_{KCN} = \frac{M_{KCN}}{n} = \frac{65 \text{ g/mol}}{1 \text{ eq/mol}} = 65 \text{ g/eq}$$

## 4) تفاعلات الاكسدة والاختزال:

$n$  للعامل المؤكسد (اختزال) = عدد الالكترونات المكتسبة

$n$  للعامل المختزل (اكسدة) = عدد الالكترونات المفقودة



**Fe<sup>2+</sup>** (الحديد عانى اكسدة لذلك فهو عامل مختزل)

$n$  = عدد الالكترونات المفقودة =  $1 \text{ eq/mol}$

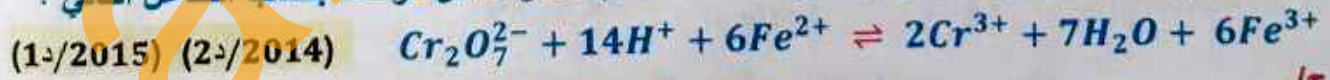
$$EM_{Fe} = \frac{M_{Fe}}{n} = \frac{56 \text{ g/mol}}{1 \text{ eq/mol}} = 56 \text{ g/eq}$$

**MnO<sub>4</sub><sup>-</sup>** (المنغنيز عانى اختزال لذلك فهو عامل مؤكسد - بسبب تغير عدد التاكسد من +7 الى +2)

$n$  = عدد الالكترونات المكتسبة =  $5 \text{ eq/mol}$

$$EM_{MnO_4} = \frac{M_{MnO_4}}{n} = \frac{56 \text{ g/mol}}{1 \text{ eq/mol}} = 56 \text{ g/eq}$$

**تمرين 6/** ما الكتلة اللازمة من ثنائي كرومات البوتاسيوم  $K_2Cr_2O_7$  ( $M = 294 \text{ g/mol}$ ) لتحضير محلول بحجم 2L وتركيز 0.12N من هذا الكاشف ليستعمل كعامل مؤكسد بحسب التفاعل التالي ؟



ج/

$$2X + (-2 \times 7) = -2 \Rightarrow 2X = +12 \Rightarrow X = +6 \quad (1) \text{ نجد } n:$$

فالكروم عامل مؤكسد لانه عانى اختزال حيث قل عدد التاكسد من (+6) الى (+3)، اي كل ذرة اكتسبت ثلاثة الكترونات ولكن المركب يحوي ذرتي كروم اي مول واحد يكتسب ستة الكترونات اي:

$n$  = عدد الالكترونات المكتسبة =  $6 \text{ eq/mol}$

$$EM_{K_2Cr_2O_7} = \frac{M_{K_2Cr_2O_7}}{n} = \frac{294 \text{ g/mol}}{6 \text{ eq/mol}} = 49 \text{ g/eq} \quad (2) \text{ نجد } EM:$$

$$m \text{ (g)} = N \text{ (eq/L)} \times EM \text{ (g/eq)} \times V \text{ (L)} \quad (3) \text{ نجد } m:$$

$$m \text{ (g)} = 0.12 \text{ eq/L} \times 49 \text{ g/eq} \times 2L = 11.79 \text{ g}$$

سؤال 9/ ما هي مولارية وعيارية محلول هيدروكسيد الباريوم المحضر بإذابة 9.5 g من هذه المادة في 2L من المحلول والمستعمل في تفاعل حامض- قاعدة؟ (M = 171 g/mol) . (2016/2د)

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

$$M = \frac{9.5 g}{171 g/mol} \times \frac{1}{2L} = 0.027 mol/l$$

(2) نجد العيارية N : نجد ايضاً n أولاً ، وبما ان التفاعل تعادل (حامض مع قاعدة) اي:

$$(Ba(OH)_2) \quad n = 2 eq/mol = \text{عدد مجاميع الهيدروكسيد } OH^- \text{ المتأينة}$$

$$N = n eq/mol \times M mol/L \quad \leftarrow \text{قانون مهم}$$

$$N = 2 eq/mol \times 0.027 \frac{mol}{L} = 0.054 eq/l$$

### حساب نتائج التحليل الحجمي:

(1) اذا اعطى في السؤال تراكيز كلا المادتين والمطلوب حجم احدهما او اعطى حجوم كلا المادتين والمطلوب تركيز احدهما :

حيث n هي عدد مولات المادة من المعادلة الموزونة

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{M \times V}{n} = \frac{M \times V}{n} \\ N \times V = N \times V \end{array} \right. \quad (أ)$$

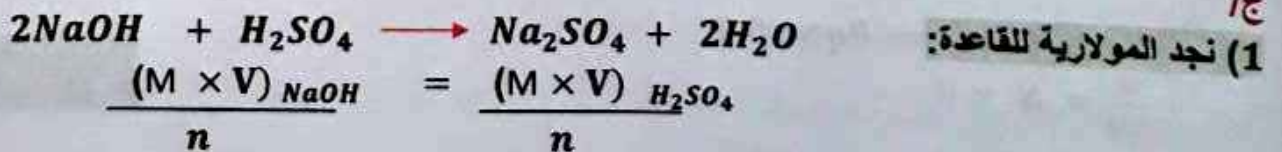
$$(ب)$$

(2) اذا كانت مادتين متفاعلتين واعطى في السؤال تركيز وحجم لمادة واحدة (القياسية) فنجد الكتلة او % او M للمادة المجهولة من:

**note** احياناً نستخدم اكثر من قانون في السؤال الواحد

$$m(g) = \underbrace{N (eq/L) \times V(L)}_{\text{المادة القياسية}} \times \underbrace{EM(g/eq)}_{\text{المادة المجهولة}}$$

سؤال 12/ لمعايرة محلول NaOH وايجاد تركيزه بشكل مضبوط ، تم تسحيح 25 ml منه مع محلول حامض الكبريتيك H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 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 .



$$\frac{(M \times 25 ml)_{NaOH}}{2} = \frac{(0.08 M \times 47.1 ml)_{H_2SO_4}}{1}$$

$$M = 0.3 \text{ mol/L}$$

(2) نجد غرامات القاعدة:

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

$$m(g) = 0.3(\text{mol/L}) \times 40(\text{g/mol}) \times 500 \text{ ml} \times \frac{1\text{L}}{1000 \text{ ml}} = 6 \text{ g}$$

**مثال 7/** في عملية تسحيح حامض الاوكزاليك ( $H_2C_2O_4$ ) ( $M = 90 \text{ g/mol}$ ) مع محلول هيدروكسيد الصوديوم ، تطلب تسحيح  $0.1743 \text{ g}$  من عينة غير نقية لهذا الحامض إضافة  $39.82 \text{ ml}$  من  $0.09 \text{ M}$  من محلول القاعدة للوصول إلى نقطة نهاية التفاعل . احسب النسبة المئوية لحامض الاوكزاليك في العينة .  
(2015/2د)

**ج/** السؤال هو عملية تسحيح وفيه مادتين متفاعلتين اي حامض وقاعدة (تفاعل تعادل) ، ولايجاد % للحامض نجد كتلته اولاً من تركيز القاعدة وحجمها و  $EM$  للحامض :



(1) نحول التركيز المولاري  $M$  الى العياري  $N$  :

$$NaOH \downarrow n = 1 \text{ eq/mol} = \text{عدد مجاميع الهيدروكسيد } OH^- \text{ المتأينة}$$

$$N = n \text{ eq/mol} \times M \text{ mol/L} = 1 \text{ eq/mol} \times 0.09 \text{ mol/L} = 0.09 \text{ eq/L}$$

(2) نجد  $EM$  للحامض:

$$H_2C_2O_4 \downarrow n = 2 \text{ eq/mol} = \text{عدد ذرات الهيدروجين المتأينة } H^+$$

$$EM_{H_2C_2O_4} = \frac{M}{n} = \frac{90 \text{ g/mol}}{2 \text{ eq/mol}} = 45 \text{ g/eq}$$

(3) نجد كتلة الحامض:

$$m(g) = N(\text{eq/L}) \times V(\text{L}) \times EM(\text{g/eq})$$

$$m(g) = 0.09 \times 39.82 \text{ ml} \times \frac{1\text{L}}{1000\text{ml}} \times 45$$

$$m(g) = 0.16 \text{ g}$$

$$\% H_2C_2O_4 = \frac{m_{H_2C_2O_4}(g)}{m_{\text{العينة}}(g)} \times 100$$

(4) نجد % للحامض:

$$\% H_2C_2O_4 = \frac{0.16 \text{ g}}{0.1743 \text{ g}} \times 100 = 91.8 \%$$

$$Eq H_2C_2O_4 = Eq NaOH$$

$$\frac{m}{EM} = N \times V$$

$$\frac{m}{EM} = M \times n \times V$$

$$m = 0.09 \times 1 \times 39.82 \text{ ml} \times \frac{1\text{L}}{1000\text{ml}} \times 45$$

$$m(g) = 0.16 \text{ g} \text{ ثم نكمل الحل ...}$$

سؤال 25 / اضيف 20 ml من محلول برمنكات البوتاسيوم  $KMnO_4$  تركيزه 0.3 N الى كمية وافية من محلول يوديد البوتاسيوم KI المحمض ، فترحرت 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 . (2013/1د) (2016/2د - غ ق)

(أ) نجد  $N$  لـ  $Na_2S_2O_3$  :

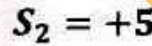
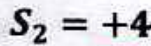
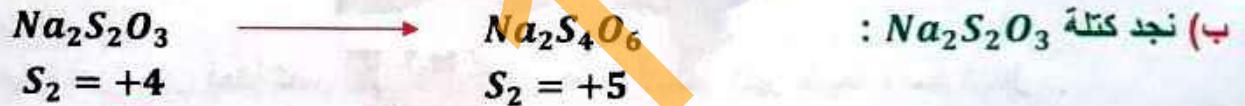
نلاحظ في السؤال ان برمنكات البوتاسيوم تكافئ محلول KI ومحلول KI ( $I_2$  المتحرر منه) يكافئ محلول ثايوكبريتات الصوديوم ، لذلك فإن محلول البرمنكات يكافئ محلول الثايوكبريتات وكالاتي:

$$Eq Na_2S_2O_3 = Eq KMnO_4$$

$$(المادة القياسية) KMnO_4 (N \times V) = (المادة المجهولة) Na_2S_2O_3 (N \times V)$$

$$N \times 25 ml = 0.3N \times 20 ml$$

$$Na_2S_2O_3 \text{ لـ } N = 0.24 eq/L$$



فقدان  $1e^-$

$$m(g) = N (eq/L) \times V(L) \times EM(g/eq)$$

$$m(g) = 0.24 (eq/L) \times 1 L \times \frac{158 g/mol}{1 eq/mol}$$

$$m(g) = 37.92 g$$

(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 ، فإذا 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 . (2017/1د - غ ق) (2019/2د)

### مجموعة من الاسئلة الوزاري:

- (1) يمكن فصل ايون  $Cu^{2+}$  عن ايون  $Zn^{2+}$  وذلك باضافة .....
  - (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 للمجموعتين ..... و.....
  - (5) قيمة ( $n$ ) لملاح كبريتات الحديد  $Fe_2(SO_4)_3$  المستعمل في تفاعل ترسيب ايون الرصاص هي .....
  - (7) محلول من ملح  $Al_2(SO_4)_3$  عيارته 0.3 N المستعمل في تفاعل الترسيب فإن مولارته تساوي .....
- (2019 - ت)

## الفصل 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) **الفلتر:** 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) **التآكل:** 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 التآكل .
- (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 التآكل عندما لايمكن تغير طبيعة وسط التآكل .  
(2017 /د 1) (2017 /د 3 م)
- (7) **رقم التصبن:** وهو عدد مليغرامات هيدروكسيد البوتاسيوم  $KOH$  المستعملة لكل غرام زيت .
- (8) **فلتر متعددة الاوساط:** 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) **التليبد:** هو عملية المزج السريع لانتشار المادة الكيميائية المخثرة في كل اطراف الماء .  
(2017 /ت) (2017 /د 2 - خ ق)
- (10) **ازالة العسرة:** عملية ازالة جزء من ايونات الكالسيوم والمغنيسيوم من الماء حيث تسبب هذه الايونات عسرة المياه تؤدي الى استهلاك كميات كبيرة من الصابون فيها .  
(2017 /د3- موصل- سبب العسرة وجود ايونات —)
- (11) **التعقيم:** هو عملية القضاء على البكتريا الضارة وغيرها من العضيات التي يمكن ان تكون موجودة في الماء .
- (12) **المثبطات:** وهو مادة كيميائية تضاف بكميات قليلة الى وسط التآكل للحد من سرعة تآكل المعدن فيه ، ويعتبر المثبط عامل مضاد في فعله لفعل العامل المساعد حيث يقلل او يوقف التفاعل .  
(2017 /د2- موصل- فراغات)
- (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 حول المعدن المتآكل من كونه أنوداً (قطب موجب) إلى كاثود (قطب سالب)

## 15) المخففات:

(2017 / 3) (2019 / 2)

وهي مركبات كيميائية تستعمل لتقليل لزوجة زيوت التخفيف ، وزيادة تغلغل الحامل وزيادة قابلية نوبان المواد المعدنية التي يرغب بأضافتها إلى الحامل .

## 16) المجففات:

(2018 / 2 - خ ق)

عوامل مساعدة في عملية التجفيف أي امتصاص الأوكسجين والكمية الكبيرة منه يجعل الطلاء يميل لتكوين أغشية صلبة لماعة وتكون صابونية معدنية أو راتنجية .

## 17) العامل المساعد (الحفاز):

(2018 - ت) (2017 / 2 - موصل) (2019 / 2)

هو مادة تزيد من سرعة التفاعل دون أن تتغير كيميائياً أي لا تشترك فيه .

## 18) اكسانتات السيليلوز:

وهي مادة بوليميرية لزجة لونها برتقالي محمر ، تضاف إلى المياه الملوثة بالمعادن الثقيلة للتخلص منها .

## 19) الكحولات البترولية:

(2017 / 1 - موصل)

وهي مخففات ذات لزوجة منخفضة تغطي في درجة حرارة  $150 - 200$  C° و تفقد بالتبخر عندما يجف غشاء الطلاء .

## التعالي:

1) تعتبر العناصر الانتقالية عوامل مساعدة فعالة . (2017 / 3) (2018 / 1 - خ ق) (2018 / 2 - خ ق)

ج/ لها العديد من حالات الأكسدة وبالتالي يسهل عليها نقل الإلكترونات و خفض طاقة التنشيط وزيادة سرعة التفاعل وتستطيع أن ترتبط بالعديد من الأيونات والجزيئات في مدى واسع وبالتالي تكون أعداداً مختلفة من الأواصر مما تؤدي إلى ربط والتحام المواد المتفاعلة .

2) وضع قطع من الكالسيوم في محرك السيارات

ج/ لمنع تآكل الأجزاء الداخلية لمحرك السيارات .

3) عدم استخدام الطلاءات التي تحتوي على صبغة الرصاص البيضاء في طلاءات المطايخ . (2018 - ت)

ج/ وذلك لاحتوائها على الرصاص وهو مادة سامة .

4) استخدام خلاطات أو وحدات مزج في محطات معالجة المياه ؟

ج/ لكي تقوم بتحريك الماء في قنوات خاصة بسرعة عالية جداً لتترك بعدها الماء في خزانات أو أحواض

تستخدم للترسيب .

(2017 / 2 - موصل)

5) استخدام الصبغات الحمراء كصبغة أولية للسطوح المعدنية .

ج/ لكونها مادة مضادة للتآكل .

(2019 / 1)

6) الطلاءات المائية لها القدرة على إخفاء السطوح التي تغطي بها .

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 تخلص الماء من الكلور .  
 (2017 / 1) (2017 / 3- اهميتها والغرض)
- (9) يستخدم في فلاتر الفحم المنشطة حبيبات الفحم الفعال ؟  
 ج/ لان له القدرة على امتزاز المواد العضوية وكذلك تخلص الماء من الكلور الحر بتحويله الى ايون الكلوريد .
- (10) المياة الصناعية المحتوية على ايونات وشوائب حديدية يمكن ان تضر بعمل المنشآت 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 بازالة الشوائب الحديدية (اكاسيد الحديد) الموجودة في الماء بشكل كامل .
- (12) لماذا توضع محولات مساعدة على عوادم السيارات ؟  
 ج/ وذلك للتخلص من الغازات السامة  $CO$  و  $NO$  والتي تتكون بسبب الاحتراق الغير التام للبنزين وعند درجات الحرارة المرتفعة في المحرك تصل الى  $1000\text{ }^\circ\text{C}$  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 / 1 - موصل)
- (2) عملية المزج السريع لانتشار المادة الكيميائية المخثرة في كل اطراف الماء تدعى التليد .
- (3) من المخففات المستعملة في صناعة الطلاء التوربنتين و الكحولات البترولية . (2019 / 2)
- (4) يستخدم عنصر الحديد المفتت كعامل مساعد عند انتاج غاز الامونيا بطريقة هابر .
- (5) من المواد الكيميائية المستخدمة في عملية التخثير هي 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 البود .
- (9) ان سبب عسرة الماء هو وجود ايونات الكالسيوم و المغنيسيوم .  
 (2017 - 3 / موصل)

## التعداد:

(2017 / 2 - موصل) (2018 / 1 - خ ق)

س/ متى يكون عامل التخثير اكثر فعالية ؟

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) .

(2019 / 3 - خمسة فقط)

س/ ما هي خواص الوسط او المحيط المؤثرة على التآكل ؟

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 / 1) (2018 / 1) (2018 / 2 - خ ق) (2019 / 1 - 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 بقائنها .
- (4) نسبتها الى الحامل .

س/ اذكر محتويات الحامل في الطلات المائية ؟ (2017 - 3 / موصل)

ج/

- (1) بروتين مثل بروتين الصويا .
- (2) مذيبات البروتين .
- (3) مواد حافظة واخرى مائعة للطن .
- (4) صبغة يمكن ان تتعلق بالحامل .
- (5) زيت تجفيف .

طلاب ادعوي  
اطلع معدل 99  
دعوة الغريب مستجابة



(2017/1 - 1/19) (1/19)

طلاب ادعوا الي  
الطلع معدك وو  
ولكم بلمتلك

س/ ما هي مميزات الطلاء المائي ؟

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 باستخدام قطعة قماش .

المرجعة رفعت من قناة أمبراطورية السادس

س/ ما هي القواعد للسيطرة على التآكل ؟

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 او النقاط المتداخلة او الحواجز والعوارض .
- (5) استعمال الانودات الذوابية .

س/ ما هي اهمية كل مما يأتي:

- (1) الطلاء: حماية المعادن من التلف والتآكل وذلك بطلاء الاسطح الخارجية لها لكونه غشاء كيميائياً يعمل على مقاومة التآكل .
- (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 التصين: يمكن من خلاله معرفة جودة الطلاء حيث رقم التصين المنخفض يشير الى وجود كمية كبيرة من المخفف او ان الطلاء مغشوش .

(2017/1 - 1/18) (1/18)

- (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 ؟

(2017/2)

ج/ عوامل التخثير ذات طبيعة حامضية وهي تتفاعل مع المواد القلوية المسببة للعكرة .

س/ كيف يتم ازالة العسرة الموقنة ؟

(2017/2 - 2/17)

ج/ يمكن ازالتها اما بالتسخين او اضافة الكلس المطفأ لتترسب كاربونات الكالسيوم  $CaCO_3$  غير الذائبة في الماء .