دار الأزل للطباعة والنشر
DAR AL-AZAL FOR PRINTING AND PUBLISHING

2026

الصف السادس العلمي

الضمان في الحلول الوزارية

الكيمياء

الاستاذ
حبيب الجنابي
0 7 7 2 5 7 4 6 0 7 5

بسم الله الرحمن الرحيم

طلابي الاعزاء:

نقدم بين ايديكم الاصدار السادس من ملزمة (الضمان في الحلول الوزارية) لمادة الكيمياء للصف السادس العلمي ، والتي تحتوي على كافة الاسئلة الوزارية لداخل القطر وخارج القطر والتمهيدي والنازحين والمؤجلين والخاص والتكميلي ولاثناعشر سنة منذ تغيرالمنهج في 2013 التمهيدي ولغاية 2025 الدور الثاني مع الحلول النموذجية كما وردت من مركز الفحص المركزي (الكونترول) .

وتم جمع وترتيب الاسئلة الوزارية حسب الفصول والمواضيع والسنوات وبتقنية ودقة عالية وبتدرج واضح اي لكل موضوع الوزاريات الخاصة به من تعاريف وتعاليل ومسائل وغيرها .

ويمكن للطالب من خلالها التعرف على طبيعة الاسئلة الوزارية وتغيراتها ونمطها من خلال تغير الارقام او المطلب او الخارجي منها وملاحظة الاسئلة التي يمكن حلها باكثر من طريقة وجميعها مقبولة وزارياً ، اما ما تحتويه لبعض الرموز فهي للدلالة مثال ، (ت) تعني تمهيدي و (خ ق) تعني خارج القطر .

كما اوجه شكري وتقديري لادارة وكادر مطبعة دار الازل و لجهودهم المبذولة في طباعة وتوفير وتوزيع كافة ملازمنا الاخرى كالنموذجية الرئيسة بجزيئها الاول والثاني وملزمة الكلاميات وملزمة المراجعة المركزة اضافة الى ملزمة الوزايات ، واخيرا يمكن لطلابي الاعزاء بملاحظة الاخطاء الواردة ان وجدت كالاخطاء الطباعية ونحوها وابلاغي عنها وارسالها لغرض تصويبها ، والله ولي التوفيق .

الأستاذ حبيب الجنابي

2026

الفصل الاول - علم الثرموداينمك

المقدمة والحرارة q

1) النظام المفتوح : (2013 /ت) (2023 /د 2)
وهو النظام الذي تسمح حدوده بتبادل مادة النظام وطاقته مع المحيط ، مثال اناء معدني مفتوح يحتوي على ماء مغلي .

2) النظام المغلق: (2013 /د1) (2017 /د3)
وهو النظام الذي تسمح حدوده بتبادل الطاقة فقط ولا تسمح بتبادل مادة النظام مع المحيط ، مثال اناء معدني مغلق يحتوي على ماء مغلي .

3) النظام المعزول : (2014 /د 1 خاص) (2015 /د2) (2016 /د1) (2017 /د 2) (2017 /د 1 خ ق) (2018 /د3) (2020 /د 2)

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

4) السعة الحرارية: (2017 /د 2- خ ق)
(وهي كميه الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة مقداره m بالغرام $\{m(g)\}$ من اي مادة درجة سيليزية واحدة ووحدتها $(J/C^o$.

5) الحرارة النوعية s: (2014 /د 1) (2014 /د 2) (2014 /د 1- خاص)

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

6) خواص النظام: (2020 /د 1)
وهي التغيرات الفيزيائية للنظام التي من الممكن قياسها وملاحظتها ، مثال عدد المولات والحالة الفيزيائية للمواد في النظام والحجم والضغط ودرجة الحرارة .

7) دالة الحالة : (2013/2د) (2018 /ت) (2019 /د2)
هي تلك الخاصية او الكمية التي تعتمد على الحالة الابتدائية للنظام قبل التغير، والحالة النهائية للنظام بعد التغير بغض النظر عن المسار الذي تم من خلاله التغير، مثال الانثالبي ، الانتروبي ، طاقة كبس الحرة .

8) الخواص الشاملة: (2017 /د 1) (2022 /د 1)
وهي تشمل جميع الخواص التي تعتمد على كمية المادة الموجودة في النظام مثال الانثالبي ، الانتروبي ، طاقة كبس الحرة ، السعة الحرارية .

9) الخواص المركزة: (2013 /د 3) (2018 /د 1)
وهي الخواص التي لا تعتمد على كمية المادة الموجودة في النظام مثال الكثافة ، الحرارة النوعية ، درجة الحرارة ، الضغط ، جهد الخلية E_{Cell} .

10) قانون الثرموداينمك الاول: (2023 /د 1)
الطاقة لا تفنى ولا تستحدث من العدم ولكن يمكن تحويلها من شكل الى اخر .

11) ماهي الظواهر التي يفسرها علم الثرموداينمك ؟ (2014 د/ 1 - خاص) (2021/د2-تكميلي) (2024 د/ 2) (2024 د/ 3)

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 .

12) ما الفرق بين الحرارة النوعية والسعة الحرارية ؟ وما وحدات هاتين الكميتين ؟

ج/ (2018 /ت) (2017 د/ 1 /موصل) (2022 د/ 2)

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

13) ما الفرق بين الخواص الشاملة والمركزة (يمكن للطالب ذكر مثال واحد فقط لكل منهما) .

ج/ (2016 د/ 2) (2020 /ت) (2021 د/ 2) (2023 /ت)

الخواص الشاملة	الخواص المركزة
1) وهي تشمل جميع الخواص التي تعتمد على كمية المادة الموجودة في النظام . 2) مثال الانثالبي ، الانتروبي ، طاقة كبس الحرة ، السعة الحرارية .	1) وهي الخواص التي لا تعتمد على كمية المادة الموجودة في النظام . 2) مثال الكثافة ، الحرارة النوعية ، درجة الحرارة ، الضغط ، جهد الخلية E_{Cell} .

14) ما الفرق بين النظام المفتوح والنظام المغلق . (2019/ت)

ج/

النظام المفتوح :

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

النظام المغلق:

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

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

ج/

النظام المغلق:

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

النظام المعزول:

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

16) الطاقة الكامنة هي .... والطاقة الحركية هي .... (ت / 2022)

ج/ الطاقة الكامنة هي الطاقة المخزونة في جميع انواع الوقود اما الطاقة الحركية فهي الطاقة في الاجسام المتحركة كالماء المتحرك .

17) يكون النظام ....اذا كانت حدود النظام تسمح بتبادل مادة النظام وطاقته مع المحيط . (د3/ 2014)

ج/ النظام المفتوح .

18) تقسم الخواص العامة للمواد الى .... (د2/2014)

ج/ الخواص الشاملة والخواص المركزة .

19) الانثالبي هي دالة .... وهي خاصية .... لانها .... (د1/ 2023)

ج/ حالة او (حالة ثرموداينميكية) و شاملة ، لانها تعتمد على كمية المادة الموجودة في النظام .

20) دالة الحالة تعتمد على .... و .... ولا تعتمد على .... (د3/ 2023)

ج/ الحالة الابتدائية و الحالة النهائية المسار والخطوات .

21) الحرارة النوعية من الخواص .... اما السعة الحرارية فأنها من الخواص ....

ج/ المركزة ، الشاملة . (د2/ 2025)

22) الحرارة النوعية من الخواص .... وذلك لانها ....

ج/ المركزة ، لانها لا تعتمد على كمية المادة الموجودة في النظام . (ت –2025)

23) ماذا تعني دالة الحالة ؟ اعط مثالاً لكمية تعد دالة حالة ، ومثال على دالة مسار ؟ (د2/2020-التكميلي)

ج/ هي تلك الخاصية او الكمية التي تعتمد على الحالة الابتدائية للنظام قبل التغير، والحالة النهائية للنظام بعد التغير بغض النظر عن المسار الذي تم من خلاله التغير، مثال الانثالبي ، الانتروبي ، طاقة كبس الحرة . اما مثال دالة المسار كالحرارة والشغل .

24) ماذا تعني بدالة الحالة ؟ اعط مثالاً على كميتين تعدان دالة حالة ، ومثال على دالة مسار (دالة غير حالة) (د1/ 2024)

ج/ هي تلك الخاصية او الكمية التي تعتمد على الحالة الابتدائية للنظام قبل التغير، والحالة النهائية للنظام بعد التغير بغض النظر عن المسار الذي تم من خلاله التغير، مثال الانثالبي ، الانتروبي ، طاقة كبس الحرة . اما مثال دالة المسار كالحرارة والشغل .

25) اكتب العلاقتين الرياضيتين التي تربط بين كمية الحرارة والسعة الحرارية مرة ، وبين كمية الحرارة والحرارة النوعية مرة اخرى . (تكميلي د 2/ 2022)

ج/ $q = C \times \Delta T$ و $q = ς \times m \times \Delta T$.

26) احسب كمية الحرارة المنبعثة بوحدات (kJ) من $350g$ زئبق عند تبريدها من $80C^o$ الى $15C^o$ ، اذا علمت ان الحرارة النوعية للزئبق $(0.14\, J/g.C^o)$. (د3/ 2019)

ج/

1) نجد ΔT $\Delta T = T_f - T_i = 12C^o - 77C^o = -65C^o$

2) نجد q $q = \varsigma \times m \times \Delta T = 0.14J/g.C^o \times 350g \times (-65C^o) = -3185J$

3) نحول الحرارة الى kJ $q(KJ) = -3185J \times \frac{1\,kJ}{1000\,J} = -3.2\,KJ$

27) تغيرت درجة حرارة قطعة من المغنيسيوم كتلتها $10g$ من $25C^o$ الى $45C^o$ مع اكتساب حرارة مقدارها $205J$ ، احسب الحرارة النوعية لقطعة المغنيسيوم . (د1-خ - ق/2013) (2 د/ 2019) (د2- خ - ق/2016)

ج/

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

2) نجد ς $q = \varsigma \times m \times \Delta T \Rightarrow 205\,J = \varsigma \times 10g \times 20C^o$

$\varsigma = 1.025\,J/g.C^o$

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

ج/

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

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

29) اذا تم رفع درجة حرارة $32g$ من الايثانول من $25C^o$ الى $83C^o$ ، احسب كمية الحرارة الممتصة بوساطة الايثانول اذا علمت ان الحرارة النوعية للايثانول $(2.44\,J/g.C^o)$. (ت –2020)

ج/

1) نجد ΔT $\Delta T = T_f - T_i = 83C^o - 25C^o = 58C^o$

2) نجد q $q = \varsigma \times m \times \Delta T = 2.44\,J/g.C^o \times 32g \times 58C^o = 4528.64\,J$

30) اذا تم رفع درجة حرارة $26g$ من الايثانول بمقدار $48C^o$ ، احسب كمية الحرارة الممتصة بوساطة الايثانول اذا علمت ان الحرارة النوعية للايثانول $(2.44\,J/g.C^o)$. (د1-2021- تكميلي)

ج/

$$q = \varsigma \times m \times \Delta T = 2.44\,J/g.C^o \times 26g \times 48C^o = 3045\,J$$

31) تغيرت درجة حرارة قطعة من المغنيسيوم كتلتها $20g$ من $15C^o$ الى $55C^o$ مع اكتساب حرارة مقدارها $200J$ ، احسب الحرارة النوعية لقطعة المغنيسيوم . (ت / 2021)

ج/

1) نجد ΔT $\Delta T = T_f - T_i = 55C^o - 15C^o = 40C^o$

2) نجد ς $q = \varsigma \times m \times \Delta T \Rightarrow 200\,J = \varsigma \times 20g \times 40C^o$

$\varsigma = 0.25\,J/g.C^o$

32) تغيرت درجة حرارة قطعة من المغنيسيوم كتلتها $8g$ من $20C^o$ الى $45C^o$ مع اكتساب حرارة مقدارها $205J$ ، احسب الحرارة النوعية لقطعة المغنيسيوم . (1 د/ 2023)

ج/

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

2) نجد ς $\quad q = \varsigma \times m \times \Delta T \Rightarrow 205\,J = \varsigma \times 8g \times 25C^o$

$$\varsigma = \frac{205}{200\,J} = 1.025\,J/g.C^o$$

33) تغيرت درجة حرارة قطعة من المغنيسيوم كتلتها $15g$ من $20C^o$ الى $33.3C^o$ مع اكتساب حرارة مقدارها $205J$ ، احسب الحرارة النوعية لقطعة المغنيسيوم . (ت/ 2023)

ج/

1) نجد ΔT $\quad \Delta T = T_f - T_i = 33.3 - 20 = 13.3\,C^o$

2) نجد ς $\quad q = \varsigma \times m \times \Delta T \Rightarrow 205\,J = \varsigma \times 8g \times 13.3$

$$\varsigma = \frac{205}{106.4} = 1.027\,J/g.C^o$$

مسائل المسعر

1) وضعت $3g$ من مركب الكلوكوز $C_6H_{12}O_6$ الكتلة المولية للكلوكوز $(M = 180\ g/mol)$ في وعاء العينة ثم ملئ وعاء التفاعل بغاز الاوكسيجين وضع هذا الوعاء داخل الوعاء المعزول الذي ملئ بكمية $1200g$ من الماء (الحرارة النوعية للماء $4.2J/g.C^o$) وكانت درجة الحرارة الابتدائية تساوي $21C^o$ احرق بعد ذلك المزيج فأرتفعت درجة حرارة المسعر ومحتوياته الى $25.5C^o$ احسب كمية الحرارة المتحررة بوحدة KJ نتيجة احتراق $1mol$ من الكلوكوز . (1 د/ 2015)

ج/

1) نجد ΔT $\quad \Delta T = T_f - T_i = 25.5C^o - 21C^o = 4.5C^o$

2) نجد q $\quad q = \varsigma \times m \times \Delta T = 4.2J/g.C^o \times 1200g \times 4.5C^o = 22680J$

3) بما ان الحرارة متحررة (منبعثة) لذا تعطى q اشارة سالبة اي : $\quad q = -22680J$

4) نجد عدد المولات للكلوكوز

$$n = \frac{m(g)}{M(\frac{g}{mol})} = \frac{3\,g}{180\frac{g}{mol}} = 0.017mol$$

5) نجد (q) المتحررة من احتراق $1mol$ من الكلوكوز :

$$q = \frac{q\ (J)}{n\ (mol)} = \frac{-22680\,J}{0.017\,mol} = -1334118\frac{J}{mol}$$

6) نجد الانثالبي ΔH : (بثبوت الضغط)

$$\Delta H = q_p = -1334118\frac{J}{mol}$$

7) نجد الانثالبي ΔH بوحدة KJ :

$$\Delta H\ (KJ/mol) = -1334118\frac{J}{mol} \times \frac{1\ (KJ)}{1000\ (J)} = -1334\left(\frac{KJ}{mol}\right)$$

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

(1 د/ 2013) (ت –2017)

ج/

1) نجد ΔT $\quad \Delta T = T_f - T_i = 28.2C^o - 24.6C^o = 3.6C^o$

2) نجد q $\quad q = \varsigma \times m \times \Delta T = 4.2J/g.C^o \times 1000g \times 3.6C^o = 15120\,J$

3) بما ان الحرارة متحررة (منبعثة) لذا تعطى q اشارة سالبة اي : $\quad q = -15120J$

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

5) $$q = \frac{q\ (J)}{n\ (mol)} = \frac{-15120J}{0.094\ mol} = -160851\frac{J}{mol}$$

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

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

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

3) اذا تم حرق عينة كتلتها $1.5g$ من حامض الخليك CH_3COOH (الكتلة المولية للحامض $= 60g/mol$) بوجود كمية وافية من الاوكسيجين , وكان المسعر يحتوي على $750g$ من الماء (الحرارة النوعية للماء $4.2J/g.C^o$) فاذا ارتفعت درجة حرارة المسعر ومحتوياته من $24C^o$ الى $28C^o$ احسب كمية الحرارة التي يمكن ان تنبعث نتيجة احتراق مول واحد من الحامض , على فرض ان السعة الحرارية للمسعر مهملة .

(2 د/ 2013)

ج/

1) نجد ΔT $\quad \Delta T = T_f - T_i = 28C^o - 24C^o = 4C^o$

2) نجد q $\quad q = \varsigma \times m \times \Delta T = 4.2J/g.C^o \times 750g \times 4C^o = 12600\,J$

3) بما ان الحرارة متحررة (منبعثة) لذا تعطى q اشارة سالبة اي : $\quad q = -12600J$

4) نجد عدد مولات الحامض المحترقة: $\quad n = \frac{m(g)}{M(\frac{g}{mol})} = \frac{1.5\ g}{60\frac{g}{mol}} = 0.025mol$

5) $$q = \frac{q\ (J)}{n\ (mol)} = \frac{-12600J}{0.025\ mol} = -504000\frac{J}{mol}$$

6) نجد الانثالبي ΔH : (بثبوت الضغط) $\quad \Delta H = q_p = -504000\frac{J}{mol}$

4) اذا تم حرق عينة كتلتها $6g$ من حامض الخليك CH_3COOH (الكتلة المولية للحامض $= 60g/mol$) بوجود كمية وافية من الاوكسيجين , وكان المسعر يحتوي على $800g$ من الماء (الحرارة النوعية للماء $4.2J/g.C^o$) فاذا ارتفعت درجة حرارة المسعر ومحتوياته من $25C^o$ الى $30C^o$ احسب كمية الحرارة التي يمكن ان تنبعث نتيجة احتراق $2\ mol$ من الحامض , على فرض ان السعة الحرارية للمسعر مهملة (3 د/ 2015)

ج/

1) نجد ΔT $\quad \Delta T = T_f - T_i = 30C^o - 25C^o = 5C^o$

2) نجد q $\quad q = \varsigma \times m \times \Delta T = 4.2J/g.C^o \times 800g \times 5C^o = 16800\,J$

3) بما ان الحرارة متحررة (منبعثة) لذا تعطى q اشارة سالبة اي : $\quad q = -16800J$

4) نجد عدد مولات الحامض المحترقة:

$$n = \frac{m(g)}{M(\frac{g}{mol})} = \frac{6\,g}{60\frac{g}{mol}} = 0.1mol$$

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

$$q = \frac{q\,(J)}{n\,(mol)} = \frac{-16800\,J}{0.1\,mol} = -168000\frac{J}{mol}$$

6) نجد الانثالبي ΔH : (بثبوت الضغط)

$$\Delta H = q_p = -168000\frac{J}{mol}$$

7) نجد الانثالبي لحرق مولين من الكلوكوز:

$$\Delta H = -168000\frac{J}{mol} \times 2mol = -336000\,J$$

5) اذا تم حرق $4g$ من مركب الهيدرازين N_2H_4 كتلته المولية تساوي $M = 32\ g/mol$ في مسعر مفتوح يحتوي على $1000g$ من الماء (الحرارة النوعية للماء $4.2J/g.C^o$) فان درجة الحرارة ترتفع من $24.6C^o$ الى $28.6C^o$ احسب الحرارة المتحررة نتيجة الاحتراق والانثالبي لاحتراق $1mol$ من الهيدرازين بوحدة KJ/mol على افتراض ان السعة الحرارية للمسعر مهملة . (ت / 2024)

ج/

1) نجد ΔT $\quad \Delta T = T_f - T_i = 28.6C^o - 24.6C^o = 4\,C^o$

2) نجد q $\quad q = \varsigma \times m \times \Delta T = 4.2J/g.C^o \times 1000g \times 4C^o = 16800\,J$

3) بما ان الحرارة متحررة (منبعثة) لذا تعطى q اشارة سالبة اي : $\quad q = -16800J$

4) نجد عدد المولات الهيدرازين:

$$n = \frac{m(g)}{M(\frac{g}{mol})} = \frac{4\,g}{32\frac{g}{mol}} = 0.125mol$$

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

$$q = \frac{q\,(J)}{n\,(mol)} = \frac{-15120J}{0.125\,mol} = -134400\frac{J}{mol}$$

6) نجد الانثالبي ΔH : (بثبوت الضغط)

$$\Delta H = q_p = -134400\frac{J}{mol}$$

7) نجد الانثالبي ΔH بوحدة KJ :

$$\Delta H(KJ/mol) = \Delta H\frac{J}{mol} \times \frac{1\,(KJ)}{1000\,(J)}$$

$$\Delta H(KJ/mol) = -134400\frac{J}{mol} \times \frac{1\,(KJ)}{1000\,(J)} = -134.4\left(\frac{KJ}{mol}\right)$$

6) اذا تم حرق عينة كتلتها $3g$ من حامض الخليك CH_3COOH (الكتلة المولية للحامض = $60g/mol$) وكان المسعر يحتوي على $1000g$ من الماء (الحرارة النوعية للماء $4.2J/g.C^o$) فاذا ارتفعت درجة حرارة المسعر ومحتوياته من $25.6C^o$ الى $29.6C^o$ احسب كمية الحرارة التي يمكن ان تنبعث نتيجة احتراق $1\ mol$ من الحامض بوحدة KJ/mol على فرض ان السعة الحرارية للمسعر مهملة .
(3 د/ 2024)

ج/

1) نجد ΔT
$$\Delta T = T_f - T_i = 29.6C^o - 25.6C^o = 4C^o$$

2) نجد q
$$q = \varsigma \times m \times \Delta T = 4.2J/g.C^o \times 1000g \times 4C^o = 16800\,J$$

3) بما ان الحرارة متحررة (منبعثة) لذا تعطى q اشارة سالبة اي :
$$q = -16800J$$

4) نجد عدد مولات الحامض المحترقة:
$$n = \frac{m(g)}{M(\frac{g}{mol})} = \frac{3\,g}{60\frac{g}{mol}} = 0.1mol$$

5) نجد الحرارة المتحررة (q) من احتراق $1mol$ من الحامض :
$$q = \frac{q\,(J)}{n\,(mol)} = \frac{-16800\,J}{0.1\,mol} = -168000\frac{J}{mol}$$

6) نجد الانثالبي ΔH : (بثبوت الضغط)
$$\Delta H = q_p = -168000\frac{J}{mol}$$

7) نجد الانثالبي لحرق مول واحد من الكلوكوز:
$$\Delta H(KJ/mol) = -160851\frac{J}{mol} \times \frac{1\,(KJ)}{1000\,(J)} = -161\left(\frac{KJ}{mol}\right)$$

انواع الانثالبيات

1) ΔH_f^o :
وهي الحرارة اللازمة (ممتصة او منبعثة) لتكوين مول واحد من اي مركب من عناصره الاساسية المتواجدة وبأثبت صورها في الظروف القياسية $25C^o$ و ضغط $1atm$. (2 د/ 2017 - موصل)

2) ΔH_C^o : (1د- خ ق/ 2016) (1 د/ 2018 -خ ق) (1 د/ 2019) (1 د/ 2019 – خ ق) (ت/ 2020)
وهي كمية الحرارة المتحررة من حرق مول واحد من اي مادة حرقاً تاماً مع الاوكسجين عند الظروف القياسية من درجة حرارة $25C^o$ و ضغط $1atm$.

3) ما حرارة الاحتراق القياسية ؟ وما الشرط الاساسي لتساوي انثالبي التفاعل القياسية وانثالبي الاحتراق القياسية ؟ (1د/2019)
ج/ وهي كمية الحرارة المتحررة من حرق مول واحد من اي مادة حرقاً تاماً مع الاوكسجين عند الظروف القياسية من درجة حرارة $25C^o$ و ضغط $1atm$.
والشرط هوحرق مول واحد من اي مادة حرقاً تاماً مع الاوكسجين عند الظروف القياسية من درجة حرارة $25C^o$ و ضغط $1atm$.

4) $\Delta H_f^o = \Delta H_r^o$ متى يتساويان ؟ (1/2017 د – خ ق) (2024- ت)

ج/ لها ثلاث شروط:
1) يتكون مول واحد من المادة 2) من عناصره الاساسية 3) وبأثبت صورة في الظروف القياسية .

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

5) عرف انثالبي الاحتراق القياسية ، وما وحدتها ؟ وماذا يرمز لها . (2022 / ت)

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

وحدتها: KJ/mol .

رمزها: ΔH_C^o

6) انثالبي الاحتراق القياسية هي .... (2023 /ت)

ج/ وهي كمية الحرارة المتحررة من حرق مول واحد من اي مادة حرقاً تاماً مع الاوكسجين عند الظروف القياسية من درجة حرارة $25C^o$ و ضغط $1atm$ ويرمز لها بالرمز ΔH_C^o .

7) احسب التغير في انثالبي التكوين القياسية $\Delta H_f^o\ (Al_2O_3)$ والتغير في انثالبي الاحتراق القياسية $\Delta H_C^o\ (Al)$ في التفاعل الاتي : $4Al_{(S)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2Al_2O_{3(S)} \quad \Delta H_r^o = -3340\ KJ/mol$

ج/ (2013 /د 3) (2014 /د 1) (2017 /د 1- موصل) (2020 /د 3) (2022 /د 1) (2023 /د 3)

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

- نقسم المعادلة اعلاه على العدد 2 لكي يتكون مول واحد من المادة الناتجة Al_2O_3 فينتج :

$$2Al_{(S)} + \frac{3}{2}O_{2(g)} \longrightarrow Al_2O_{3(S)} \qquad \Delta H_f^o = \Delta H_r^o = -1670\ KJ/mol$$

- او نستخدم العلاقة الاتية :

$$\Delta H_f^o = \frac{\Delta H_r^o}{n_{\text{المتكونة}}} = \frac{-3340\ kJ}{2mol} = -1670\ KJ/mol$$

- او نستخدم قانون المجموع $\sum$

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

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

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

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

2) نجد ΔH_C^o لـ (Al) : يحل بطريقتين:

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

$$Al_{(S)} + \frac{3}{4}O_{2(g)} \longrightarrow \frac{1}{2}Al_2O_{3(S)} \qquad \Delta H_C^o = \Delta H_r^o = -835\ KJ/mol$$

- او نستخدم العلاقة الاتية:

$$\Delta H_C^o = \frac{\Delta H_r^o}{n_{\text{المحترقة}}} = \frac{-3340\ kJ}{4mol} = -835\ KJ/mol$$

8) للتفاعل التالي: $4Al_{(S)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2Al_2O_{3(S)}$ $\Delta H_r^o = -3340\ KJ/mol$

ΔH_f^o و ΔH_C^o لا تساوي ΔH_r^o ، علل ذلك ؟ (ت/ 2017) (3د/ 2017)

ج/ $\Delta H_r^o \neq \Delta H_f^o$ لان التفاعل لا يحقق الشروط الثلاثة للتكوين بسبب تكون $2mol$ من Al_2O_3 ، وكذلك $\Delta H_r^o \neq \Delta H_C^o$ لان التفاعل لا يحقق الشروط الثلاثة للاحتراق بسبب احتراق $4mol$ من Al .

9) ΔH_r^o للتفاعل الغازي: $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(l)}$ لا تساوي ΔH_f^o لـ H_2O علل ذلك ؟ (2 د/ 2016)

ج/ بسبب ان المتكون ليس مول واحد حيث تكون مولين من الماء .

10) ΔH_r^o للتفاعل الغازي: $H_{2(g)} + F_{2(g)} \longrightarrow 2HF_{(g)}$ لا تساوي ΔH_f^o . (1 د/ 2015- خ ق)

ج/ بسبب ان المتكون ليس مول واحد حيث تكون مولين من HF .

11) اذا علمت ان انثالبي التبخر للامونيا تساوي $23KJ/\ mol$. احسب انثالبي التكثيف للامونيا . (ت – 2015)

ج/

$$\Delta H_{Vap} = 23KJ/\ mol \qquad NH_{3(l)} \xrightarrow{Vap} NH_{3(g)}$$

وبما ان عملية التكثيف هي عكس عملية التبخراي ان :

$$\Delta H_{cond} = -\Delta H_{Vap} = -23\ KJ/\ mol \qquad NH_{3(g)} \xrightarrow{cond} NH_{3(l)}$$

12) من الضروري بيان الحالة الفيزيائية عند كتابة التفاعلات الحرارية ؟ (3 د/ 2020) (1 د/ 2022) (3 د/ 2023) (2 د/ 2025)

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

وزاريات هيس

1) قانون هيس: (1د/2015- نازحين) (2 د/ 2016) (ت/ 2022)
عند تحويل المتفاعلات الى نواتج فأن التغير في انثالبي التفاعل هو نفسه سواء تم التفاعل في خطوة واحدة او سلسلة من الخطوات .

2) هناك العديد من المركبات الكيميائية لا يمكن تصنيعها بشكل مباشر من عناصرها وضح سبب ذلك ؟ (1د/2025)
ج/
وذلك لان التفاعل لهذه المركبات قد يسير ببطء شديد و تكون مركبات جانبية غير مرغوب فيها .

3) هناك حقيقة يعتمد عليها قانون هيس ، ما هي ؟ وما فائدته في الكيمياء الحرارية ؟ (2د/2023)

ج/ هي ان ΔH^o_r هي دالة حالة اي انها تعتمد على الحالة الابتدائية والحالة النهائية للنظام فقط ولا تعتمد على المسارات التي يسلكها التفاعل للتحول من المواد المتفاعلة الى المواد الناتجة .

فائدته:

حساب انثالبي التفاعل القياسية ΔH^o_r لبعض التفاعلات التي يصعب قياس الانثالبي لها بصورة مباشرة من عناصرها الاولية بسبب ان التفاعل لهذه المركبات قد يسير ببطء شديد او تكون مركبات جانبية غير مرغوب فيها .

4) احسب انثالبي التكوين القياسية للمركب $CS_{2(l)}$ من عناصره الاساسية باثبت صورها

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

اذا اعطيت المعادلات الحرارية الاتية :

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

2) $S_{rhombic} + O_{2(g)} \longrightarrow SO_{2(g)} \qquad \Delta H^o_r = -\,296\ KJ/\ mol$

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

ج/ المعادلة الاولى تبقى كما هي والثانية تضرب في (2) وتعكس الثالثة (2017 /د 3- موصل)

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

2) $2S_{rhombic} + 2O_{2(g)} \longrightarrow 2SO_{2(g)} \qquad \Delta H^o_r = -\,592\ KJ/\ mol$

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

بالجمع

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

وحيث ان ΔH^o_f هي نفسها ΔH^o_r اي:

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

5) احسب انثالبي التفاعل التالي ΔH^o_r : (2025 /ت)

$$CS_{2(l)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + 2SO_{2(g)}$$

اذا اعطيت المعادلات الحرارية الاتية :

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

2) $S_{rhombic} + O_{2(g)} \longrightarrow SO_{2(g)} \qquad \Delta H^o_r = -\,296\ KJ/\ mol$

3) $C_{graphite} + 2S_{rhombic} \longrightarrow CS_{2(l)} \qquad \Delta H^o_r = +\,86KJ/\ mol$

ج/ المعادلة الاولى تبقى كما هي والثانية تضرب في (2) وتعكس الثالثة

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

2) $2S_{rhombic} + 2O_{2(g)} \longrightarrow 2SO_{2(g)} \qquad \Delta H^o_r = -\,592\ KJ/\ mol$

3) $CS_{2(l)} \longrightarrow C_{graphite} + 2S_{rhombic} \qquad \Delta H^o_r = -\,86\ KJ/\ mol$

بالجمع

$$CS_{2(l)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + 2SO_{2(g)}$$

$$\Delta H^o_r\ (CS_{2(l)}) = -\,394\ KJ - 592 - 86\ KJ = \ -1072\ KJ/mol$$

6) احسب انثالبي التكوين القياسية للمركب $CS_{2(l)}$ من عناصره الاساسية باثبت صورها اذا اعطيت المعادلات الحرارية الاتية :

(ت/ 2016)

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

ج/ كتابة معادلة تكوين $CS_{2(l)}$:

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

المعادلة الاولى تبقى كما هي والثانية تضرب في (2) وتعكس الثالثة

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

بالجمع $C_{graphite} + 2S_{rhombic} \longrightarrow CS_{2(l)} \qquad \Delta H^o_f\ (CS_{2(l)}) = ?\ KJ/mol$

وحيث ان ΔH^o_f هي نفسها ΔH^o_r اي:

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

7) احسب انثالبي التكوين القياسية للمركب ثنائي كبريتيد الكاربون CS_2 من عناصره الاساسية بأثبت صورها: $C_{\text{كرافيت}} + 2S_{\text{معيني}} \longrightarrow CS_{2(l)}$ اذا علمت ان حرارة الاحتراق القياسي لكل من الكرافيت $-393.5\ KJ/mol$ والكبريت المعيني $-296\ KJ/mol$ ولسائل ثنائي كبريتيد الكربون $-1072\ KJ/mol$.

(3 د/ 2016) (2 د/ 2021) (1 د/ 2023)

ج/

الطريقة الاولى:

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

كتابة المعادلات الحرارية للاحتراق :

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

المعادلة الاولى تبقى كما هي والثانية تضرب في (2) وتعكس الثالثة:

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

بالجمع $C_{graphite} + 2S_{rhombic} \longrightarrow CS_{2(l)} \qquad \Delta H^o_f\ (CS_{2(l)}) = ?\ KJ/mol$

وحيث ان ΔH^o_f هي نفسها ΔH^o_r اي:

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

الطريقة الثانية:

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

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

$$\Delta H_r^o = \sum n\Delta H_f^o\,(products) - \sum n\Delta H_f^o\,(reactants)$$
$$\Delta H_r^o = [\Delta H_f^o(CO_{2(g)}) + 2\Delta H_f^o(SO_2)] - [\Delta H_f^o\ CS_2 + 3\Delta H_f^o(O_{2(g)})]$$
$$-1072 = [-394 + 2(-296)] - [\Delta H_f^o\ CS_2 + 3(0)]$$
$$\Delta H_f^o\ CS_2 = -986 + 1072$$
$$\Delta H_f^o\ CS_2 = +86$$

8) احسب انثالبي التكوين القياسية للميثان من عناصره الاولية اذا اعطيت المعادلات الحرارية الاتية:

$$1)\ CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)} \quad +890\ KJ/mol$$
$$2)\ C_{graphite} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = -394\ KJ/mol$$
$$3)\ H_2O_{(l)} \longrightarrow H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = 286\ KJ/mol$$

ج// نكتب معادلة تكوين غاز الميثان (معادلة الهدف): **(1 د/ 2021)**

$$C_{(gra)} + 2H_{2(g)} \longrightarrow CH_{4(g)}$$

عكس المعادلة (1) والثانية تبقى كما هي وعكس المعادلة (3) وضربها بالعدد 2:

$$1)\ CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)} \longrightarrow CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = +890\ KJ/mol$$
$$2)\ C_{graphite} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = -394\ KJ/mol$$
$$3)\ 2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_r^o = -572\ KJ/mol$$

$$C_{(gra)} + 2H_{2(g)} \longrightarrow CH_{4(g)}$$

وحيث ان ΔH_f^o هي نفسها ΔH_r^o اي:

$$\Delta H_f^o\ (CH_{4(g)}) = +890\ KJ + (-394\ KJ) + (-572)KJ = -76\ KJ/mol$$

9) احسب انثالبي التكوين القياسية لغاز الميثان من عناصره الاساسية اذا علمت ان انثالبي الاحتراق القياسية ΔH_C^o بوحدات KJ/mol لكل من $(CH_4 = -891$ ، $H_2 = -286$ ، $C_{gra} = -394)$.

ج// **(1 د/ 2024)**

الطريقة الاولى:

نكتب معادلة تكوين غاز الميثان (معادلة الهدف): $C_{(gra)} + 2H_{2(g)} \longrightarrow CH_{4(g)}$

$$1)\ C_{graphite} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = -394\ KJ/mol$$
$$2)\ H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_r^o = -572\ KJ/mol$$
$$3)\ CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)} + 891\ KJ/mol$$

المعادلة الاولى تبقى كما هي (1) والثانية تضرب في 2 كما هي وعكس المعادلة الثالثة:

$$1)\ C_{graphite} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = -394\ KJ/mol$$
$$2)\ 2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_r^o = -572\ KJ/mol$$
$$3)\ CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)} \longrightarrow CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = +891\ KJ/mol$$
$$C_{(gra)} + 2H_{2(g)} \longrightarrow CH_{4(g)}$$

وحيث ان ΔH_f^o هي نفسها ΔH_r^o لتوفر الشروط الثلاثة للتكوين

$$\Delta H_f^o\ (CH_{4(g)}) = (-394) + (-572) + 891 = -75\ KJ/mol$$

<u>الطريقة الثانية:</u>

$$1)\ C_{graphite} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = -394\ KJ/mol$$
$$2)\ H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_r^o = -572\ KJ/mol$$
$$3)\ CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_r^o = -891\ KJ/mol$$

$$\Delta H_r^o = \sum n\Delta H_f^o\ (products) - \sum n\Delta H_f^o\ (reactants)$$
$$\Delta H_r^o = [\Delta H_f^o(CO_2) + 2\Delta H_f^o(H_2O)] - [\Delta H_f^o CH_4 + 2\Delta H_f^o(O_2)]$$
$$-891 = [-394 + 2(-286)] - [\Delta H_f^o CH_4 + 2(0)]$$
$$\Delta H_f^o\ CH_4 = -966 + 891$$
$$\Delta H_f^o\ CH_4 = -75$$

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

$$CO + 2H_2 \longrightarrow CH_3OH$$

(1 د 2017) (3 د 2016)

ج/

$$1)\ CO_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = -284\ KJ/mol$$
$$2)\ H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_r^o = -286\ KJ/mol$$
$$3)\ CH_3OH_{(g)} + \frac{3}{2}O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_r^o = -727\ KJ/mol$$

المعادلة تبقى كما هي والثانية تضرب بالعدد <u>2</u> و تعكس الثالثة:

$$1)\ CO_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = -284\ KJ/mol$$
$$2)\ 2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_r^o = -572\ KJ/mol$$
$$3)\ CO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)} \longrightarrow CH_3OH_{(g)} + \frac{3}{2}O_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = +727\ KJ/mol$$
$$CO + 2H_2 \longrightarrow CH_3OH$$

بالجمع:

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

11) احسب انثالبي التكوين القياسية للكحول المثيلي CH_3OH اذا علمت ان انثالبي الاحتراق القياسية بوحدات KJ/mol لكل من $(CH_3OH = -727$ ، $C = -394$ ، $H_2 = -286)$.

(2 د/ 2022) (2 د/ 2024)

ج/

$$C_{graphite} + \frac{1}{2}O_{2(g)} + 2H_{2(g)} \longrightarrow CH_3OH_{(g)} \quad \Delta H_r^o = \ ?$$

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

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

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

المعادلة الاولى تبقى كما هي

المعادلة الثانية تضرب في 2

المعادلة الثالثة تعكس

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

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

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

$$C_{graphite} + \frac{1}{2}O_{2(g)} + 2H_{2(g)} \longrightarrow CH_3OH_{(g)} \quad \Delta H_r^o = -239\ KJ/mol$$

$$\Delta H_f^o = \Delta H_r^o = -239\ KJ/mol$$

بسبب المتكون مول واحد من المركب من عناصره الاساسية وبأثبت صورها

12) احسب انثالبي التكوين القياسية للاستيلين $C_2H_{2(g)}$ من عناصره الاساسية من المعادلات الحرارية الاتية:

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

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

$$3)\ 2C_2H_{2(g)} + 5O_{2(g)} \longrightarrow 4CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)} \quad \Delta H_r^o = -2599\ KJ/mol$$

ج/ نكتب معادلة تكوين الاستيلين (المعادلة الهدف): (1 د/ 2018) (2017 د/ 1- موصو)

$$2\ C_{graphite} + H_{2(g)} \longrightarrow C_2H_{2(g)} \quad \Delta H_f^o\ (C_2H_{2(g)}) = ?\ KJ/mol$$

المعادلة (1) تضرب بالعدد 2 ، المعادلة (2) تبقى كما هي ، المعادلة (3) تعكس وتقسم على العدد 2 وكالاتي:

$$1)\ 2C_{graphite} + 2O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)} \quad \Delta H_r^o = -788\ KJ/mol$$

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

$$3)\ 2CO_{2(g)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow C_2H_{2(g)} + \frac{5}{2}O_{2(g)} \quad \Delta H_r^o = +1299.5\ KJ/mol$$

$$2\ C_{graphite} + H_{2(g)} \longrightarrow C_2H_{2(g)} \quad \Delta H_f^o\ (C_2H_{2(g)}) = ?\ KJ/mol$$

وحيث ان ΔH_f^o هي نفسها ΔH_r^o اي:

$$\Delta H_f^o\ (C_2H_{2(g)}) = -788\ KJ + (-286\ KJ) + 1299.5\ KJ = 225.5\ KJ/mol$$

13) اذا علمت ان انثالبي احتراق كل من غاز الايثان C_2H_6 والاثيلين C_2H_4 و H_2 هي على الترتيب $(-1560 \text{ ، } -1411 \text{ ، } -286)$ مقدرة بـ KJ/mol ، احسب ΔH_r^o للتفاعل الغازي:
$C_2H_4 + H_2 \longrightarrow C_2H_6$ بأستخدام قانون هيس . (خ ق – 1 د/ 2017)

ج//

$$1)\ C_2H_6 + \frac{7}{2}O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)} + 3H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_r^o = -1560\ KJ/mol$$
$$2)\ C_2H_4 + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_r^o = -1411\ KJ/mol$$
$$3)\ H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_r^o = -286\ KJ/mol$$

ولايجاد ΔH_r^o للتفاعل اعلاه تعكس المعادلة (1) وتبقى المعادلة (2) و (3) كما هي :

$$1)\ 2CO_{2(g)} + 3H_2O_{(l)} \longrightarrow C_2H_6 + \frac{7}{2}O_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = +1560\ KJ/mol$$
$$2)\ C_2H_4 + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_r^o = -1411\ KJ/mol$$
$$3)\ H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_r^o = -286\ KJ/mol$$

بالجمع
$$C_2H_4 + H_2 \longrightarrow C_2H_6 \qquad \Delta H_r^o = ?$$
$$\Delta H_r^o = +1560\ KJ + (-1411\ KJ) + (-286\ KJ) = -137\ KJ/mol$$

14) احسب انثالبي التكوين القياسية للبروبان C_3H_8 اذا اعطيت المعلومات الاتية: (2 د/ 2015)

$$1)\ C_3H_8 + 5O_{2(g)} \longrightarrow 3CO_{2(g)} + 4H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_r^o = -2220\ KJ/mol$$
$$2)\ H_2O_{(l)} \longrightarrow H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = +286\ KJ/mol$$
$$3)\ C_{(gra)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = -393.5\ KJ/mol$$

ج// نكتب معادلة تكوين البروبان (معادلة الهدف)
$$3C_{(gra)} + 4H_{2(g)} \longrightarrow C_3H_{8(g)}$$
عكس المعادلة (1) وعكس (2) وضربها بالعدد 4 وضرب المعادلة (3) بالعدد 3 وكالاتي:

$$1)\ 3CO_{2(g)} + 4H_2O_{(l)} \longrightarrow C_3H_8 + 5O_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = +2220\ KJ/mol$$
$$2)\ 4H_{2(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow 4H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_r^o = -1144\ KJ/mol$$
$$3)\ 3C_{(gra)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 3CO_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = -1180.5\ KJ/mol$$

$$3C_{(gra)} + 4H_{2(g)} \longrightarrow C_3H_{8(g)}$$

$$\Delta H_r^o = +2220\ KJ + (-1144\ KJ) + (-1180.5\ KJ) = -104.5\ KJ/mol$$

وحيث ان ΔH_f^o هي نفسها ΔH_r^o لتحقق شروط التكوين الثلاثة .

15) اذا علمت ان انثالبي احتراق كل من غاز البروبان C_3H_8 و H_2 هي على الترتيب (2219−) ، (286−) مقدرة بـ KJ/mol ، وان $C_{graphite} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)}$ $\Delta H_r^o = -394\ KJ/mol$
احسب انثالبي تكوين غاز البروبان C_3H_8 ؟ (د 1 – 2018 خ ق)

ج// نكتب معادلة تكوين البروبان (معادلة الهدف) ومعادلات الاحتراق:

$$3C_{(gra)} + 4H_{2(g)} \longrightarrow C_3H_{8(g)}$$

1) $C_3H_8 + 5O_{2(g)} \longrightarrow 3CO_{2(g)} + 4H_2O_{(l)}$ $\Delta H_r^o = -2219\ KJ/mol$

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

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

عكس المعادلة الاولى وضرب الثانية بالعدد 4 وضرب المعادلة الثالثة بالعدد 3 وكالاتي:

1) $3CO_{2(g)} + 4H_2O_{(l)} \longrightarrow C_3H_8 + 5O_{2(g)}$ $\Delta H_r^o = +2219\ KJ/mol$

2) $4H_{2(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow 4H_2O_{(l)}$ $\Delta H_r^o = -1144\ KJ/mol$

3) $3C_{(gra)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 3CO_{2(g)}$ $\Delta H_r^o = -1182\ KJ/mol$

$$3C_{(gra)} + 4H_{2(g)} \longrightarrow C_3H_{8(g)}$$

$$\Delta H_r^o = +2219\ KJ + (-1144\ KJ) + (-1182\ KJ) = -107\ KJ/mol$$

16) احسب انثالبي التكوين القياسية للبروبان C_3H_8 اذا علمت ان حرارة احتراقه تساوي $(-2219\ KJ/mol)$ وان : (د 3 – 2019)

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

2) $C_{(gra)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)}$ $\Delta H_r^o = -393.5\ KJ/mol$

ج/

نكتب معادلة تكوين البروبان (معادلة الهدف) $3C_{(gra)} + 4H_{2(g)} \longrightarrow C_3H_{8(g)}$

وكتابة معادله احتراقه:

1) $C_3H_8 + 5O_{2(g)} \longrightarrow 3CO_{2(g)} + 4H_2O_{(l)}$ $\Delta H_r^o = -2219\ KJ/mol$

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

3) $C_{(gra)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)}$ $\Delta H_r^o = -393.5\ KJ/mol$

عكس المعادلة (1) وعكس (2) وضربها بالعدد 4 وضرب المعادلة (3) بالعدد 3 وكالاتي:

1) $3CO_{2(g)} + 4H_2O_{(l)} \longrightarrow C_3H_8 + 5O_{2(g)}$ $\Delta H_r^o = +2219\ KJ/mol$

2) $4H_{2(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow 4H_2O_{(l)}$ $\Delta H_r^o = -1144\ KJ/mol$

3) $3C_{(gra)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 3CO_{2(g)}$ $\Delta H_r^o = -1180.5\ KJ/mol$

$$3C_{(gra)} + 4H_{2(g)} \longrightarrow C_3H_{8(g)}$$

$$\Delta H_r^o = +2219\ KJ + (-1144\ KJ) + (-1180.5\ KJ) = -105.5\ KJ/mol$$

17) من المعادلات الحرارية التالية: (2017 / د 2 – موصل) (2022 / د 1)

$$1)\quad H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \longrightarrow 2HCl_{(g)} \qquad \Delta H_r^o = -185\ KJ$$

$$2)\quad 2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(g)} \qquad \Delta H_r^o = -484\ KJ$$

احسب ΔH_r^o للتفاعل الاتي:

$$4HCl_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2Cl_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$$

ج/

ولايجاد ΔH_r^o للتفاعل اعلاه تعكس المعادلة (1) وتضرب بالعدد 2 اما المعادلة (2) فتبقى كما هي :

$$1)\quad 4HCl_{(g)} \longrightarrow 2H_{2(g)} + 2Cl_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = 370\ KJ$$

بالجمع

$$2)\quad 2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(g)} \qquad \Delta H_r^o = -484\ KJ$$

$$4HCl_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2Cl_{2(g)} + 2H_2O_{(g)} \qquad \Delta H_r^o = -114\ KJ$$

18) يحترق البنزين C_6H_6 في الهواء ليبعث حرارة مقدارها $3271\ KJ/mol$ – ويعطي غاز ثنائي اوكسيد الكاربون وسائل الماء ، احسب انثالبية التكوين القياسية ΔH_f^o للبنزين اذا علمت ان انثالبية الاحتراق القياسية بوحدات KJ/mol لكل من الكرافيت $(C = -394)$ ، وللهيدروجين $(H_2 = -286)$. (2016 / د 1)

ج/ نكتب معادلات تكوين البنزين واحتراق البنزين والكاربون والهيدروجين :

$$6C_{graphite} + 3H_{2(g)} \longrightarrow C_6H_{6(l)} \qquad \Delta H_f^o\ (C_6H_6) = ?$$

$$1)\quad C_6H_{6(g)} + \frac{15}{2}O_{2(g)} \longrightarrow 6CO_{2(g)} + 3H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_r^o = -3271\ KJ/mol$$

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

$$3)\quad H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_r^o = -286\ KJ/mol$$

عكس المعادلة الاولى وضرب الثانية بالعدد 6 وضرب المعادلة الثالثة بالعدد 3 وكالاتي:

$$1)\quad 6CO_{2(g)} + 3H_2O_{(l)} \longrightarrow C_6H_{6(g)} + \frac{15}{2}O_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = +3271\ KJ/mol$$

$$2)\quad 6C_{graphite} + 6O_{2(g)} \longrightarrow 6CO_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = -2364\ KJ/mol$$

$$3)\quad 3H_{2(g)} + \frac{3}{2}O_{2(g)} \longrightarrow 3H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_r^o = -858\ KJ/mol$$

$$6C_{graphite} + 3H_{2(g)} \longrightarrow C_6H_{6(l)} \qquad \Delta H_f^o\ (C_6H_6) = ?$$

$$\Delta H_r^o = +3271 + (-2364) + (-858) = +49\ KJ/mol$$

19) منالمعادلات الحرارية التالية عند درجة حرارة $25C^o$ و ضغط $1atm$. (2018/د2- خ - ق)

$$1)\quad \frac{1}{2}N_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow NO_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = 33\ KJ$$

$$2)\quad N_{2(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow N_2O_{4(g)} \qquad \Delta H_r^o = 11\ KJ$$

احسب ΔH_r^o للتفاعل الاتي :

$$2NO_{2(g)} \longrightarrow N_2O_{4(g)} \qquad \Delta H_r^o = ?\ KJ$$

ج/ المعادلة (1) تعكس وتضرب بالعدد 2 اما المعادلة (2) فتبقى كما هي :

$$1)\quad 2NO_{2(g)} \longrightarrow N_{2(g)} + 2O_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = -66\ KJ$$

$$2)\quad N_{2(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow N_2O_{4(g)} \qquad \Delta H_r^o = 11\ KJ$$

بالجمع

$$2NO_{2(g)} \longrightarrow N_2O_{4(g)} \qquad \Delta H_r^o = -55KJ$$

مسائل المجموع Σ

1) يحترق البنزين (C_6H_6) في الهواء ليعطي ثنائي اوكسيد الكاربون الغاز والماء السائل احسب ΔH_r^o لهذا التفاعل اذا علمت ان : $\Delta H_f^o(C_6H_6) = 49\ KJ/mol$ و $\Delta H_f^o(CO_{2(g)}) = -394\ KJ/mol$ و $\Delta H_f^o(H_2O_{(l)}) = -286\ KJ/mol$

ج/ (ت/ 2013) (3 د/ 2014) (1 د/ 2016) (د2- خ ق/ 2016)

نكتب معادلة احتراق البنزين مع غاز الاوكسجين :

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

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

$$\Delta H_r^o = [6\Delta H_f^o(CO_{2(g)}) + 3\Delta H_f^o(H_2O_{(l)})] - [\Delta H_f^o(C_6H_6) + \frac{15}{2}\Delta H_f^o(O_{2(g)})]$$

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

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

$$\Delta H_r^o = -3271\ KJ/mol$$

2) احسب انثالبية التكوين القياسية ΔH_f^o لغاز CO اذا علمت ان حرارة تفكك CO_2 هي $+394\ KJ/mol$ وأن حرارة التفاعل الاتي هي $\Delta H_r^o = -283\ KJ$ لـ

(1 د/ 2013)

$$CO_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)}$$

ج/ $\Delta H_f^o(CO_2) = -394\ KJ/mol$ لان (حرارة التكوين) = حرارة التفكك بعكس الاشارة)

نجد ΔH_f^o لغاز CO من قانون المجموع $(\sum)$:

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

$$\Delta H_r^o = [\Delta H_f^o(CO_{2(g)})] - [\Delta H_f^o(CO) + \frac{1}{2}\Delta H_f^o(O_{2(g)})]$$

$$-283 = [-394] - \left[\Delta H_f^o(CO) + \frac{1}{2}(0)\right]$$

$$\Delta H_f^o(\mathrm{CO}) = -394 + 283 = -111KJ/mol$$

3) في مسعر حراري وضع $2.6g$ من الاستيلين C_2H_2 $(M = 26\ g/mol)$ فوجد ان كمية الحرارة المنبعثة من الاحتراق تساوي $130KJ$. احسب انثالبي التكوين القياسية للاستيلين اذا علمت ان $\Delta H_f^o(H_2O_{(l)}) = -286\ KJ/mol$ و $\Delta H_f^o(CO_{2(g)}) = -393.5\ KJ/mol$

ج/ (د1- خ ق/ 2016)

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

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

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

3) بما التفاعل في مسعر فأن q تكون سالبة: $q = -1300\ KJ/mol$

4) بما التفاعل في مسعر مفتوح فأن $\Delta H = q_p = -1300\ KJ/mol$

5) نكتب معادلة احتراق الاستيلين:

$$C_2H_{2(g)} + \frac{5}{2}O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)} + H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_r^o = \Delta H_C^o = -1300\ KJ/mol$$

6) نجد ΔH_f^o للاستيلين من ΔH_r^o :

$$\Delta H_r^o = \sum n\Delta H_f^o\ (products) - \sum n\Delta H_f^o\ (reactants)$$
$$\Delta H_r^o = [2\Delta H_f^o(CO_{2(g)}) + \Delta H_f^o(H_2O_{(l)})] - [\Delta H_f^o(C_2H_2) + \frac{5}{2}\Delta H_f^o(O_{2(g)})]$$
$$-1300 = [2(-393.5) + (-286)] - [\Delta H_f^o(C_2H_2) + 3(0)]$$
$$-1300 = [-787 - 286 - \Delta H_f^o(C_2H_2)]$$
$$\Delta H_f^o(C_2H_2) = +227\ KJ/mol$$

4) في مسعر حراري وضع $5.2g$ من الاستيلين C_2H_2 $(M = 26\ g/mol)$ فوجد ان كمية الحرارة المنبعثة من الاحتراق تساوي $260KJ$. احسب انثالبي التكوين القياسية للاستيلين اذا علمت ان
$\Delta H_f^o(CO_{2(g)}) = -393.5\ KJ/\ mol$ و $\Delta H_f^o(H_2O_{(l)}) = -286\ KJ/\ mol$
(ت/ 2019)

ج/

$$n = \frac{m(g)}{M(\frac{g}{mol})} = \frac{5.2\ g}{26\frac{g}{mol}} = 0.2 mol$$

$$q = \frac{q\ (kJ)}{n\ (mol)} = \frac{260\ kJ}{0.2\ mol} = 1300\ KJ/mol$$
$$q = -1300\ KJ/mol$$
$$\Delta H = q_p = -1300\ KJ/mol$$

$$C_2H_{2(g)} + \frac{5}{2}O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)} + H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_r^o = \Delta H_C^o = -1300\ KJ/mol$$
$$\Delta H_r^o = \sum n\Delta H_f^o\ (products) - \sum n\Delta H_f^o\ (reactants)$$
$$\Delta H_r^o = [2\Delta H_f^o(CO_{2(g)}) + \Delta H_f^o(H_2O_{(l)})] - [\Delta H_f^o(C_2H_2) + \frac{5}{2}\Delta H_f^o(O_{2(g)})]$$
$$-1300 = [2(-393.5) + (-286)] - [\Delta H_f^o(C_2H_2) + 3(0)]$$
$$-1300 = [-787 - 286 - \Delta H_f^o(C_2H_2)]$$
$$\Delta H_f^o(C_2H_2) = +227\ KJ/mol$$

((1 د/ 2025) $3.9g$ ، $195KJ$) . يحل بنفس الطريقة للاسئلة اعلاه .

1) تزداد انتروبي النظام بالتسخين . (2 د/ 2018) (2 د/ 2022)

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

2) قيمة ΔS لتسامي المواد الصلبة اكبر من الصفر . (2 د/ 2017) (2د/2021-التكميلي)

ج/ وذلك لان الذرات او الجزيئات في الحالة الصلبة تكون محصورة في مواقع ثابتة اما في الطور الغازي تنتشر بشكل عشوائي اكثر لملئ فراغات جميع الحيز الذي تتواجد فيه .

3) ما تأثير التسخين على انتروبي النظام ؟ (1 د/ 2020) (ت/ 2023)

ج/ تزداد انتروبي النظام بالتسخين وذلك لان عملية التسخين تودي الى :
1) زيادة الحركات الانتقالية والدورانية والاهتزازية للجزيئات .
2) زيادة انواع الطاقات المرتبطة جميعها بالحركة الجزيئية .

4) عند اذابة مادة صلبة ايونية مثل $NaCl$ في الماء فأن الزيادة في الانتروبي تحصل نتيجة عاملين ما هما ؟ (2 د/ 2020) (1 د/ 2024)

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

5) في عملية تجمد كحول الاثيل يكون التغير في الانتروبي ΔS اصغر من الصفر . (1 د/ 2019)

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

6) تكون قيمة ΔS لتحول البروم السائل الى بخار البروم اكبر من الصفر . (تكميلي د 2 /2022)

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

7) تنبأ فيما اذا كان التغير في الانتروبي ΔS اكبر او اقل من الصفر للعمليات الاتية :

أ) تجمد كحول الاثيل . (1د/2019)
ب) تبخر سائل البروم . (1د/2018)
جـ) ذوبان الكلوكوز في الماء . (ت/2017)
د) تبريد غاز النتروجين من $80C^o$ الى $20C^o$. (ت/2017)
هـ) تسخين غاز H_2 من $20C^o$ الى $80C^o$. (1د/2015- نازحين) (3د/2014)

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

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

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

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

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

8) ان عملية تكثيف بخار الماء يؤدي الى .... في الانتروبي . (ت/2018)
ج/ نقصان .

9) انتشار رائحة العطر في الغرفة بعد رفع قنينة العطر عملية.............. . (2017/د1- موصل)
ج/ تلقائية .

10) تبريد غاز H_2 من $90C^o$ الى $30C^o$ يؤدي الى .... في الانتروبي . (2016/د3)
ج/ نقصان .

11) تسامي اليود الصلب يؤدي الى .... العشوائية يعني .... في الانتروبي ويصبح التغير في الانتروبي .... من الصفر . (2021 /د 1)
ج/ زيادة ، زيادة ، اكبر .

12) ماذا نعني بالعملية التلقائية ؟ وضح ذلك ، ثم اعطِ مثالين لكل من العمليات التلقائية وغير التلقائية . (2022 /تكميلي د 2)
ج/
هي اي عملية فيزيائية او كيميائية يمكن ان تحدث من تلقاء نفسها عند ظروف معينة دون تأثير من اي عامل خارجي ،مثال سقوط الماء من اعلى الشلال وانتقال الحرارة من الجسم الحار الى الجسم البارد .
مثال عمليات غير تلقائية: انجماد الماء النقي فوق $0C^o$ ، وانصهار الجليد تحت $0C^o$ غير تلقائي .

13) تقود العمليات التي تجري في المحلول غالباً الى زيادة في الانتروبي ، وضح ذلك . (2023 /د 2)
ج/ وذلك بسبب
1) عملية تكوين المحلول (خلط المذاب مع المذيب) .
2) تفكك المركب الصلب الى ايونات .

14) تبخر سائل البروم يؤدي الى .... في الانتروبي . (2018 /د 1)
ج/ زيادة .

15) تنبأ فيما اذا كان التغير في الانتروبي ΔS اكبر او اقل من الصفر للعمليات الاتية مع بيان السبب:
اولاً: تبريد غاز النتروجين من $90C^o$ الى $20C^o$ ثانياً: تسامي اليود الصلب . (2023 /د 3)
ج/
اولاً: يقلل تبريد غاز النتروجين من $90C^o$ الى $20C^o$ من عشوائية النظام مما يؤدي الى نقصان في الانتروبي $(\Delta S < 0)$.
ثانياً: التسامي تحول اليود الصلب الى غاز فيؤدي الى زيادة في الانتروبي (ΔS موجبة) اي $(\Delta S > 0)$.

16) عملية التبخر تؤدي الى زيادة في انتروبي النظام . (2024 /ت)
ج/
بسبب ان الذرات والجزيئات في الطور الغازي تنتشر بشكل عشوائي اكثر لملئ فراغات جميع الحيز الذي تتواجد فيه .

17) تحدث الزيادة في انتروبي النظام نتيجة .... لذلك تكون ΔS لعملية التبخر .... من ΔS لعملية الانصهار وذلك بسبب .... (1 د/ 2025)

ج/ الزيادة في طاقة التشتت ، اكبر ، لان الذرات والجزيئات في الطور الغازي تنتشر بشكل عشوائي اكثر لملئ جميع فراغات جميع الحيز الذي تتواجد فيه .

وزاريات الطاقة الحرة

1) طاقة كبس الحرة للتكوين القياسية: (1 د/ 2021)

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

2) هناك عاملين مهمين يؤثران على تلقائية التفاعل الكيميائي وهما .... و .... بغض النظر عن تأثير درجة الحرارة . (1د/2022) (3د/2020)

ج/ نقصان بالانثالبي $\Delta H < 0$ اي التفاعل باعث وزيادة بالانتروبي $\Delta S > 0$.

3) لكي تكون العملية تلقائية يجب توفر عاملين مهمين هما ان تكون ΔS .... و ΔH .... بغض النظر عن تأثير .... (ت -2024)

ج/ موجبة اكبر من الصفر ، سالبة اقل من الصفر ، درجة الحرارة .

4) اكتب معادلة كبس ، ثم بين من خلال المعادلة ان هناك عاملين مهمين يؤثران على تلقائية التفاعل الكيميائي ما هما ؟ (3 د/ 2024)

ج/

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

العاملين: نقصان بالانثالبي $\Delta H < 0$ اي التفاعل باعث وزيادة بالانتروبي $\Delta S > 0$.

5) ما هو السبب الذي يجعل بعض العمليات تحدث تلقائياً ؟ علل ؟ (2 د/ 2024) (ت/ 2025)

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

6) لا يتحلل الماء الى عناصره الاولية بالظروف الاعتيادية . (1 د/ 2013) (1د/2014- خاص) (3 د/ 2014) (2 د/ 2015)

ΔH موجبة $(+)$ ماص لانه تفكك

ΔS موجبة $(+)$ زيادة في الانتروبي بسبب (تفكك) وتحول السائل الى غاز

ΔG موجبة $(+)$ لانه غير تلقائي من السؤال

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

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

7) يذوب غاز ثنائي اوكسيد الكبريت في الماء تلقائيا ويبعث حرارة اثناء عملية ذوبانه (2د/2024)
(2017 د -2 خ ق) (2 د 2013) (2013/د1- خ ق)

ΔH سالبة $(-)$ لانه باعث من السؤال
ΔS سالبة $(-)$ لانه ذوبان غاز في سائل (نقصان في الانتروبي)
ΔG سالبة $(-)$ لانه تلقائي من السؤال

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

8) تفكك اوكسيد الزئبق II يكون تلقائي دائماً عند درجات الحرارة العالية . (2017 د -1 خ ق)

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

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

9) لا ينجمد الماء تلقائياً بالظروف الاعتيادية (1 د 2014) (2018/د1) (2018 د 2 -خ ق) (2020 د 1)

ΔH سالب $(-)$ باعث لانه انجماد (2 د 2022) (2025 د2)
ΔS سالبة $(-)$ نقصان في الانتروبي لانه العملية انجماد
ΔG موجبة $(+)$ لانه غير تلقائي من السؤال

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

10) ينجمد الماء تلقائياً بدرجات الحرارة المنخفضة جداً وليس بدرجات الحرارة الاعتيادية .
(2017 د 2 - موصل) (2017 – د1- موصل)

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

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

11) ذوبان ملح الطعام في الماء عملية تلقائية وهي ماصة للحرارة . (2014– ت)

ΔH موجبة $(+)$ ماص لانه ذوبان
ΔS موجبة $(+)$ لانه ذوبان
ΔG سالبة $(-)$ لانه تلقائية من السؤال

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

12) عملية تبخر الماء عملية تلقائية (3 د 2016)

ΔH موجبة $(+)$ ماص لانه تبخر
ΔS موجبة $(+)$ زيادة في الانتروبي لانه تبخر
ΔG سالبة $(-)$ لانه تلقائية من السؤال

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

(1 د/ 2021)

13) يجري التفاعل التالي تلقائياً عند درجات الحرارة المنخفضة:
$NH_{3(g)} + HCl_{(g)} \longrightarrow 2NH_4Cl$ وضح ذلك وفق علاقة كبس .

ج/
ΔH سالبة $(-)$ باعث لانه يمثل تكوين مادة (عكس التفكك)
ΔS سالبة $(-)$ نقصان في الانتروبي لانه تحول من غازات الى مادة صلبة نقصان بالانتروبي .
ΔG سالبة $(-)$ لانه تلقائي من السؤال

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

14) تفكك كلوريد الامونيوم $NH_4Cl_{(S)}$ يكون تلقائي دائماً عند درجات الحرارة العالية ، وضح ذلك وفق علاقة كبس .
(1 د/ 2023)

ج// ΔH موجبة $(+)$ ماص لانه تفكك
ΔS موجبة $(+)$ لانه تفكك
ΔG سالبة $(-)$ لانه تلقائي من السؤال
العملية تلقائية بسبب $T\Delta S > \Delta H$

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

15) التفاعل الاتي $NH_{3(g)} + HCl_{(g)} \longrightarrow NH_4Cl_{(S)}$ يكون تلقائي دائماً عند درجات الحرارة العالية ، وضح ذلك وفق علاقة كبس
(1 د/ 2025)

ج//
ΔH موجبة $(+)$ ماص لانه تفكك
ΔS موجبة $(+)$ لانه تفكك
ΔG سالبة $(-)$ لانه تلقائي من السؤال
العملية تلقائية بسبب $T\Delta S > \Delta H$

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

16) يجري التفاعل التالي تلقائياً عند درجات الحرارة العالية ، وضح ذلك وفق علاقة كبس .
$2HgO_{(S)} \longrightarrow 2Hg_{(l)} + O_{2(g)}$
(3 د/ 2023) (ت/ 2025)

ج//
ΔH موجبة $(+)$ ماص لانه تفكك
ΔS موجبة $(+)$ لانه تفكك
ΔG سالبة $(-)$ لانه تلقائي من السؤال

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

17) في ضوء علاقة كبس يذوب غاز ثنائي اوكسيد الكبريت في الماء تلقائيا ويبعث حرارة اثناء عملية ذوبانه فتكون $\Delta G =$ .... ، $\Delta H =$ .... ، $\Delta S =$ ....

ج/
...... ، ...... ، ....

18) للتفاعل الاتي : $2CO_{2(g)} + 3H_2O_{(l)} \longleftarrow C_2H_5OH_{(l)} + 3O_{2(g)}$

(2 د/ 2014) (2014 /2 د – خاص)
(2014 /1 د – خاص)

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

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

ج/

أ) حساب ΔH_r^o :

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

ب) حساب ΔS_r^o:

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

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

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

19) تتفكك كاربونات الكالسيوم حسب المعادلة الاتية : $CaCO_{3(S)} \longrightarrow CaO_{(S)} + CO_{2(g)}$

قيمة ΔS_r^o للتفاعل $160\ J/K.mol$ فاذا علمت ان ΔH_f^o لكل من CO_2 , CaO , $CaCO_3$ هي على التوالي بوحدات KJ/mol $(-393.5$ ، -635 ، $-1207)$ جد :

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

3) درجة الحرارة التي سيصبح عندها التفاعل تلقائي .

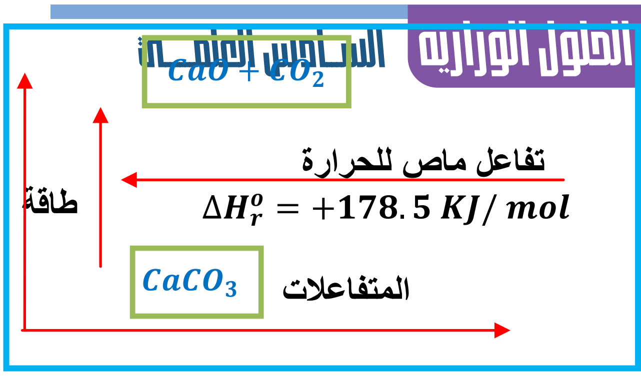
(2 د/ 2015) (2016 /د-3/ ΔH_f^o معلومة)

ج/

1) نجد ΔH_r^o :

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

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



2) نجد ΔG_r^o :

نحول وحدة ΔS الى $KJ/K.mol$:

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

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

نجد $T(K)$:

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

نطبق علاقة كبس :

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

$$\Delta G_r^o = +178.5\ KJ/mol - 298K\ (0.16KJ/K.mol)$$

$$\Delta G_r^o = +178.5\ KJ/mol - 47.68\ KJ/mol$$

$$\Delta G_r^o = +130.8\ KJ/mol$$

(التفاعل غير تلقائي)

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

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

اي التفاعل تلقائي في درجات الحرارة العالية (بالتسخين) .

20) للتفاعل

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

احسب قيمة ΔS_r^o للتفاعل بوحدات $J/K.mol$ علماً بأن:

$\Delta G_f^o(H_2O) = -228\ KJ/mol$ و $\Delta H_f^o(H_2O) = -242\ KJ/mol$

(1 د/ 2015) (ت / 2021)

ج/

1) نجد ΔH_r^o :

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

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

$$\Delta H_r^o = [2(-228)] - [2(0) + 0] = -484\ KJ/\ mol$$

2) نجد ΔG_r^o :

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

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

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

3) نجد ΔS_r^o :

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

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

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

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

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

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

21) للتفاعل التالي $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(g)}$ احسب ΔH_f^o لـ H_2O اذا علمت ان ($-228\ KJ/mol = H_2O$ لـ ΔG_f^o و $-94\ J/K.mol = \Delta S_r^o$) (1 د/ 2015)

ج/

1) نجد ΔG_r^o :

$$\Delta G_r^o = \sum n\Delta G_f^o\,(products) - \sum n\Delta G_f^o\,(reactants)$$
$$\Delta G_r^o = [2\Delta G_f^o(H_2O)] - [2\Delta G_f^o(H_2) + \Delta G_f^o(O_2)]$$
$$\Delta G_r^o = [2(-228)] - [2(0) + (0)] = -456\ KJ/mol$$

2) نجد ΔH_r^o : (من علاقة كبس)

$$\Delta S_r^o KJ/K.mol = -94\ J/K.mol \times \frac{1\ kJ}{1000\ J} = -0.094\ KJ/K.mol$$
$$T(K) = t(C^o) + 273 = 25(C^o) + 273 = 298K$$
$$\Delta G_r^o = \Delta H_r^o - T\Delta S_r^o$$
$$-456 = \Delta H_r^o - 298(-0.094)$$
$$-456 = \Delta H_r^o + 28$$
$$\Delta H_r^o = -484$$

2) نجد ΔH_f^o :

$$\Delta H_r^o = \sum n\Delta H_f^o\,(products) - \sum n\Delta H_f^o\,(reactants)$$
$$-484 = [2\Delta H_f^o(H_2O)] - [2\Delta H_f^o(H_2) + \Delta H_f^o(O_2)]$$
$$-484 = [2\Delta H_f^o(H_2O)] - [2(0) + 0]$$
$$\Delta H_f^o(H_2O) = -242\ KJ/mol$$

22) جد قيمة ΔG_r^o للتفاعل الغازي الاتي: $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(g)}$ وهل التفاعل تلقائي ام لا ؟ علماً ان : ΔH_f^o لـ H_2O تساوي $-228\ KJ/mol$ ان $\Delta S_r^o = -94\ J/K.mol$ (ت / 2022)

ج/

1) نجد ΔH_r^o :

$$\Delta H_r^o = \sum n\Delta H_f^o\,(products) - \sum n\Delta H_f^o\,(reactants)$$
$$\Delta H_r^o = [2\Delta H_f^o(H_2O)] - [2\Delta H_f^o(H_2) + \Delta H_f^o(O_2)]$$
$$\Delta H_r^o = [2(-228)] - [2(0) + 0] = -484\ KJ/mol$$

2) نجد ΔG_r^o :

$$T(K) = 25(C^o) + 273 = 298K$$
$$\Delta G_r^o = \Delta H_r^o - T\Delta S_r^o$$
$$\Delta G_r^o = -484 - 298\ (-0.094)$$
$$\Delta G_r^o = -484 + 28 = 456\ KJ/mol$$

23) جد قيمة ΔG_r^o للتفاعل: $2CO_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)}$ الذي يجري بالظروف القياسية اذا اعطيت المعلومات الاتية : $\Delta H_f^o(CO_{2(g)}) = -393.5\ KJ/mol$ ، $\Delta H_f^o(CO_{(g)}) = -110.5\ KJ/mol$ ، $S^o(CO_2) = 214\ J/K.mol$ ، $S^o(CO) = 198\ J/K.mol$ ، $S^o(O_2) = 205\ J/K.mol$

(2 د/ 2018) (2 د/ 2019) (ت/ 2020) (ت/ 2023)

ج/

1) نجد ΔH_r^o

$$\Delta H_r^o = \sum n\Delta H_f^o\,(products) - \sum n\Delta H_f^o\,(reactants)$$
$$\Delta H_r^o = [2\Delta H_f^o(CO_{2(g)})] - [2\Delta H_f^o(CO) + \Delta H_f^o(O_{2(g)})]$$
$$\Delta H_r^o = [2(-393.5)] - [2(-110.5) + 0]$$
$$\Delta H_r^o = [-787)] - [-221 + 0]$$
$$\Delta H_r^o = -787 + 221 = -566\ KJ/\ mol$$

2) نجد ΔS_r^o

$$\Delta S_r^o = \sum nS^o\,(products) - \sum nS^o\,(reactants)$$
$$\Delta S_r^o = [2S^o(CO_2)] - [2S^o(CO) + S^o(O_2)]$$
$$\Delta S_r^o = [2 \times 214\,] - [2 \times 198 + 205\,]$$
$$\Delta S_r^o = [428] - [396 + 205]$$
$$\Delta S_r^o = 428 - 601 = -173 J/K.mol$$
$$\Delta S_r^o KJ/K.mol = -173\ J/K.mol \times \frac{1\ kJ}{1000\ J} = -0.173\ KJ/K.mol$$

3) حساب ΔG_r^o :

$$T(K) = t(C^o) + 273 = 25(C^o) + 273 = 298K$$
$$\Delta G_r^o = \Delta H_r^o - T\Delta S_r^o$$
$$\Delta G_r^o = -566\ KJ/mol - 298K\ \ (-0.173KJ/K.mol)$$
$$\Delta G_r^o = -566\ KJ/mol + 51.6KJ/mol$$
$$\Delta G_r^o = -514\ KJ/mol$$

والتفاعل تلقائي لان ΔG سالبة .

24) احسب التغير في الطاقة الحرة القياسية لتكوين احادي اوكسيد الكاربون (CO) للتفاعل الغازي الاتي:

$2CO_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)}$ بدرجة حرارة $25C^o$ و ضغط $1atm$ اذا علمت ان ΔS_r^o للتفاعل تساوي $-173J/K.mol$ وان ΔH_r^o $-566\ KJ/\ mol$ ΔG_f^o لـ $CO_2 = -394\ kJ/mol$)

(2 د/ 2014)

ج/

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

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

2) حساب ΔG_r^o :

$$\Delta G_r^o = \Delta H_r^o - T\Delta S_r^o$$
$$\Delta G_r^o = -566\ KJ/mol - 298K\ \ (-0.173KJ/K.mol)$$
$$\Delta G_r^o = -566\ KJ/mol + 51.5KJ/mol) = -514.5\ KJ/mol$$

3) حساب ΔG_f^o لغاز CO :

$$\Delta G_r^o = \sum n\Delta G_f^o\,(products) - \sum n\Delta G_f^o\,(reactants)$$
$$-514.5 = [2\Delta G_f^o(CO_{2(g)})] - [2\Delta G_f^o(CO) + \Delta G_f^o(O_{2(g)})]$$
$$-514.5 = [2(-394)] - [2\Delta G_f^o(CO) + 0]$$
$$2\Delta G_f^o(CO) = [-787)] + 541.5$$
$$\Delta G_f^o(CO) = -122.75\ KJ/\ mol$$

25) اذا كان لدينا التفاعل الاتي : $HCOOH_{(l)} \longrightarrow CO_{(g)} + H_2O_{(l)}$ فاذا كانت قيمة ΔH_r^o للتفاعل تساوي $16\ KJ/mol$ والتغير في الانتروبي ΔS_r^o يساوي $234\ J/K.mol$ وان ΔG_f^o لـ CO تساوي $-137\ KJ/mol$ و ΔG_f^o لسائل الماء تساوي $-237\ KJ/mol$ ، احسب قيمة التغير في الطاقة الحرة للتكوين القياسية ΔG_f^o لحامض الفورميك $HCOOH$ عند الظروف القياسية $25C^o$ و ضغط $1atm$. (2015 /د2- خ ق) (2021 /د2- تكميلي)

ج/

$$T(K) = t(C^o) + 273 = 25(C^o) + 273 = 298K$$
$$\Delta G_r^o = \Delta H_r^o - T\Delta S_r^o$$
$$\Delta G_r^o = 16 - (298(\frac{234}{1000})$$
$$\Delta G_r^o = 16 - 69.732$$
$$\Delta G_r^o = -53.7\ KJ/mol$$

$$\Delta G_r^o = \sum n\Delta G_f^o\,(products) - \sum n\Delta G_f^o\,(reactants)$$
$$\Delta G_r^o = \left[\Delta G_f^o CO + \Delta G_f^o H_2O\right] - \left[\Delta G_f^o HCOOH\right]$$
$$-53.7 = [-137 - 237] - \left[\Delta G_f^o HCOOH\right]$$
$$\Delta G_f^o HCOOH = [-374] + 53.7$$
$$\Delta G_f^o(CO) = -320.3\ KJ/\ mol$$

26) جد قيمة ΔS_r^o للتفاعل: $2CO_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)}$ (2017 /د 2)
الذي يجري بالظروف القياسية اذا اعطيت المعلومات الاتية : (2025 /د 2)

$$\Delta H_f^o(CO_{(g)}) = -110.5\ KJ/\ mol\ ,\ \Delta H_f^o(CO_{2(g)}) = -393.5\ KJ/\ mol$$
$$\Delta G_f^o(CO_{(g)}) = -137\ KJ/\ mol\ ,\ \Delta G_f^o(CO_{2(g)}) = -394\ KJ/\ mol$$

ج/

1) نجد ΔH_r^o

$$\Delta H_r^o = \sum n\Delta H_f^o\,(products) - \sum n\Delta H_f^o\,(reactants)$$
$$\Delta H_r^o = \left[2\Delta H_f^o(CO_{2(g)})\right] - \left[2\Delta H_f^o(\mathrm{CO}) + \Delta H_f^o(O_{2(g)})\right]$$
$$\Delta H_r^o = [2(-393.5)] - [2(-110.5) + 0]$$
$$\Delta H_r^o = [-787)] - [-221 + 0]$$
$$\Delta H_r^o = -787 + 221 = -566\ KJ/\ mol$$

2) نجد ΔG_r^o

$$\Delta G_r^o = \sum n\Delta G_f^o\,(products) - \sum n\Delta G_f^o\,(reactants)$$
$$\Delta G_r^o = \left[2\Delta G_f^o(CO_{2(g)})\right] - \left[2\Delta G_f^o(CO) + \Delta G_f^o(O_{2(g)})\right]$$
$$\Delta G_r^o = [2(-394)] - [2(-137) + 0]$$
$$\Delta G_r^o = [-788)] - [-274 + 0]$$
$$\Delta G_r^o = -788 + 274 = -514\ KJ/\ mol$$

3) حساب ΔS_r^o :

$$T(K) = t(C^o) + 273$$
$$T(K) = 25(C^o) + 273 = 298K$$
$$\Delta G_r^o = \Delta H_r^o - T\Delta S_r^o$$
$$-514 = -566\,KJ/mol - 298K\,\Delta S_r^o$$
$$298K\,\Delta S_r^o = -566\,KJ/mol + 514KJ/mol)$$
$$\Delta S_r^o = -0.173\,KJ/mol = -173\,J/K.mol$$

27) للتفاعل الآتي: $CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$

احسب ΔH_r^o ، ΔS_r^o ، ΔG_r^o عند الظروف القياسية بالاستعانة بالمعلومات الاتية: (2015 د 1)

ج/

المادة	ΔH_f^o KJ/mol	S^o $J/K.mol$
CH_4	-75	186
O_2	0	205
CO_2	-394	214
H_2O	-286	70

أ) حساب ΔH_r^o :

$$\Delta H_r^o = \sum n\Delta H_f^o\,(products) - \sum n\Delta H_f^o\,(reactants)$$
$$\Delta H_r^o = [\Delta H_f^o(CO_{2(g)}) + 2\Delta H_f^o(H_2O_{(l)})] - [\Delta H_f^o(CH_4) + 2\Delta H_f^o(O_{2(g)})]$$
$$\Delta H_r^o = [(-394) + 2(-286)] - [-75 + 3(0)]$$
$$\Delta H_r^o = [-394 - 572 + 75] = -891\,KJ/mol$$

ب) حساب ΔS_r^o:

$$\Delta S_r^o = \sum nS^o\,(products) - \sum nS^o\,(reactants)$$
$$\Delta S_r^o = [S^o(CO_2) + 2S^o(H_2O_{(l)})] - [S^o(CH_4) + 2S^o(O_2)]$$
$$\Delta S_r^o = [214 + 2\times 70] - [186 + 2\times 205]$$
$$\Delta S_r^o = 214 + 140 - 186 - 410 = -242\,J/K.mol$$
$$\Delta S_r^o\,KJ/K.mol = -242\,J/K.mol \times \frac{1\,kJ}{1000\,J} = -0.242\,KJ/K.mol$$

جـ) حساب ΔG_r^o :

$$T(K) = t(C^o) + 273 = 25(C^o) + 273 = 298K$$
$$\Delta G_r^o = \Delta H_r^o - T\Delta S_r^o$$
$$\Delta G_r^o = -891\,KJ/mol - 298K\,(-0.242KJ/K.mol)$$
$$\Delta G_r^o = -891\,KJ/mol + 72KJ/mol) = -819\,KJ/mol$$

والتفاعل تلقائي

28) للتفاعل الآتي: $C_2H_{2(g)} + \frac{5}{2}O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$

ومن المعلومات الاتية احسب:

1) ΔH_r^o 2) ΔS_r^o

3) ΔG_r^o عند الظروف القياسية

(2016 د 2) (2020 د 3)

ج/

المادة	ΔH_f^o KJ/mol	S^o $J/K.mol$
$C_2H_{2(g)}$	227	202
$O_{2(g)}$	0	205
$CO_{2(g)}$	-394	214
$H_2O_{(l)}$	-286	70

أ) حساب ΔH_r^o :

$$\Delta H_r^o = \sum n\Delta H_f^o\,(products) - \sum n\Delta H_f^o\,(reactants)$$
$$\Delta H_r^o = [2\Delta H_f^o(CO_{2(g)}) + \Delta H_f^o(H_2O_{(l)})] - [\Delta H_f^o(C_2H_2) + \tfrac{5}{2}\Delta H_f^o(O_{2(g)})]$$
$$\Delta H_r^o = [2(-394) + (-286)] - \left[227 + \tfrac{5}{2}(0)\right]$$
$$\Delta H_r^o = [-788 - 286 - 227] = -1301\, KJ/mol$$

ب) حساب ΔS_r^o:

$$\Delta S_r^o = \sum nS^o\,(products) - \sum nS^o\,(reactants)$$
$$\Delta S_r^o = [2S^o(CO_2) + S^o(H_2O_{(l)})] - [S^o(C_2H_2) + \tfrac{5}{2}S^o(O_2)]$$
$$\Delta S_r^o = [2(214) + 70\,] - [202 + \tfrac{5}{2} \times 205\,]$$
$$\Delta S_r^o = 428 + 70 - 202 - 512.5 = -216.5\, J/K.mol$$
$$\Delta S_r^o = -0.2165K\, J/K.mol$$

جـ) حساب ΔG_r^o :

$$T(K) = t(C^o) + 273 = 25(C^o) + 273 = 298K$$
$$\Delta G_r^o = \Delta H_r^o - T\Delta S_r^o$$
$$\Delta G_r^o = -1301\, KJ/mol - 298K\ (-0.2165KJ/K.mol)$$
$$\Delta G_r^o = -1236\, KJ/mol$$

29) من قيم ΔH و ΔS تنبأ هل التفاعل تلقائياً عند درجة حرارة $25C^o$ و ضغط $1atm$ اذا لم يكن كل من التفاعل $\Delta H = +2\ KJ/mol$ و $\Delta S = +113\ J/K.mol$ تلقائيا عند درجة $25C^o$ وضغط $1atm$, فباي درجة حرارة قد يكون تلقائي . (2016 /ت)

ج/

$$\Delta S KJ/K.mol = 113J/K.mol \times \frac{1\ kJ}{1000\ J} = 0.113\ KJ/K.mol$$
$$T(K) = t(C^o) + 273 = 25(C^o) + 273 = 298K$$
$$\Delta G_r^o = \Delta H_r^o - T\Delta S_r^o$$
$$\Delta G_r^o = +2KJ/mol - 298K(0.113KJ/K.mol)$$
$$\Delta G_r^o = +2KJ/mol - 33.7KJ/mol$$
$$\Delta G_r^o = -31.7\ KJ/mol$$

التفاعل تلقائي في $25C^o$ لان ΔG_r^o سالبة

30) للتفاعل الاتي: $C_2H_4 + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$ (2022 /تكميلي د 2)

1) احسب ΔH_r^o ، ΔS_r^o ، ΔG_r^o عند الظروف القياسية

2) هل التفاعل تلقائي ام لا مع ذكر السبب اذا علمت ان

$\Delta H_f^o\ KJ/\,mol$ لـ $(C_2H_4 = 51)$ و $(CO_2 = -394)$ و $(H_2O = -286)$ وان

$S^o\ J/K.mol$ لـ $(C_2H_4 = 220)$ و $(CO_2 = 214)$ و $(H_2O = 70)$ و $(O_2 = 205)$

ج/

أ) حساب ΔH_r^o :

$$\Delta H_r^o = \sum n\Delta H_f^o\,(products) - \sum n\Delta H_f^o\,(reactants)$$
$$\Delta H_r^o = [2\Delta H_f^o(CO_{2(g)}) + 2\Delta H_f^o(H_2O)] - [\Delta H_f^o(C_2H_4) + 3\Delta H_f^o(O_{2(g)})]$$
$$\Delta H_r^o = [2(-394) + 2(-286)] - [51 + 3(0)]$$
$$\Delta H_r^o = [-788 - 572 - 51] = -1411\, KJ/mol$$

ب) حساب ΔS_r^o:

$$\Delta S_r^o = \sum nS^o\,(products) - \sum nS^o\,(reactants)$$
$$\Delta S_r^o = \left[2S^o(CO_2) + 2S^o\left(H_2O_{(l)}\right)\right] - \left[S^o(C_2H_4) + 3S^o(O_2)\right]$$
$$\Delta S_r^o = [2(214) + 2\times 70\,] - [220 + 3\times 205\,]$$
$$\Delta S_r^o = 428 + 140 - 220 - 615 \;=\; -267\,J/K.mol$$
$$\Delta S_r^o\,KJ/K.mol = -267\,J/K.mol \times \frac{1\,kJ}{1000\,J} \;=\; -0.267\,KJ/K.mol$$

جـ) حساب ΔG_r^o :

$$T(K) = t(C^o) + 273 \;=\; 25(C^o) + 273 = 298K$$
$$\Delta G_r^o = \;\Delta H_r^o - T\Delta S_r^o$$
$$\Delta G_r^o = \;-1411\,KJ/mol - 298K\;\;(-0.267KJ/K.mol)$$
$$\Delta G_r^o = \;-891\,KJ/mol + 79.5KJ/mol) \;=\; -811.5\,KJ/mol$$
والتفاعل تلقائي

31) التفاعل الاتي: $CaCO_{3(S)} \longrightarrow CaO_{(S)} + CO_{2(g)}$ غير تلقائي بالظروف الاعتيادية بين حسابياً بأي درجة حرارة يصبح عندها التفاعل تلقائي عند ($627C^o$ او $927C^o$) اذا علمت ΔS_r^o و تساوي $160\,J/K.mol$ و ΔH_f^o للتفاعل بوحدة KJ/mol ($CaO =$ ، $CO_2 = -393.5$) ($CaCO_3 = -1207$ ، -635 **(1 د/ 2019)**

ج/ نجد ΔG لكلا الدرجتين بعد ايجاد ΔH_r^o وتحويل وحدة ΔS :

1) نحول وحدة ΔS :
$$\Delta SKJ/K.mol = 160J/K.mol \times \frac{1\,kJ}{1000\,J} \;=\; 0.16\,KJ/K.mol$$

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

3) نجد ΔG في درجة $627C^o$:
$$T(K) = t(C^o) + 273 \;=\; 627 + 273 = 900K$$
$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$
$$\Delta G = 178.5\,KJ/mol \;\;- 900K\,(0.16\,KJ/K.mol)$$
$$\Delta G = 178.5\,KJ/mol - 144\,KJ/mol$$
$$\Delta G = +34.5\,KJ/mol$$
(غير تلقائي)

4) نجد ΔG في درجة $927C^o$:
$$T(K) = t(C^o) + 273 \;=\; 927 + 273 = 1200K$$
$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$
$$\Delta G = 178.5\,KJ/mol \;\;- 1200K\,(0.16\,KJ/K.mol)$$
$$\Delta G = 178.5\,KJ/mol - 192\,KJ/mol$$
$$\Delta G = -13.5\,KJ/mol$$
تلقائي في درجة $927C^o$

32) للتفاعل الاتي: $C_2H_4 + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$ (2023 / د 2)

عند الظروف القياسية اذا علمت ان ΔH_f^o لـ $C_2H_4 = 51\ KJ/mol$ وأن

$C_{graphite} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \quad \Delta H_r^o = -393.5\ KJ/mol$ و

$H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(l)} \quad \Delta H_r^o = -286\ KJ/mol$ وأن ΔG_f^o بوحدات KJ/mol لكل من: ($C_2H_4 = 68$ ، $CO_2 = -394$ ، $H_2O_{(l)} = -237$) ، جد:

1) احسب ΔH_r^o للتفاعل ، وهل التفاعل ماص ام باعث ؟ 2) احسب ΔG_r^o ، وهل التفاعل تلقائي ام لا ؟ 3) ΔS_r^o وهل التفاعل اكثر ام اقل انتظام .

ج/

(1 $C_2H_4 + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)} \quad \Delta H_r^o = ?$

1) $2C_{gra} + 2H_{2(g)} \longrightarrow C_2H_4 \quad \Delta H_r^o = 51\ KJ/mol$

2) $C_{gra} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \quad \Delta H_r^o = -393.5\ KJ/mol$

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

المعادلة الاولى تقلب ، المعادلة الثانية تضرب في 2 ، المعادلة الثالثة تضرب في 2

1) $C_2H_4 \longrightarrow C_{gra} + 2H_{2(g)} \quad \Delta H_r^o = -51\ KJ/mol$

2) $2C_{gra} + 2O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)} \quad \Delta H_r^o = -787\ KJ/mol$

3) $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(l)} \quad \Delta H_r^o = -572\ KJ/mol$

$C_2H_4 + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)} \quad \Delta H_r^o = ?$

$\Delta H_r^o = -51 - 787 - 572 = -1410\ KJ$ التفاعل باعث للحرارة

(2 $\Delta G_r^o = \sum n\Delta G_f^o\,(products) - \sum n\Delta G_f^o\,(reactants)$

$\Delta G_r^o = [2\Delta G_f^o(CO_{2(g)}) + 2\Delta G_f^o(H_2O)] - [\Delta G_f^o C_2H_4 + \Delta G_f^o 3(O_{2(g)})$

$\Delta G_r^o = [2(-394) + 2 \times -237] - [68 + 0]$

$\Delta G_r^o = [-788 + (-474)] - [68]$

$\Delta G_r^o = -1262 - 68$

$\Delta G_r^o = -1330\ KJ/mol$ التفاعل تلقائي

(3 $T(K) = t(C^o) + 273 = 25(C^o) + 273 = 298K$

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

$-1330 = -1410 - 298K\,\Delta S_r^o$

$298K\,\Delta S_r^o = 1330 - 1410$

$298K\,\Delta S_r^o = -80$

$\Delta S_r^o = -0.268\ KJ/mol$

$\Delta S_r^o\ J/K.mol = -0.268\ KJ/K.mol \times \frac{1000\,J}{1KJ} = -268\ J/K.mol$

اكثر انتظام (اقل عشوائية) .

33) احسب التغير في الانتروبي للتحول الاتي $H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_2O_{(S)}$
$\Delta H_{vap} = 44\ KJ/mol$ عند درجة غليان الماء $100C^o$.

(3 د/ 2018) (1 د/ 2016) (2 د/ 2014 – خاص) (2 د/ 2013) (1 د/ 2014 – خاص)

ج/

1) $T(K) = t(C^o) + 273 = 100C^o + 273 = 373K$

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

34) اذا علمت ان
$H_2 + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_r^o = -286\ KJ/mol$
$H_2 + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow H_2O_{(g)} \qquad \Delta H_r^o = -242\ KJ/mol$
احسب التغير في الانتروبي للتحول الاتي $H_2O_{(g)} \rightleftharpoons H_2O_{(l)}$ عند درجة غليان الماء .

(3 د/ 2020)

ج/

درجة غليان الماء $100C^o$ اي $T(K) = t(C^o) + 273 = 100C^o + 273 = 373K$

عكس المعادلة الاولى اما المعادلة الثانية فتبقى كما هي :

$$H_2O_{(l)} \longrightarrow H_2 + \frac{1}{2}O_2 \qquad \Delta H_r^o = +286\ KJ/mol$$
$$H_2 + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow H_2O_{(g)} \qquad \Delta H_r^o = -242\ KJ/mol$$

$$H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_2O_{(g)} \qquad \Delta H_{vap} = 44\ KJ/mol$$

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

35) ان قيمة التغير في الانتروبي للماء عند درجة غليانه تساوي .... علماً ان حرارة تبخر الماء
$\Delta H_{vap} = 44\ KJ/mol$

(1 د/ 2017) (1 د/ 2014) (2015 /د2- خ ق)

ج/ 1) $T(K) = t(C^o) + 273 = 100C^o + 273 = 373K$

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

الفصل الثاني – الاتزان الكيميائي

المقدمة وانواع التفاعلات

1) التفاعلات غير الانعكاسية: (1 د/ 2021) (1 د/ 2020)
التفاعلات الكيميائية التي يتم فيها عند ظروف معينة استهلاك تام لاحد اوجميع المواد المتفاعلة ولا يكون للمواد الناتجة عند ظروف التفاعل نفسها القدرة على ان تتفاعل لتكوين المواد التي تكونت منها .

2) تفاعل تام: (1 د/ 2025)
التفاعلات الكيميائية التي يتم فيها عند ظروف معينة استهلاك تام لاحد اوجميع المواد المتفاعلة ولا يكون للمواد الناتجة عند ظروف التفاعل نفسها القدرة على ان تتفاعل لتكوين المواد التي تكونت منها .

3) التفاعلات الانعكاسية: (ت / 2015) (2 د/ 2016 – خ ق)
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 .

4) الاتزان الكيميائي: (3 د/ 2013) (2 د/ 2014 – خاص)
حالة اتزان ديناميكي (حركي) وليس حالة اتزان استاتيكي (ساكن) تصل اليها اغلب التفاعلات الانعكاسية عندما تصبح معدل سرعة التفاعل بكلا الاتجاهين متساوية , فتكون تراكيز المواد الناتجة والمتفاعلة عندها ثابتة دون تغير مالم يحدث اي تغيير على الظروف التي يتم عندها التفاعل ، لذا يبدو التفاعل في تلك الحالة قد توقف .

5) التفاعلات الانعكاسية المتجانسة: (ت/ 2020) (ت/ 2017) (ت/ 2013)
التفاعلات التي تكون فيها المواد المتفاعلة والناتجة جميعها في طور واحد .

6) التفاعلات الانعكاسية الغير المتجانسة:
التفاعلات التي تكون فيها المواد المتفاعلة والناتجة في اكثر من طور واحد . (2 د/ 2023)
(1 د/ 2018 – خ ق) (3 د/ 2017 – موصل) (1 د/ 2015 – خاص) (2 د/ 2014) (1 د/ 2013)

7) 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 .
(3 د/ 2019) (1 د/ 2019 – خ ق) (2 د/ 2018 – خ ق) (3 د/ 2016) (2 د/ 2016) (2 د/ 2013)

8) تتوقف بعض التفاعلات تماماً بينما تظهر تفاعلات اخرى وكأنها متوقفة . (2 د/ 2024)
ج/ التفاعلات التي تتوقف هي تفاعلات غير انعكاسية اي تامة وتتوقف عندما يستهلك احد المواد المتفاعلة او جميعها ، اما التفاعلات التي تبدو وكأنها متوقفة فهي التفاعلات الانعكاسية حيث تكون سرعة التفاعل الامامي تساوي سرعة التفاعل الخلفي ولكنها مستمرة في كلا الاتجاهين . (ت / 2020) (2 د/ 2013)

9) تظهر التفاعلات التي تصل الى حالة اتزان اخرى وكأنها قد توقفت ، وضح ذلك . (1د/2023)

ج/ لان حالة الاتزان الكيميائي هي حالة اتزان ديناميكي (حركي) وليس حالة اتزان استاتيكي (ساكن) تصل اليها اغلب *التفاعلات الانعكاسية* عندما تصبح معدل سرعة التفاعل بكلا الاتجاهين الامامي والخلفي متساوية

10) قيمة ثابت الاتزان للتفاعلات غير الانعكاسية تكون كبيرة جداً . (2 د/ 2015) (2017 /د 1 – خ ق)

ج/ وذلك لان التفاعلات غير الانعكاسية تكون تامة اي تراكيز النواتج تكون كبيرة جداً وتراكيز المتفاعلات تكون صفر تقريباً وحيث ان $K_C = \frac{[نواتج]}{[متفاعلات]}$ لذلك تكون قيمة K_C كبيرة .

11) قارن بين التفاعلات الانعكاسية المتجانسة والتفاعلات الانعكاسية غير المتجانسة ؟

ج/ (ت/ 2021) (2 د تكميلي/ 2022)

التفاعلات الانعكاسية المتجانسة: التفاعلات التي تكون فيها المواد المتفاعلة والناتجة جميعها في طور واحد (علماً جميع المتفاعلات تجري في نظام مغلق) .

التفاعلات الانعكاسية غير المتجانسة: التفاعلات التي تكون فيها المواد المتفاعلة والناتجة في اكثر من طور واحد (علماً جميع المتفاعلات تجري في نظام مغلق) .

12) ماذا نقصد بالتفاعلات غير التامة ؟ وما انواعها ؟ عددها . (3د/2023)

ج/ تعريفها:

التفاعلات غير التامة هي التفاعلات الانعكاسية 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

انواعها:

1) التفاعلات الانعكاسية المتجانسة 2) التفاعلات الانعكاسية غير المتجانسة .

13) يمكن حذف تراكيز المواد الصلبة والسائلة النقية من علاقة ثابت الاتزان ، علل ذلك (2 د/ 2025)

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

مسائل K_f و K_b

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 . (1 د/ 2014) (1 د/ 2016)

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

2) تفاعل ما متزن ثابت الاتزان له K_{eq} يساوي 4.4 ثابت سرعة التفاعل الامامي k_f يساوي 0.022 احسب ثابت سرعة التفاعل الخلفي k_b . (ت/ 2019)

ج/ $K_{eq} = \frac{k_f}{k_b} \Rightarrow 4.24 = \frac{0.022}{k_b} \Rightarrow K_b = \frac{0.022}{4.24} = 0.005$

3) تفاعل متزن ثابت الاتزان له K_{eq} يساوي 5.5 ثابت سرعة التفاعل الامامي k_f يساوي 0.19 فأن ثابت سرعة التفاعل الخلفي k_b له يساوي .... (3 د/ 2019)

ج/ $K_{eq} = \frac{k_f}{k_b} \Rightarrow 5.5 = \frac{0.19}{k_b} \Rightarrow K_b = \frac{0.19}{5.5} = 0.0345$

4) تفاعل ما متزن ثابت الاتزان له K_{eq} يساوي 4.2 وثابت سرعة التفاعل الخلفي k_b يساوي 0.003 , احسب ثابت سرعة التفاعل الامامي k_f . (ت / 2022)

ج/ $K_{eq} = \frac{k_f}{k_b} \Rightarrow 4.2 = \frac{k_f}{0.003} \Rightarrow k_f = 4.2 \times 0.003 = 0.0126$

5) تفاعل متزن ثابت سرعة التفاعل الامامي له (0.036) وثابت سرعة التفاعل الخلفي له (0.009) فأن ثابت الاتزان له .... (1 د/ 2015)

ج/ $K_{eq} = \frac{k_f}{k_b} = \frac{0.036}{0.009} = 4$

6) تفاعل متزن ثابت سرعة التفاعل الخلفي K_b له (0.02) وثابت سرعة التفاعل الامامي K_f له (0.084) احسب ثابت الاتزان K_{eq} له . (1 د/ 2015) خاص

ج/ $K_{eq} = \frac{k_f}{k_b} = \frac{0.084}{0.020} = 4.2$

مسائل K_c و K_p

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

(ت/ 2016)

ج/

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

2) كتابة الجدول:

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

3) نجد قيمة x من تركيز N_2O_4 المتبقي :

بما ان $[N_2O_4]$ عند الاتزان يساوي تركيزه المتبقي لذا فأن قيمة x تحسب كالاتي:

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

اما $[NO_2]$ عند الاتزان فهو : $[NO_2] = 2x = 2(0.1) = 0.2\ mol/L$

3) حساب K_C :

نجد K_C من التراكيز عند الاتزان $K_C = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = \frac{(0.2)^2}{0.025} = \frac{0.040}{0.025} = 1.6$

2) للتفاعل الاتي : $H_{2(g)} + Br_{2(g)} \rightleftharpoons 2HBr_{(g)}$
في اناء حجمه $2L$ وضع $0.8mol$ من كل من H_2 و Br_2 وبدرجة حرارة معينة ، احسب تراكيز المواد التي تكون خليط الاتزان اذاعلمت ان ثابت الاتزان لهذا التفاعل K_C يساوي 4 .

ج/

1) نحسب المولارية للتراكيز الابتدائية: $M = \frac{n(mol)}{v(L)} = \frac{0.8mol}{2L} = 0.4\ mol/L$

2) كتابة الجدول:

M	$H_{2(g)}$ +	$Br_{2(g)} \rightleftharpoons$	$2HBr_{(g)}$
التراكيز الابتدائية	0.4	0.4	0.0
التغير في التراكيز	$-x$	$-x$	$+2x$
التراكيز عند الاتزان	$0.4-x$	$0.4-x$	$2x$

3) نجد قيمة x من K_C :

$$K_C = \frac{[HBr]^2}{[H_2][Br_2]} \Rightarrow 4 = \frac{[2x]^2}{[0.4-x]^2}$$
اخذ الجذر التربيعي √ للطرفين:

$$2 = \frac{2x}{0.4-x} \Rightarrow 2x = 0.8 - 2x$$
ضرب وسطين في طرفين

$$4x = 0.8 \Rightarrow x = 0.2\ mol/L$$

4) نجد التراكيز عند الاتزان :

$$[H_2] = [Br_2] = 0.4 - x = 0.4 - 0.2 = 0.2\ mol/L$$
$$[HBr] = 2x = 2(0.2) = 0.4\ mol/L$$

3) للتفاعل $2CO_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)} + O_{2(g)}$ في اناء حجمه $2L$ وضع $1.6mol$ من غاز CO_2 وبدرجة حرارة معينة وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان نصف كمية الغاز قد تفككت . احسب K_C . **(3 د/ 2014)**

ج/

1) نحسب المولارية للتراكيز الابتدائية: $M = \frac{n(mol)}{v(L)} = \frac{1.6mol}{2L} = 0.8\ mol/L$

2) كتابة الجدول:

M	$2CO_{2(g)} \rightleftharpoons$	$2CO_{(g)}$	$+O_{2(g)}$
التراكيز الابتدائية	0.8	0.0	0.0
التغير في التراكيز	$-2x$	$+2x$	$+x$
التراكيز عند الاتزان	$0.8-2x$	$2x$	x

3) نجد قيمة x من تركيز CO_2 المتفككة :

$$[CO_2]_{\text{المتفكك}} = \frac{0.8}{2} = 0.4\ mol/L$$
$$\because \quad [CO_2]_{\text{المتفكك}} = 2x$$
$$\therefore \quad 2x = 0.4\ mol/L \Rightarrow x = 0.2\ mol/L$$

4) نجد التراكيز عند الاتزان :

$[CO_2] = 0.4\ mol/L$ (وهو التركيز المتبقي اي نصف الكمية ايضاً)
$$[CO] = 2x = 2(0.2) = 0.4\ mol/L$$
$$[O_2] = x = 0.2\ mol/L$$

3) حساب K_C :

$$K_C = \frac{[CO]^2[O_2]}{[CO_2]^2} = \frac{(0.4)^2(0.2)}{(0.4)^2} = 0.2$$

4) للتفاعل $2CO_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)} + O_{2(g)}$ في اناء حجمه $2L$ وضع $1.6mol$ من غاز CO_2 وبدرجة حرارة معينة وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان ربع كمية الغاز قد تفككت . احسب K_C . (1 د/ 2024)

ج/

1) نحسب المولارية للتراكيز الابتدائية:

$$M = \frac{n(mol)}{v(L)} = \frac{1.6mol}{2L} = 0.8\ mol/L$$

2) كتابة الجدول:

M	$2CO_{2(g)}$ $\rightleftharpoons$	$2CO_{(g)}$	$+O_{2(g)}$
التراكيز الابتدائية	0.8	0.0	0.0
التغير في التراكيز	$-2x$	$+2x$	$+x$
التراكيز عند الاتزان	$0.8-2x$	$2x$	x

3) نجد قيمة x من تركيز CO_2 المتفكك :

$$[CO_2]_{\text{المتفكك}} = \frac{0.8}{4} = 0.2\ mol/L$$

$$\because \quad [CO_2]_{\text{المتفكك}} = 2x$$

$$\therefore \quad 2x = 0.2\ mol/L \quad \Rightarrow \quad x = 0.1\ mol/L$$

4) نجد التراكيز عند الاتزان :

$$[CO_2] = 0.8 - 2x = 0.8 - 0.2 = 0.6\ mol/L$$
$$[CO] = 2x = 2(0.1) = 0.2\ mol/L$$
$$[O_2] = x = 0.1\ mol/L$$

3) حساب K_C :

$$K_C = \frac{[CO]^2[O_2]}{[CO_2]^2} = \frac{(0.2)^2(0.1)}{(0.6)^2} = 0.011$$

5) في التفاعل الغازي الاتي : $3H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$ وضعت كميات مختلفة (مولات مختلفة) من H_2 و N_2 في اناء سعة لتر وعند وصول التفاعل لحالة الاتزان وجد ان ما استهلك من H_2 يساوي $0.3mol$ وما تبقى من N_2 يساوي $0.2mol$. ماعدد مولات كل من H_2 و N_2 قبل التفاعل علما ان ثابت بان ثابت الاتزان K_C للتفاعل يساوي 200 . (ت/ 2017) (ت/ 2023) (ت / 2015)

ج/

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

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

3) كتابة الجدول:

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

4) نجد قيمة x من تركيز H_2 المستهلك :

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

نجد قيمة z من تركيز N_2 المتبقي :

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

نجد قيمة y من K_C والتراكيز عند الاتزان:

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

(اخذ $\sqrt[3]{}$)

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

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

6) في التفاعل الغازي الاتي : $2NH_{3(g)} \rightleftharpoons 3H_{2(g)} + N_{2(g)}$ وضعت كميات مختلفة (مولات مختلفة) من H_2 و N_2 في اناء سعة لتر وعند وصول التفاعل لحالة الاتزان وجد ان ما استهلك من H_2 يساوي $0.3mol$ وما تبقى من N_2 يساوي $0.2mol$. ماعدد مولات كل من H_2 و N_2 قبل التفاعل علما ان ثابت بان ثابت الاتزان K_C للتفاعل يساوي 25 . (2022 / ت)

ج/

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

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

نفرض ان عدد مولات N_2 الابتدائية تساوي z

3) كتابة الجدول:

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

4) نجد قيمة x من تركيز H_2 المستهلك :

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

نجد قيمة z من تركيز N_2 المتبقي :

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

نجد قيمة y من K_C والتراكيز عند الاتزان:

$$K_C = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3[N_2]} \quad \Rightarrow \quad 25 = \frac{[0.2]^2}{(y-0.3)^3)(0.2)}$$

(اخذ $\sqrt[3]{}$)

$$(y-0.3)^3 = \frac{0.2}{25} \quad \Rightarrow \quad (y-0.3)^3 = \frac{1}{125}$$

$$y - 0.3 = 0.2 \quad \Rightarrow \quad y = 0.5\ mol$$

7) للتفاعل المتزن: $H_2O_{(g)} + CO_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + CO_{2(g)}$ وفي اناء حجمه لتر واحد تم خلط مولات متساوية من CO_2 و H_2 وبدرجة حرارة $2000K$ وصل التفاعل حالة الاتزان فوجد ان عدد المولات الكلية لخليط الغازات عند الاتزان تساوي $3mol$. ما تراكيز خليط الاتزان علماً بأن ثابت الاتزان K_C يساوي 4 ؟ (2017 د 3)

ج/

1) الفرضية: نفرض ان عدد المولات لكل من CO_2 وH_2 في بداية التفاعل $y =$
(وهي تساوي المولارية لان الحجم واحد لتر)

2) نعمل جدولاً:

M	$CO_{2(g)}$ +	$H_{2(g)}$ ⇌	$CO_{(g)}$ +	$H_2O_{(g)}$
التراكيز الابتدائية	y	y	0	0
التغير في التراكيز	$-x$	$-x$	$+x$	$+x$
التراكيز عند الاتزان	$y-x$	$y-x$	x	x

3) نجد قيمة y من عدد المولات الكلية n_T :

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

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

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

4) نجد قيمة x من K_C :

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

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

5) نجد التراكيز المولارية عند الاتزان:

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

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

8) للتفاعل المتزن: $CO_{2(g)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{(g)} + H_2O_{(g)}$ وفي اناء حجمه لتر واحد تم خلط مولات متساوية من CO_2 و H_2 وبدرجة حرارة $1800K$ وصل التفاعل حالة الاتزان فوجد ان عدد المولات الكلية لخليط الغازات عند الاتزان تساوي $4mol$. ما تراكيز خليط الاتزان علماً بأن ثابت الاتزان K_C يساوي 9 ؟ (2 د/ 2023) (2 د/ 2024)

ج/

1) الفرضية:

نفرض ان عدد المولات لكل من CO_2 وH_2 في بداية التفاعل $y =$
(وهي تساوي المولارية لان الحجم واحد لتر)

2) نعمل جدولاً:

M	$CO_{2(g)}$ +	$H_{2(g)}$ ⇌	$CO_{(g)}$ +	$H_2O_{(g)}$
التراكيز الابتدائية	y	y	0	0
التغير في التراكيز	$-x$	$-x$	$+x$	$+x$
التراكيز عند الاتزان	$y-x$	$y-x$	x	x

3) نجد قيمة y من عدد المولات الكلية n_T :

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

$$4mol = y - x + y - x + x + x$$

$$2y = 4 \quad \Rightarrow \quad y = 2mol/L$$

4) نجد قيمة x من K_C :

$$K_C = \frac{[CO][H_2O]}{[CO_2][H_2]} \quad \Rightarrow \quad 9 = \frac{x^2}{(2-x)^2} \quad \sqrt{}$$

$$3 = \frac{x}{2-x} \quad \Rightarrow \quad 6 - 3x = x \quad \Rightarrow \quad 6 = 4x \quad \Rightarrow \quad x = 1.5 \text{ M}$$

5) نجد التراكيز المولارية عند الاتزان:

$$[CO_2] = [H_2] = y - x = 2 - 1.5 = 0.5\ mol/L$$

$$[CO] = [H_2O] = x = 1.5\ mol/L$$

9) 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 $\frac{1}{5}$ فما ضغطا غازي Cl_2 و PCl_3 في بداية التفاعل . (2 د/ 2021)

ج/

1) الفرضية: نفرض ان الضغط الابتدائي $P_{Cl_2} = y$

(لانه ضعف) $P_{PCl_3} = 2y$

2) كتابة الجدول:

الضغط/ atm	$PCl_{3(g)}$	$+ Cl_{2(g)}$	$\rightleftharpoons PCl_{5(g)}$
الضغوط الابتدائية	$2y$	y	0
التغير في الضغوط	$-x$	$-x$	$+x$
الضغوط عند الاتزان	$2y-x$	$y-x$	x

3) نجد قيمة (x) :

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

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

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 :

$$K_P = \frac{P_{PCl_5}}{P_{PCl_3}\, P_{Cl_2}} \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{5} = \frac{(y-1)}{(y+1)(1)}$$

$$y + 1 = 5y - 5 \quad \Rightarrow \quad 4y = 6 \quad \Rightarrow \quad y = 1.5atm$$

$$P_{Cl_2} = y = 1.5\ atm$$

$$P_{PCl_3} = 2y = 2(1.5) = 3\ atm$$

10) وضع $4g$ من غاز HF في وعاء مغلق حجمه $2L$ عند درجة حرارة $27C^o$ وترك في الوعاء المغلق يتفكك حتى تم الاتزان الكيميائي حسب المعادلة الاتية: $2HF_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + F_{2(g)}$ فاذا كان K_P للتفاعل يساوي 1.21 . احسب الضغط الجزئي لغاز HF عند الاتزان علماً بان الكتلة المولية للغاز تساوي $20\ g/mol$ $(\sqrt{1.21} = 1.1)$ (2 د/ 2017)

ج/

1) نجد الضغط الابتدائي لغاز HF

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

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

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

2) كتابة الجدول:

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

3) نجد قيمة x من K_P :

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

$$x = 2.7 - 2.2x \Rightarrow 3.2x = 2.7 \Rightarrow x = 0.85atm$$

4) نجد ضغط HF عند الاتزان :

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

11) وضع $4g$ من غاز HF في وعاء مغلق حجمه $2L$ عند درجة حرارة $27C^o$ وترك في الوعاء المغلق يتفكك حتى تم الاتزان الكيميائي حسب المعادلة الاتية: $2HF_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + F_{2(g)}$ وعند الوصول الى حالة الاتزان ازداد H_2 بمقدار $0.85atm$ احسب K_P للتفاعل علماً بان الكتلة المولية للغاز تساوي $20\ g/mol$. (2017 د1)

ج/

1) نجد الضغط الابتدائي لغاز HF من القانون العام للغازات وكالاتي :

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

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

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

2) كتابة الجدول:

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

3) نجد الضغوط الجزيئية عند الاتزان : $x = 0.85atm$ مقدار الزيادة تمثل التغير بالضغط

$$P_{H_2} = 0.85atm$$

$$P_{Br_2} = 0.85atm$$

$$P_{HF} = 2.46 - 2x = 2.46 - 2(0.85) = 0.76$$

4) نجد K_P :

$$K_P = \frac{P_{H_2}P_{F_2}}{P_{HF}^2} = \frac{(0.85)^2}{(0.76)^2} = 1.2$$

12) وضع $6g$ من غاز HF في وعاء مغلق حجمه $3L$ عند درجة حرارة $27C^o$ وترك في الوعاء المغلق يتفكك حتى تم الاتزان الكيميائي حسب المعادلة الاتية: $2HF_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + F_{2(g)}$ فاذا كان K_P للتفاعل يساوي 1.44 . احسب الضغط الجزئي لغاز HF عند الاتزان علماً بان الكتلة المولية للغاز تساوي $20\ g/mol$. (2 د/ 2022) (3 د/ 2023)

ج/ الطريقة الاولى:

1) نجد الضغط الابتدائي لغاز HF من القانون العام للغازات وكالاتي :

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

$$n(mol) = \frac{m(g)}{M(g/mol)} = \frac{6g}{20(g/mol)} = 0.3\ mol$$

$$PV = nRT \Rightarrow P = \frac{nRT}{V} = \frac{(0.3 \times 0.082 \times 300)}{3} = 2.46\ atm$$

2) كتابة الجدول:

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

3) نجد قيمة x من K_P :

$$K_P = \frac{P_{H_2}P_{F_2}}{P_{HF}^2} \Rightarrow 1.44 = \frac{x^2}{(2.46-2x)^2} \quad \sqrt{} \quad \Rightarrow 1.2 = \frac{x}{2.46-2x}$$

$$x = 2.952 - 2.4x \Rightarrow 3.4x = 2.952 \Rightarrow x = 0.868atm$$

4) نجد ضغط HF عند الاتزان :

$$P_{HF} = 2.46 - 2x = 2.46 - 2(0.868) = 2.46 - 1.736 = 0.724atm$$

الطريقة الثانية:

$$n(mol) = \frac{m(g)}{M(g/mol)} = \frac{6g}{20(g/mol)} = 0.3\ mol$$

$$\text{M} = \frac{n(mol)}{v(L)} = \frac{0.3mol}{3L} = 0.1\ mol/L \quad (\text{الابتدائي})$$

بما ان $\Delta n_g = 0$

لذلك فأن: $K_C = K_P = 1.44$

التراكيزبالمولارية	$2HF_{(g)}$ $\rightleftharpoons$	$H_{2(g)}$ +	$F_{2(g)}$
التراكيز الابتدائية	0.1	0	0
التغير في التراكيز	$-2x$	$+x$	$+x$
التراكيز عند الاتزان	$0.1-2x$	x	x

$$K_P = \frac{P_{H_2}P_{F_2}}{P^2_{HF}} \Rightarrow 1.44 = \frac{x^2}{(2.46-2x)^2} \quad \surd \Rightarrow 1.2 = \frac{x}{2.46-2x}$$

$$K_C = \frac{[H_2][F_2]}{[HF]^2} \Rightarrow 1.44 = \frac{[x]^2}{[0.1-2x]^2}$$

$$1.2 = \frac{x}{0.1-2x} \Rightarrow x = 0.12 - 2.4x$$

$$3.4x = 0.12 \Rightarrow x = 0.035 mol/L$$

نعوض قيمة x عند الاتزان :

$$[HF] = 0.1 - 2x = 0.1 - 2(0.035) = 0.10 - 0.07 = 0.03 mol/L$$

$$M = \frac{n(mol)}{v(L)} \Rightarrow 0.03 = \frac{n(mol)}{3} \Rightarrow n(mol) = 0.09 mol$$

$$PV = nRT \Rightarrow P = \frac{nRT}{V} = \frac{(0.09 \times 0.082 \times 300)}{3} = \frac{2.214}{3} = 0.738\ atm$$

13) في التفاعل الغازي الاتي عند درجة حرارة معينة : $2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3$
وضعت مولات مختلفة من SO_2 و O_2 في اناء التفاعل حجمه لتر وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان المتكون SO_3 يساوي $0.8\ mol$ وتركيز كل من O_2 و SO_2 متساويان و $K_C = 10$ ، جد عدد مولات O_2 و SO_2 قبل بدء التفاعل ؟ $\sqrt{0.064} = 0.4$. (2 د/ 2025)

ج/

1) الفرضية:

نفرض ان عدد مولات SO_2 الابتدائية تساوي $y\ mol$ وهي تساوي التركيز المولاري لان حجم الاناء لتر واحد
نفرض ان عدد مولات O_2 الابتدائية تساوي $Z\ mol$

2) كتابة الجدول:

M	$2SO_2$	$+ O_2$	$\rightleftharpoons 2SO_3$
التراكيز الابتدائية	y	z	0.0
التغير في التراكيز	$-2x$	$-x$	$+2x$
التراكيز عند الاتزان	$y-2x$	$z-x$	$2x$

3) نجد قيمة x من تركيز SO_3 المتكون عند الاتزان:

$$2x = 0.8 mol \Rightarrow x = 0.4 mol$$

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

$$[SO_2] = y - 2x = y - 2(0.4) = y - 0.8$$
$$[O_2] = z - x = z - 0.4$$

5) بما ان تركيز كل من O_2 و SO_2 متساويان عند الاتزان نفرض تركيز كل منهما يساوي a :

$$a = y - 0.8 = z - 0.4$$ (او ايجاد تركيز احدهما من الاخر)

6) نجد قيمة a من K_C :

$$K_C = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2 [O_2]}$$

$$10 = \frac{[0.8]^2}{[a]^2 [a]}$$

(بترتيب المعادلة)

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

$$a^3 = 0.064$$

(اخذ $\sqrt[3]{}$)

$$a = 0.4$$

(وهو عدد مولات SO_2 الابتدائية) $a = y - 0.8 \Rightarrow 0.4 = y - 0.8 \Rightarrow y = 1.2$

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

14) للتفاعل الغازي الاتي: $2SO_{3(g)} \rightleftharpoons 2SO_{2(g)} + O_{2(g)}$ في وعاء مغلق حجمة لتر واحد وجد ان ضغط غاز SO_3 قبل تفككة يساوي $4atm$ عند درجة حرارة $227C^o$ بلغ التفاعل حالة الاتزان فوجد ان الضغط الكلي لخليط الغازات يساوي $5atm$ احسب K_P و K_C للتفاعل عند الاتزان في هذه الدرجة الحرارية $227C^o$. (2024 د 3)

ج/ نجد K_P من الضغوط الجزيئية عند الاتزان بعد ايجاد قيمة x من الضغط الكلي P_T وكالاتي:

1) كتابة الجدول:

الضغط/ atm	$2SO_{3(g)} \rightleftharpoons$	$2SO_{2(g)} +$	$O_{2(g)}$
الضغوط الابتدائية	4	0.0	0.0
التغير في الضغوط	$-2x$	$+2x$	$+x$
الضغوط عند الاتزان	$4-2x$	$2x$	x

2) نجد قيمة x من P_T:

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

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

$$5atm = 4 - 2x + 2x + x$$

$$x = 1\ atm$$

3) نجد الضغوط الجزيئية عند الاتزان:

$$P_{SO_3} = 4 - 2x = 4 - 2(1) = 2\ atm$$

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

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

4) حساب K_P :

$$K_P = \frac{p^2_{SO_2}\ p_{O_2}}{p^2_{SO_3}} = \frac{(2^2)\ (1)}{(2)^2} = 1$$

1) تتوقف علاقة K_C و K_P على قيمة .... ج/ Δn_g (3 د/ 2015)

2) تتوقف العلاقة بين الثابتين على Δn_g بين ذلك مع كتابة العلاقة .

ج/ (2 د/ 2018) (1 د/ 2023) (1 د/ 2024)

1) اذا كانت $\Delta n_g > 0$ (لها قيمة +) ،، فـــأن: $K_P > K_c$

2) اذا كانت $\Delta n_g < 0$ (لها قيمة −) ،، فـــأن: $K_P < K_c$

3) اذا كانت $\Delta n_g = 0$ ،، فـــأن: $K_P = K_c$

العلاقة: $K_P = K_C\,(RT)^{\Delta n_g}$ او $K_C = K_P(RT)^{-\Delta n_g}$

3) تتوقف علاقة K_C و K_P على قيمة Δn_g وضح ذلك . (2 د/ 2021)

ج/

1) اذا كانت $\Delta n_g > 0$ (لها قيمة +) ،، فـــأن: $K_P > K_c$

2) اذا كانت $\Delta n_g < 0$ (لها قيمة −) ،، فـــأن: $K_P < K_c$

3) اذا كانت $\Delta n_g = 0$ ،، فـــأن: $K_P = K_c$

4) تتوقف علاقة K_C و K_P على قيمة Δn_g كالاتي: 1)........... . 2)........... . 3)...........

(ت / 2022)

ج/

1) اذا كانت $\Delta n_g > 0$ (لها قيمة +) فـــأن: $K_P > K_c$

2) اذا كانت $\Delta n_g < 0$ (لها قيمة −) فـــأن: $K_P < K_c$

3) اذا كانت $\Delta n_g = 0$ فـــأن: $K_P = K_c$

5) في تفاعل ما $\Delta n_g = -1$ و $K_C = 4.1$ بدرجه حرارة $227C^o$ فما قيمة K_P لهذا التفاعل . (ت/ 2020)

ج/

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

$$K_P = K_C\,(RT)^{\Delta n_g} = 4.1\,(0.082 \times 500)^{-1} = 4.1\,(41)^{-1} = \frac{4.1}{41} = 0.1$$

6) في تفاعل ما $\Delta n_g = -1$ و $K_C = 8.2$ بدرجه حرارة $127C^o$ فما قيمة K_P لهذا التفاعل .

(3 د/ 2020)

ج/

نحول درجة الحرارة من وحدة C^o الى K :

$$T(K) = t(C^o) + 273 = 127 + 273 = 400K$$

$$K_P = K_C\,(RT)^{\Delta n_g} = 8.2\,(0.082 \times 400)^{-1} = 8.2\,(32.8)^{-1} = \frac{8.2}{32.8} = 0.25$$

7) في تفاعل ما $\Delta n_g = 2$ و $K_P = 8.2$ بدرجة حرارة $227C^o$ فأن قيمة K_C تساوي ....

(2024 /د 2)

ج/

نحول درجة الحرارة من وحدة C^o الى K :

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

$$K_C = K_P\,(RT)^{-\Delta n_g} = 8.2\,(0.082 \times 500)^{-2} = 8.2\,(41)^{-2} = \frac{8.2}{1681} = 0.0048$$

8) في تفاعل ما $\Delta n_g = +1$ و $K_P = 0.08$ بدرجة حرارة $127C^o$ فما قيمة K_C لهذا التفاعل .

ج/ نحول درجة الحرارة من وحدة C^o الى K :

(2021 /د 2 – تكميلي)

$$T(K) = t(C^o) + 273 = 127 + 273 = 400K$$

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

$$K_C = 0.08\,(0.082 \times 400)^{-1} = 8.2\,(32.8)^{-1} = \frac{0.08}{32.8} = 0.0024$$

9) في تفاعل غازي فيه $\Delta n_g = -2$ و $K_C = 0.41$ بدرجة حرارة $127C^o$ فما قيمة K_P لهذا التفاعل .

(2023 /ت)

ج/

$$T(K) = t(C^o) + 273 = 127 + 273 = 400K$$

$$K_P = K_C\,(RT)^{\Delta n_g}$$

$$K_P = 0.41\,(0.082 \times 400)^{-2} = 0.41\,(32.8)^{-2}$$

$$K_P = \frac{4.1}{(1075.84)^2} = 0.00038$$ او $$38 \times 10^{-5}$$

10) افترض حصول الاتزان للتفاعل الاتي عند درجة حرارة $300K$:

(2013 /د 2) (2015 /د 2)

$NH_4HS_{(S)} \rightleftharpoons NH_{3(g)} + H_2S_{(g)}$ ووجود ان قيم الضغوط الجزئية لكل من غازي النواتج عند حصول الاتزان تساوي $0.3atm$. احسب K_P و K_C للتفاعل .

(2017 /ت)

ج/

1) حساب K_P من الضغوط عند الاتزان :

$$K_P = P_{NH_3} \times P_{H_2S} = 0.3 \times 0.3 = 0.09$$

2) حساب Δn_g :

$$\Delta n_g = \sum n_g\,(products) - \sum n_g\,(reactants) = 2 - 0 = 2$$

4) حساب K_C من K_P :

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

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

11) افترض حصول الاتزان للتفاعل الاتي عند درجة حرارة $27C^o$:

$NH_4HS_{(S)} \rightleftharpoons NH_{3(g)} + H_2S_{(g)}$ ووجود ان قيم الضغوط الجزئية لكل من غازي النواتج عند حصول الاتزان تساوي $0.6atm$. احسب K_P و K_C للتفاعل .

(2020 /د 2)

ج/

1) حساب K_P من الضغوط عند الاتزان : $K_P = P_{NH_3} \times P_{H_2S} = 0.6 \times 0.6 = 0.36$

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

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

3) حساب K_C من K_P :

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

$K_C = 0.36(0.082 \times 300)^{-2} = \frac{0.36}{(24.6)^2} = \frac{0.36}{605.16} = 6 \times 10^{-4}$

12) اذا كانت K_C تساوي 1.6 عند $1000C^o$ بالنسبة للتفاعل الاتي : $C_{(S)} + CO_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)}$ احسب ضغط CO الجزئي في حالة الاتزان عندما يكون الضغط الجزئي لغاز CO_2 يساوي $0.6atm$. (2015 د 1 – خاص)

ج/

نجد P_{CO} من K_P بعد ايجاده من K_C وكالاتي:

1) حساب Δn_g : $\Delta n_g = \sum n_g\,(products) - \sum n_g\,(reactants) = 2 - 1 = 1$

2) نجد $T(K)$: $T(K) = t(C^o) + 273 = 1000 + 273 = 1273K$

3) نجد K_P من K_C :

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

4) نجد P_{CO} :

$K_P = \frac{P_{CO}^2}{P_{CO_2}} \Rightarrow 167 = \frac{P_{CO}^2}{0.6}$

$P_{CO}^2 = 100 \Rightarrow P_{CO} = 10atm$

13) اذا كانت K_C تساوي 1.5 عند $1200K$ بالنسبة للتفاعل الاتي : $C_{(S)} + CO_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)}$ احسب ضغط CO_2 الجزئي في حالة الاتزان عندما يكون الضغط الجزئي لغاز CO يساوي $8atm$. (2021 د 1)

ج/

نجد P_{CO} من K_P بعد ايجاده من K_C وكالاتي:

1) حساب Δn_g : $\Delta n_g = \sum n_g\,(products) - \sum n_g\,(reactants) = 2 - 1 = 1$

3) نجد K_P من K_C :

$K_P = K_C\,(RT)^{\Delta n_g} = 1.5\,(0.082 \times 1200)^1 = 1.5(98.4) = 147.6$

4) نجد P_{CO_2} :

$K_P = \frac{P_{CO}^2}{P_{CO_2}} \Rightarrow 147.6 = \frac{(8)^2}{P_{CO_2}}$

$147.6 = \frac{64}{P_{CO_2}} \Rightarrow P_{CO_2} = 0.433\ atm$

14) عند تسخين غاز $NOCl$ النقي الى درجة $240C^o$ في اناء مغلق حجمه لتر يتحلل حسب المعادلة: $2NOCl_{(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} + Cl_{2(g)}$ وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان الضغط الكلي لمزيج الاتزان يساوي $1atm$ والضغط الجزئي لغاز $NOCl$ يساوي $0.64\ atm$ احسب: 1) الضغوط الجزيئية لكل من غازي Cl_2 و NO عند الاتزان . 2) ثابت الاتزان K_C للتفاعل عند نفس درجة الحرارة . (1 د/ 2013) (2 د/ 2014) (2 د/ 2016) (الضغط الكلي= 0.9atm والجزيئي = 0.54 atm)

ج/

1) الفرضية: نفرض ان الضغط الابتدائي لغاز $NOCl$ يساوي y

الضغط / atm	$2NOCl_{(g)}$	$\rightleftharpoons 2NO_{(g)}$	$+ Cl_{2(g)}$
الضغوط الابتدائية	y	0.0	0.0
التغير في الضغوط	$-2x$	$+2x$	$+x$
الضغوط عند الاتزان	$y-2x$ 0.64	$2x$	x

2) نجد قيمة x من P_T :

$$P_T = P_{NOCl} + P_{NO} + P_{Cl_2}$$

$$1 = 0.64 + 2x + x \quad \Rightarrow \quad 3x = 0.36 \quad \Rightarrow \quad x = 0.12atm$$

اي ان:

$$P_{Cl_2} = x = 0.12atm$$
$$P_{NO} = 2x = 0.24atm$$

3) حساب K_C من K_P :

$$K_P = \frac{P_{NO}^2 P_{Cl_2}}{P_{NOCl}^2} = \frac{(0.24)^2(0.12)}{(0.64)^2} = 0.017$$

$$\Delta n_g = \sum n_g\,(products) - \sum n_g\,(reactants) = 3 - 2 = +1$$
$$T(K) = t(C^o) + 273 = 240 + 273 = 513K$$

$$K_C = K_P(RT)^{-\Delta n_g}$$
$$K_C = 0.017(0.082 \times 513)^{-1} = \frac{0.017}{42} = 4 \times 10^{-4}$$

15) عند تسخين غاز $NOCl$ النقي الى درجة $227C^o$ في اناء مغلق حجمه لتر يتحلل حسب المعادلة: $2NOCl_{(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} + Cl_{2(g)}$ وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان الضغط الكلي لمزيج الاتزان يساوي $0.92atm$ والضغط الجزئي لغاز $NOCl$ يساوي $0.68\ atm$ احسب: 1) الضغوط الجزيئية لكل من غازي Cl_2 و NO عند الاتزان . 2) ثابت الاتزان K_C للتفاعل عند نفس درجة الحرارة . (2 د تكميلي/ 2022)

ج/

1) الفرضية: نفرض ان الضغط الابتدائي لغاز $NOCl$ يساوي y

الضغط / atm	$2NOCl_{(g)}$	$\rightleftharpoons 2NO_{(g)}$	$+ Cl_{2(g)}$
الضغوط الابتدائية	y	0.0	0.0
التغير في الضغوط	$-2x$	$+2x$	$+x$
الضغوط عند الاتزان	$y-2x$ 0.68	$2x$	x

2) نجد قيمة x من P_T :

$$P_T = P_{NOCl} + P_{NO} + P_{Cl_2}$$

$$0.92 = 0.68 + 2x + x \quad \Rightarrow \quad 3x = 0.24 \quad \Rightarrow \quad x = 0.08atm$$

اي ان:

$$P_{Cl_2} = x = 0.08atm$$
$$P_{NO} = 2x = 0.16atm$$

3) حساب K_C من K_P :

$$K_P = \frac{P_{NO}^2 P_{Cl_2}}{P_{NOCl}^2} = \frac{(0.16)^2(0.08)}{(0.68)^2} = 0.0044$$
$$\Delta n_g = \sum n_g\,(products) - \sum n_g\,(reactants) = 3 - 2 = +1$$

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

$$K_C = K_P(RT)^{-\Delta n_g}$$
$$K_C = 0.0044\,(0.082 \times 500)^{-1} = \frac{0.0044}{41} = 0.0001$$

16) عند تسخين غاز $NOCl$ النقي الى درجة $513\ k$ في اناء مغلق حجمه لتر يتحلل حسب المعادلة: $2NOCl_{(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} + Cl_{2(g)}$ وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان الضغط الكلي لمزيج الاتزان يساوي $0.96atm$ والضغط الجزئي لغاز $NOCl$ يساوي $0.6\ atm$ احسب الضغوط الجزيئية لكل من غازي Cl_2 و NO عند الاتزان ، ثابت الاتزان K_C للتفاعل . (2024 /ت)

ج/

1) الفرضية: نفرض ان الضغط الابتدائي لغاز $NOCl$ يساوي y

الضغط / atm	$2NOCl_{(g)}$	$\rightleftharpoons 2NO_{(g)}$	$+ Cl_{2(g)}$
الضغوط الابتدائية	y	0.0	0.0
التغير في الضغوط	$-2x$	$+2x$	$+x$
الضغوط عند الاتزان	$y - 2x$ 0.6	$2x$	x

2) نجد قيمة x من P_T :

$$P_T = P_{NOCl} + P_{NO} + P_{Cl_2}$$

$$0.96 = 0.6 + 2x + x \quad \Rightarrow \quad 3x = 0.36 \quad \Rightarrow \quad x = 0.12atm$$

اي ان:

$$P_{Cl_2} = x = 0.12atm$$
$$P_{NO} = 2x = 0.24atm$$

3) حساب K_C من K_P :

$$K_P = \frac{P_{NO}^2 P_{Cl_2}}{P_{NOCl}^2} = \frac{(0.24)^2(0.12)}{(0.96)^2} = 0.0075$$
$$\Delta n_g = \sum n_g\,(products) - \sum n_g\,(reactants) = 3 - 2 = +1$$

$$K_C = K_P(RT)^{-\Delta n_g}$$
$$K_C = 0.0075\,(0.082 \times 513)^{-1} = \frac{0.0075}{41} = 0.00018$$

17) اذا كانت درجة تفكك مول واحد N_2O_4 الى NO_2 هي 20 % عند درجة حرارة $27C^o$ وضغط $1atm$ وفي اناء حجمه لتر واحد . احسب قيمة K_P للتفاعل . (1 د/ 2014)

ج/

نجد اولاً تركيز المتفكك (x) من % ثم نجد التراكيزعند الاتزان ثم نجد K_C ثم K_P وكالاتـي:

1) كتابة الجدول:

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

2) نجد تركيز N_2O_4 المتفكك (x) :

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

3) التراكيز عند الاتزان هي:

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

4) نجد K_C :

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

5) نجد K_P من K_C :

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

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

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

18) التفاعل الغازي $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$ وجد ان النسبة المئوية لتفكك مول واحد N_2O_4 تساوي 20 % عند درجة حرارة $127C^o$ وضغط $1atm$ وفي اناء حجمه لتر واحد . احسب قيمة K_P للتفاعل . (ت / 2025)

ج/

نجد اولاً تركيز المتفكك (x) من % ثم نجد التراكيزعند الاتزان ثم نجد K_C ثم K_P وكالاتـي:

1) كتابة الجدول:

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

2) نجد تركيز N_2O_4 المتفكك (x) :

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

3) التراكيز عند الاتزان هي:

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

4) نجد K_C :

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

5) نجد K_P من K_C :

$$\Delta n_g = \sum n_g\,(products) - \sum n_g\,(reactants) = 2 - 1 = 1$$

$$T(K) = t(C^o) + 273 = 127 + 273 = 400K$$

$$K_P = K_C\,(RT)^{\Delta n_g} = 0.2\,(0.082 \times 400)^1 = 6.56$$

19) التفاعل التالي يجري بدون عامل مساعد $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$ وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان الضغوط الجزيئية $P_{NO_2} = 1.56\ atm$ و $P_{N_2O_4} = 0.377\ atm$ عند درجة حرارة $100C^o$ احسب K_C . (ق خ -1 د/2018)

ج/

$$K_P = \frac{P^2_{NO_2}}{P_{N_2O_4}} = \frac{(1.56)^2}{0.377} = 6.46$$

$$\Delta n_g = \sum n_g\,(products) - \sum n_g\,(reactants) = 2 - 1 = +1$$

$$T(K) = t(C^o) + 273 = 100 + 273 = 373K$$

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

$$K_C = 6.46(0.082 \times 373)^{-1} = \frac{6.46}{30.85} = 0.21$$

19) للتفاعل المتزن: $A_{2(g)} \rightleftharpoons 2A_{(g)}$ وجد انه عند وضع $1mol$ من A_2 في اناء التفاعل حجمه لتر واحد عند (STP) يصل التفاعل حالة الاتزان فوجد انه يتحلل $20\ \%$ من A_2 ، ما قيمة: 1) K_C للتفاعل 2) K_P للتفاعل عند درجة حرارة $25C^o$. 3) وما تركيز A الذي يكون في حالة اتزان مع $0.008\ M$ من A_2 وعند ظروف التفاعل نفسها ؟ (1 د/ 2022)

ج/

1) نجد K_C :

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

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

$$[A_2] = 1 - x = 1 - 0.2 = 0.8\ mol/L$$

$$[A] = 2x = 2(0.2) = 0.4 mol/L$$

$$K_C = \frac{[A]^2}{[A_2]} = \frac{(0.4)^2}{0.8} = 0.2$$

2) نجد K_P من K_C :

$$\Delta n_g = \sum n_g\,(products) - \sum n_g\,(reactants) = 2 - 1 = 1$$

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

$$K_P = K_C\,(RT)^{\Delta n_g} = 0.2\,(0.082 \times 298)^1 = 4.8872$$

3) تركيز المادة A فيحسب من K_C وتركيز المادة A_2 :

$$A_{2(g)} \rightleftharpoons 2A_{(g)}$$

0.008 ؟

$$K_C = \frac{[A]^2}{[A_2]} \Rightarrow 0.2 = \frac{[A]^2}{0.008}$$

$$[A]^2 = 16 \times 10^{-4} \Rightarrow [A] = 4 \times 10^{-2}\ \text{M}$$

20) في تفاعل ما $\Delta n_g = -1$ و $K_C = 2.05$ بدرجة حرارة $227C^o$ احسب قيمة K_P .

(2023 / د 2)

ج/

$$T(K) = t(C^o) + 273 = 227 + 273 = 500K$$
$$K_P = K_C\,(RT)^{\Delta n_g} = 2.05\,(0.082 \times 500)^{-1} = 2.05\,(41)^{-1}$$
$$K_P = \frac{2.05}{41} = 0.05$$

اهمية ثابت الاتزان

1) ما هي العلاقة بين ثابت الاتزان واتجاه التفاعل ؟ (2017 / د 1)

ج/ العلاقة كالاتي:

1) اذا كانت قيمة K_{eq} كبيرة جداً $(K_{eq} \gg 1)$ فأن تركيز النواتج اكبر من تركيز المتفاعلات والتفاعل بالاتجاه الامامي $(\rightarrow)$

2) اذا كانت قيمة K_{eq} صغيرة جداً $(K_{eq} \ll 1)$ فأن تركيز المتفاعلات اكبر من تركيز النواتج والتفاعل بالاتجاه الخلفي $(\leftarrow)$.

3) اذا كانت قيمة K_{eq} تساوي الواحد الصحيح $(K_{eq} \cong 1)$ فأن تركيز النواتج يساوي تركيز المتفاعلات

2) ما هي اهمية ثابت الاتزان ؟ (2024 / ت)

ج/

1) تحديد اتجاه التفاعل .

2) العلاقة بين ثابت الاتزان وطريقة كتابة المعادلة .

3) اذا كان ثابت الاتزان عند $150C^o$ للتفاعل التالي يساوي 0.36 $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$ احسب ثابت الاتزان للتفاعل التالي $\frac{1}{2}N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons NO_{2(g)}$ عند درجة الحرارة نفسها .

(2020 / د 3)

ج/

المعادلة ناتجة من ضرب المعادلة الاولى بالعدد $\frac{1}{2}$:

$$K_{C3} = (K_{C1})^{\frac{1}{2}} = \sqrt{0.36} = 0.6$$

4) وضع مول واحد من بروميد الهيدروجين في وعاء مغلق حجمة لتر واحد وبدرجة حرارة معينة وصل التفاعل الغازي الى حالة الاتزان فوجد ان المتكون من غاز البروم $0.2mol$ حسب التفاعل الاتي: $2HBr_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + Br_{2(g)}$ ، فما عدد مولات غاز HBr في خليط الاتزان لاناء اخر حجمه $1L$ الناتج من خليط غازي البروم والهيدروجين بكميات $2mol$ لكل منها . (2 د/ 2013) (3 د/ 2018)

ج/

الاناء الاول:

نجد K_{C1} لتفاعل الاناء الاول :

1) نحسب المولارية للتراكيز الابتدائية:

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

2) كتابة الجدول:

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

3) نجد قيمة x من تركيز Br_2 المتكون :

المتكون $[Br_2] = 0.2 = x\ mol/L$

(ومنه نجد تركيز H_2 و HBr عند الاتزان)

$[H_2] = x = 0.2\ mol/L$

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

4) حساب K_C :

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

الاناء الثاني:

1) نجد K_{C2} للاناء الثاني :

$2HBr_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + Br_{2(g)} \quad K_{C1} = \frac{1}{9}$ (تفاعل الاناء الاول)

$H_{2(g)} + Br_{2(g)} \rightleftharpoons 2HBr_{(g)} \quad K_{C1} = ?$ (تفاعل الاناء الثاني)

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

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

2) كتابة الجدول:

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

3) نجد قيمة x من K_{C2}:

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

4) نجد عدد مولات HBr المتكونة عند الاتزان :

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

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

5) وضع $2mol$ من بروميد الهيدروجين في وعاء مغلق حجمه $2L$ وبدرجة حرارة معينة وصل التفاعل الغازي الى حالة الاتزان فوجد ان المتكون من غاز البروم $0.4mol$ حسب التفاعل الاتي: $2HBr_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + Br_{2(g)}$ ، فما عدد مولات غاز HBr في خليط الاتزان لاناء اخر حجمه $2L$ الناتج من خليط غازي البروم والهيدروجين بكميات $2mol$ لكل منها . (3 د/ 2016)

ج/

الاناء الاول: نجد K_{C1} لتفاعل الاناء الاول :

1) نحسب التراكيز المولارية:

$$M = \frac{n(mol)}{v(L)} \Rightarrow [HBr] = \frac{2\,mol}{2\,L} = 1\,mol/L$$

$$[Br_2] = \frac{0.4\,mol}{2\,L} = 0.2\,mol/L$$

2) كتابة الجدول:

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

3) نجد قيمة x من تركيز Br_2 المتكون : المتكون $[Br_2] = 0.2 = x\,mol/L$

(ومنه نجد تركيز H_2 و HBr عند الاتزان) $[H_2] = x = 0.2\ mol/L$

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

4) حساب K_C :

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

الاناء الثاني:

$$M = \frac{n(mol)}{v(L)} = \frac{2\,mol}{2\,L} = 1\,mol/L$$

1) نجد K_{C2} للاناء الثاني :

$2HBr_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + Br_{2(g)} \quad K_{C1} = \frac{1}{9}$ (تفاعل الاناء الاول)

$H_{2(g)} + Br_{2(g)} \rightleftharpoons 2HBr_{(g)} \quad K_{C1} = ?$ (تفاعل الاناء الثاني)

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

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

2) كتابة الجدول:

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

3) نجد قيمة x من K_{C2}:

$$K_{C2} = \frac{[HBr]^2}{[H_2][Br_2]} \Rightarrow 9 = \frac{(2x)^2}{(1-x)^2} \Rightarrow 3 = \frac{2x}{1-x} \Rightarrow x = 0.6\frac{mol}{L}$$

4) نجد عدد مولات HBr المتكونة عند الاتزان :

$$[HBr] = 2x = 2(0.6) = 1.2\frac{mol}{L}$$

$$n(mol)HBr = 1.2\frac{mol}{L} \times 2L = 2.4mol$$

6) وجد ان ثابت الاتزان بدلالة الضغوط الجزيئية K_P بدرجة حرارة $1000K$ للتفاعلات:

1) $C_{(S)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{(g)}$ $\qquad K_{P1} = 2.9 \times 10^{10}$

2) $C_{(S)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{2(g)}$ $\qquad K_{P2} = 5 \times 10^{20}$

احسب ثابت الاتزان بدلالة K_C للتفاعل: $2CO_{(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{2(g)}$

ج/ (1 د/ 2019)

1) نجد K_P

المعادلة الاولى تقلب وتضرب بالعدد 2 والمعادلة الثانية تضرب بالعدد 2 :

$$2CO_{(g)} \rightleftharpoons 2C_{(S)} + O_{2(g)} \qquad K_{P1} = \frac{1}{(2.9 \times 10^{10})^2} = \frac{1}{8.41 \times 10^{20}}$$

$$2C_{(S)} + 2O_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{2(g)} \qquad K_{P2} = (5 \times 10^{20})^2 = 25 \times 10^{40}$$

بالجمع

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

$$K_P = K_{P1} \times K_{P2} = \frac{1}{8.41 \times 10^{20}} \times 25 \times 10^{40} = 3 \times 10^{20}$$

2) نجد K_C من K_P :

$$\Delta n_g = \sum n_g\,(products) - \sum n_g\,(reactants) = 2 - 3 = -1$$

$$K_C = K_P(RT)^{-\Delta n_g} = 3 \times 10^{20}(0.082 \times 1000)^{-(-1)} = 2.46 \times 10^{22}$$

حاصل التفاعل

1) حاصل التفاعل: (2025 /ت)

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

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

ج/ بما ان $(K_C < Q)$ فأن التفاعل يتجه بالاتجاه الخلفي الباعث للحرارة (لان الامامي ماص) لذلك ترتفع درجة حرارة التفاعل . (2015 /تمهيدي) (2017 /د 2 – خ ق)

3) تنخفض درجة حرارة تفاعل باعث للحرارة عندما $K_C = 0.3$ و $Q = 1$. (2014 /د 3)

ج/ بما ان $(K_C < Q)$ فأن التفاعل يتجه بالاتجاه الخلفي الماص للحرارة (لان الامامي باعث) لذلك تنخفض درجة حرارة التفاعل .

4) اذا كان حاصل التفاعل عند نقطة معينة من التفاعل اصغر من ثابت الاتزان K_C للتفاعل فان التفاعل يتجه نحو المواد .... (2018 /د 3)

ج/ الناتجة .

5) ما هي العلاقة بين ثابت الاتزان وحاصل التفاعل Q ؟ (2 د/ 2017)

ج/ العلاقة كالاتي:

1) اذا كان $K_C = Q$ فأن التفاعل في حالة اتزان .

2) اذا كان $K_C > Q$ فأن التفاعل يتجه بالاتجاه الامامي .

3) اذا كان $K_C < Q$ فأن التفاعل يتجه بالاتجاه الخلفي .

6) اذا كان $K_C > Q$ فالتفاعل يسير بالاتجاه .... واذا كان $K_C < Q$ فالتفاعل يسير بالاتجاه .... واذا كان $K_C = Q$ فالتفاعل ....

ج/ الامامي ، الخلفي ، الاتزان . (1 د/ 2020)

7) ثابت الاتزان للتفاعل الغازي $2NOCl_{(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} + Cl_{2(g)}$ عند درجة $240C^o$ يساوي 4×10^{-4} ادرس الحالات التالية وقرر اتجاه سير التفاعل علماً ان جميع التراكيز معبراً عنها بوحدات mol/L . (تمهيدي/ 2019)

	$NOCl$	NO	Cl_2
1	0.002	0.004	0.02
2	0.001	0.002	0.0001
3	0.4	0.002	0.001

ج/ نجد حاصل التفاعل Q ونقارن مع الثابت 4×10^{-4}

1) $$Q = \frac{[NO]^2[Cl_2]}{[NOCl]^2} = \frac{(0.004)^2(0.02)}{(0.002)^2} = 8 \times 10^{-2}$$

بما ان $K_C < Q$ فأن التفاعل يتجه بالاتجاه الخلفي .

2) $$Q = \frac{[NO]^2[Cl_2]}{[NOCl]^2} = \frac{(0.002)^2(0.0001)}{(0.001)^2} = 4 \times 10^{-4}$$

بما ان $K_C = Q$ فأن التفاعل في حالة اتزان .

3) $$Q = \frac{[NO]^2[Cl_2]}{[NOCl]^2} = \frac{(0.002)^2(0.001)}{(0.4)^2} = 2.5 \times 10^{-8}$$

بما ان $K_C > Q$ فأن التفاعل يتجه بالاتجاه الامامي .

8) في وعاء مغلق حجمه لتر واحد يتفاعل غاز CO مع بخار الماء وتكون غاز CO_2 و H_2 بدرجة حرارة $700K$. ما تراكيز خليط الغازات عند وصولها الى حالة الاتزان اذا تم وضع مول واحد من كل من المتفاعلات والنواتج علماً إن ثابت الاتزان K_C لهذا التفاعل يساوي 5.29 .
.($\sqrt{5.29} = 2.3$) (ت / 2018) (2 د/ 2018)

ج/

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

(M=n(mol))

$$Q = \frac{[CO_2][H_2]}{[CO][H_2O]} = \frac{1\times1}{1\times1} = 1$$

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

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

$$K_C = \frac{[CO_2][H_2]}{[CO][H_2O]}$$

$$5.29 = \frac{(1+x)^2}{(1-x)^2} \quad \sqrt{} \quad \Rightarrow \quad 2.3 = \frac{1+x}{1-x}$$

$$1 + x = 2.3 - 2.3x \quad \Rightarrow \quad 3.3x = 1.3$$

$$x = \frac{1.3}{3.3} = 0.394\ mol/L$$

$$[CO] = [H_2O] = 1 - x = 1 - 0.394 = 0.606\ mol/L$$
$$[CO_2] = [H_2] = 1 + x = 1 + 0.394 = 1.394\ mol/L$$

9) في وعاء مغلق حجمه $2L$ يتفاعل غاز CO مع بخار الماء وتكون غاز CO_2 و H_2 بدرجة حرارة $900K$ حسب التفاعل $CO_{(g)} + H_2O_{(g)} \rightleftharpoons CO_{2(g)} + H_{2(g)}$. ما تراكيز خليط الغازات عند وصولها الى حالة الاتزان اذا تم وضع $4\ mol$ من كل من المتفاعلات والنواتج علماً إن ثابت الاتزان K_P لهذا التفاعل يساوي 6.25 . (1 د/ 2025)

ج/

$$M = \frac{n(mol)}{v(L)} = \frac{4\ mol}{2\ L} = 2\ mol/L$$

$$Q = \frac{[CO_2][H_2]}{[CO][H_2O]} = \frac{2\times2}{2\times2} = 1$$

بما ان $K_C > Q$ $(6.25 > 1)$ لذلك فأن اتجاه التفاعل هو بالاتجاه الامامي .

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

$$K_C = \frac{[CO_2][H_2]}{[CO][H_2O]}$$
$$6.25 = \frac{(2+x)^2}{(2-x)^2} \quad \sqrt{} \quad \Rightarrow \quad 2.5 = \frac{2+x}{2-x}$$

$$2 + x = 5 - 2.5x \quad \Rightarrow \quad 3.5x = 3$$
$$x = \frac{3}{3.5} = 0.857\ mol/L$$

$$[CO] = [H_2O] = 2 - x = 2 - 0.857 = 1.143\ mol/L$$
$$[CO_2] = [H_2] = 2 + x = 2 + 0.857 = 2.857\ mol/L$$

علاقة ΔG^o مع Q

1) اذا علمت ان K_{eq} للتفاعل التالي يساوي $K_{eq} = 1.7 \times 10^{18}$ عند درجة حرارة $25C^o$ و ضغط $1atm$ $CCl_{4(l)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons HCl_{(l)} + CHCl_{3(g)}$ احسب ΔG^o عند الظروف نفسها . (معلومة : $Log1.7 = 0.23$) (2017 /د 1 – موصل)

ج/

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

$$\Delta G_r^o = -RTLnK_{eq}$$
$$\Delta G_r^o = -8.314 \times 298 \times Ln1.7 \times 10^{18}$$
$$\Delta G_r^o = -2477.57 \times 2.3 \times (Log1.7 \times 10^{18})$$
$$\Delta G_r^o = -5698.4\,(Log1.7 + log10^{18})$$
$$\Delta G_r^o = -5698.4\,(0.23 + 18)$$
$$\Delta G_r^o = -5698.4\,(18.23)$$
$$\Delta G_r^o = -104000\,\frac{J}{mol}$$ تلقائي

2) تكون قيمة ΔG تساوي ΔG^o عندما .... (2016 /د3- خ ق)

ج/ عندما $Q = 1$

3) وضح الفرق بين ΔG و ΔG^o واكتب العلاقة بينهما . متى تكون قيمة ΔG تساوي ΔG^o ، اثبت ذلك حسابياً ؟ (2014 /د 1) (2018 / ت) (2018 /د 2 – ق خ) (2019 /د 2)

ج/

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

والعلاقة هي: $\Delta G = \Delta G_r^o + RTLnQ$

$\Delta G = \Delta G_r^o$ عندما $Q = 1$ لان $Ln1 = 0$ وكالاتي:

$$\Delta G = \Delta G_r^o + RTLnQ$$

$$\Delta G = \Delta G_r^o + RTLn1$$

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

$$\Delta G = \Delta G_r^o$$

1) قاعدة لوشاتليه: (2 د/ 2017) (1 د/ 2019) (2022/ تكميلي د 2)
اذا اثر مؤثر خارجي مثل تغير التركيز او الحجم او الضغط او درجة الحرارة على تفاعل ما في حالة اتزان فان هذا التفاعل يتجه باتجاه الذي يقلل من تاثير ذلك الموثر ليصل التفاعل الى حالة اتزان جديدة .

2) زيادة حجم اناء التفاعل لتفاعل غازي $\Delta n_g\ (products) < \Delta n_g\ (reactants)$ يؤدي الى خفض المنتوج . (3 د/ 2017)
ج/ بما ان عدد مولات المتفاعلات اكبر من عدد مولات النواتج وحيث ان زيادة حجم اناء التفاعل يتجه نحو عدد المولات الاكبر(حسب القاعدة) اي نحو المتفاعلات (بالاتجاه الخلفي) فيقل المنتوج .

3) زيادة حجم اناء التفاعل لتفاعل غازي $\Delta n_g = -1$ يؤدي الى خفض المنتوج .
(1 د/ 2016) (2019 /ت)
ج/ بما ان Δn_g سالبة اي عدد مولات المتفاعلات اكبر من عدد مولات النواتج وحيث ان زيادة حجم اناء التفاعل يتجه نحو عدد المولات الاكبر(حسب القاعدة) اي نحو المتفاعلات (بالاتجاه الخلفي) فيقل المنتوج .

4) في التفاعل الافتراضي المتزن: $A_{(g)} \rightleftharpoons B_{(g)} +$ طاقة لا تتغير حرارة اناء التفاعل عند زيادة الضغط الكلي . (1 د/ 2017)
ج/ وذلك لان $\Delta n_g = 0$ ، فلا تأثير لزيادة الضغط على حرارة التفاعل .

5) يعد التفاعل باعثاً للحرارة اذا انخفضت قيمة K_C للتفاعل عند زيادة درجة حرارة التفاعل .
ج/ بما ان زيادة درجة الحرارة (التسخين) يتجه التفاعل نحو الماص دائماً(حسب القاعدة) وان انخفاض قيمة K_C تدل ان التفاعل يتجه بالاتجاه الخلفي اي الخلفي هو الماص وان الامامي هو الباعث .
(1 د/ 2016 – خ ق)

6) قيمة K_C تزداد عند رفع درجة حرارة التفاعل في حالة التفاعلات الماصة للحرارة . (2 د/ 2017)
ج/ بما ان رفع درجة الحرارة يتجه بأتجاه الماص دائماً (حسب القاعدة) وحيث ان التفاعل الامامي ماص للحرارة اي يتجه بالاتجاه الامامي نحو النواتج فتزداد قيمة K_C . (2 د/ 2024) – وضح ذلك

7) تنخفض قيمة K_C للتفاعلات الباعثة للحرارة عند رفع درجة الحرارة . (2022/ تكميلي د 2) (2025 /ت)
ج/ بما ان رفع درجة الحرارة يتجه بأتجاه الماص دائماً (حسب القاعدة) وحيث ان التفاعل الخلفي هو الماص للحرارة اي نحو المتفاعلات فتقل تراكيز المواد الناتجة لذا فتقل قيمة K_C .

8) زيادة الضغط على خليط متوازن ($\Delta n_g = +1$) فأن الاتزان ينزاح بأتجاه المتفاعلات .
ج/ بما ان Δn_g موجبة فأن عدد مولات المتفاعلات اقل وحيث ان زيادة الضغط يتجه نحو عدد المولات الاقل (حسب القاعدة) اي نحو المتفاعلات . (2 د/ 2016 – خ ق) (3 د/ 2013) (2020 /ت)

9) نقصان حجم اناء التفاعل لتفاعل غازي فيه ($\Delta n_g = +$) يؤدي الى خفض المنتوج .
ج/ بما ان Δn_g موجبة فأن عدد مولات المتفاعلات اقل وحيث ان نقصان الحجم يتجه نحو عدد المولات الاقل اي نحو المتفاعلات وبذلك يقل المنتوج . (2 د/ 2016 – خ ق) (3 د/ 2013) (2020 /ت)

10) تقليل الضغط على خليط متوازن ($\Delta n_g = +1$) فأن الاتزان ينزاح بأتجاه النواتج .
ج/ بما ان Δn_g موجبة فأن عدد مولات النواتج الاكبر وحيث ان تقليل الضغط يتجه نحو عدد المولات الاكبر(حسب القاعدة) اي يتجه نحو النواتج . (3 د/ 2017) (2015 د/ 1 – خاص) (3 د/ 2019)

11) تقليل الضغط على خليط متوازن ($\Delta n_g = -1$) فأن الاتزان ينزاح بأتجاه المتفاعلات .
ج/ بما ان Δn_g سالبة فأن عدد مولات المتفاعلات اكبر من مولات النواتج وحيث ان تقليل الضغط يتجه نحو عدد المولات الاكبر (حسب القاعدة) اي نحو المتفاعلات . (3 د/ 2016)

12) زيادة الضغط على خليط متوازن ($\Delta n_g = -1$) فأن ذلك يؤدي الى زيادة المنتوج . (2 د/ 2022)
ج/ بما ان Δn_g سالبة فأن عدد مولات المتفاعلات اكبر من مولات النواتج وحيث ان زيادة الضغط يتجه نحو عدد المولات الغازية الاقل (حسب القاعدة) اي نحو النواتج فيؤدي الى زيادة الانتاج .

13) ما تأثير زيادة الضغط على خليط متزن ($\Delta n_g = -1$) ؟ (1 د/ 2024)
ج/ بما ان Δn_g سالبة فأن عدد مولات المتفاعلات اكبر من مولات النواتج مثال $2A_{(g)} \rightleftharpoons B_{(g)}$
وحيث ان زيادة الضغط يتجه نحو عدد المولات الغازية الاقل (حسب القاعدة) اي نحو النواتج اي بالاتجاه الامامي .

14) في التفاعل المتزن الاتي: $SO_2Cl_{2(g)} +$ طاقة $\rightleftharpoons SO_{2(g)} + Cl_{2(g)}$ ترتفع حرارة التفاعل عند اضافة SO_2 الى خليط الاتزان . (ت/ 2018)
ج/ بما ان اضافة SO_2 يتجه بالاتجاه الخلفي (حسب القاعدة اضافة نواتج يتجه نحو المتفاعلات) وبما ان التفاعل الخلفي باعث للحرارة فيؤدي الى ارتفاع حرارة التفاعل .

15) في التفاعل الاتي المتزن: طاقة $+ \ CO_{2(g)}{}_{(g)} \rightleftharpoons C_{(s)} + O_{2(g)}$ لا تتغير حرارة اناء التفاعل عند زيادة الضغط الكلي ، وضح ذلك . (1 د/ 2025)
ج/ وذلك لان عدد المولات متساوية اي ان $\Delta n_g = 0$ ، فلا تأثير لزيادة الضغط على حالة الاتزان وبالتالي لا يؤثر على حرارة التفاعل .

16) في التفاعل الاتي المتزن: طاقة $+ \ CO_{2(g)}{}_{(g)} \rightleftharpoons C_{(s)} + O_{2(g)}$ لا يؤثر تغير الضغط او حجم الاناء على كمية المواد المختلفة الموجودة في خليط الاتزان علل ذلك . (3 د/ 2024)
ج/ وذلك لان عدد المولات متساوية اي ان $\Delta n_g = 0$ ، فلا تأثير لزيادة الضغط على حالة الاتزان وبالتالي لا يؤثر على كمية المواد او تراكيز المواد .

17) ترتفع درجة حرارة تفاعل ماص للحرارة عندما $K_P = 1$ و $Q = 3$. وضح ذلك . (2 د/ 2025)
بما ان $(K_P < Q)$ فأن التفاعل يتجه بالاتجاه الخلفي الباعث للحرارة (لان الامامي ماص) لذلك ترتفع درجة حرارة التفاعل .

18) تتوقف بعض التفاعلات تماماً ، علل ذلك . (3 د/ 2024)

ج/ التفاعلات التي تتوقف هي تفاعلات غير انعكاسية اي تامة وتتوقف عندما يستهلك احد المواد المتفاعلة او جميعها .

19) للتفاعل المتزن التي : $2Hg_{(l)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2HgO_{(S)}$

ΔH للتفاعل تساوي $-181KJ$ عند درجة حرارة $298K$ و K_P للتفاعل تساوي 3.2×10^{20} ،
بين هل قيمة K_P عند $500K$ اكبرام اقل من قيمتها عند $298K$ للتفاعل نفسه . (3 د/ 2015)

ج/

بما ان التفاعل باعث للحرارة (لان $-\Delta H$) فعند زيادة درجة الحرارة يتجه التفاعل نحو الماص اي بالاتجاه الخلفي (لليسار) للتخلص من الفائض في درجة الحرارة (حسب لوشاتليه) فتقل ضغوط النواتج وتزداد ضغوط المتفاعلات اي تقل قيمة K_P للتفاعل عند درجة $500K$.

20) صف عدد من الاجراءات تؤدي لرفع المنتوج للتفاعل الغازي المتزن:

$3H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)} +$ طاقة (1 د/ 2015) (2 د/ 2019)

ج/

1) اضافة كمية من المتفاعلات (غاز N_2 و H_2) وسحب غاز NH_3 بأستمرار من مزيج الاتزان .
2) زيادة الضغط لكي يتجه نحو عدد المولات الاقل اي امامي نحو النواتج .
3) تقليل الحجم .
4) تبريد اناء التفاعل لان التفاعل الامامي باعث للحرارة .

21) التفاعل الغازي المتزن الاتي: $N_{2(g)} + O_{2(g)} + 180KJ \rightleftharpoons 2NO_{(g)}$

صف عدد من الاجراءات التي تؤدي لرفع الناتج . (1 د/ 2020)

ج/

1) اضافة كمية من المتفاعلات (غاز N_2 و O_2) وسحب غاز NO بأستمرار من مزيج الاتزان .
2) تسخين اناء التفاعل لان التفاعل الامامي ماص للحرارة .

22) صف خمسة (احيانا يذكر اربعة او ثلاثة او بدون تحديد) من الاجراءات التي تؤدي لرفع المنتوج للتفاعل الغازي الباعث للحرارة . $3H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$

(1 د/ 2022) (3 د/ 2020) (3 د/ 2023) ثلاثة اجراءات) (2 د/ 2024)

ج/

1) اضافة كمية من المتفاعلات (غاز N_2 و H_2) .
2) وسحب غاز NH_3 بأستمرار من مزيج الاتزان .
3) زيادة الضغط لكي يتجه نحو عدد المولات الاقل اي امامي نحو النواتج .
4) تقليل الحجم
5) تبريد اناء التفاعل لان التفاعل الامامي باعث للحرارة .

23) يصل مزيج الغازات C_2H_4 و H_2 و C_2H_6 الموضوعة في وعاء مغلق عند $25C^o$ الى حالة الاتزان كما في التفاعل الاتي: $C_2H_{4(g)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons C_2H_{6(g)} + 137KJ/mol$ ، صف عدد من الاجراءات التي تؤدي الى رفع كمية C_2H_6 الناتجة من هذا التفاعل .

(2017 د/ 1 – موصل) (2017 د/ 2 – موصل) (2018 د/ 2 – ق خ) (2018 د/ 3)

ج/

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

24) التفاعل الغازي المتزن الاتي: $3H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)} + 92KJ$ ، ما تأثير كل من العوامل التالية على حالة الاتزان وثابت الاتزان:

1) تبريد اناء التفاعل 2) اضافة NH_3 3) زيادة الضغط (2014 د/ 3)

ج/

	العامل المؤثر	حالة الاتزان	ثابت الاتزان
1	تبريد اناء التفاعل	يتجه بالاتجاه الامامي ، لانه بالتبريد يتجه نحو الباعث اي الامامي	يزداد لانه امامي نحو النواتج
2	اضافة NH_3	يتجه بالاتجاه الخلفي، لتصريف الزيادة في NH_3 المضافة	لا يتأثر
3	زيادة الضغط	يتجه بالاتجاه الامامي ، نحو عدد المولات الاقل	لا يتأثر

25) للتفاعل المتزن الغازي الباعث للحرارة $2NO_{2(g)} \rightleftharpoons N_2O_{4(g)}$ كيف تتغير حالة الاتزان ولماذا ؟

1) عند زيادة الضغط المسلط على التفاعل المتزن .
2) رفع درجة حرارة اناء التفاعل .
3) سحب غاز N_2O_4 المتكون عند الاتزان . (2014 د/ 2) (2019 د/ 1)

ت	العامل المؤثر	حالة الاتزان
1	زيادة الضغط	يتجه التفاعل بالاتجاه الامامي ، لانه بزيادة الضغط يتجه التفاعل نحو عدد المولات الغازية الاقل وفق القاعدة .
2	رفع درجة حرارة اناء التفاعل	يتجه التفاعل بالاتجاه العكسي ، لانه بالتسخين يتجه التفاعل نحو الاتجاه الماص للتخلص من الزيادة في الحرارة حسب القاعدة والخلفي هو الماص
3	سحب غاز N_2O_4 المتكون عند الاتزان	يتجه التفاعل بالاتجاه الامامي ، لان سحب النواتج يتجه بأتجاه النواتج (امامي) حسب قاعدة لوشاتليه لتعويض نقص الكمية المسحوبة .

26) للتفاعل المتزن الاتي : $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$ انثالبي التفاعل تساوي $-198.2\ KJ$ ، ما تأثير العوامل الاتية على حالة الاتزان وثابت الاتزان:
1) زيادة درجة الحرارة 2) تقليل الضغط المسلط على التفاعل . (2015 د 2 – ق خ)

ج/

	العامل المؤثر	حالة الاتزان	ثابت الاتزان
1	زيادة درجة الحرارة	يتجه بالاتجاه الخلفي، نحو الماص .	يقل لانه خلفي نحو المتفاعلات
2	تقليل الضغط	يتجه بالاتجاه الخلفي ، نحو عدد المولات الاكبر	لا يتأثر

27) للتفاعل المتزن الاتي : $2Hg_{(l)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2HgO_{(S)}$
ΔH للتفاعل تساوي $-181KJ$ عند درجة حرارة $298K$ و K_P للتفاعل تساوي 3.2×10^{20} ،
بين هل قيمة K_P عند $500K$ اكبراو اقل من قيمتها عند $298K$ للتفاعل نفسه . (2015 د 3)

ج/ بما ان التفاعل باعث للحرارة فعند زيادة درجة الحرارة يتجه التفاعل نحو الماص اي بالاتجاه الخلفي للتخلص من الفائض في درجة الحرارة (حسب لوشاتليه) فتقل ضغوط النواتج وتزداد ضغوط المتفاعلات اي تقل قيمة K_P للتفاعل عند درجة $500K$.

28) ما تأثير كل من العوامل التالية على حالة الاتزان وثابت الاتزان للتفاعل الغازي المتزن الاتي:
$$N_2F_{4(g)} \rightleftharpoons 2NF_{2(g)} \quad (\Delta H = +)$$
1) سحب غاز N_2F_4 من خليط الاتزان بثبوت درجة الحرارة .
2) خفض الضغط المسلط على الخليط بدرجة حرارة ثابتة .
3) اضافة عامل مساعد الى خليط الاتزان . (2021 د 1) (2025 د 2) (على حالة الاتزان فقط)

ج/

	العامل المؤثر	حالة الاتزان	ثابت الاتزان
1	سحب غاز N_2F_4	يتجه بالاتجاه الخلفي ، لتعويض المادة المسحوبة	لا يتأثر
2	خفض الضغط	يتجه التفاعل بالاتجاه الامامي ، نحو عدد المولات الغازية الاكبر.	لا يتأثر
3	اضافة عامل مساعد	لا تتأثر لانه يقلل من طاقة التنشيط فقط وتأثيره على سرعة التفاعل بكلا الاتجاهين متساوية .	لا يتأثر

29) ما تأثير كل من العوامل التالية على حالة الاتزان وثابت الاتزان للتفاعل الغازي المتزن الاتي:
$$N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)} \quad (\Delta H = +)$$
1) تسخين خليط الاتزان في اناء مغلق .
2) زيادة الضغط المسلط على الخليط بدرجة حرارة ثابتة . (2014 د 2)

ج/

ت	العامل المؤثر	حالة الاتزان	ثابت الاتزان
1	تسخين خليط الاتزان	يتجه التفاعل بالاتجاه الامامي ، نحو الماص .	يزداد
2	خفض الضغط	يتجه التفاعل بالاتجاه الامامي ، نحو عدد المولات الغازية الاكبر .	لايؤثر

30) التفاعل الغازي المتزن الاتي: $PCl_{5(g)} \rightleftharpoons PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)}$ انثالبي التفاعل تساوي $92.5\ KJ/mol$ ، ما تأثير كل من العوامل التالية على حالة الاتزان وثابت الاتزان:
1) خفض درجة الحرارة 2) اضافة Cl_2 3) سحب PCl_3 من خليط الاتزان 4) زيادة الضغط
5) اضافة عامل مساعد . (3 د/ 2014)

ج/

	العامل المؤثر	حالة الاتزان	ثابت الاتزان
1	خفض درجة الحرارة	يتجه بالاتجاه الخلفي ، لانه بالتبريد يتجه نحو الباعث فالامامي ماص (ΔH موجبة) والخلفي يكون باعث	يقل لانه خلفي نحو المتفاعلات
2	اضافة زيادة من Cl_2 الى خليط الاتزان	يتجه بالاتجاه الخلفي، للتخلص او لتصريف الزيادة في Cl_2 المضافة	لايتأثر
3	سحب PCl_3	يتجه بالاتجاه الامامي ، نحو المادة المسحوبة	لايتأثر
4	زيادة الضغط	يتجه بالاتجاه الخلفي ، نحو عدد المولات الاقل	لايتأثر
5	اضافة عامل مساعد	لاتتأثر	لايتأثر

31) ما تأثير (تقليص الحجم ، زيادة درجة الحرارة) على حالة التوازن وقيمة ثابت التوازن لتفاعل غازي باعث للحرارة وان فيه $\Delta n_g = -1$ وذلك حسب قاعدة لوشاتليه . (1 د/ 2013)

ج/

	العامل المؤثر	حالة الاتزان	ثابت الاتزان
1	تقليص الحجم	يتجه بالاتجاه الامامي ، نحو عدد المولات الاقل .	يزداد لانه امامي نحو النواتج
2	زيادة درجة الحرارة	يتجه بالاتجاه الخلفي، نحو الماص .	لا يتأثر

32) للتفاعل المتزن الاتي: $2SO_{3(g)} \rightleftharpoons 2SO_{2(g)} + O_{2(g)}$
وجد ان خليط الاتزان بدرجة حرارة $25C^o$ يحتوي على:
$[SO_3] = 0.002mol/L$ و $[SO_2] = 0.08mol/L$ و $[O_2] = 0.01mol/L$ وعند تبريد التفاعل الى $10C^o$ وجد K_C للتفاعل يساوي 4 بين هل التفاعل باعث ام ماص للحرارة .
(1 د/ 2016 – بتغير التراكيز) (ت / 2020) (2 د/ 2014 – خاص)

ج/

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

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

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

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

تبريد — قلت قيمة الثابت

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 .

33) للتفاعل المتزن الغازي الافتراضي: $A_{(g)} \rightleftharpoons 2B_{(g)}$ كانت تراكيز الاتزان للمواد كما في تجارب الجدول التالي :

ت	$B(mol/L)$	$A(mol/L)$	درجة الحرارة كلفن
1	0.6	0.04	200
2	0.5	0.01	400

احسب K_C للتفاعل بدرجات الحرارة المختلفة ثم بين هل التفاعل ماص ام باعث للحرارة . (1 د/ 2021)

ج//

اولاً: نجد قيمة K_C بدرجة $200K$: $K_C = \frac{[B]^2}{[A]} = \frac{(0.6)^2}{(0.04} = 9$

ثانياً: نجد قيمة K_C بدرجة $400K$: $K_C = \frac{[B]^2}{[A]} = \frac{(0.5)^2}{(0.01)} = 25$

التفاعل ماص للحرارة .

زادت

K_{eq}	$T(K)$
9	$200K$
25	$400K$

تسخين

يعني التفاعل ماص للحرارة ، لان التسخين يرجح التفاعل الماص للحرارة وتزداد قيمة K_C .

34) ما تأثير اضافة العامل المساعد الى تفاعل انعكاسي ؟ (1 د/ 2020) (ت / 2022) (ت/ 2025)

ج/ اضافة العامل المساعد الى تفاعل متزن لا يؤثر على حالة الاتزان ولا على ثابت الاتزان لان العامل المساعد يؤثر على طاقة التنشيط فقط اي يزيد من سرعة التفاعل ، وتأثيره على سرعتي التفاعل الامامي R_f والخلفي R_b بالدرجة نفسها .

35) ما تأثير زيادة ونقصان درجة الحرارة على التفاعل الباعث والتفاعل الماص للحرارة ؟ (2 د/ 2020)

ج/ التفاعل الماص:

بالتسخين يتجه التفاعل بالاتجاه الماص الامامي وبالتبريد يتجه التفاعل بالاتجاه الباعث الخلفي .

التفاعل الباعث:

بالتسخين يتجه التفاعل بالاتجاه الماص الخلفي وبالتبريد يتجه التفاعل بالاتجاه الباعث الامامي .

36) ما تأثير زيادة او نقصان درجة الحرارة على ثابت الاتزان K_{eq} ؟ (2 د/ 2021)

ج/ التفاعل الماص:

بالتسخين يتجه التفاعل بالاتجاه الماص الامامي ويزداد الثابت .

وبالتبريد يتجه التفاعل بالاتجاه الباعث الخلفي ويقل الثابت .

التفاعل الباعث:

بالتسخين يتجه التفاعل بالاتجاه الماص الخلفي ويقل الثابت .

وبالتبريد يتجه التفاعل بالاتجاه الباعث الامامي ويزداد الثابت .

37) لا تتغير قيمة ثابت الاتزان الكيميائي K_{eq} الا بتغير درجة الحرارة فقط ، وضح ذلك ؟

ج/ لان قيمة النسبة بين تراكيز النواتج والمتفاعلات عند الاتزان تبقى ثابتة ، ولا تتغير الا بتغير درجة الحرارة . (2022 د/ 1)

38) ما تأثير نقصان وزيادة درجة الحرارة على حالة الاتزان وثابت الاتزان للتفاعلات الباعثة والماصة للحرارة ؟ (2022 د/ 2)

ج/

التغيير	التفاعل الباعث للحرارة	التفاعل الماص للحرارة
نقصان درجة الحرارة	ينزاح نحو النواتج (الامامي) وتزداد قيمة K_{eq} .	ينزاح نحو المتفاعلات (الخلفي) وتقل قيمة K_{eq} .
زيادة درجة الحرارة	ينزاح نحو المتفاعلات (الخلفي) وتقل قيمة K_{eq} .	ينزاح نحو النواتج (الامامي) وتزداد قيمة K_{eq} .

39) ما تأثير التغير في درجة الحرارة على التفاعل الباعث والماص للحرارة في حالة الاتزان ؟ (2024 د/ 3)

ج/ التفاعل الماص:

بالتسخين يتجه التفاعل بالاتجاه الماص الامامي وبالتبريد يتجه التفاعل بالاتجاه الباعث الخلفي .

التفاعل الباعث:

بالتسخين يتجه التفاعل بالاتجاه الماص الخلفي وبالتبريد يتجه التفاعل بالاتجاه الباعث الامامي .

40) ما تأثير تغير التراكيز للمواد المتفاعلة والناتجة على حالة الاتزان ؟ (2023 /د3)

ج/

اضافة متفاعلات او سحب نواتج يتجه بالاتجاه الامامي

اضافة نواتج او سحب متفاعلات يتجه بالاتجاه الخلفي .

41) ما تأثير زيادة الضغط المسلط على التفاعل المتزن الاتي: $C_{(S)} + CO_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)}$ (2024- ت)

ج/

بما ان زيادة الضغط يتجه التفاعل نحو عدد المولات الاقل وحيث ان المتفاعلات اقل عدد مولات من النواتج لذلك يتجه التفاعل نحو المتفاعلات بالاتجاه الخلفي .

مجموعة من الفراغات حول لوشاتليه:

1) عندما $\Delta n_g =$ صفر لايكون للضغط المسلط على التفاعل الغازي تأثير في حالة الاتزان .
(2017 /د 2 – موصل)

2) عند تقليل الضغط في خليط متزن$(\Delta n_g = +1)$ فالتفاعل ينزاح نحو النواتج وثابت الاتزان K_C لا يتغير.
(ت / 2017)

3) يترجح التفاعل الخلفي لتفاعل متزن ماص للحرارة عند تبريد اناء التفاعل .
(2018 /د 2 – خ ق) (2016 /د 2) (2013 /د 1 – خ ق)

4) زيادة درجة الحرارة على تفاعل متزن باعث للحرارة يؤدي الى ترجيح التفاعل الخلفي (2013 /د 2)

5) في التفاعلات الماصة للحرارة والتي هي في حالة اتزان ديناميكي تزداد تراكيز المواد الناتجة عند رفع درجة الحرارة .
(2018 /د 1) (2016 /د 3)

6) عند زيادة الضغط على خليط متوازن فيه $(\Delta n_g = +1)$ فان الاتزان ينزاح بأتجاه المتفاعلات وذلك لانه ....
(ت / 2021)

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

7) في التفاعل الغازي $N_2F_{4(g)} + 38.5KJ \rightleftharpoons 2NF_{2(g)}$ فأن تسخين خليط الاتزان يرجح التفاعل .... وخفض الضغط على الخليط المتزن يرجح التفاعل .... وسحب N_2F_4 من خليط الاتزان يرجح التفاعل ....
(2023 /د 1) (2018 /د 2)

ج/ الامامي (الماص) ، الامامي ، الخلفي

8) اضافة العامل المساعد الى تفاعل انعكاسي بكميات قليلة لا يؤثرعلى موضع الاتزان ، علل ذلك ؟
(2025 /د1)
ج/
لان العامل المساعد يؤثر على طاقة التنشيط فقط ، حيث يزيد من معدل سرعتي التفاعل الامامي R_f والخلفي R_b بالدرجة نفسها .

الفصل الثالث – الاتزان الايوني

الحوامض والقواعد

1) الالكتروليتات الضعيفة:
وهي الالكتروليتات التي تكون محاليلها المائية ضعيفة التوصيل للكهربائية لكونها تتأين بشكل جزئي (غير تام) عند ذوبانها في الماء , ولها تفاعلات انعكاسية , وتشمل الحوامض الضعيفة والقواعد الضعيفة والاملاح شحيحة الذوبان . (2017 /د 3 – موصل)

2) درجة التأين: (2017 / ت) (2017 /د 2 – موصل) (2022 /د 2) (2023 /ت)
وهي نسبة التركيز المولاري للجزء المتأين من الالكتروليت الضعيف الى التركيز المولاري الكلي للالكتروليت الضعيف , وتحسب من العلاقة : درجة التأين $= \frac{\text{تركيزالمتأين عند الاتزان}}{\text{التركيزالابتدائي للمادة}}$.

3) قاعدة برونشتد: وهي المادة التي لها القابلية على اكتساب بروتون (H^+) وتكوين حامض قرين .
اي ان: قاعدة + بروتون $\rightleftharpoons$ حامض قرين (2020 /د 1)

4) التأين الذاتي للماء:
هو تفاعل كيميائي ينتقل فيه بروتون من جزى ماء الى جزى ماء اخر لتكوين ايونات الهيدرونيوم H_3O^+ وايونات الهيدروكسيد OH^- وبأعداد متساوية ويسمى ايضاً بالتفكك التلقائي للماء او البرتنة الذاتية للماء وهي المسؤولة عن الصفة الامفوتيرية للماء . (2019 / ت)

5) الحوامض الضعيفة متعددة البروتون: (2015 /د 2- ق خ) (2017/د1/موصل) (2017 /د 2)
وهي الحوامض التي تمتلك اكثر من ذرة هيدروجين قابلة للتاين (اكثر من بروتون حامضي واحد) وتتاين البروتونات على شكل مراحل ويمتاز كل بروتون حامضي واحد له ثابت تفكك خاص به ويكون البروتون الاول اكثر حامضية واكبر قيمة للثابت K_{a1} من البروتون الثاني كما في حامض الاكزاليك $H_2C_2O_4$ وحامض الفسفوريك H_3PO_4 وحامض الكاربونيك H_2CO_3 . (2017/ د 2)(2017 /د2- خ ق)

6) تزداد درجة تفكك الالكتروليت الضعيف عند التخفيف . (2013 /د 3) (2016 / ت)
ج/ وذلك لان عملية التخفيف تؤدي الى ازاحة موقع الاتزان من موقعه الاصلي الى موقع جديد لازالة التأثير الخارجي (عملية التخفيف) حسب قاعدة لوشاتليه اي ان عملية التخفيف تؤدي الى نقصان في كمية الجزء غير المتفكك من المذاب (الحامض) وتزيد من كمية الجزء المتفكك منه (الايونات اي H^+) في وحدة الحجم من المحلول ليرجع الى حالة الاتزان مرة اخرى .

7) المواد الالكتروليتية لها القابلية على توصيل التيار الكهربائي في محاليلها المائية او منصهراتها .
ج/ بسبب قابلية محاليلها المائية او منصهرها (كالاملاح) القابلية على توصيل التيار الكهربائي أي انها تتفكك لتعطي ايونات موجبة وسالبة . (2016 /د 3) (2017 / ت)

8) ينتج عن ذوبان الالكتروليتات القوية في الماء محاليل عالية التوصيل الكهربائي وذلك بسبب ....
ج/ وذلك بسبب تفككها التام الى ايونات ومعادلات التفكك لها غير انعكاسية . (2016 /د 3) (2020 / ت)

9) قيم ثوابت تفكك الحوامض الضعيفة المختلفة تعد مقياساً هذه الحوامض النسبية فكلما ....
ج/ فكلما زادت قيمة ثابت تفكك الحامض (زاد مقدار تفككه) وزادت حموضته . او كلما قلت قيمة ثابت تفكك الحامض (قل مقدار تفككه) قلت حموضته . (2 د/ 2021)

10) ينتج عن ذوبان الالكتروليتات القوية في الماء محاليل .... وذلك بسبب .... (2 د/ 2022)
ج/ عالية التوصيل للتيار الكهربائي ، تفككها تام .

11) يعد حامض الكبريتيك من الالكتروليتات .... وعند ذوبانه في الماء ينتج محلول .... وذلك بسبب .... (2 د/ 2021 – تكميلي)
ج/ القوية ، حامضي او عالي التوصيل للتيار الكهربائي ، تحرر ايون الهيدروجين او يتاين بشكل تام .

12) ينتج عن ذوبان الالكتروليتات الضعيفة في الماء محاليل ضعيفة التوصيل للكهربائية ، علل .
ج/ لانها تتأين بشكل جزئي محدود او غير تام عند ذوبانها في الماء . (2 د/ 2023)

13) ما هي مميزات المواد الالكتروليتية عددها ؟ (ت / 2014) (1 د/ 2020)
ج/
1) لها القابلية على توصيل التيار الكهربائي في محاليلها المائية او منصهراتها .
2) محاليلها متعادلة كهربائياً ، لان محصلة الشحنة الكهربائية لمحاليلها تساوي صفر .
3) عند ذوبانها في الماء (مذيب مستقطب) فان محاليلها تعطي ايونات سالبة وايونات موجبة .
4) تعتمد قابلية المحلول الالكتروليتي للتوصيل الكهربائي على: طبيعة الايونات وتركيز الايونات ودرجة حرارة المحلول .

14) تعتمد قابلية المحلول الالكتروليتي للتوصيل الكهربائي على .... و .... و............ .
ج/ طبيعة الايونات و تركيز الايونات و درجة حرارة المحلول . (1 د/ 2014) (2 د/ 2018)

15) اكتب معادلات تأين حامض الكبريتوز H_2SO_3 ، اي خطوة لها ثابت تأين اكبر ؟ ولماذا ؟ (3 د/ 2016)
ج/
$$H_2SO_{3(aq)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + HSO^-_{3(aq)}$$
$$HSO^-_{3(aq)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + SO^{-2}_{3(aq)}$$

نلاحظ ان $K_{a1} > K_{a2}$ وذلك بسبب نقصان قابلية الاصناف التي تحمل شحنة سالبة على فقدان بروتون موجب الشحنة بسبب ازدياد التجاذب الالكتروستاتيكي بين ايونات ذرات الشحنات المختلفة .

16) هناك ثلاث فئات من المواد الالكتروليتية القوية عددها ؟ (3 د/ 2020)
ج/ 1) الحواض القوية 2) القواعد القوية 3) الاملاح التامة الذوبان .

17) اكتب معادلات تأين حامض الفسفوريك H_3PO_4 . (2 د/ 2018 – خ ق)
ج/
$$H_3PO_{4(aq)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + H_2PO^-_{4(aq)}$$
$$H_2PO^-_{4(aq)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + HPO^{2-}_{4(aq)}$$
$$HPO^{2-}_{4(aq)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + PO^{3-}_{4(aq)}$$

18) علام تعتمد قوة الحامض او القاعدة حسب نظرية برونشتد – لوري ؟ عدد ذلك . (1 د/ 2022)

ج/

أ) تعتمد قوة الحامض حسب نظرية برونشتد على مدى قابلية الحامض على فقدان البروتون H^+ .

ب) تعتمد قوة القاعدة حسب نظرية برونشتد على مدى قابلية القاعدة على اكتساب البروتون H^+ .

جـ) تعتمد على الوسط الذي يحتوي هذه الاصناف .

19) تعتمد قوة الحامض او القاعدة حسب نظرية برونشتد – لوري على .... و.......... و........... .

(1 د/ 2024) (ت -2024) (3 د/ 2023)

ج/

أ) مدى قابلية الحامض على فقدان البروتون H^+ .

ب) مدى قابلية القاعدة على اكتساب البروتون H^+ .

جـ) على الوسط الذي يحتوي هذه الاصناف .

20) يعرف حامض برونشتد – لوري بـ .... بينما الحامض القرين بـ ....

ج/

حامض برونشتد: وهو المادة التي لها القابلية على فقدان بروتون H^+ وتكوين قاعدة قرينة مثال HCl اما الحامض القرين فهو قاعدة برونشتد بعد اكتسابها للبروتون مثال NH_4^+ (2 د/ 2022 – التكميلي)

21) ينتج عن ذوبان الالكتروليتات القوية في الماء محاليل عالية التوصيل للكهربائية ، علل .

ج/ لانها تتأين بشكل تام الى ايونات سالبة وموجبة عند ذوبانها في الماء . (ت/ 2025)

22) ما الالكتروليتات ؟ وعلام تعتمد قابلية المحلول الالكتروليتي للتوصيل الكهربائي ؟ عددها فقط .

(1د/2025)

ج/

وهي المواد التي يكون لمحاليلها المائية او لمنصهرها (كالاملاح) القابلية على توصيل التيار الكهربائي أي انها تتفكك لتعطي ايونات موجبة وسالبة ، وتشمل الحوامض والقواعد والاملاح ، حيث تعد الحوامض والقواعد مركبات مستقطبة اما الاملاح فهي مركبات ايونية ، وتعتمد قابلية المحلول الالكتروليتي للتوصيل الكهربائي على : طبيعة الايونات وتركيز الايونات ودرجة حرارة المحلول .

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

ج/

أ) لمحلول تركيزه 0.3 M :

$$C_6H_5OH_{(aq)} \rightleftharpoons C_6H_5O^-_{(aq)} + H^+_{(aq)}$$

التراكيز الابتدائية	0.3 M	0	0
التراكيز عند الاتزان	$(0.3 - x)$ M	x M	x M

$$K_a = \frac{[C_6H_5O^-][H^+]}{[C_6H_5OH]} \quad \Rightarrow \quad 1.3 \times 10^{-10} = \frac{x^2}{0.3}$$

$$x^2 = 39 \times 10^{-12} \quad \sqrt{} \quad \Rightarrow \quad x = 6.2 \times 10^{-6}\ \text{M} = [H^+]$$

$$\text{عدد مرات التخفيف} = \frac{M_1\ \text{تركيز الحامض قبل التخفيف}}{M_2\ \text{تركيز الحامض بعد التخفيف}}$$

ب) بعد تخفيفه لمئة مرة:

الطريقة الاولى:

نجد تركيز الحامض بعد التخفيف من القانون الاتي:

$$\frac{0.3}{M_2} = 100 \quad \Longrightarrow \quad M_2 = \frac{0.3}{100} = 0.003\ \text{M}$$

$$C_6H_5OH_{(aq)} \rightleftharpoons C_6H_5O^-_{(aq)} + H^+_{(aq)}$$

التراكيز الابتدائية	0.003 M	0	0
التراكيز عند الاتزان	$(0.003 - x)$ M	x M	x M

$$K_a = \frac{[C_6H_5O^-][H^+]}{[C_6H_5OH]} \quad \Longrightarrow \quad 1.3 \times 10^{-10} = \frac{x^2}{0.003}$$

$$x^2 = 39 \times 10^{-14} \quad \surd \quad \Longrightarrow \quad x = 6.2 \times 10^{-7}\ \text{M} = [H^+]$$

الطريقة الثانية: من قانون التخفيف:

$$\text{M}_1 \times V_1 = \text{M}_2 \times V_2 \quad \Longrightarrow \quad 0.3\ \text{M} \times V_1 = \text{M}_2 \times 100V_1 \quad \Longrightarrow \quad M_2 = 0.003$$

ثم نكمل الحل ... وكلا الطريقتين مقبولة وزارياً .

24) اذا علمت ان النسبة المئوية للتفكك 0.1 M حامض الهيدروسيانيك HCN تساوي 0.01 % ، كم هو ثابت تاين هذا الحامض ؟ (2014 / ت) (2013 /د 2 – مؤجلين)

ج/

1) نجد تركيز ايون الهيدروجين $[H^+]$ من النسبة المئوية للتأين % :

$$\%\ \text{التأين} = \frac{\text{تركيزايون } H^+ \text{ عند الاتزان}}{\text{التركيز الابتدائي للحامض}} \times 100$$

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

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

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

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

25) يتأين حامض الخليك في محلوله المائي ذو تركيز 0.1 M بمقدار 1 % ، احسب ثابت تاين الحامض ؟ (2019 /د 2)

ج/

1) نجد تركيز ايون الهيدروجين $[H^+]$ من النسبة المئوية للتأين % :

$$\%\ \text{التأين} = \frac{\text{تركيزايون } H^+ \text{ عند الاتزان}}{\text{التركيز الابتدائي للحامض}} \times 100$$

$$\%\ 1 = \frac{[H^+]}{0.1} \times 100 \quad \Longrightarrow \quad [H^+] = 1 \times 10^{-3}\ \text{M}$$

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

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

$$K_a = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]} = \frac{(1\times 10^{-3})^2}{0.1} = 1 \times 10^{-5}$$

26) لتر من محلول الامونيا بتركيز 0.05 M النسبة المئوية لتفككه 2% ، احسب K_b ودرجة التأين

ج/ (2015 د/ 1 - خ ق) (2016 د/ 2 - خ ق)

1) نجد تركيز ايون الهيدروكسيد $[OH^-]$ من النسبة المئوية للتأين % :

$$\% \text{ التأين} = \frac{\text{تركيز ايون } OH^- \text{ عند الاتزان}}{\text{التركيز الابتدائي للقاعدة}} \times 100$$

$$\% 2 = \frac{[OH^-]}{0.05} \times 100 \quad \Longrightarrow \quad [OH^-] = 1 \times 10^{-3}\ \text{M} = x$$

2) نجد K_b من $[OH^-]$ ومولارية القاعدة :

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

$$K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]} = \frac{(1\times 10^{-3})^2}{0.05} = 2 \times 10^{-5}$$

$$\text{درجة التأين} = \frac{\text{تركيز الجزء المتأين عند الاتزان}}{\text{التركيز الابتدائي}} = \frac{1\times 10^{-3}}{0.05} = 0.02$$

27) ان كتلة هيدروكسيد الصوديوم $NaOH$ اللازمة لتحضير $500ml$ من محلول تركيزه (0.2 M) هي .... علماً ان الكتلة المولية لـ $NaOH$ هي $(M = 40g/mol)$. (2014 د/ 2 – خاص)

ج/

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

$$m(g) = 0.2mol/L \times 40g/mol \times 500ml \times \frac{1L}{1000ml} = 4g$$

28) محلول هيدروكسيد الباريوم $Ba(OH)_2$ بتركيز 0.05 M فأن PH للمحلول = ...

(ت / 2013) (2014 د/ 1 – خاص) (2016 د/ 2)

ج/

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

	$Ba(OH)_2$	Ba^{2+}	$2OH^-$
التركيز الابتدائي	0.05 M	0	0
التغير في التركيز	−0.05 M	+0.05 M	+2(0.05) M
التركيز النهائي	0	0.05 M	0.1 M

1) $[OH^-]$ $\quad [OH^-] = 0.1$ M

2) POH $\quad POH = -log[OH^-] = -log10^{-1} = 1$

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

$$PH + 1 = 14 \quad \Longrightarrow \quad PH = 14 - 1 = 13$$

29) لتر من محلول H_2SO_4 بتركيز 0.12 M فأن $[H^+] = $ .... (موصل – 1 د/ 2017)

ج/

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

تراكيز ابتدائية	0.12	0	0
تراكيز نهائية	0	$2(0.12)$ $\underline{0.24}$	0.12

30) كم هي كتلة هيدروكسيد البوتاسيوم $(M = 56g/mol)$ اللازم اضافتها الى $200ml$ من الماء لتصبح قيمة PH المحلول الناتج تساوي 11 ؟ (خاص – 1 د/ 2015)

ج/

1) نجد POH من PH :

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

2) نجد $[OH^-]$:

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

3) KOH قاعدة قوية:

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

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

4) نجد كتلة القاعدة :

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

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

31) جد مقدار التغير في قيمة PH للماء عند اضافة الى لتر منه 1 $1ml$ من HCl تركيزه 10 M . (1 د/ 2017)

ج/

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

2) نجد مولارية حامض HCl بعد الاضافة من قانون التخفيف:

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

$$10\text{ M} \times 1ml \times \frac{1L}{1000ml} = \text{M}_2 \times 1L$$

$$\text{M}_2 = 0.01mol/L$$

3) نجد تركيز ايون H^+ :

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

0.01	0	0
0	0.01	0.01

4) نجد PH و ΔPH :

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

$PH_2 = 2$ وهو PH الماء بعد الاضافة

$$\Delta PH = PH_2 - PH_1$$

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

32) عند اضافة $1ml$ من $NaOH$ تركيزه 10 M الى لتر من الماء فأن ΔPH يساوي ....

(ت / 2017)

ج/

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

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

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

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

$$M_2 = 0.01 mol/L$$

3) نجد تركيز ايون OH^- :

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

0.01	0	0
0	0.01	0.01

4) نجد PH و ΔPH :

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

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

$$PH = -log[H^+] = -log10^{-12} = 12$$

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

33) احسب قيمة PH للمحلول المائي $Ca(OH)_2$ بتركيز 0.05 M ، وهل المحلول حامضي ام قاعدي ؟ ولماذا ؟

(ت / 2022)

ج/

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

	$Ca(OH)_2$	Ca^{2+}	$2OH^-$
التركيز الابتدائي	0.05 M	0	0
التغير في التركيز	−0.05 M	+0.05 M	+2(0.05) M
التركيز النهائي	0	0.05 M	0.1 M

1) $[OH^-]$ $\quad [OH^-] = 0.1$ M

2) POH $\quad POH = -log[OH^-] = -log10^{-1} = 1$

3) PH

$$PH + POH = 14$$

$$PH + 1 = 14 \quad \Rightarrow \quad PH = 14 - 1 = 13$$

34) احسب قيمة الاس الهيدروجيني لمحلول نتج من تخفيف $2ml$ من 5 M محلول HCl الى لتر من الماء ، وهل المحلول حامضي ام قاعدي .

(د 3 / 2023)

ج/

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

$$5\text{ M} \times 2ml \times \frac{1L}{1000ml} = M_2 \times 1L$$

$$M_2 = 0.01 mol/L$$

$$\begin{array}{cccc} HCl_{(aq)} & \longrightarrow & H^+_{(aq)} & + \quad Cl^-_{(aq)} \\ 0.01 & & 0 & 0 \\ 0 & & 0.01 & 0.01 \end{array}$$

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

والمحلول حامضي .

35) ما عدد غرامات CH_3COOH $(M = 60g/mol)$ الواجب اضافتها الى $200ml$ من الماء المقطر ليصبح PH المحلول بعد الاضافة 2.7 علماً بأن PK_a للحامض $= 4.74$. (ت -2024)
$(log2 = 0.3$ ، $log1.8 = 0.26)$

ج/

1) نجد $[H^+]$ من PH :

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

2) نجد K_a من PK_a :

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

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

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

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

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

4) نجد غرامات الحامض من المولارية M :

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

$$m(g) = 0.22mol/L \times 60g/mol \times 200ml \times \frac{1L}{1000ml} = 2.64g$$

الاملاح

1) ما التمذوب ؟ (1 د/ 2021)

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

2) تكون المحاليل المائية لاملاح الحوامض القوية والقواعد القوية متعادلة . (د2/2013) (د2/2014)

ج/ بسبب ان الايونات الناتجة الحامض القوي والقاعدة القوية هي قرائن ضعيفة لا تتفاعل مع الماء فيبقى تركيز H^+ يساوي تركيز OH^- ويساوي 1×10^{-7} M لكل منهما و PH للمحلول يساوي 7 .

3) عند اضافة املاح مشتقة من قواعد قوية وحوامض ضعيفة في الماء يكون المحلول ذا صفة قاعدية دائماً
ج/ (د1/2013) (ت -2014) (د1 /2015) (د1/2019) (ت -2024)
وذلك لان ذوبان هذا النوع من الاملاح في الماء سوف ينتج قاعدة قرينة قوية اي الايون السالب والعائد للحامض الضعيف) والتي تتفاعل مع الماء (تكتسب H^+ من الماء) فيقل تركيز H^+ ويزداد تركيز OH^- فيصبح المحلول قاعدياً .

4) تكون المحاليل المائية لاملاح القواعد الضعيفة والحوامض القوية ذات صفات حامضية ،علل ذلك ؟
ج/ وذلك لان ذوبان هذا النوع من الاملاح في الماء سوف ينتج حامض قرين قوي (ناتج من القواعد الضعيفة) والذي يتفاعل مع الماء (تكتسب OH^- من الماء) فيقل تركيز OH^- ويزداد تركيز H^+ فيصبح المحلول حامضياً . (د1/2014)(د1/2014-خاص)

5) تكون قيمة PH للمحلول المائي لـ $NaCl$ تساوي (7) . (د1 /2023)
ج/ لانه ليس لايوناتها السالبة او الموجبة القابلية على التفاعل بشكل ملحوظ مع الماء .

6) ان قيمة الاس الهيدروجيني لمحلول ملح نترات الصوديوم تركيز 0.1 M هو: (1 ، 13 ، 7) .
ج/ 7 (د3/ 2017)
بما ان محلول نترات الصوديوم هو ملح متعادل لانه ناتج من حامض قوي وقاعدة قوية (اي الايونات الناتجة قرائن ضعيفة) لذا فان قيمة PH تساوي 7 .

7) يكون المحلول المائي لملح نترات البوتاسيوم ذو صفات متعادلة . علل ذلك . (د1/2017 – خ ق)
ج/ بسبب ان الايونات الناتجة الحامض القوي والقاعدة القوية هي قرائن ضعيفة لا تتفاعل مع الماء فيبقى تركيز H^+ يساوي تركيز OH^- ويساوي 1×10^{-7} M لكل منهما و PH للمحلول يساوي 7 .

8) يكون المحلول المائي لملح $NaCl$ متعادلاً وذلك لانه مشتق من .... (د1/2016)
ج/ لانه مشتق من حامض قوي HCl وقاعدة قوية $NaOH$.

9) احسب قيمة PH لنترات الصوديوم $NaNO_3$ بتركيز 0.5 M ؟
ج/ بما ان الملح متعادل لانه ناتج من حامض قوي هو حامض النتريك وقاعدة قوية هي هيدروكسيد الصوديوم لذلك فان محلوله المائي له $PH = 7$. (د2 – خ ق 2017) (د3 2017)

10) عند التعامل مع المحاليل المائية المخففة للاملاح يتطلب تصنيفها الى عدة اصناف ، عددها .
(ت / 2025)
ج/
1) ملح مشتق من حامض قوي وقاعدة قوية .
2) ملح مشتق من قاعدة قوية و حامض ضعيف .
3) ملح مشتق من حامض قوي وقاعدة ضعيفة .
4) ملح مشتق من حامض ضعيف وقاعدة ضعيفة .

11) قيمة ثابت التحلل المائي لملح كلوريد الامونيوم يساوي .... علماً ان $K_b(NH_3) = 1.8 \times 10^{-5}$ (1 د/ 2024) (3 د/ 2019)

ج/ $$K_h = \frac{K_w}{K_b} = \frac{1\times 10^{-14}}{1.8\times 10^{-5}} = 5.6\times 10^{-10}$$

12) ما قيمة ثابت التحلل المائي لملح خلات الصوديوم CH_3COONa اذا علمت ان $1L$ منه بتركيز 0.2 M يحتوي على تركيز ايونات H^+ يساوي 1×10^{-9} M ؟ (خ ق - 1 د/ 2016)

ج/ المحلول ملح قاعدي:

$$10^{-9} = \sqrt{\frac{10^{-14}\times K_a}{0.2}} \Leftarrow [H^+] = \sqrt{\frac{K_w\times K_a}{C}}$$

$$10^{-18} = \frac{10^{-14}\times K_a}{0.2} \Leftarrow 10^{-18} = \frac{K_w\times K_a}{C}$$ (بتربيع الطرفين)

$$K_a = 2\times 10^{-5}$$

$$K_h = \frac{K_w}{K_a} = \frac{1\times 10^{-14}}{2\times 10^{-5}} = 5\times 10^{-10}$$

13) ما قيمة ثابت التحلل المائي لملح خلات الصوديوم CH_3COONa علماً ان $K_a(CH_3COOH) = 1.8\times 10^{-5}$: ؟ (2 د/ 2024)

ج/ $$K_h = \frac{K_w}{K_a} = \frac{1\times 10^{-14}}{1.8\times 10^{-5}} = 5.6\times 10^{-10}$$

14) ما قيمة ثابت التحلل المائي لملح اذا علمت ان تركيزه 1 M وقيمة POH له يساوي 9 . (خ ق - 1 د/ 2017)

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

بما انه $PH < 7$ اذن الملح حامضي

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

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

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

$$K_h = \frac{K_w}{K_a} = \frac{1\times 10^{-14}}{1\times 10^{-5}} = 1\times 10^{-9}$$

15) PH لملح يساوي (5) وتركيزه 0.1 M فان $K_{(b)}$ له يساوي $\underline{10^{-5}}$. (ت / 2018)

ج/ بما ان PH للملح اقل من 7 لذلك فالملح حامضي:

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

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

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

16) احسب قيمة POH لمحلول نترات الامونيوم $(PK_b = 4.74)$ بتركيز 0.5 M ، وهل المحلول حامضي ام قاعدي $(log5 = 0.7)$ (2014 / ت) (2019 / د 2)

ج/

$$NH_4NO_{3(S)} \longrightarrow NH^+_{4(aq)} + NO^-_{3(aq)}$$

$$NH^+_{4(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NH_{3(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

$$PH = \frac{1}{2}[PK_w - PK_b - logc] = \frac{1}{2}[14 - 4.74 - log0.5]$$

$$PH = \frac{1}{2}[9.26 - log5 \times 10^{-1}] = \frac{1}{2}[9.26 - log5 - log10^{-1}]$$

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

$$PH + POH = 14 \Rightarrow POH = 14 - 4.78 = 9.22$$

17) لتر من محلول نترات الامونيوم NH_4NO_3 PH له يساوي 4 فأن $[H^+]$ له يساوي ....

ج/ $[H^+] = 10^{-PH} = 10^{-4}$ M (2018/د1)

18) احسب قيمة POH و POH لمحلول نترات الامونيوم بتركيز 0.01 M ، وهل المحلول حامضي ام قاعدي , $K_b(NH_3) = 1.8 \times 10^{-5}$ ، $(log1.8 = 0.26)$ (2025 /د 1)

ج/

$$NH_4NO_{3(S)} \quad NH^+_{4(aq)} + NO^-_{3(aq)}$$

$$NH^+_{4(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NH_{3(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

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

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

$$PH = \frac{1}{2}[PK_w - PK_b - logc] = \frac{1}{2}[14 - 4.74 - log0.01]$$

$$PH = \frac{1}{2}[9.26 - log10^{-2}] = \frac{1}{2}[9.26 + 2]$$

$$PH = \frac{1}{2}[11.26] = 5.63$$ (المحلول حامضي لان $PH < 7$)

$$PH + POH = 14 \Rightarrow POH = 14 - 4.78 = 9.22$$

1) الايون المشترك: (3 د/ 2013) (2014 /د 2 – خاص)
هي ظاهرة تقليل تفكك الالكتروليت الضعيف الناتجة عن وجود الكتروليت قوي يحوي احد ايونات الالكتروليت الضعيف في نفس المحلول ويسمى المحلول الناتج بالمحلول البفري .

2) تزداد درجة تفكك حامض النتروز HNO_2 عند اضافة الماء اليه وتقل عند اضافة نتريت الصوديوم KNO_2 ؟ (2015 / ت) (2016 / ت)
ج/ عند اضافة الماء تقل جزيئات المذاب من الايونات في المحلول ولتعويض النقص يتفكك الحامض اي بالاتجاه الامامي حسب قاعدة لوشاتليه ، امـــــا عند اضافـة ملحه فيتكون ايون مشترك اي زيادة في ايون النتريت NO_2^- لذلك فان التفاعل يتجه بالاتجاه الخلفي فيتكون الحامض فتقل درجة التفكك للحامض .

3) يزداد تفكك HCN عند اضافة الماء اليه ويقل عند اضافة $NaCN$. (2016 /د 3)
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 السيانيد CN^- لذلك فان التفاعل يتجه بالاتجاه الخلفي فيتكون الحامض فتقل درجة التفكك للحامض حسب القاعدة .

4) يقل تفكك عند اضافة HF عند اضافة كمية من محلول NaF . (2018 /د 2 – خ ق) (2018 /د 3)
ج/ لانه عند اضافة الملح NaF يتكون الايون المشترك اي زيادة في ايون الفلوريد F^- لذلك فان التفاعل يتجه بالاتجاه الخلفي فيتكون الحامض فتقل درجة التفكك للحامض حسب قاعدة لوشاتليه .

5) ما التأثير الذي يحدثه اضافة كمية من ملح خلات الصوديوم CH_3COONa الى لتر واحد من محلول حامض الخليك مع كتابة المعادلات . (2025 /د 1)
ج/ عند اضافة كمية ملح خلات الصوديوم يؤدي الى تقليل تأين الالكتروليت الضعيف بسبب وجود الايون المشترك ايون الخلات الذي يرجح التفاعل الخلفي .

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

6) ما التأثير الذي يحدثه اضافة $8.2\ g$ من ملح خلات الصوديوم CH_3COONa الى لتر واحد من محلول حامض الخليك بتركيز $0.1\ mol/L$ على تركيز ايون H^+ عند $25C^o$ ؟ علماً بأن $K_a(CH_3COOH) = 1.8 \times 10^{-5}$. $(\sqrt{1.8} = 1.3)$ (2025 /د 2)
ج/
1) نجد تركيز ايون H^+ للحامض قبل اضافة الملح من K_a :

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

	CH_3COOH	CH_3COO^-	H^+
التراكيز الابتدائية	0.1 M	0	0
التراكيز عند الاتزان	$(0.1 - x)$ M	x M	x M

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

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

2) نجد تركيز ايون H^+ للحامض بعد اضافة الملح :

(المحلول هو ايون مشترك اي حامض ضعيف وملحه)

$$n = \frac{m}{M} = \frac{8.2}{82} = 0.1\ mol$$

المولارية تساوي الملات لان الحجم واحد لتر

- كتابة المعادلات :

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

- تطبيق القانون:

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

نلاحظ انخفاض تركيز H^+ عند اضافة الملح للحامض أي تركيز ايون H^+ في محلول الايون المشترك اقل من تركيزه في محلول الحامض قبل الاضافة ، بسبب وجود الايون المشترك بالاتجاه الخلفي .

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

ج/ المحلول ايون مشترك مكون من حامض ضعيف وملحه :

1) كتابة المعادلات :

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

2) نجد $[H^+]$:

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

3) نجد PH : (او من قانون الايون المشترك)

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

8) احسب قيمة الاس الهيدروجيني PH لمحلول يحتوي على حامض الخليك CH_3COOH بتركيز 0.18 M وخلات الصوديوم CH_3COONa تركيزه 0.36 M ثم قارن النتيجة مع قيمة PH لحامض الخليك بتركيز 0.18 M علماً ان: $K_a(CH_3COOH) = 1.8 \times 10^{-5}$ ، $log2 = 0.3$ ، $log1.8 = 0.26$. (2015 د/ 1)

ج/

1) نجد PH الايون المشترك:

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

$$PH = PK_a + log\frac{[salt]}{[acid]} \Rightarrow PH = 4.74 + log\frac{0.36}{0.18}$$

$$PH = 4.74 + log2 \Rightarrow PH = 4.74 + 0.3$$
$$PH = 5.04$$

1) نجد PH الحامض فقط:

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

التراكيز الابتدائية	0.18 M	0	0
التراكيز عند الاتزان	$(0.18 - x)$ M	x M	x M

$$K_a = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]} \Rightarrow 1.8 \times 10^{-5} = \frac{x^2}{0.18}$$

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

$$PH = -log[H^+] = -log1.8 \times 10^{-3} = -log1.8 - log10^{-3}$$

$$PH = -0.26 + 3 = 2.74$$

9) اذا علمت ان النسبة المئوية لتفكك 0.1 M حامض الهيدروسيانيك $HCN = 0.01\%$. فما قيمة PH المحلول عند اضافة 0.2 M سيانيد البوتاسيوم KCN اليه ؟ $log2 = 0.3$.

(ت / 2019) (ت / 2014)

ج/

1) نجد تركيز ايون الهيدروجين $[H^+]$ من النسبة المئوية للتأين % :

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

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

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

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

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

3) نجد PH :

$$PK_a = -logK_a = -log\,1 \times 10^{-9} = 9$$
$$PH = PK_a + log\frac{[salt]}{[acid]}$$
$$PH = 9 + log\frac{0.2}{0.1} = 9 + log2 = 9 + 0.3 = 9.3$$

10) ما تركيز حامض الخليك في محلول يحوي اضافة الى الحامض ملح خلات الصوديوم بتركيز 0.3 M اذا علمت ان قيمة PH المحلول كانت تساوي 4.31 . $K_a(CH_3COOH) = 1.8 \times 10^{-5}$
$(log3.7 = 0.57)$ $log1.8 = 0.26$ (3 د/ 2015)

ج/

المحلول ايون مشترك مكون من حامض ضعيف وملحه :

1) كتابة المعادلات :

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

2) نجد PK_a:

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

3) نجد تركيز الحامض :

$$PH = PK_a + log\frac{[salt]}{[acid]}$$
$$4.31 = 4.74 + log\frac{0.3}{[acid]}$$
$$log\frac{0.3}{[acid]} = -0.43$$
$$\frac{0.3}{[acid]} = 10^{-0.43} = 10^{-0.43+1-1} = 10^{0.57} \times 10^{-1}$$ (معكوس اللوغارتيم)
$$\frac{0.3}{[acid]} = 3.7 \times 10^{-1} \Rightarrow \frac{0.3}{[acid]} = 0.37$$
$$[acid] = \frac{0.30}{0.37} = 0.81 \text{ M}$$

11) ما تركيز حامض الخليك الذي يجب ان يكون في محلول يحتوي على خلات الصوديوم بتركيز 0.3 M لكي يتكون محلول بفر دالته الحامضية 4.21 ، علماً ان $K_a(CH_3COOH) = 1.8 \times 10^{-5}$ ، $log1.8 = 0.26$ و $log3 = 0.47$. (1 د/ 2014 – خاص)

ج/

المحلول ايون مشترك مكون من حامض ضعيف وملحه :

1) كتابة المعادلات :

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

2) نجد PK_a:

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

3) نجد تركيز الحامض :

$$PH = PK_a + log\frac{[salt]}{[acid]}$$
$$4.21 = 4.74 + log\frac{0.3}{[acid]}$$

الطريقة الاولى: (المعكوس)

$$log\frac{0.3}{[acid]} = -0.53$$
$$\frac{0.3}{[acid]} = 10^{-0.53+1-1} = 10^{0.47} \times 10^{-1} = 3 \times 10^{-1}$$
$$\frac{0.3}{[acid]} = 0.3 \qquad \Rightarrow \qquad [acid] = 1\text{ M}$$

الطريقة الثانية: (توزيع اللوغارتيم)

$$log\frac{0.3}{[acid]} = -0.53$$
$$log0.3 - log[acid] = -0.53$$

$$log3 \times 10^{-1} - log[acid] = -0.53$$
$$log3 + log10^{-1} - log[acid] = -0.53$$

$$0.47 - 1 - log[acid] = -0.53$$
$$-0.53 - log[acid] = -0.53$$

$$log[acid] = -0.53 + 0.53$$
$$log[acid] = 0$$
$$log[acid] = log1 \qquad \Rightarrow \qquad [acid] = 1\text{ M}$$

12) ما هو التأثير الناتج من اضافة $26.75\ g$ $(0.5\ mol)$ من ملح كلوريد الامونيوم الى لتر واحد من محلول الامونيا بتركيز $0.1\ M$ على درجة تفكك القاعدة ؟ اذا علمت ان ثابت تفكك القاعدة الضعيفة $K_b(NH_3) = 1.8 \times 10^{-5}$ $(\sqrt{1.8} = 1.3)$. (2013 د 1)

ج/

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

اي قلت بمقدار 361 بسبب الايون المشترك .

13) احسب قيمة الاس الهيدروجيني (PH) لمحلول يحتوي على NH_3 بتركيز 0.2 M و NH_4Cl بتركيز 0.3 M ، علماً ان $K_b\ NH_3 = 1.8 \times 10^{-5}$ ، $log1.8 = 0.26$ ، $log3 = 0.477$ ، $log2 = 0.3$. (2 د/ 2020)

ج/

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

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

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

$$NH_4Cl_{(S)} \longrightarrow NH^+_{4(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

$$POH = PK_b + log\frac{[salt]}{[base]} \Rightarrow POH = 4.74 + log\frac{0.3}{0.2}$$

$$POH = 4.74 + log3 - log2 \Rightarrow POH = 4.74 + 0.477 - 0.3$$

$$POH = 4.74 + 0.177 = 4.917$$

$$PH + POH = 14 \Rightarrow PH = 14 - 4.917 = 9.083$$

14) احسب كتلة ملح خلات الصوديوم $(M = 82g/mol)$ اللازم اضافتها الى لتر واحد من محلول M 0.125 ، حامض الخليك للحصول على محلول بفر تكون قيمة PH له تساوي 5 ، علماً ان ثابت تفكك حامض الخليك 1.8×10^{-5} . (2د/ 2014) (2د/2017– 0.12 M)

1) نجد K_a من PK_a :

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

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

2) نجد المولارية للملح :

$$PH = PK_a + log\frac{[salt]}{[acid]} \Rightarrow 4.74 = 4.74 + log\frac{[salt]}{0.125}$$

$$log\frac{[salt]}{0.125} = 0 \Rightarrow \frac{[salt]}{0.125} = 10^0 \quad \text{(معكوس اللوغارتيم)}$$

$$\frac{[salt]}{0.125} = 1 \Rightarrow [salt] = 0.125\ \text{M}$$

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

$$m(g) = 0.125mol/L \times 82g/mol \times 1L = 10.25g$$

15) احسب كتلة ملح خلات الصوديوم $(M = 82g/mol)$ اللازم اضافتها الى $500ml$ من محلول $0.2\ \mathrm{M}$ ، حامض الخليك للحصول على محلول بفر تكون قيمة PH له تساوي 5 ، علماً ان ثابت تفكك حامض الخليك 1.8×10^{-5} . (ت / 2022) (ت/ 2025)

1) نجد PK_a من K_a :

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

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

2) نجد المولارية للملح :

$$PH = PK_a + log\frac{[salt]}{[acid]} \Rightarrow 5 = 4.74 + log\frac{[salt]}{0.2}$$

$$log\frac{[salt]}{0.2} = 0.26 \Rightarrow \frac{[salt]}{0.2} = 10^{0.26}$$ (معكوس اللوغارتيم)

$$\frac{[salt]}{0.2} = 1.8 \Rightarrow [salt] = 0.36\ \mathrm{M}$$

3) نجد كتلة الملح (m) من المولارية:

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

$$m(g) = 0.36mol/L \times 82g/mol \times 500ml \times \frac{1L}{1000ml} = 14.76g$$

16) احسب كتلة ملح خلات الصوديوم $(M = 82g/mol)$ اللازم اضافتها الى (لتر واحد) من محلول $0.2\ \mathrm{M}$ ، حامض الخليك للحصول على محلول بفر تكون قيمة PH له تساوي 5 ، علماً ان ثابت تفكك حامض الخليك 1.8×10^{-5} . (ت / 2023)

الطريقة الاولى:

1) نجد PK_a من K_a :

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

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

2) نجد المولارية للملح :

$$PH = PK_a + log\frac{[salt]}{[acid]} \Rightarrow 5 = 4.74 + log\frac{[salt]}{0.2}$$

$$log\frac{[salt]}{0.2} = 0.26 \Rightarrow \frac{[salt]}{0.2} = 10^{0.26}$$ (معكوس اللوغارتيم)

$$\frac{[salt]}{0.2} = 1.8 \Rightarrow [salt] = 0.36\ \mathrm{M}$$

3) نجد كتلة الملح (m) من المولارية:

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

$$m(g) = 0.36 mol/L \times 82 g/mol \times 1 l = 29.52 g$$

الطريقة الثانية:

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

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

$$[salt] = \frac{1.8 \times 10^{-5} \times 0.2}{10^{-5}} = 0.36$$

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

$$m(g) = 0.36 \times 82 \times 1 l = 29.52 g$$

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

$log 1.8 = 0.26$ (3 د/ 2013) (2 د/ 2016)الحجم ربع لترمن محلول 0.2M امونيا)

ج/

1) نجد POH من PH :

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

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:

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

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

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

او الحل بطريقة معكوس اللوغارتيم:

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

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

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

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

4) نجد كتلة الملح من المولارية:

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

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

18) احسب كتلة كلوريد الامونيوم $(M = 53.5g/mol)$ الواجب اضافتها الى $600ml$ من محلول 0.2 M امونيا لجعل قيمة PH المحلول تساوي (9). علماً ان ثابت تفكك الامونيا 1.8×10^{-5} ، $log1.8 = 0.26$.

(ت/ 2021)

ج/

1) نجد POH من PH : $PH + POH = 14 \Rightarrow POH = 14 - 9 = 5$

2) نجد PK_b :

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

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

3) نجد تركيز الملح من قانون الايون المشترك:

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

$$5 = 4.74 + log\frac{[salt]}{0.2}$$

$$log\frac{[salt]}{0.2} = 0.26$$

$$log\frac{[salt]}{0.2} = log1.8$$

$$\frac{[salt]}{0.2} = 1.8 \Rightarrow [salt] = 0.36\text{ M}$$

او الحل بطريقة معكوس اللوغارتيم:

$$log\frac{[salt]}{0.2} = 0.26$$

$$\frac{[salt]}{0.2} = 10^{0.26} = 1.8$$

4) نجد كتلة الملح من المولارية:

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

$$m(g) = 0.36mol/L \times 53.5g/mol \times 600ml \times \frac{1L}{1000ml} = 11.55g$$

19) احسب قيمة الاس الهيدروجيني (PH) لمحلول يحتوي على NH_3 بتركيز 0.2 M و NH_4Cl بتركيز 0.3 M ، علماً ان $K_b\ NH_3 = 1.8 \times 10^{-5}$ ، $log1.8 = 0.26$ ، $log3 = 0.477$ ، $log2 = 0.3$.

(2022/ تكميلي د 2)

ج/

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

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

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

$$NH_4Cl_{(S)} \longrightarrow NH^+_{4(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

$$POH = PK_b + log\frac{[salt]}{[base]} \Rightarrow POH = 4.74 + log\frac{0.3}{0.2}$$

$$POH = 4.74 + log3 - log2 \Rightarrow POH = 4.74 + 0.477 - 0.3$$

$$POH = 4.74 + 0.177 = 4.917$$

$$PH + POH = 14 \Rightarrow PH = 14 - 4.917 = 9.083$$

20) ما عدد غرامات CH_3COOH $(M = 60g/mol)$ الواجب اضافتها الى $400ml$ من الماء المقطر ليصبح PH المحلول بعد الاضافة 2.7 ؟ ثم احسب PH المحلول الناتج بعد اضافة 0.1 M خلات الصوديوم CH_3COONa الى محلول الحامض علماً بأن PK_a للحامض $= 4.7$ ، وأن $log2 = 0.3$. (2023 د 2)

ج/

1) نجد $[H^+]$ من PH :

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

2) نجد K_a من PK_a :

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

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

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

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

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

4) نجد غرامات الحامض من المولارية M :

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

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

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

5) نجد PH بعد الاضافة :

الطريقة الاولى:

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

$$PH = 4.7 + log\frac{1}{2} \quad \Rightarrow \quad PH = 4.7 + log1 - log2$$

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

الطريقة الثانية:

$$[H^+] = K_a \times \frac{[acid]}{[salt]} \quad \Rightarrow \quad [H^+] = 2 \times 10^{-5} \times \frac{0.2}{0.1}$$

$$[H^+] = 4 \times 10^{-5}$$

$$PH = -log[H^+] = -log\, 2^2 \times 10^{-5}$$
$$PH = -log2^2 - log10^{-5}$$
$$PH = -2log2 + 5$$
$$PH = -2(0.3) + 5$$
$$PH = -0.6 + 5 = 4.4$$

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

(1 د/ 2014)

ج/

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

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

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

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

22) ما التأثير الذي تحدثه اضافة $16.4\ g$ $(M = 82g/mol)$ من ملح خلات الصوديوم CH_3COONa الى لتر واحد من محلول حامض الخليك بتركيز $0.2\ mol/L$ على تركيز ايون H^+ عند $25C^o$ ؟ علماً بأن $K_a(CH_3COOH) = 1.8 \times 10^{-5}$. $(\sqrt{3.6} = 1.9)$ (3د/ 2023)

ج/

1) نجد تركيز ايون H^+ للحامض قبل اضافة الملح من K_a :

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

	CH_3COOH	CH_3COO^-	H^+
التراكيز الابتدائية	0 .2 M	0	0
التراكيز عند الاتزان	$(0.2 - x)$ M	x M	x M

$K_a = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]} \Rightarrow 1.8 \times 10^{-5} = \frac{x^2}{0.2}$

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

2) نجد تركيز ايون H^+ للحامض بعد اضافة الملح :

(المحلول هو ايون مشترك اي حامض ضعيف وملحه)

- كتابة المعادلات :

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

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

- تركيز الملح

$$M = \frac{m}{M} \times \frac{1}{V} = \frac{16.4}{82} \times \frac{1}{1} = 0.2$$

- تطبيق القانون:

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

نلاحظ انخفاض تركيز H^+ عند اضافة الملح للحامض أي تركيز ايون H^+ في محلول الايون المشترك اقل من تركيزه في محلول الحامض قبل الاضافة ، والسبب هو ان ايون الخلات (الايون المشترك) يتفاعل مع ايون H^+ فيرجع التفاعل نحو اليسار بالاتجاه الخلفي .

1) محلول البفر:

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

(ت / 2013) (1 د/ 2013) (1 د/ 2013 – خ ق) (2 د/ 2019)

2) احسب مقدار التغير لـ PH بعد اضافة 0.01 مولاري من حامض الكبريتيك H_2SO_4 الى لتر من محلول بفر مكون من حامض الخليك CH_3COOH وخلات الصوديوم CH_3COONa ، تركيز كل منهما 0.1 مولاري علماً ان : $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$ ، $log2 = 0.3$ ، $log3 = 0.477$ ، $log1.8 = 0.26$. (1 د/ 2015)

ج/

1) نجد PH_1 لمحلول الحامض الضعيف وملحه :

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

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

$$PH = PK_a + log\frac{[salt]}{[acid]} \Rightarrow PH = 4.76 + log\frac{0.1}{0.1}$$
$$PH = 4.76$$

2) نجد PH_2 للمحلول بعد اضافة حامض الكبريتيك:

	$H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow$	$2H^+_{(aq)}$ +	$SO^{2-}_{4(aq)}$
تراكيز ابتدائية	0.01	0	0
تراكيز نهائية	0	$2(0.01)$ 0.02	0.01

$$PH = PK_a + log\frac{[salt]-[H^+]}{[acid]+[H^+]}$$
$$PH = 4.74 + log\frac{0.10-0.02}{0.10+0.02}$$
$$PH = 4.74 + log\frac{0.08}{0.12}$$
$$PH = 4.74 + log\frac{2}{3}$$
$$PH = 4.74 + log2 - log3$$
$$PH = 4.74 + 0.3 - 0.477 = 4.563$$
$$\Delta PH = PH_2 - PH_1 = 4.563 - 4.74 = -0.177$$

3) احسب مقدار التغير في قيمة PH بعد اضافة $0.01mol$ من محلول هيدروكسيد الصوديوم الى لتر من محلول بفر مكون من حامض الخليك CH_3COOH وخلات الصوديوم CH_3COONa تركيز كل منهما 0.1 M علماً ان : $K_a(CH_3COOH) = 1.8 \times 10^{-5}$ ، $log1.8 = 0.26$ ،
$log1.2 = 0.08$ ، $log3 = 0.477$ ، $log11 = 1.04$ (3 د/ 2014)

ج/

1) نجد PH_1 لمحلول الحامض الضعيف وملحه : (نجد PK_a كما في السؤال اعلاه)

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

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

2) نجد PH_2 للمحلول بعد اضافة القاعدة القوية:

$$M = \frac{n(mol)}{v(L)} = \frac{0.01mol}{1L} = 0.01\ mol/L$$

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

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

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

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

$$PH = 4.74 + log11 - log3^2$$
$$PH = 4.74 + 1.04 - 2(0.477)$$
$$PH_2 = 4.74 + 1.04 - 0.954 = 4.74 + 0.086 = 4.826$$

$$\Delta PH = PH_2 - PH_1 = 4.826 - 4.74 = 0.086$$

ويمكن ان نستخدم المعلومة $log1.2$ تعني حاصل قسمة ($\frac{11}{9}$) .

4) احسب قيمة PH (1 للتر واحد من محلول بفر مكون من حامض الخليك CH_3COOH وخلات الصوديوم CH_3COONa تركيز كل منهما 0.1 M (2 لنفس محلول بفر لكن بعد اضافة $1ml$ من محلول حامض الكبريتيك تركيزه 10 M ، ثم احسب مقدار التغير في قيمة PH علماً ان :
$PK_a = 4.74$ ، $log2 = 0.3$ ، $log3 = 0.477$

ج/

1) نجد PH_1 لمحلول الحامض الضعيف وملحه :

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

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

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

$$PH = 4.74$$

2) نجد PH_2 للمحلول بعد اضافة حامض الكبريتيك:

$$10\ \text{M} \times 1ml \times \frac{1L}{1000ml} = \text{M}_2 \times 1L$$

$$\text{M}_2 = 0.01 mol/L$$

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

	H_2SO_4	$2H^+$	SO_4^{2-}
تراكيز ابتدائية	0.01	0	0
تراكيز نهائية	0	0.02	0.01

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

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

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

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

$$PH = 4.74 + log2 - log3$$

$$PH = 4.74 + 0.3 - 0.477 = 4.563$$

$$\Delta PH = PH_2 - PH_1 = 4.563 - 4.74 = -0.177$$

5) احسب قيمة PH (1 للتر واحد من محلول بفر مكون من حامض الخليك CH_3COOH وخلات الصوديوم CH_3COONa تركيز كل منهما 0.2 M (2 لنفس محلول بفر لكن بعد اضافة 0.1 M من حامض الهيدروكلوريك ، ثم احسب مقدار التغير في قيمة PH علماً ان : $PK_a = 4.74$ ، ، $log3 = 0.477$. **(2018 / ت)**

ج/

1) نجد PH_1 لمحلول الحامض الضعيف وملحه :

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

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

$$PH = PK_a + log\frac{[salt]}{[acid]} \quad \Rightarrow \quad PH = 4.74 + log\frac{0.2}{0.2}$$

$$PH = 4.74$$

	$HCl_{(aq)} \longrightarrow$	$H^+_{(aq)}$	$+\ Cl^-_{(aq)}$
تراكيز ابتدائية	0.1	0	0
تراكيز نهائية	0	0.1	0.1

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

$$PH = 4.74 + log\frac{0.2-0.1}{0.2+0.1}$$

$$PH = 4.74 + log\frac{0.1}{0.3}$$

$$PH = 4.74 + log1 - log3$$

$$PH = 4.74 + 0 - 0.477 = 4.263$$

$$\Delta PH = PH_2 - PH_1 = 4.263 - 4.740 = -0.477$$

6) احسب مقدار التغير لـ PH بعد اضافة $1ml$ من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه 10 مولاري الى لتر من محلول بفر مكون من حامض الخليك CH_3COOH وخلات الصوديوم CH_3COONa ، تركيز كل منهما 0.1 مولاري علماً ان : PK_a للحامض تساوي 4.74 ، ، $log3 = 0.477$ ، $log11 = 1.04$ ، $log1.2 = 0.08$ (2015 /د 1 – خاص) (2017/ د 2– خ ق ، $2ml$ ، 5 مولاري)

ج/

1) نجد PH_1 لمحلول الحامض الضعيف وملحه :

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

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

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

$$PH = 4.74$$

2) نجد PH_2 للمحلول بعد اضافة القاعدة القوية:

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

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

$$M_2 = 0.01 mol/L$$

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

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

$$PH = 4.74 + log\frac{0.10+0.01}{0.10-0.01} \Rightarrow PH = 4.74 + log\frac{0.11}{0.09}$$

$$PH = 4.74 + \log\frac{11}{9} \qquad \Rightarrow \qquad PH = 4.74 + 0.08$$

$$PH_2 = 4.82$$

$$\Delta PH = PH_2 - PH_1 = 4.82 - 4.74 = 0.08$$

7) احسب الاس الهيدروجيني للتر من محلول بفر مكون من حامض الخليك CH_3COOH وخلات الصوديوم CH_3COONa ، تركيز كل منهما 0.03 مولاري ، ثم قارن النتيجة بعد اضافة بعد اضافة $2ml$ من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه 5 مولاري الى لتر من المحلول علماً ان : $K_a(CH_3COOH) = 1.8 \times 10^{-5}$ ، $\log 2 = 0.3$ ، $\log 1.8 = 0.26$. (2024 د 3)

ج/

1) نجد PH_1 لمحلول الحامض الضعيف وملحه :

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

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

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

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

$$PH = PK_a + \log\frac{[salt]}{[acid]} \qquad \Rightarrow \qquad PH = 4.74 + \log\frac{0.03}{0.03}$$

$$PH = 4.74$$

2) نجد PH_2 للمحلول بعد اضافة القاعدة القوية:

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

$$5\ M \times 2ml \times \frac{1L}{1000ml} = M_2 \times 1L$$

$$M_2 = 0.01 mol/L$$

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

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

$$PH = 4.74 + \log\frac{0.03+0.01}{0.03-0.01} \qquad \Rightarrow \qquad PH = 4.74 + \log\frac{0.04}{0.02}$$

$$PH = 4.74 + \log 2 \qquad \Rightarrow \qquad PH = 4.74 + 0.3$$

$$PH_2 = 5.04$$

$$\Delta PH = PH_2 - PH_1 = 5.04 - 4.74 = 0.30$$

8) احسب مقدار التغير لـ PH بعد اضافة $2g$ من هيدروكسيد الصوديوم $NaOH$ $(M = 40g/mol)$ الى لتر من محلول بفر مكون من حامض الخليك CH_3COOH وخلات الصوديوم CH_3COONa تركيز كل منهما 0.2 مولاري ، علماً ان $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$ ، $log5 = 0.7$ ، $log3 = 0.477$ ، $log1.8 = 0.26$ (اهمل التغير الذي يحصل في حجم المحلول بعد اضافة الحامض القوي)

(3 د/ 2020)

ج/

1) نجد PH_1 لمحلول الحامض الضعيف وملحه :

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

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

$$PH = PK_a + log\frac{[salt]}{[acid]}$$
$$PH = 4.74 + log\frac{0.2}{0.2}$$
$$PH = 4.74$$

2) نجد PH_2 للمحلول بعد اضافة القاعدة القوية:

$$\text{M} = \frac{m(g)}{M(g/mol)} \times \frac{1}{V(L)} = \frac{2(g)}{40(g/mol)} \times \frac{1}{1(L)} = 0.05mol/L$$

	$NaOH_{(aq)} \longrightarrow$	$Na^+_{(aq)}$	$+\ OH^-_{(aq)}$
التراكيز الابتدائية	0.05	0	0
التراكيز النهائية	0	0.05	0.05

ـ تطبيق القانون:

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

$$PH = 4.74 + log\frac{0.20+0.05}{0.20-0.05}$$

$$PH = 4.74 + log\frac{0.25}{0.15}$$

$$PH = 4.74 + log\frac{5}{3}$$
$$PH_2 = 4.74 + log5 - log3$$

$$PH_2 = 4.74 + 0.7 - 0.477 = 4.963$$
$$\Delta PH = PH_2 - PH_1 = 4.963 - 4.74 = 0.223$$

9) ما قيمة الاس الهيدروجيني PH لمزيج بفري مكون من حامض الخليك بتركيز 0.15 M وخلات الصوديوم بتركيز 0.25 M ؟ ثم احسب قيمة PH المحلول الناتج بعد اضافة $2g$ من هيدروكسيد الصوديوم $NaOH$ $(M = 40g/mol)$ الى لتر من محلول بفر ، علماً ان $K_{a(CH_3COOH)} = 1.8 \times 10^{-5}$ ، $log5 = 0.7$ ، $log3 = 0.477$ ، $log1.8 = 0.26$

(1 د/ 2020)

ج/

1) نجد PH_1 لمحلول الحامض الضعيف وملحه :

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

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

$$PH = PK_a + log\frac{[salt]}{[acid]}$$
$$PH = 4.74 + log\frac{0.25}{0.15}$$
$$PH = 4.74 + log\frac{5}{3}$$
$$PH_1 = 4.74 + log5 - log3$$
$$PH_1 = 4.74 + 0.7 - 0.477 = 4.963$$

2) نجد PH_2 للمحلول بعد اضافة القاعدة القوية:

$$\text{M} = \frac{m(g)}{M(g/mol)} \times \frac{1}{V(L)} = \frac{2(g)}{40(g/mol)} \times \frac{1}{1(L)} = 0.05mol/L$$

	$NaOH_{(aq)} \longrightarrow$	$Na^+_{(aq)}$	$+\ OH^-_{(aq)}$
التراكيز الابتدائية	0.05	0	0
التراكيز النهائية	0	0.05	0.05

ـ تطبيق القانون:

$$PH = PK_a + log\frac{[salt]+[OH^-]}{[acid]-[OH^-]}$$
$$PH = 4.74 + log\frac{0.25+0.05}{0.15-0.05}$$
$$PH = 4.74 + log\frac{0.3}{0.1}$$
$$PH_2 = 4.74 + log3$$
$$PH_2 = 4.740 + 0.477 = 5.217$$

10) احسب قيمة PH 1) للتر واحد من محلول بفر مكون من حامض الخليك CH_3COOH بتركيز 0.12 M وخلات الصوديوم CH_3COONa بتركيز 0.16 M 2) لنفس محلول بفر لكن بعد اضافة $1ml$ من محلول حامض الكبريتيك تركيزه 10 M ، ثم احسب مقدار التغير في قيمة PH وناقش النتيجة علماً ان : $PK_a = 4.74$ ، $log2 = 0.3$ ، $log3 = 0.477$. (1 د/ 2021)

1) نجد PH_1 لمحلول الحامض الضعيف وملحه :

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

$$PH = PK_a + log\frac{[salt]}{[acid]}$$
$$PH = 4.74 + log\frac{0.16}{0.12}$$
$$PH = 4.74 + log\frac{4}{3}$$
$$PH_1 = 4.74 + log2^2 - log3$$
$$PH_1 = 4.74 + 0.6 - 0.477 = 4.863$$

2) نجد PH_2 للمحلول بعد اضافة حامض الكبريتيك:

$$10\ \text{M} \times 1ml \times \frac{1L}{1000ml} = \text{M}_2 \times 1L$$
$$\text{M}_2 = 0.01mol/L$$

	$H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow$	$2H^+_{(aq)}$	$+\ SO^{2-}_{4(aq)}$
تراكيز ابتدائية	0.01	0	0
تراكيز نهائية	0	$2(0.01)$ 0.02	0.01

$$PH = PK_a + log\frac{[salt]-[H^+]}{[acid]+[H^+]}$$
$$PH = 4.74 + log\frac{0.16-0.02}{0.12+0.02}$$
$$PH = 4.74 + log\frac{0.14}{0.14}$$
$$PH = 4.74 + log1$$
$$PH = 4.74$$
$$\Delta PH = PH_2 - PH_1 = 4.74 - 4.863 = -0.123$$

11) احسب قيمة PH 1) للتر واحد من محلول بفر مكون من حامض الخليك CH_3COOH بتركيز وخلات الصوديوم CH_3COONa بتركيز 0.2 M لكل منها .
2) لنفس محلول بفر لكن بعد اضافة 0.05 M من محلول حامض الكبريتيك الى لتر من المحلول ، ثم احسب مقدار التغير في قيمة PH علماً ان : $K_{a(CH_3COOH)} = 1.8 \times 10^{-5}$ ، $log1.8 = 0.26$ ، $log3 = 0.477$. (1 د/ 2024)

1) نجد PH_1

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

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

$$PH = 4.74 + log\frac{0.2}{0.2}$$

$$PH_1 = 4.74$$

2) نجد PH_2 للمحلول بعد اضافة حامض الكبريتيك:

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

	H_2SO_4	$2H^+$	SO_4^{2-}
تراكيز ابتدائية	0.05	0	0
تراكيز نهائية	0	2(0.05) 0.1	0.01

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

$$PH = 4.74 + log\frac{0.2-0.1}{0.2+0.1}$$

$$PH = 4.74 + log\frac{0.1}{0.3}$$

$$PH = 4.74 + log1 - log3$$

$$PH = 4.74 + 0 - 0.477$$

$$PH = 4.263$$

$$\Delta PH = PH_2 - PH_1 = 4.263 - 4.74 = -0.477$$

12) نصف لتر من محلول HCN 0.1 M و KCN 0.3 M ، احسب التغير في قيمة PH عند اضافة $0.025\ mol$ من H_2SO_4 علماً ان $PK_a = 9.31$. $log3 = 0.5$. (2015 /ت)

ج/

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

$$KCN \longrightarrow K^+_{(aq)} + CN^-_{(aq)}$$

$$PH = PK_a + log\frac{[salt]}{[acid]} = 9.31 + log\frac{0.3}{0.1}$$

$$PH = 9.31 + log3$$

$$PH = 9.31 + 0.5 = 9.81$$

$$M = \frac{n(mol)}{v(L)} = \frac{0.025mol}{0.5L} = 0.05\ mol/L$$

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

	H_2SO_4	$2H^+$	SO_4^{2-}
تراكيز ابتدائية	0.05	0	0
تراكيز نهائية	0	2(0.05) 0.1	0.05

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

$$PH = 9.31 + log\frac{0.3-0.1}{0.1+0.1}$$
$$PH = 9.31 + log\frac{0.2}{0.2}$$
$$PH = 9.31 + log1$$
$$PH = 9.31$$

$$\Delta PH = PH_2 - PH_1 = 9.31 - 9.81 = -0.5$$

13) لتر من محلول يحتوي على 0.04 M من حامض ضعيف و 0.02 M من ملحه ، ما عدد مولات هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$ اللازم اضافته لتصبح قيمة PH تساوي 9.3 ، $K_a = 10^{-9}$ ؟ ، $log2 = 0.3$ (خ ق – 2 د/ 2016)

ج/

$$PK_a = -logK_a = -log10^{-9} = 9$$

$$PH = PK_a + log\frac{[salt]+[OH^-]}{[acid]-[OH^-]} \Rightarrow 9.3 = 9 + log\frac{0.02+[OH^-]}{0.04-[OH^-]}$$

$$0.3 = log\frac{0.02+[OH^-]}{0.04-[OH^-]} \Rightarrow log2 = log\frac{0.02+[OH^-]}{0.04-[OH^-]}$$

$$2 = \frac{0.02+[OH^-]}{0.04-[OH^-]}$$
$$0.02 + [OH^-] = 0.08 - 2[OH^-]$$
$$3[OH^-] = 0.06 \Rightarrow [OH^-] = 0.02$$

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

x M	0	0	التركيز الابتدائي
0	x M	$2x$ M	التركيز النهائي

$$[OH^-] = 0.02 = 2x$$
$$x = [Ca(OH)_2] = 0.01 \text{ M} = 0.01mol$$

وتساوي عدد المولات لان الحجم واحد لتر .

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

(ب) احسب قيمة PH المحلول الناتج بعد اضافة $1g$ من هيدروكسيد الصوديوم $(M = 40g/mol)$ الى لتر واحد من محلول البفر . ($log4.5 = 0.65$ ، $log2 = 0.3$ ، $log5 = 0.7$ ، $log1.8 = 0.26$) . (1 د/ 2013) (ت/ 2016) (1 د/ 2017 – موصل)

ج/

(أ)

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

ايون مشترك

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

$$PH = PK_a + log\frac{[salt]}{[acid]} \Rightarrow PH = 3.35 + log\frac{0.15}{0.12}$$
$$PH = 3.35 + log\frac{5}{4} \Rightarrow PH = 3.35 + log5 - log2^2$$
$$PH = 3.35 + 0.7 - 2(0.3) = 3.45 = PH_1$$

(ب)

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

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

$$PH = PK_a + log\frac{[salt]+[OH^-]}{[acid]-[OH^-]}$$
$$PH = 3.35 + log\frac{0.150+0.025}{0.120-0.025} \Rightarrow PH = 3.35 + log\frac{0.175}{0.095}$$
$$PH = 3.35 + log1.8 = 3.35 + 0.26 = 3.61 = PH_2$$

15) ما قيمة التغير في قيمة PH بعد اضافة $0.05mol$ من هيدروكسيد الصوديوم $NaOH$ الى $2L$ من محلول بفري مكون من حامض النتروز (HNO_2) $K_a = 4.5 \times 10^{-4}$ بتركيز 0.12 M ونتريت الصوديوم $NaNO_2$ بتركيز 0.15 M ، $log4.5 = 0.65$ ، $log1.85 = 0.65$ ، $log1.25 = 0.1$. (3 د/ 2018)

ج/

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

ايون مشترك

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

$$PH = PK_a + log\frac{[salt]}{[acid]} \Rightarrow PH = 3.35 + log\frac{0.15}{0.12}$$
$$PH = 3.35 + log\frac{5}{4} \Rightarrow PH = 3.35 + log1.25$$
$$PH = 3.35 + 0.1 = 3.45 = PH_1$$

$$M = \frac{n(mol)}{v(L)} = \frac{0.05mol}{2L} = 0.025\ mol/L$$

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

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

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

$$PH = 3.35 + log1.85 = 3.35 + 0.26 = 3.61 = PH_2$$

$$\Delta PH = PH_2 - PH_1 = 3.61 - 3.45 = 0.16$$

16) احسب قيمة الاس الهيدروجيني PH : 1) للتر من محلول بفري مكون من حامض النتروز HNO_2 بتركيز ونتريت الصوديوم $NaNO_2$ بتركيز 0.2 M لكل منهما ؟

2) لنفس محلول البفر لكن بعد اضافة احسب قيمة PH المحلول الناتج بعد اضافة 5 M من $10ml$ من هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$ الى لتر من محلول البفر الى لتر واحد من محلول البفر علماً ان $K_a = 4.5 \times 10^{-4}$ ($log4.5 = 0.65$ ، $log3 = 0.477$ ، (2022 / د2)

ج/

(1)

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

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

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

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

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

$$PH = 3.35 + log\frac{0.2}{0.2}$$

$$PH = 3.35 = PH_1$$

او بالطريقة الثانية:

$$[H^+] = K_a \times \frac{[acid]}{[salt]} = 4.5 \times 10^{-4} \times \frac{0.2}{0.2} = 4.5 \times 10^{-4}$$

$$PH = -log[H^+] = -log4.5 \times 10^{-4} = -log4.5 - log10^{-4}$$

$$PH = -0.65 + 4 = 3.35$$

(ب)

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

$$5\ M \times 10ml \times \frac{1L}{1000ml} = M_2 \times 1L$$

$$M_2 = 0.05mol/L$$

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

التراكيز الابتدائية	0.05	0	0
التراكيز النهائية	0	0.05	0.1

ــ تطبيق القانون:

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

$$PH = 3.35 + log\frac{0.2+0.1}{0.2-0.1} \Rightarrow PH = 3.35 + log\frac{0.3}{0.1}$$

$$PH = 3.35 + log3 = 3.350 + 0.477 = 3.827 = PH_2$$

17) ما تركيز ملح خلات الصوديوم CH_3COONa في محلول يحتوي اضافة للملح على حامض الخليك CH_3COOH تركيزه 0.1 M علماً ان PH للمحلول تساوي 4.74 ؟ ثم احسب قيمة PH للمحلول اعلاه بعد اضافة الى $10ml$ من محلول حامض الهيدروكلوريك HCl تركيزه 5 M الى لتر من المحلول (اهمل التغير الذي يحصل في حجم المحلول بعد اضافة الحامض القوي) ، علماً $K_a(CH_3COOH) = 1.8 \times 10^{-5}$ ، $log3 = 0.477$ ، $log1.8 = 0.26$ (1 د/ 2023)

ج/

1) نجد تركيز الملح:

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

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

$$PH = PK_a + log\frac{[salt]}{[acid]} \Rightarrow 4.74 = 4.74 + log\frac{[salt]}{0.1}$$
$$0 = log\frac{[salt]}{0.1} \Rightarrow log1 = log\frac{[salt]}{0.1}$$
$$1 = \frac{[salt]}{0.1} \Rightarrow [salt] = 0.1$$

طريقة اخرى:

$$[H^+] = 10^{-PH} = 10^{-4.74+5-5} = 10^{0.26} \times 10^{-5} = 1.8 \times 10^{-5}$$
$$[H^+] = K_a \times \frac{[acid]}{[salt]} \Rightarrow 1.8 \times 10^{-5} = 1.8 \times 10^{-5} \times \frac{0.1}{[salt]}$$
$$[salt] = 0.1$$

2) نجد مولارية حامض HCl :

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$
$$5\ M \times 10ml \times \frac{1L}{1000ml} = M_2 \times 1L$$
$$M_2 = 0.05 mol/L$$

	$HCl_{(aq)}$	$\longrightarrow$	$H^+_{(aq)}$	+	$Cl^-_{(aq)}$
التراكيز الابتدائية	0.05		0		0
التراكيز النهائية	0		0.05		0.05

ـ تطبيق القانون:

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

$$PH = 4.74 + log\frac{0.1-0.05}{0.1+0.05} \Rightarrow PH = 4.74 + log\frac{0.05}{0.15}$$

$$PH = 4.74 + log\frac{1}{3} \Rightarrow PH = 4.74 + log1 - log3$$

$$PH = 4.74 + log1 - log3 = 4.74 + 0 - 0.477 = 4.263$$

18) ما تركيز خلات الصوديوم CH_3COONa في محلول يحتوي اضافة للملح على حامض الخليك CH_3COOH تركيزه 0.02 M وان PH للمحلول تساوي 4.74 ، ثم احسب PH للمحلول اعلاه بعد اضافة الى $2ml$ من محلول حامض الهيدروكلوريك HCl تركيزه 5 M الى لتر من المحلول (اهمل التغير الحاصل بالحجم بعد الاضافة) ، علماً ان ثابت تفكك حامض الخليك 1.8×10^{-5} ، (2018 د2)

$log1.8 = 0.26$ ، $log3 = 0.48$ ، $log2 = 0.3$

ج/

1) نجد المولارية للملح :

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

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

$$PH = PK_a + log\frac{[salt]}{[acid]} \Rightarrow 4.74 = 4.74 + log\frac{[salt]}{0.02}$$

$$log\frac{[salt]}{0.02} = 0 \Rightarrow \frac{[salt]}{0.02} = 10^0$$ (معكوس اللوغارتيم)

$$\frac{[salt]}{0.02} = 1 \Rightarrow [salt] = 0.02\ M$$

2) نجد PH بعد الاضافة:

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

$$5\ M \times 2ml \times \frac{1L}{1000ml} = M_2 \times 1L$$

$$M_2 = 0.01 mol/L$$

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

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

$$PH = 4.74 + log\frac{0.02-0.01}{0.02+0.01}$$

$$PH = 4.74 + log\frac{0.01}{0.03}$$

$$PH = 4.74 + log1 - \ log3$$

$$PH = 4.74 - \ 0.48$$

$$PH = 4.74 - \ 0.48$$
$$PH = 4.26$$

وزاريات البفر ج2

1) احسب قيمة الاس الهيدروجيني (PH) (أ) للتر من محلول بفر مكون من الامونيا بتركيز 0.1 M ، وكلوريد الامونيوم بتركيز 0.1 M (ب) لنفس محلول بفر لكن بعد اضافة $1ml$ من محلول حامض الكبريتيك تركيزه 10 M ثم احسب مقدار التغير في قيمة PH ،علماً ان $PK_b = 4.74$ ، $log2 = 0.3$ ، $log3 = 0.5$ ، $log1.5 = 0.18$ (1 د/ 2018)

ج/

أ)

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

$$NH_4Cl_{(S)} \qquad NH^+_{4(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

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

$$PH + POH = 14$$

$$PH = 14 - 4.74 = 9.26 = PH_1$$

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

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

$$M_2 = 0.01mol/L$$

	$H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow$	$2H^+_{(aq)}$ +	$SO^{2-}_{4(aq)}$
تراكيز ابتدائية	0.01	0	0
تراكيز نهائية	0	$2(0.01)$	0.01
		0.02	

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

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

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

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

$$POH = 4.74 + log3 - log2$$

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

$$PH + POH = 14$$
$$PH = 14 - 4.74 = 9.26 = PH_2$$

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

2) احسب مقدار التغير لـ PH بعد اضافة 0.05 M من محلول $Ba(OH)_2$ الى لتر واحد من محلول بفر مكون من 0.1 M NH_3 و 0.3 M NH_4Cl علماً ان $K_b\ NH_3 = 2 \times 10^{-5}$ ، $log3 = 0.47$ ، $log2 = 0.3$. (1 د 2019) (2 د 2015)

ج/

1) نجد PH_1 :

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

$$NH_4Cl_{(S)} \longrightarrow NH^+_{4(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

$$PK_b = -logK_b = -log\ 2 \times 10^{-5}$$

$$PK_b = -log2 - log10^{-5} = -0.3 + 5 = 4.7$$

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

$$POH = 4.7 + log\frac{0.3}{0.1}$$

$$POH = 4.7 + log3$$

$$POH = 4.7 + 0.47 = 5.17$$

$$PH + POH = 14 \quad \Rightarrow \quad PH = 14 - 5.17 = 8.83 = PH_1$$

2)

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

التركيز الابتدائي	0.05 M	0	0
التركيز النهائي	0	0.05 M	0.1 M

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

$$POH = 4.74 + log\frac{0.3-0.1}{0.1+0.1}$$

$$POH = 4.74 + log\frac{0.2}{0.2} \Rightarrow POH = 4.74$$

$$PH + POH = 14$$

$$PH = 14 - 4.74 = 9.26 = PH_2$$

اما ΔPH :

$$\Delta PH = PH_2 - PH_1 = 9.26 - 8.83 = 0.43$$

3) احسب قيمة الاس الهيدروجيني PH :

أ) للتر من محلول بفر مكون من الامونيا وكلوريد الامونيوم بتركيز (مولاري) (0.1) لكل منهما .

ب) بعد اضافة $(2ml)$ من محلول هيدروكسيد الصوديوم بتركيز (مولاري) (5) ثم احسب مقدار التغير الحاصل في قيمة PH علماً ان : $K_b\, NH_3 = 1.8 \times 10^{-5}$ ، $log1.8 = 0.26$ ، $log3 = 0.477$ ، $log11 = 1.04$. (1 د/ 2016)

ج/

1) نجد PH_1:

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

$$NH_4Cl_{(S)} \longrightarrow NH^+_{4(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

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

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

$$POH = 4.74 + log1 = 4.74$$

$$PH + POH = 14$$

$$PH = 14 - 4.74 = 9.26 = PH_1$$

2) نجد PH_2:

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

$$5\,M \times 2ml \times \frac{1L}{1000ml} = M_2 \times 1L$$

$$M_2 = 0.01 mol/L$$

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

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

$$POH = 4.74 + log\frac{0.1-0.01}{0.1+0.01}$$

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

$$POH = 4.74 + \log 3^2 - \log 11$$
$$POH = 4.74 + 2(0.477) - 1.04$$
$$POH = 4.74 + 0.954 - 1.04 = 4.654$$

$$PH + POH = 14$$

$$PH = 14 - 4.654 = 9.346 = PH_2$$

امـــا $: \Delta PH$ $\quad \Delta PH = PH_2 - PH_1 = 9.346 - 9.26 = 0.086$

4) احسب قيمة الاس الهيدروجيني PH: 1) للتر من محلول بفر مكون من الامونيا بتركيز 0.15 M وكلوريد الامونيوم بتركيز 0.2 M (2) لنفس محلول البفر لكن بعد اضافة $2g$ من هيدروكسيد الصوديوم $NaOH$ $(M = 40g/mol)$ الى لتر من محلول بفر. ثم احسب مقدار التغير الحاصل في قيمة PH وناقش النتيجة (اهمل التغير الذي يحصل في حجم المحلول بعد اضافة القاعدة القوية) ، علماً ان $K_b\, NH_3 = 1.8 \times 10^{-5}$ ، $\log 3 = 0.477$ ، $\log 2 = 0.3$ ، $\log 1.8 = 0.26$

(2 د/ 2021)

ج/

أ) نجد PH_1 :

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

$$POH = PK_b + \log \frac{[salt]}{[base]}$$
$$POH = 4.74 + \log \frac{0.2}{0.15}$$
$$POH = 4.74 + \log 2^2 - \log 3$$
$$POH = 4.74 + 0.6 - 0.477$$
$$POH = 4.863$$

$$PH + POH = 14$$

$$PH = 14 - 4.863 = 9.137 = PH_1$$

2) نجد PH_2:

$$\text{M} = \frac{m(g)}{M(g/mol)} \times \frac{1}{V(L)} = \frac{2(g)}{40(g/mol)} \times \frac{1}{1(L)} = 0.05 mol/L$$

	$NaOH_{(aq)}$ $\longrightarrow$	$Na^+_{(aq)}$ +	$OH^-_{(aq)}$
التراكيز الابتدائية	0.05	0	0
التراكيز النهائية	0	0.05	0.05

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

$$POH = 4.74 + \log \frac{0.20 - 0.05}{0.15 + 0.05}$$

$$POH = 4.74 + \log \frac{0.15}{0.20}$$

$$POH = 4.74 + log3 - log2^2$$

$$POH = 4.74 + (0.477) - 0.6$$

$$POH = 4.617$$

$$PH = 14 - 4.617 = 9.383 = PH_2$$

اما ΔPH : $\Delta PH = PH_2 - PH_1 = 9.383 - 9.137 = 0.246$

5) احسب قيمة الاس الهيدروجيني PH للتر من محلول بفر مكون من الامونيا وكلوريد الامونيوم بتركيز 0.2 M لكل منهما بعد اضافة $0.1\ mol$ من $NaOH$ لتر من محلول بفر ، علماً ان $K_b\ NH_3 = 1.8 \times 10^{-5}$ ، $log3 = 0.477$ ، $log1.8 = 0.26$. (2024 د2)

ج/

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

$$NH_4Cl_{(S)} \longrightarrow NH^+_{4(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

$$PK_b = -logK_b = -log1.8 \times 10^{-5} = -log1.8 - log10^{-5}$$

$$PK_b = -0.26 + 5 = 4.74$$

$$M = \frac{n(mol)}{v(L)} = \frac{0.1mol}{1L} = 0.1\ mol/L$$

	$NaOH_{(aq)}$ $\longrightarrow$	$Na^+_{(aq)}$ +	$OH^-_{(aq)}$
التراكيز الابتدائية	0.1	0	0
التراكيز النهائية	0	0.1	0.1

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

$$POH = 4.74 + log\frac{0.2-0.1}{0.2+0.1}$$

$$POH = 4.74 + log\frac{0.1}{0.3}$$

$$POH = 4.74 + log\frac{1}{3}$$

$$POH = 4.74 + log1 - log3$$

$$POH = 4.74 + 0 - 0.477$$

$$POH = 4.263$$

$$PH = 14 - 4.263 = 9.383$$

1) ما تأثير درجة الحرارة على الذوبانية ؟ (1 د/ 2014) (1 د/ 2016) (2د/2023) (1 د/ 2021)
ج/ بصورة عامة تزداد ذوبانية معظم المواد شحيحة الذوبان بزيادة درجة الحرارة ولكن يختلف مقدار هذه الزيادة من مادة الى اخرى . (3 د/ 2020)

2) تزداد ذوبانية معظم .... بزيادة درجة الحرارة . (ت / 2020)
ج/ الاملاح الشحيحة الذوبان .

3) ماهي اهمية الايون المشترك على الذوبانية ؟ (2 د/ 2015) (3 د/ 2024)
ج/ يستفاد منه في التحكم بعملية ذوبان الرواسب للاملاح الشحيحة . لان وجود الايون المشترك في محلول الملح الشحيح الذوبان يرجح التفاعل العكسي (نحو الترسيب) اي يقلل الذوبانية .

4) وضح تأثير الايون المشترك على الذوبانية ؟ (1 د/ 2018 – خ ق) (ت/ 2023)
ج/ عند اضافة الايون المشترك فأنه يؤدي الى اخلال في حالة الاتزان بين الراسب والايونات الناتجة من المادة المذابة وحسب قاعدة لوشاتليه ينزاح التفاعل بالاتجاه الخلفي (نحو الترسيب) اي يقلل الذوبانية .

5) ما تأثير الاس الهيدروجيني على الذوبانية ؟ (1 د/ 2018) (ت / 2021) (2 د/ 2024)
ج/ عند اضافة حامض (زيادة في تركيز H^+ وتقل PH) الى محلول الملح الشحيح فأن ذلك يؤدي الى اتحاد ايونات H^+ مع ايونات OH^- الناتجة من الملح فيتكون الماء وتزداد الذوبانية (قاعدة لوشاتلية) والتفاعل امامي، وعند اضافة قاعدة (زيادة في تركيز OH^- وتزداد PH) فيترجح التفاعل الخلفي وتقل الذوبانية .

6) عدد العوامل المؤثرة في الذوبانية ؟ (2 د/ 2020)
ج/
1) تأثير درجة الحرارة .
2) تأثير الايون المشترك .
3) تأثير الاس الهيدروجيني .

7) تقل ذوبانية MgF_2 بوجود NaF ؟ (2 د/ 2020)
ج/ بسبب وجود الايون المشترك ايون الفلوريد الذي يرجح التفاعل الخلفي نحو الترسيب .

$$MgF_{2(S)} \rightleftharpoons Mg^{2+}_{(aq)} + 2F^-_{(aq)}$$

$$NaF_{(S)} \longrightarrow Na^+_{(aq)} + F^-_{(ag)}$$

8) علام تختلف قابلية ذوبان اي مادة ايونية مثل الاملاح في الماء ؟ (2 د/ 2025)
ج/ تعتمد قابلية الذوبان لهذه المواد على الفرق في مقدار الطاقة اللازمة لكسر الاواصر الرابطة بين الايونات ومقدار ما ينتج من طاقة نتيجة لانتشار هذه الايونات في الماء وتميؤها .

9) ما هي الذوبانية المولارية لملح كبريتات الرصاص $PbSO_4$ ؟ اذا علمت ان ثابت حاصل الذوبان لهذا الملح $K_{SP} = 1.6 \times 10^{-8}$ $(\sqrt{1.6} = 1.26)$. (ت / 2018)

ج/

$$PbSO_{4(S)} \rightleftharpoons Pb^{+2}_{(aq)} + SO^{-2}_{4(aq)}$$
$$S \qquad S$$
$$K_{SP} = [Pb^{+2}][SO_4^{-2}] \quad \Rightarrow \quad K_{SP} = S^2$$
$$1.6 \times 10^{-8} = S^2 \quad \Rightarrow \quad S = \sqrt{1.6 \times 10^{-8}} = 1.26 \times 10^{-4} mol/L$$

10) احسب الذوبانية المولارية (mol/L) والذوبانية الغرامية (g/L) لملح كلوريد الفضة $AgCl$ $(M = 143.5 g/mol)$ في محلوله عند حالة الاتزان ، اذا علمت ان $K_{SP}(AgCl) =$ 1.8×10^{-10} ، $\sqrt{1.8} = 1.34$. (ت / 2015)

ج/

1) نجد الذوبانية المولارية (S) من K_{SP}:

$$AgCl_{(S)} \rightleftharpoons Ag^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(ag)}$$
$$S \qquad S$$
$$K_{SP} = [Ag^{+}]\,[Cl^{-}] \quad \Rightarrow \quad K_{SP} = S^2$$
$$1.8 \times 10^{-10} = S^2$$
$$S = \sqrt{1.8 \times 10^{-10}} = 1.34 \times 10^{-5} mol/L$$

2) نجد الذوبانية الغرامية S من الذوبانية المولارية:

$$\text{الذوبانية المولارية } S(mol/L) = \frac{\text{الذوبانية الغرامية } (g/L)}{M(g/mol)}$$
$$1.34 \times 10^{-5} mol/L = \frac{\text{الذوبانية الغرامية } (g/L)}{143.5\ (g/mol)}$$
$$\text{الذوبانية الغرامية } (g/L) = 1.34 \times 10^{-5} \times 143.5 = 1.93 \times 10^{-3} g/L$$

11) احسب قيمة ثابت حاصل الاذابة K_{SP} لملح كبريتات الباريوم اذا علمت ان لتراً واحداً من محلوله المائي المشبع يحوي $(0.0025g)$ من ملح $BaSO_4$ الذائب $(M = 233 g/mol)$. (2015 / د 2)

ج/

1) نجد الذوبانية المولارية S من الذوبانية الغرامية:

$$\text{الذوبانية المولارية } S(mol/L) = \frac{\text{الذوبانية الغرامية } (g/L)}{M(g/mol)}$$
$$S(mol/L) = \frac{0.0025\ g/L}{233\ g/mol} = 1.1 \times 10^{-5} mol/L$$

2) نجد K_{SP} من الذوبانية المولارية S :

$$BaSO_{4(S)} \rightleftharpoons Ba^{+2}_{(aq)} + SO^{-2}_{4(aq)}$$
$$S \qquad S$$
$$K_{SP} = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}]$$
$$K_{SP} = S^2 = (1.1 \times 10^{-5})^2 = 1.2 \times 10^{-10}$$

12) احسب الذوبانية المولارية S والذوبانية بدلالة (g/L) لهيدروكسيد الخارصين $Zn(OH)_2$ اذا علمت ان $(M = 99.4g/mol)$ $K_{SP}(Zn(OH)_2) = 1.2 \times 10^{-17}$. $(\sqrt[3]{3} = 1.44)$ (1 د/ 2014) (3 د/ 2015) (ت / 2016)

ج/

1) نجد الذوبانية المولارية (S):

$$Zn(OH)_{2(S)} \rightleftharpoons Zn^{+2}_{(aq)} + 2OH^{-}_{(ag)}$$
$$S \qquad 2S$$
$$K_{SP} = [Zn^{+2}][OH^{-}]^2 = (S)(2S)^2$$
$$1.2 \times 10^{-17} = 4\,S^3 \qquad \Longrightarrow \qquad S^3 = 3 \times 10^{-18}$$
$$S = 1.44 \times 10^{-6}\ \text{M}$$

2) نجد الذوبانية الغرامية (g/L) :

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

$$1.44 \times 10^{-6} mol/L = \frac{\text{الذوبانية}\ (g/L)}{99.4\ (g/mol)}$$

$$(g/L)\ \text{الذوبانية الغرامية} = 1.44 \times 10^{-6} \times 99.4 = 1.43 \times 10^{-4} g/L$$

13) اذا علمت ان تركيز ايون الفلوريد F^- في محلول يساوي 2×10^{-2} M ، احسب ادنى تركيز من ايون الكالسيوم يكون لازماً وجوده في المحلول لبدء ترسب ملح فلوريد الكالسيوم CaF_2 ، $(K_{SP} = 4.9 \times 10^{-11})$. (2 د/ 2014)

ج/

بما ان قيمة K_{SP} ثابتة بثبوت درجة الحرارة لذلك فأن حاصل ضرب الايونات يجب ان يساوي قيمة K_{SP} وأن تركيز احد الايونات يمكن ايجاده اذا كان تركيز الايون الاخر معلوم وقيمة K_{SP} معلومة ايضاً وكالاتي:

$$CaF_{2(S)} \rightleftharpoons Ca^{2+}_{(aq)} + 2F^{-}_{(aq)}$$

$$K_{SP} = [Ca^{+2}][F^{-}]^2 \qquad \Longrightarrow \qquad 4.9 \times 10^{-11} = [Ca^{+2}][2 \times 10^{-2}]^2$$

$$[Ca^{+2}] = \frac{49 \times 10^{-12}}{4 \times 10^{-4}} = 1.23 \times 10^{-7}\ \ \text{M}$$

14) محلول حجمه لتر يحتوي $0.001\ mol$ من كل من ايونات Al^{3+} ، Fe^{3+} اضيفت اليه كمية من محلول $NaOH$ ، بين رياضياً ايهما يترسب اولاً $Al(OH)_3$ او $Fe(OH)_3$ ولماذا ؟ علماً بان: $\sqrt[3]{50} = 3.7$ ، $\sqrt[3]{0.35} = 0.7$ $K_{SP}(Al(OH)_3) = 3.5 \times 10^{-34}$ و $K_{SP}(Fe(OH)_3) = 5 \times 10^{-38}$. (3 د/ 2019)

ج/ كلا الملحين شحيح الذوبان وان اضافة $NaOH$ تؤدي الى ترسيب الملح الذي يحتاج كمية اقل من ايون الهيدروكسيد ، لذا فنجد تركيز OH^- لكلا الملحين وكالاتي:

$$Al(OH)_{3(S)} \rightleftharpoons Al^{+3}_{(aq)} + 3OH^-_{(ag)}$$
$$K_{SP} = [Al^{3+}][OH^-]^3$$
$$3.5 \times 10^{-34} = (0.001)[OH^-]^3$$
$$[OH^-]^3 = 350 \times 10^{-33}$$
$$[OH^-] = 7 \times 10^{-11}\ \text{M}$$

$$Fe(OH)_{3(S)} \rightleftharpoons Fe^{+3}_{(aq)} + 3OH^-_{(ag)}$$

$$K_{SP} = [Fe^{3+}][OH^-]^3$$
$$5 \times 10^{-38} = (0.001)[OH^-]^3$$
$$[OH^-]^3 = 50 \times 10^{-36}$$
$$[OH^-] = 3.7 \times 10^{-12}\ \text{M}$$

$Fe(OH)_3$ يترسب اولاً لان يحتاج تركيز اقل .

15) محلول حجمه لتر واحد يحتوي $0.001\ mol$ من كل من ايونات Mg^{2+} ، Zn^{2+} اضيفت اليه كمية من محلول $NaOH$ ، بين رياضياً ايهما يترسب اولاً $Mg(OH)_2$ او $Zn(OH)_2$ ولماذا ؟ علماً بان: $K_{SP}(Mg(OH)_2) = 1.8 \times 10^{-11}$ و $K_{SP}(Zn(OH)_2) = 1.2 \times 10^{-17}$. (1د/ 2025)

ج/ كلا الملحين شحيح الذوبان وان اضافة $NaOH$ تؤدي الى ترسيب الملح الذي يحتاج كمية اقل من ايون الهيدروكسيد ، لذا فنجد تركيز OH^- لكلا الملحين وكالاتي:

$$Mg(OH)_2 \rightleftharpoons Mg^{+2}_{(aq)} + 2OH^-_{(ag)}$$
$$K_{SP} = [Mg^{2+}][OH^-]^2$$
$$1.8 \times 10^{-11} = (0.001)[OH^-]^2$$
$$[OH^-]^2 = 1.8 \times 10^{-8}$$
$$[OH^-] = 1.3 \times 10^{-4}\ \text{M}$$

$$Zn(OH)_2 \rightleftharpoons Zn^{+2}_{(aq)} + 2OH^-_{(ag)}$$

$$K_{SP} = [Zn^{2+}][OH^-]^2$$
$$1.2 \times 10^{-17} = (0.001)[OH^-]^2$$
$$[OH^-]^2 = 1.2 \times 10^{-14}$$
$$[OH^-] = 1.1 \times 10^{-7}\ \text{M}$$

$Zn(OH)_2$ يترسب اولاً لان يحتاج تركيز اقل من $[OH^-]$.

16) ما هي اقل دالة حامضية (PH) لمحلول يحوي ايون الحديد (III) بتركيز يساوي 2×10^{-10} M ، والتي اذا تم الوصول اليها او تجاوزها يبدا بالظهور في المحلول ، علماً ان K_{SP} لهيدروكسيد الحديد (III) تساوي 5×10^{-38} ، $(\sqrt[3]{250}=6.3)$ $(log1.6=0.2)$ (2 د/ 2014)

ج/

1) نجد تركيز ايون OH^- :

$$Fe(OH)_{3(S)} \rightleftharpoons Fe^{+3}_{(aq)} + 3OH^-_{(aq)}$$

$$K_{SP}=[Fe^{+3}][OH^-]^3$$

$$5\times10^{-38}=(2\times10^{-10})[OH^-]^3$$

$$[OH^-]^3=250\times10^{-30}$$

$$[OH^-]=6.3\times10^{-10}\text{ M}$$ (وذلك بأخذ $\sqrt[3]{\ }$)

2) نجد تركيز ايون H^+ :

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

$$[H^+]\times6.3\times10^{-10}=1\times10^{-14}$$

$$[H^+]=\frac{1\times10^{-14}}{6.3\times10^{-10}}=1.6\times10^{-5}\text{ M}$$

3) نجد PH:

$$PH=-log[H^+]=-log1.6\times10^{-5}=-log1.6-log10^{-5}$$

$$PH=-0.2+5=4.8$$

17) ان تركيز ايون الكالسيوم $(M=40g/mol)$ في بلازما الدم يساوي $0.1g/L$ فاذا كان تركيز ايون الاوكزالات فيه يساوي 1×10^{-7} M ، هل تتوقع ان تترسب اوكزالات الكالسيوم CaC_2O_4 $(PK_{sp}=8.64)$ $(log2.3=0.36)$ (1 د/ 2013) (1 د/ 2015 – خاص) (ت / 2021 – K_{SP} معلوم)

ج/

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

$$\text{الذوبانية المولارية }(mol/L)=\frac{\text{الذوبانية الغرامية }(g/L)}{M(g/mol)}=\frac{0.1\ (g/L)}{40\ (g/mol)}=2.5\times10^{-3}\ mol/L$$

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

2) نجد K_{SP} من PK_{sp} :

$$K_{SP}=10^{-PK_{sp}}=10^{-8.64}=10^{-8.64+9-9}$$

$$K_{SP}=10^{0.36}\times10^{-9}=2.3\times10^{-9}$$

3) نجد Q_{SP} (حاصل الاذابة):

$$CaC_2O_{4(S)} \rightleftharpoons Ca^{+2}_{(aq)} + C_2O_4{}^{-2}_{(aq)}$$
$$2.5\times10^{-3}\ \text{M} \quad 1\times10^{-7}\ \text{M}$$

$$Q_{SP}=[Ca^{+2}][C_2O_4{}^{-2}]=(2.5\times10^{-3})(1\times10^{-7})=2.5\times10^{-10}$$

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

18) وجد ان تركيز ايون الكالسيوم $(M=40g/mol)$ في بلازما الدم يساوي $0.1g/L$ فاذا كان تركيز ايون الاوكزالات فيه يساوي 1×10^{-8} M ، هل تتوقع ان تترسب اوكزالات الكالسيوم CaC_2O_4 بين ذلك رياضياً . $K_{SP}=2.3\times10^{-9}$ (2022 /تكميلي د 2)

ج/

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

$$(S)=\frac{0.1\ (g/L)}{40\ (g/mol)}=2.5\times10^{-3}\ mol/L$$

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

2) نجد Q_{SP} (حاصل الاذابة):

$$CaC_2O_{4(S)} \rightleftharpoons Ca^{+2}_{(aq)} + C_2O_4{}^{-2}_{(aq)}$$
$$2.5\times10^{-3}\ \text{M} \quad 1\times10^{-8}\ \text{M}$$

$$Q_{SP}=[Ca^{+2}][C_2O_4{}^{-2}]=(2.5\times10^{-3})(1\times10^{-8})=2.5\times10^{-11}$$

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

19) محلول من نترات الفضة $AgNO_3$ تركيزه 0.01 M وحجمه $20ml$ اضيف الى $80ml$ من محلول 0.05 M كرومات البوتاسيوم (K_2CrO_4) بين هل تترسب كرومات الفضة ؟ علماً ان $K_{SP}(Ag_2CrO_4)=1.1\times10^{-10}$. (2018 /د 1) (2018 /د 2 – خ ق) (2018 /د 3)

ج/

1) نجد التراكيز المولارية لكلا المحلولين بعد المزج (M₂) من قانون التخفيف بعد ايجاد الحجم الكلي V_T :

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

- مولارية $AgNO_3$:

$$\text{M}_1\times V_1=\text{M}_2\times V_2$$
$$0.01\times20ml=\text{M}_2\times100ml$$
$$\text{M}_2=0.002mol/L=[Ag^+]$$ (لانه قوي)

- مولارية (K_2CrO_4) :

$$\text{M}_1\times V_1=\text{M}_2\times V_2$$
$$0.05\times80ml=\text{M}_2\times100ml$$
$$\text{M}_2=0.04mol/L=[CrO_4^{2-}]$$ (لانه قوي)

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

$$Ag_2CrO_{4(S)} \rightleftharpoons 2Ag^+_{(aq)} + CrO^{-2}_{4(aq)}$$
$$0.002\ \text{M} \qquad 0.04\ \text{M}$$
$$Q_{SP} = [Ag^+]^2[CrO_4^{-2}] = (0.002)^2 \times 0.04 = 1.6 \times 10^{-7}$$

3) نقارن Q_{SP} مع K_{SP} : بما ان $K_{SP} < Q_{SP}$

$1.1 \times 10^{-10} < 1.6 \times 10^{-7}$ اذن يحصل ترسيب (خلفي)

20) محلول من كرومات البوتاسيوم (K_2CrO_4) تركيزه 0.01 M وحجمه $80ml$ اضيف الى $20ml$ من محلول 0.05 M كلوريد الباريوم $BaCl_2$ بين هل تترسب كرومات الباريوم $BaCrO_4$ ، علماً ان الذوبانية المولارية في المحلول المائي المشبع تساوي 1.2×10^{-5} M . (2019 /د 1 – خ ق)

ج/

1) نجد K_{SP} من الذوبانية المولارية في المحلول المائي المشبع:

$$BaCrO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2}_{(aq)} + CrO^{-2}_{4(aq)}$$
$$S \qquad S$$
$$K_{SP} = [Ba^{+2}][CrO_4^{-2}]$$
$$K_{SP} = S^2 = (1.2 \times 10^{-5})^2 = 1.44 \times 10^{-10}$$

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

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

- مولارية $BaCl_2$:

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$
$$0.05 \times 20ml = M_2 \times 100ml$$
$$M_2 = 0.001 mol/L = [Ba^{+2}]$$ (لانه قوي)

- مولارية (K_2CrO_4) :

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$
$$0.01 \times 80ml = M_2 \times 100ml$$
$$M_2 = 0.008 mol/L = [CrO_4^{2-}]$$ (لانه قوي)

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

$$BaCrO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2}_{(aq)} + CrO^{-2}_{4(aq)}$$
$$0.001\ \text{M} \qquad 0.008\ \text{M}$$
$$Q_{SP} = [Ba^{+2}][CrO_4^{-2}] = 0.001 \times 0.008 = 8 \times 10^{-6}$$

4) نقارن Q_{SP} مع K_{SP} : بما ان $K_{SP} < Q_{SP}$

$1.44 \times 10^{-10} < 8 \times 10^{-6}$ اذن يحصل ترسيب (خلفي)

21) محلول من نترات الفضة $AgNO_3$ تركيزه 0.02 M وحجمه $25ml$ اضيف الى $75ml$ من محلول 0.04 M كرومات البوتاسيوم (K_2CrO_4) بين هل تترسب كرومات الفضة ؟ علماً ان ثابت حاصل الاذابة لـ (Ag_2CrO_4) يساوي 1.1×10^{-10} . (2021 / د2)

ج/

$$V_T = 25ml + 75ml = 100ml$$

- مولارية $AgNO_3$:

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$
$$0.02 \times 25ml = M_2 \times 100ml$$
$$M_2 = 0.005 mol/L = [Ag^+]$$ (لانه قوي)

- مولارية (K_2CrO_4) :

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$
$$0.04 \times 75ml = M_2 \times 100ml$$
$$M_2 = 0.03 mol/L = [CrO_4^{2-}]$$ (لانه قوي)

$$Ag_2CrO_{4(S)} \rightleftharpoons 2Ag^+_{(aq)} + CrO^{-2}_{4(aq)}$$
$$0.005\ M \qquad 0.03\ M$$

$$Q_{SP} = [Ag^+]^2[CrO_4^{-2}] = (0.005)^2 \times 0.03 = 7.5 \times 10^{-7}$$

نقارن Q_{SP} مع K_{SP} : بما ان $K_{SP} < Q_{SP}$

$$1.1 \times 10^{-10} < 7.5 \times 10^{-7}$$

اذن يحصل ترسيب (خلفي)

22) مزج $80ml$ من محلول 2×10^{-6} M من نترات الباريوم $Ba(NO_3)_2$ مع $20ml$ من محلول 5×10^{-5} M كبريتات الصوديوم Na_2SO_4 هل يحصل ترسيب ام لا لكبريتات الباريوم $BaSO_4$ ، علماً ان الذوبانية المولارية لـ $BaSO_4$ في المحلول المائي المشبع تساوي تقريباً 1×10^{-5} M ، بين ذلك حسابياً . (2018 /د3)

ج/

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

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$
$$2 \times 10^{-6} \times 80ml = M_2 \times 100ml$$
$$M_2 = 1.6 \times 10^{-6} mol/L$$

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$
$$5 \times 10^{-5} \times 20ml = M_2 \times 100ml$$
$$M_2 = 1 \times 10^{-5} mol/L$$

$$Ba(NO_3)_2 \longrightarrow Ba^{+2} + 2NO_3^{-2}$$
$$1.6 \times 10^{-6} \qquad 1.6 \times 10^{-6} \qquad 3.2 \times 10^{-6}$$

$$Na_2SO_4 \longrightarrow 2Na^+ + SO_4^{2-}$$
$$1 \times 10^{-5} \qquad 2 \times 10^{-5} \qquad 1 \times 10^{-5}$$

$$BaSO_{4(S)} \rightleftharpoons Ba^{+2}_{(aq)} + SO^{-2}_{4(aq)}$$
$$1.6 \times 10^{-6} \qquad 1 \times 10^{-5}$$

$$Q_{SP} = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}]$$
$$Q_{SP} = 1.6 \times 10^{-6} \times 1 \times 10^{-5}$$
$$Q_{SP} = 1.6 \times 10^{-11}$$

$$BaSO_{4(S)} \rightleftharpoons Ba^{+2}_{(aq)} + SO^{-2}_{4(aq)}$$
$$S \qquad S$$
$$K_{SP} = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}]$$
$$K_{SP} = S^2 = (1 \times 10^{-5})^2 = 1 \times 10^{-10}$$

بما ان $K_{SP} > Q_{SP}$

$$1 \times 10^{-10} > 1.6 \times 10^{-11}$$

اذن لا يحصل ترسيب لانه امامي .

23) محلول من كرومات البوتاسيوم (K_2CrO_4) تركيزه 0.05 M وحجمه $80ml$ اضيف الى $20ml$ من محلول 0.02 M كلوريد الباريوم $BaCl_2$ بين هل تترسب كرومات الباريوم $BaCrO_4$ ، علماً ان $K_{SP}(BaCrO_4) = 1.2 \times 10^{-10}$. (2 د/ 2025)

ج/

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

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

- مولارية $BaCl_2$:

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$
$$0.02 \times 20ml = M_2 \times 100ml$$
$$M_2 = 0.004 mol/L = [Ba^{+2}]$$ (لانه قوي)

- مولارية (K_2CrO_4) :

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$
$$0.05 \times 80ml = M_2 \times 100ml$$
$$M_2 = 0.04 mol/L = [CrO_4^{2-}]$$ (لانه قوي)

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

$$BaCrO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2}_{(aq)} + CrO^{-2}_{4(aq)}$$
$$0.004 \text{ M} \qquad 0.04 \text{ M}$$
$$Q_{SP} = [Ba^{+2}][CrO_4^{-2}] = 0.004 \times 0.04 = 1.6 \times 10^{-4}$$

4) نقارن Q_{SP} مع K_{SP} : بما ان $K_{SP} < Q_{SP}$

$$1.2 \times 10^{-10} < 1.6 \times 10^{-4}$$ اذن يحصل ترسيب (خلفي)

24) اذا علمت ان ذوبانية المولارية لكبريتات الباريوم $BaSO_4$ في محلولها المشبع تساوي 1×10^{-5} ، هل تتوقع ان تترسب كبريتات الباريوم في محلول يحتوي على $[Ba^{+2}] = 0.01$ M و $[SO_4^{2-}] = 0.0002$ M وضح ذلك . (2015 د1 – خ ق)

ج/
$$BaSO_{4(S)} \rightleftharpoons Ba^{+2}_{(aq)} + SO^{-2}_{4(aq)}$$
$$S \qquad S$$
$$K_{SP} = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}]$$
$$K_{SP} = S^2 = (1 \times 10^{-5})^2 = 1 \times 10^{-10}$$

$$BaSO_{4(S)} \rightleftharpoons Ba^{+2}_{(aq)} + SO^{-2}_{4(aq)}$$
$$0.01 \qquad 0.0002$$
$$Q_{SP} = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}]$$
$$Q_{SP} = (0.01)(0.0002) = 2 \times 10^{-6}$$

بما ان $K_{SP} < Q_{SP}$

$1 \times 10^{-10} < 2 \times 10^{-6}$ اذن يحصل ترسيب (خلفي) .

25) احسب الذوبانية المولارية (mol/L) لملح كبريتات الفضة Ag_2SO_4 و $PK_{SP} = 4.9$ في أ) الماء النقي (ب) محلول 0.15 M كبريتات البوتاسيوم K_2SO_4 . $log1.2 = 0.08$ ، $\sqrt[3]{3} = 1.4$ ، $\sqrt{0.2} = 0.44$. (2014 / ت)

ج/

(أ) نجد الذوبانية في الماء النقي (S):
$$K_{SP} = 10^{-PK_{sp}} = 10^{-4.92} = 10^{-4.92+5-5}$$
$$K_{SP} = 10^{0.08} \times 10^{-5} = 1.2 \times 10^{-5}$$
$$Ag_2SO_{4(S)} \rightleftharpoons 2Ag^{+}_{(aq)} + SO^{-2}_{4(aq)}$$
$$2S \qquad S$$
$$K_{SP} = [Ag^+]^2][SO_4^{-2}] \quad \Rightarrow \quad 1.2 \times 10^{-5} = (2S)^2(S)$$
$$4S^3 = 1.2 \times 10^{-5} \quad \Rightarrow \quad S^3 = 3 \times 10^{-6}$$
$$S = \sqrt[3]{3 \times 10^{-6}} = 1.4 \times 10^{-2}\ mol/L$$

(ب) نجد الذوبانية في محلول الايون المشترك (y) :
$$Ag_2SO_{4(S)} \rightleftharpoons 2Ag^{+}_{(aq)} + SO^{-2}_{4(aq)}$$
$$2y \qquad y$$

	$K_2SO_{4(aq)} \longrightarrow$	$2K^{+}_{(aq)}$ +	$SO^{2-}_{4(aq)}$
تراكيز ابتدائية	0.15	0	0
تراكيز نهائية	0	0.3	0.15

$$K_{SP} = [Ag^+]^2[SO_4^{-2}]$$ تهمل

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

$$y^2 = 0.2 \times 10^{-4} \Rightarrow y = 0.44 \times 10^{-2} mol/L$$

26) احسب الذوبانية المولارية (mol/L) والذوبانية بدلالة (g/L) لملح كبريتات الفضة Ag_2SO_4 في $(K_{SP} = 1.2 \times 10^{-5})$ و $(M = 314 g/mol)$ في (أ) الماء النقي (ب) محلول 0.12 M كبريتات البوتاسيوم K_2SO_4 . $\sqrt[3]{3} = 1.44$. (1 د/ 2022)

ج/

(أ) نجد الذوبانية في الماء النقي (S):

$$Ag_2SO_{4(S)} \rightleftharpoons 2Ag^+_{(aq)} + SO^{-2}_{4(aq)}$$

$$2S \qquad S$$

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

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

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

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

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

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

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

$$Ag_2SO_{4(S)} \rightleftharpoons 2Ag^+_{(aq)} + SO^{-2}_{4(aq)}$$

$$2y \qquad y$$

	$K_2SO_{4(aq)} \longrightarrow$	$2K^+_{(aq)}$ +	$SO^{2-}_{4(aq)}$
تراكيز ابتدائية	0.12	0	0
تراكيز نهائية	0	0.24	0.12

$$K_{SP} = [Ag^+]^2[SO_4^{-2}]$$ تهمل

$$1.2 \times 10^{-5} = (2y)^2(y + 0.12) \Rightarrow 4y^2 = \frac{1.2 \times 10^{-5}}{0.12}$$

$$y^2 = 25 \times 10^{-6} \Rightarrow y = 5 \times 10^{-3} mol/L$$

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

(g/L) الذوبانية الغرامية $= 5 \times 10^{-3} mol/L \times 314\ (g/mol) = 1.75 g/L$

27) ما هي الذوبانية المولارية في المحلول المشبع لملح كبريتات الرصاص $PbSO_4$ وما ذوبانيته بعد اضافة $2ml$ من 5 M من H_2SO_4 الى لتر من المحلول اذا علمت ان ثابت حاصل الذوبان لهذا الملح $K_{SP} = 1.6 \times 10^{-8}$ ، $\sqrt{1.6} = 1.26$.

(3 د/ 2017)

ج/

1) نجد الذوبانية S بالمحلول المشبع:

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

$$S \qquad S$$

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

$$1.6 \times 10^{-8} = S^2$$

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

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

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

$$5\ M \times 2ml \times \frac{1L}{1000ml} = M_2 \times 1L$$

$$M_2 = 0.01 mol/L$$

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

$$y \qquad y$$

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

	H_2SO_4	$2H^+$	SO_4^{2-}
تراكيز ابتدائية	0.01	0	0
تراكيز نهائية	0	0.02	0.01

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

تهمل

$$1.6 \times 10^{-8} = (y)\ (y + 0.01) \Rightarrow y = 1.6 \times 10^{-6}\ mol/L$$

28) ما هي الذوبانية المولارية في المحلول المشبع لملح كبريتات الرصاص $PbSO_4$ وما ذوبانيته بعد اضافة $2ml$ من 5 M من H_2SO_4 الى لتر من المحلول المشبع اذا علمت ان ثابت حاصل الذوبان لهذا الملح $K_{SP} = 1.6 \times 10^{-8}$ ، ثم بين هل يحصل ترسيب $PbSO_4$ في محلول مائي يحتوي $[Pb^{+2}]$ بتركيز 0.01 M و $[SO_4^{-2}]$ بتركيز 0.1 M ، علماً ان $\sqrt{1.6} = 1.26$.

(1 د/ 2023)

(2025 ت/ اعد المطلب الاخير)

ج/

1) نجد الذوبانية S بالمحلول المشبع:

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

$$S \qquad S$$

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

$$1.6 \times 10^{-8} = S^2$$

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

2) نجد الذوبانية في محلول الايون المشترك (y) :

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

$$5\ M \times 2ml \times \frac{1L}{1000ml} = M_2 \times 1L$$

$$M_2 = 0.01 mol/L$$

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

$$y \qquad y$$

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

تراكيز ابتدائية	0.01	0	0
تراكيز نهائية	0	0.02	0.01

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

$$1.6 \times 10^{-8} = (y)\ (y + 0.01) \quad \Rightarrow \quad y = 1.6 \times 10^{-6}\ mol/L$$

3) نجد حاصل الذوبان Q_{SP} :

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

$$0.01\ M \qquad 0.1\ M$$

$$Q_{SP} = [Pb^{+2}][SO_4^{-2}] = 0.01 \times 0.1 = 0.001 = 10^{-3}$$

بما ان $K_{SP} < Q_{SP}$

$1.6 \times 10^{-8} < 10^{-3}$ اذن يحصل ترسيب (خلفي)

29) ما هي الذوبانية المولارية في المحلول المشبع لملح كبريتات الرصاص $PbSO_4$ وما ذوبانيته بعد اضافة $1ml$ من 10 M من Na_2SO_4 الى لتر من المحلول اذا علمت ان ثابت حاصل الذوبان لهذا الملح $K_{SP} = 1.6 \times 10^{-8}$ ، $\sqrt{1.6} = 1.26$. (1 د/ 2016)

ج/

1) نجد الذوبانية S بالمحلول المشبع:

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

$$S \qquad S$$

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

$$1.6 \times 10^{-8} = S^2$$

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

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

(قبل الاضافة Na_2SO_4) $M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$ (بعد الاضافة Na_2SO_4)

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

$$M_2 = 0.01 mol/L$$

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

$$Na_2SO_{4(aq)} \longrightarrow 2Na^{+}_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)}$$

تراكيز ابتدائية	0.01	0	0
تراكيز نهائية	0	0.02	0.01

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

$$1.6 \times 10^{-8} = (y)\ (y + 0.01) \quad \Rightarrow \quad y = 1.6 \times 10^{-6}\ mol/L$$

30) ما ذوبانية $BaSO_4$ في محلول مشبع منه علماً بأن $K_{SP} = 1.6 \times 10^{-10}$ ، وما ذوبانيته بعد اضافة $1ml$ من H_2SO_4 تركيزه 10 M الى لتر من المحلول المشبع منه .
$\sqrt{1.6} = 1.26$. (2017 / ت) (2018 / د 2)

ج/

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

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

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

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

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

$$M_2 = 0.01 mol/L$$

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

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

تراكيز ابتدائية	0.01	0	0
تراكيز نهائية	0	0.02	0.01

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

$$1.6 \times 10^{-10} = (y)\ (y + 0.01) \quad \Rightarrow \quad y = 1.6 \times 10^{-8}$$

31) احسب الذوبانية المولارية (mol/L) والذوبانية الغرامية (g/L) لـ (كبريتات الباريوم) في محلولها المشبع $(M = 233 g/mol)$ علماً بأن $K_{SP} = 1.6 \times 10^{-10}$ ، وما ذوبانيته بعد اضافة $1ml$ من H_2SO_4 تركيزه 10 M الى لتر من المحلول المشبع منه ، $\sqrt{1.6} = 1.26$.
(2017 / د 1)

ج/

$$BaSO_{4(S)} \rightleftharpoons Ba^{+2}_{(aq)} + SO^{-2}_{4(aq)}$$
$$S \qquad S$$
$$K_{SP} = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}] \quad \Rightarrow \quad K_{SP} = S^2$$
$$1.6 \times 10^{-10} = S^2 \quad \Rightarrow \quad S = \sqrt{1.6 \times 10^{-10}} = 1.26 \times 10^{-5} mol/L$$

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

$$1.26 \times 10^{-5} = \frac{\text{الذوبانية الغرامية } (g/L)}{233\ (g/mol)}$$

$$(g/L) \text{ الذوبانيةالغرامية } = 1.26 \times 10^{-5} \times 233 = 2.9358 \times 10^{-3} g/L$$

$$(\text{قبل الاضافة } H_2SO_4) \quad M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2 \quad (\text{بعد الاضافة } H_2SO_4)$$
$$10\ M \times 1ml \times \frac{1L}{1000ml} = M_2 \times 1L$$
$$M_2 = 0.01 mol/L$$

$$BaSO_{4(S)} \rightleftharpoons Ba^{+2}_{(aq)} + SO^{-2}_{4(aq)}$$
$$y \qquad y$$
$$H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow 2H^{+}_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)}$$

تراكيز ابتدائية	0.01	0	0
تراكيز نهائية	0	0.02	0.01

$$K_{SP} = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}]$$ تهمل
$$1.6 \times 10^{-10} = (y)\ (y + 0.01) \quad \Rightarrow \quad y = 1.6 \times 10^{-8} \ mol/L$$

32) اذا علمت ان ذوبانية $BaSO_4$ في محلولها المائي المشبع منه علماً بأن 1.265×10^{-5} M ، احسب ذوبانيته بعد اضافة $1ml$ من H_2SO_4 تركيزه 10 M الى لتر من المحلول المشبع منه .

(2020 د 1)

ج/

$$BaSO_{4(S)} \rightleftharpoons Ba^{+2}_{(aq)} + SO^{-2}_{4(aq)}$$
$$S \qquad S$$
$$K_{SP} = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}] \quad \Rightarrow \quad K_{SP} = S^2$$
$$K_{SP} = (1.265 \times 10^{-5})^2$$
$$K_{SP} = 1.6 \times 10^{-10}$$

$$(\text{قبل الاضافة } H_2SO_4) \quad M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2 \quad (\text{بعد الاضافة } H_2SO_4)$$
$$10\ M \times 1ml \times \frac{1L}{1000ml} = M_2 \times 1L$$
$$M_2 = 0.01 mol/L$$

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

	$H_2SO_{4(aq)}$	$\longrightarrow 2H^+_{(aq)}$	$+ SO^{2-}_{4(aq)}$
تراكيز ابتدائية	0.01	0	0
تراكيز نهائية	0	0.02	0.01

$$K_{SP} = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}]$$ تهمل
$$1.6 \times 10^{-10} = (y)\ (y + 0.01) \quad \Rightarrow \quad y = 1.6 \times 10^{-8}\ mol/L$$

33) اذا علمت ان ذوبانية $AgCl$ في محلولها المائي المشبع منه علماً بأن 1.34×10^{-5} M ، احسب ذوبانيته بعد اضافة $1ml$ من H_2SO_4 تركيزه 10 M الى لتر من المحلول المشبع منه .

(2021 / د 2 – تكميلي)

ج/

$$AgI_{(S)} \rightleftharpoons Ag^+_{(aq)} + Cl^-_{(ag)}$$
$$\quad S \qquad S$$

$$K_{SP} = [Ag^+][Cl^-] \quad \Rightarrow \quad K_{SP} = S^2$$
$$K_{SP} = (1.34 \times 10^{-5})^2$$
$$K_{SP} = 1.8 \times 10^{-10}$$

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

$$AgI_{(S)} \rightleftharpoons Ag^+_{(aq)} + Cl^-_{(ag)}$$
$$\quad y \qquad y$$

	$H_2SO_{4(aq)}$	$\longrightarrow 2H^+_{(aq)}$	$+ SO^{2-}_{4(aq)}$
تراكيز ابتدائية	0.01	0	0
تراكيز نهائية	0	0.02	0.01

$$K_{SP} = [Ag^+][Cl^-$$ تهمل
$$1.8 \times 10^{-10} = (y)\ (y + 0.01) \quad \Rightarrow \quad y = 1.8 \times 10^{-8}$$

34) احسب K_{SP} لملح كرومات الباريوم $BaCrO_4$ اذا كانت الذوبانية لمحلوله المشبع $1.1 \times 10^{-5}\ mol/L$.

(2017 / د 1 – موصل)

ج/

$$BaCrO_{4(S)} \rightleftharpoons Ba^{+2}_{(aq)} + CrO^{-2}_{4(ag)}$$
$$\quad s \qquad s$$
$$K_{SP} = [Ba^{+2}][CrO_4^{-2}]$$
$$K_{SP} = S^2 = (1.1 \times 10^{-5})^2 = 1.2 \times 10^{-10}$$

35) ما هي الذوبانية المولارية والذوبانية الغرامية بدلالة g/L ملح كرومات الباريوم $BaCrO_4$ $(M = 253g/mol)$ في محلول يكون فيه تركيز كلوريد الباريوم $BaCl_2$ يساوي 0.1 M ؟ اذا علمت ان $K_{SP}(BaCrO_4) = 1.2 \times 10^{-10}$. (2 د/ 2024)

ج/

$$BaCrO_{4(S)} \rightleftharpoons Ba^{+2}_{(aq)} + CrO^{-2}_{4(ag)}$$
$$\qquad\qquad y \qquad\quad y$$

$$BaCl_{2(S)} \longrightarrow Ba^{+2}_{(aq)} + 2Cl^{-}_{(ag)}$$
$$0.1 \qquad 0 \qquad 0$$
$$0 \qquad 0.1 \qquad 2(0.1)$$

$$K_{SP} = [Ba^{+2}][CrO_4^{-2}]$$ تهمل

$$1.2 \times 10^{-10} = (y + 0.1)(y)$$
$$y = 1.2 \times 10^{-9} mol/L$$

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

$$(g/L) \text{ الذوبانيةالغرامية } = 1.2 \times 10^{-9} \times 253 = 303.6 \times 10^{-3} g/L$$

36) اذا علمت ان ذوبانية ملح كرومات الباريوم $BaCrO_4$ تساوي 1.2×10^{-8} M في محلول يكون فيه تركيز كلوريد الباريوم $BaCl_2$ يساوي 0.01 M ، احسب ذوبانيته في محلوله المائي المشبع ؟ $\sqrt{1.2} = 1.1$. (2 د/ 2017)

ج/

1) نجد K_{SP} :

$$BaCrO_{4(S)} \rightleftharpoons Ba^{+2}_{(aq)} + CrO^{-2}_{4(ag)}$$
$$\qquad\qquad y \qquad\quad y$$

$$BaCl_{2(S)} \longrightarrow Ba^{+2}_{(aq)} + 2Cl^{-}_{(ag)}$$
$$0.01 \qquad 0 \qquad 0$$
$$0 \qquad 0.01 \qquad 2(0.01)$$

$$K_{SP} = [Ba^{+2}][CrO_4^{-2}]$$
$$K_{SP} = (y + 0.01)(y)$$

$$K_{SP} = (0.01)(1.2 \times 10^{-8})$$
$$K_{SP} = 1.2 \times 10^{-10}$$

2) نجد الذوبانية S بالمحلول المشبع:

$$BaCrO_{4(S)} \rightleftharpoons Ba^{+2}_{(aq)} + CrO^{-2}_{4(ag)}$$
$$\qquad\qquad s \qquad\quad s$$

$$K_{SP} = [Ba^{+2}][CrO_4^{-2}]$$

$$1.2 \times 10^{-10} = S^2 \quad \Rightarrow \quad S = \sqrt{1.2 \times 10^{-10}} = 1.1 \times 10^{-5}\ mol/L$$

37) اذا علمت ان الذوبانية المولارية لكرومات الباريوم $(BaCrO_4)$ في محلوله المائي المشبع تساوي 1.2×10^{-5} M ما عدد مولات كرومات البوتاسيوم (K_2CrO_4) التي يجب اضافتها الى لتر من المحلول لجعل تركيز ايونات الباريوم 1.44×10^{-8} M ؟ (3 د/ 2014)

ج/

1) نجد K_{SP} من الذوبانية S بالمحلول المشبع:

$$BaCrO_{4(S)} \rightleftharpoons Ba^{+2}_{(aq)} + CrO^{-2}_{4(ag)}$$
$$s \qquad s$$

$$K_{SP} = [Ba^{+2}][CrO_4^{-2}]$$

$$K_{SP} = S^2 = (1.2 \times 10^{-5})^2 = 1.44 \times 10^{-10}$$

2) نجد مولات القوي المضاف:

$$BaCrO_{4(S)} \rightleftharpoons Ba^{+2}_{(aq)} + CrO^{-2}_{4(ag)}$$
$$y \qquad y$$
$$1.44 \times 10^{-8} \qquad 1.44 \times 10^{-8}$$

$$K_2CrO_4 \longrightarrow 2K^+ + CrO^{-2}_{4(ag)}$$
$$x \qquad 0 \qquad 0$$
$$0 \qquad 2x \qquad x$$

$K_{SP} = [Ba^{+2}][CrO_4^{-2}]$ تهمل

$$K_{SP} = (y)(y + x)$$

$$1.44 \times 10^{-10} = (1.44 \times 10^{-8})(x)$$

$$x = 0.01\ mol$$

وهو يمثل عدد مولات كرومات البوتاسيوم (K_2CrO_4) لان الحجم لتر واحد .

38) اذا علمت ان الذوبانية المولارية لكرومات الباريوم $BaCrO_4$ في محلوله المائي المشبع تساوي M 1.1×10^{-5}، احسب ذوبانيته في محلول يكون فيه تركيز كلوريد الباريوم $BaCl_2$ يساوي M 0.1 ؟ (3 د/ 2020) (2د/2016)

ج/

$$BaCrO_{4(S)} \rightleftharpoons Ba^{+2}_{(aq)} + CrO^{-2}_{4(ag)}$$
$$s \qquad s$$

$$K_{SP} = [Ba^{+2}][CrO_4^{-2}]$$

$$K_{SP} = S^2 = (1.1 \times 10^{-5})^2 = 1.21 \times 10^{-10}$$

$$BaCrO_{4(S)} \rightleftharpoons Ba^{+2}_{(aq)} + CrO^{-2}_{4(ag)}$$
$$y \qquad y$$

$$BaCl_{2(S)} \longrightarrow Ba^{+2}_{(aq)} + 2Cl^{-}_{(ag)}$$
$$0.1 \qquad 0 \qquad 0$$
$$0 \qquad 0.1 \qquad 2(0.1)$$

$K_{SP} = [Ba^{+2}][CrO_4^{-2}]$ تهمل

$1.21 \times 10^{-10} = (y + 0.1)(y)$

$y = 1.21 \times 10^{-9} mol/L$

39) اذا كانت الذوبانية لـ AgI تساوي $0.00235\ g/L$ (كتلته المولية $235\ g/mol$) ، احسب تركيز ملح يوديد الصوديوم NaI الواجب اضافته لجعل الذوبانية المولارية تساوي $(1 \times 10^{-7}\ mol/l)$
(3 د/ 2016)

ج/

1) نجد الذوبانية المولارية S من الذوبانية الغرامية:

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

$$S(mol/L) = \frac{0.00235\ g/L}{235\ g/mol} = 1 \times 10^{-5}\ mol/L$$

2) نجد K_{SP} من الذوبانية S:

$$AgI_{(S)} \rightleftharpoons Ag^+_{(aq)} + I^-_{(ag)}$$
$$\quad\quad s \quad\quad s$$

$$K_{SP} = [Ag^+][I^-]$$

$$K_{SP} = S^2 = (1 \times 10^{-5})^2 = 1 \times 10^{-10}$$

3) نجد تركيز القوي المضاف:

$$AgI_{(S)} \rightleftharpoons Ag^+_{(aq)} + I^-_{(ag)}$$
$$\quad y \quad\quad y$$
$$1 \times 10^{-7} \quad 1 \times 10^{-7}$$

$$NaI_{(S)} \longrightarrow Na^+_{(aq)} + I^-_{(ag)}$$
$$x \quad\quad 0 \quad\quad 0$$
$$0 \quad\quad x \quad\quad x$$

$$K_{SP} = [Ag^+][I^-]$$
$$K_{SP} = (y)(y + x)$$

$$1 \times 10^{-10} = (1 \times 10^{-7})(x)$$
$$x = 1 \times 10^{-3}\ mol/l$$

40) ذوبانية $PbSO_4$ في محلوله المشبع 1×10^{-4} M ، كم مليلتر من حامض الكبريتيك بتركيز 10 M يجب اضافته الى لتر من المحلول لجعل ذوبانيته 10^{-6} M .
(ت / 2015) (خ ق–1د/ 2018)

ج/

$$BaCrO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2}_{(aq)} + SO^{-2}_{4(aq)}$$
$$\quad S \quad\quad S$$

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

$$K_{SP} = S^2 = (1\times10^{-4})^2 = 1\times10^{-8}$$

$$PbSO_{4(S)} \rightleftharpoons Pb^{+2}_{(aq)} + SO^{-2}_{4(aq)}$$
$$\qquad\qquad 10^{-6} \qquad 10^{-6}$$

$$H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow 2H^{+}_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)}$$
$$x \qquad 0 \qquad 0$$
$$0 \qquad 2x \qquad x$$

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

تهمل

$$1\times10^{-8} = (10^{-6})\ (10^{-6}+x)$$
$$x = 10^{-2} = [SO_4^{-2}] = [H_2SO_4]$$

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

$$10\ M\times V_1 = 10^{-2}\times 1L$$
$$V_1 = 1ml$$

41) ما هي الذوبانية المولارية لملح يودات الباريوم $Ba(IO_3)_2$ $(K_{SP} = 1.57\times10^{-9})$ (أ) في الماء النقي (ب) في محلول يودات البوتاسيوم KIO_3 بتركيز $0.02mol/L$ ثم قارن النتائج . $(\sqrt[3]{0.4} = 0.73)$.

(1 د/ 2015)

ج/

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

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

$$1.57\times10^{-9} = 4S^3 \Rightarrow S^3 = 0.4\times10^{-9}$$

$$S = \sqrt[3]{0.4\times10^{-9}} = 7.3\times10^{-4}\ mol/L$$

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

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

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

تهمل لانها صغيرة جداً

$$1.57\times10^{-9} = (y)(2y+0.02)^2$$

$$1.57\times10^{-9} = (y)(0.02)^2$$

$$y = \frac{1.57\times10^{-9}}{4\times10^{-4}} = 3.9\times10^{-6}\ mol/L$$

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

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

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

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

(2014 /د2–خاص) (2016 /د1–خ ق) (2017 /د2)

ج/

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

$$MgF_{2(S)} \rightleftharpoons Mg^{2+}_{(aq)} + 2F^{-}_{(aq)}$$

$$S \qquad 2S$$

$$K_{SP} = [Mg^{+2}][F^{-}]^2 \quad \Longrightarrow \quad 6.5 \times 10^{-9} = (S)(2S)^2$$

$$4S^3 = 6.5 \times 10^{-9} \quad \Longrightarrow \quad S^3 = 1.63 \times 10^{-9}$$

$$S = \sqrt[3]{1.63 \times 10^{-9}} = 1.18 \times 10^{-3}\, mol/L$$

(ب) الذوبانية بوجود الايون المشترك:

$$MgF_{2(S)} \rightleftharpoons Mg^{2+}_{(aq)} + 2F^{-}_{(aq)}$$

$$y \qquad 2y$$

$$NaF_{(S)} \longrightarrow Na^{+}_{(aq)} + F^{-}_{(ag)}$$

0.1	0	0
0	0.1	0.1

تهمل لانها صغيرة جداً

$$K_{SP} = [Mg^{+2}][F^{-}]^2 \quad \Longrightarrow \quad 6.5 \times 10^{-9} = (y)(2y + 0.1)^2$$

$$y = 6.5 \times 10^{-7}\, mol/L$$

المقارنة:

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

$$1810 = \frac{1.18 \times 10^{-3}}{6.5 \times 10^{-7}} = \frac{\text{الذوبانية المولارية في الماء النقي } (S)}{\text{الذوبانية المولارية بوجود الايون المشترك } (y)}$$

43) اذا علمت ان الذوبانية المولارية لهذا الملح في الماء النقي هي 1.18×10^{-3} احسب الذوبانية المولارية لهذا الملح في محلول فلوريد الصوديوم NaF تركيزه $0.1mol/L$. (2015 /د 1- خ ق)

ج/

$$MgF_{2(S)} \rightleftharpoons Mg^{2+}_{(aq)} + 2F^{-}_{(aq)}$$
$$S \qquad 2S$$

$$K_{SP} = [Mg^{+2}][F^{-}]^2 \Rightarrow K_{SP} = (S)(2S)^2$$
$$K_{SP} = 4S^3 \Rightarrow K_{SP} = 4(1.18 \times 10^{-3})^3$$
$$K_{SP} = 6.57 \times 10^{-9}$$

$$MgF_{2(S)} \rightleftharpoons Mg^{2+}_{(aq)} + 2F^{-}_{(aq)}$$
$$y \qquad 2y$$
$$NaF_{(S)} \longrightarrow Na^{+}_{(aq)} + F^{-}_{(ag)}$$
$$0.1 \qquad 0 \qquad 0$$
$$0 \qquad 0.1 \qquad 0.1$$
تهمل

$$K_{SP} = [Mg^{+2}][F^{-}]^2 \Rightarrow 6.57 \times 10^{-9} = (y)(2y + 0.1)^2$$
$$y = 6.57 \times 10^{-7}\ mol/L$$

44) اذا علمت ان لتراً واحداً من المحلول المشبع لكرومات الفضة Ag_2CrO_4 $(M = 332g/mol)$ يحوي $(0.0216g)$ من الملح ، 1) احسب ثابت حاصل الاذابة لهذا الملح .
2) هل يحصل ترسيب ام لا للملح في محلول يحتوي على نترات الفضة $AgNO_3$ بتركيز 0.002 M بتركيز 0.04 M كرومات البوتاسيوم K_2CrO_4 . (2022 /د 2)

ج/

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

$$S(mol/L)\ \text{الذوبانية المولارية} = \frac{0.0215\ g/L}{332\ g/mol} = 6.5 \times 10^{-5}\ mol/L$$

$$Ag_2CrO_{4(S)} \rightleftharpoons 2Ag^{+}_{(aq)} + CrO^{-2}_{4(ag)}$$
$$2S \qquad S$$
$$K_{SP} = [Ag^{+}]^2[CrO_4^{-2}] = (2S)^2(S) = 4S^3$$
$$K_{SP} = 4(6.5 \times 10^{-5})^3 = 1.1 \times 10^{-12}$$

$$Ag_2CrO_{4(S)} \rightleftharpoons 2Ag^{+}_{(aq)} + CrO^{-2}_{4(aq)}$$
$$0.002\ \text{M} \qquad 0.04\ \text{M}$$
$$Q_{SP} = [Ag^{+}]^2[CrO_4^{-2}] = (0.002)^2 \times 0.04 = 1.6 \times 10^{-7}$$

بما ان
$$K_{SP} < Q_{SP}$$
$$1.1 \times 10^{-12} < 1.6 \times 10^{-7}$$

اذن يحصل ترسيب (خلفي) .

45) اذا علمت ان لترأ واحداً من المحلول المشبع لكرومات الفضة Ag_2CrO_4 $(M = 332g/mol)$ يحوي $(0.0216g)$ من الملح ، 1) احسب K_{SP} .
2) هل تترسب Ag_2CrO_4 في محلول يحتوي على ايونات Ag^+ و CrO_4^{-2} كلا منها بتركيز M 0.001 ؟ ولماذا ؟ (2023 د/ 2)

ج/

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

$$S(mol/L) \text{ الذوبانية المولارية} = \frac{0.0215\ g/L}{332\ g/mol} = 6.5\ \times 10^{-5}\ mol/L$$

$$Ag_2CrO_{4(S)} \rightleftharpoons 2Ag^+_{(aq)} + CrO^{-2}_{4(aq)}$$
$$2S \qquad S$$

$$K_{SP} = [Ag^+]^2[CrO_4^{-2}] = (2S)^2(S) = 4S^3$$
$$K_{SP} = 4(6.5\ \times 10^{-5})^3 = 1.1\ \times 10^{-12}$$

$$Ag_2CrO_{4(S)} \rightleftharpoons 2Ag^+_{(aq)} + CrO^{-2}_{4(aq)}$$
$$0.002\ M \qquad 0.04\ M$$

$$Q_{SP} = [Ag^+]^2[CrO_4^{-2}] = (0.001)^2\ \times 0.001 = 1\ \times 10^{-9}$$

بما ان $K_{SP} < Q_{SP}$

$$1.1\ \times 10^{-12} < 1\ \times 10^{-9}$$

اذن يحصل ترسيب (خلفي) .

46) اذا علمت ان تركيز ايون الفلوريد F^- في محلول فلوريد المغنيسيوم MgF_2 يساوي 2.36×10^{-3} M ، احسب:
1) قيمة ثابت حاصل الذوبان K_{SP} في محلوله المائي المشبع .
2) الذوبانية المولارية لهذا الملح في محلول فلوريد الصوديوم NaF بتركيز M 0.1 . (2024 ت/)

ج/

1)

$$2S = 2.36 \times 10^{-3}$$
$$S = 1.18 \times 10^{-3}$$

$$CaF_{2(S)} \rightleftharpoons Ca^{2+}_{(aq)} + 2F^-_{(aq)}$$
$$S \qquad 2S$$
$$1.18 \times 10^{-3} \qquad 2.36 \times 10^{-3}$$

$$K_{SP} = [Ca^{+2}][F^-]^2 = 1.18 \times 10^{-3} \times [2.36 \times 10^{-3}]^2$$

$$K_{SP} = 1.18 \times 10^{-3} \times 5.569 \times 10^{-6}$$
$$K_{SP} = 6.57 \times 10^{-9}$$

2)

$$MgF_{2(S)} \rightleftharpoons Mg^{2+}_{(aq)} + 2F^{-}_{(aq)}$$

$y \qquad 2y$

$$NaF_{(S)} \longrightarrow Na^{+}_{(aq)} + F^{-}_{(ag)}$$

$0.1 \qquad 0 \qquad 0$

$0 \qquad 0.1 \qquad 0.1$

تهمل لانها صغيرة جداً

$$K_{SP} = [Mg^{+2}][F^{-}]^2 \quad \Rightarrow \quad 6.57 \times 10^{-9} = (y)(2y + 0.1)^2$$

$$y = 6.57 \times 10^{-7}\ mol/L$$

47) اذا علمت ان ذوبانية $BaSO_4$ بعد اضافة $1ml$ من H_2SO_4 تركيزه 10 M الى لتر من المحلول المشبع تساوي 1.6×10^{-8} M ، احسب ذوبانيته في محلوله المائي المشبع ؟ $\sqrt{1.6} = 1.26$.

(2018 /2 د)

ج/

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

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

$$M_2 = 0.01 mol/L$$

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

$y \qquad y$

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

تراكيز ابتدائية	0.01	0	0
تراكيز نهائية	0	0.02	0.01

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

$$K_{SP} = (y)(0.01)$$

$$K_{SP} = (1.6 \times 10^{-8})(0.01)$$

$$K_{SP} = 1.6 \times 10^{-10}$$

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

$s \qquad s$

$$K_{SP} = [Ba^{+2}][CrO_4^{-2}]$$

$$1.6 \times 10^{-10} = S^2 \quad \Rightarrow \quad S = \sqrt{1.2 \times 10^{-10}} = 1.1 \times 10^{-5}\ mol/L$$

48) احسب ذوبانية هيدروكسيد الخارصين في محلول دالته الحامضية عند: (أ) $PH = 8$ و (ب) $PH = 11.7$ اذا علمت ان $(K_{SP}(Zn(OH)_2) = 1.2 \times 10^{-17})$ ، $log2 = 0.3$. $log5 = 0.7$

(خ ق – 1 د/ 2017)

ج/

أ) $:PH = 8$

$$PH + POH = 14$$
$$POH = 14 - 8 = 6$$
$$[OH^-] = 10^{-POH} = 10^{-6}\, mol/L$$

$$Zn(OH)_{2(S)} \rightleftharpoons Zn^{+2}_{(aq)} + 2OH^-_{(ag)}$$
$$? \qquad\qquad 10^{-6}$$

$$K_{SP} = [Zn^{+2}][OH^-]^2$$
$$1.2 \times 10^{-17} = [Zn^{+2}]\,(10^{-6})^2$$
$$[Zn^{+2}] = 1.2 \times 10^{-5}\ \text{M}$$

ب) $:PH = 11.7$

$$POH = 14 - 11.7 = 2.3$$
$$[OH^-] = 10^{-POH} = 10^{-2.3}\, mol/L$$
$$[OH^-] = 10^{-2.3} = 10^{-2.3+3-3}\, mol/L$$

$$[OH^-] = 10^{0.7} \times 10^{-3}\, mol/L$$

$$[OH^-] = 5 \times 10^{-3}\, mol/L$$

$$Zn(OH)_{2(S)} \rightleftharpoons Zn^{+2}_{(aq)} + 2OH^-_{(ag)}$$
$$? \qquad\qquad 5 \times 10^{-3}$$
$$K_{SP} = [Zn^{+2}][OH^-]^2$$
$$1.2 \times 10^{-17} = [Zn^{+2}]\,(5 \times 10^{-3})^2$$
$$1.2 \times 10^{-17} = [Zn^{+2}]\,25 \times 10^{-6}$$
$$[Zn^{+2}] = \frac{1.2\times10^{-17}}{25\times10^{-6}}$$

$$[Zn^{+2}] = 0.48 \times 10^{-12}\ \text{M}$$

او من الطريقة الثانية وهي وهي ايجاد $[H^+]$ من PH ثم $[OH^-]$ ونكمل الحل ..

49) احسب ذوبانية هيدروكسيد الخارصين $Zn(OH)_2$ $(K_{SP} = 1.2 \times 10^{-17})$: 1) في الماء 2) في محلول ثبتت حامضيته عند $PH = 9$ ، $(\sqrt[3]{3} = 1.44)$.

(3 د/ 2023)

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

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

$$K_{SP} = [Zn^{+2}][OH^-]^2 = (S)(2S)^2$$
$$1.2 \times 10^{-17} = 4\,S^3 \quad \Rightarrow \quad S^3 = 3 \times 10^{-18}$$
$$S = 1.44 \times 10^{-6}\ \text{M}$$

1) نجد الذوبانية المولارية (y) في $PH = 9$:

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

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

$$Zn(OH)_{2(S)} \rightleftharpoons Zn^{+2}_{(aq)} + 2OH^-_{(ag)}$$
$$y \qquad 10^{-5}$$

$$K_{SP} = [Zn^{+2}][OH^-]^2$$
$$1.2 \times 10^{-17} = y\,(10^{-5})^2$$
$$y = 1.2 \times 10^{-7}\ \text{M}$$

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

(2013 د 1 – خ ق) (2013 د 2) (2017 د 1 – خ ق) (2019 / ت)

ج/

أ) $PH = 6$:

$$PH + POH = 14$$
$$POH = 14 - 6 = 8$$
$$[OH^-] = 10^{-POH} = 10^{-8}\, mol/L$$

$$Zn(OH)_{2(S)} \rightleftharpoons Zn^{+2}_{(aq)} + 2OH^-_{(ag)}$$
$$y \qquad 10^{-8}$$

$$K_{SP} = [Zn^{+2}][OH^-]^2$$
$$1.2 \times 10^{-17} = y\,(10^{-8})^2$$
$$y = 0.12\ \text{M}$$

ب) $PH = 9$:

$$PH + POH = 14$$
$$POH = 14 - 9 = 5$$
$$[OH^-] = 10^{-POH} = 10^{-5}\, mol/L$$

$$Zn(OH)_{2(S)} \rightleftharpoons Zn^{+2}_{(aq)} + 2OH^-_{(ag)}$$
$$y \qquad 10^{-5}$$

$$K_{SP} = [Zn^{+2}][OH^-]^2$$
$$1.2 \times 10^{-17} = y\,(10^{-5})^2$$
$$y = 1.2 \times 10^{-7}\ \text{M}$$

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

51) احسب الذوبانية المولارية والذوبانية بدلالة (g/L) لهيدروكسيد الخارصين $Zn(OH)_2$ $(M = 99g/mol)$ في محلول مائي ثبتت حامضيته عند $(PH = 10)$ علماً ان $K_{SP}(Zn(OH)_2) = 1.2 \times 10^{-17}$. (1 د/ 2024)

ج/ $PH + POH = 14 \quad \Rightarrow \quad POH = 14 - 10 = 4$

$$[OH^-] = 10^{-POH} = 10^{-4}\, mol/L$$

$$Zn(OH)_{2(S)} \rightleftharpoons Zn^{+2}_{(aq)} + 2OH^-_{(ag)}$$
$$y \qquad 10^{-4}$$

$$K_{SP} = [Zn^{+2}][OH^-]^2$$
$$1.2 \times 10^{-17} = y\,(10^{-4})^2$$
$$y = 1.2 \times 10^{-9}\ \text{M}$$

$$y(mol/L) = \frac{y\,(g/L)}{M(g/mol)}$$

$$1.2 \times 10^{-9} mol/L = \frac{y\,(g/L)}{99\,(g/mol)}$$

$$y\,(g/L) = 1.2 \times 10^{-6} \times 99 = 188.8 \times 10^{-9} g/L$$

52) احسب الذوبانية المولارية لهيدروكسيد المغنيسيوم $(K_{SP} = 1.8 \times 10^{-11})$ في محلول مائي ثبتت درجة حموضته عند $(PH = 10.5)$. $(log 3.2 = 0.5)$. (3 د/ 2013)

ج/

1) نجد $[H^+]$ من PH:

$$[H^+] = 10^{-PH} = 10^{-10.5} = 10^{-10.5+11-11}$$
$$[H^+] = 10^{0.5} \times 10^{-11} = 3.2 \times 10^{-11}\ \text{M}$$

2) نجد $[OH^-]$:

$$[H^+] \times [OH^-] = 1 \times 10^{-14}$$
$$[OH^-] = \frac{1 \times 10^{-14}}{3.2 \times 10^{-11}} = 3.1 \times 10^{-4}$$

3) نجد الذوبانية S :

$$Mg(OH)_{2(S)} \rightleftharpoons Mg^{+2}_{(aq)} + 2OH^-_{(ag)}$$
$$y \qquad 3.1 \times 10^{-4}$$

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

$$1.8 \times 10^{-11} = y\,(3.1 \times 10^{-4})^2$$

$$y = \frac{1.8 \times 10^{-11}}{9.61 \times 10^{-8}} = 1.9 \times 10^{-4}\, mol/L$$

53) احسب الذوبانية المولارية لهيدروكسيد المغنيسيوم $Mg(OH)_2$ في محلول مائي ثبتت درجة حموضته عند $PH = 8$ (1) و $PH = 10$ (2) اذا علمت ان $(K_{SP} = 1.8 \times 10^{-11})$ ، ثم ناقش النتائج . (ت / 2022)

أ) $PH = 8$:

$$PH + POH = 14$$
$$POH = 14 - 8 = 6$$
$$[OH^-] = 10^{-POH} = 10^{-6}\ mol/L$$

$$Mg(OH)_{2(S)} \rightleftharpoons Mg^{+2}_{(aq)} + 2OH^-_{(ag)}$$
$$y \qquad 10^{-6}$$

$$K_{SP} = [Mg^{+2}][OH^-]^2$$
$$1.8 \times 10^{-11} = y\,(10^{-6})^2$$
$$y = 18\ \text{M}$$

ب) $PH = 10$:

$$PH + POH = 14$$
$$POH = 14 - 10 = 4$$
$$[OH^-] = 10^{-POH} = 10^{-4}\ mol/L$$

$$Mg(OH)_{2(S)} \rightleftharpoons Mg^{+2}_{(aq)} + 2OH^-_{(ag)}$$
$$y \qquad 10^{-4}$$

$$K_{SP} = [Mg^{+2}][OH^-]^2$$
$$1.8 \times 10^{-11} = y\,(10^{-4})^2$$
$$y = 1.8 \times 10^{-3}\ \text{M}$$

المناقشة: نلاحظ ان الذوبانية انخفضت عند زيادة PH لانه زيادة في تركيز OH^- مما يؤدي الى ترجيح التفاعل الخلفي حسب قاعدة لوشاتليه بسبب وجود الايون المشترك .

54) احسب الذوبانية المولارية لهيدروكسيد المغنيسيوم $Mg(OH)_2$ $K_{SP} = 1.8 \times 10^{-11}$ في محلول مائي ثبتت درجة حموضته عند $PH = 9$. (ت/ 2023) (د 3/ 2024)

الطريقة الثانية

$$PH = 9$$
$$[H^+] = 10^{-PH} = 10^{-9}\ mol/L$$
$$[H^+] \times [OH^-] = 1 \times 10^{-14}$$
$$[OH^-] = \frac{1 \times 10^{-14}}{10^{-9}} = 10^{-5}\ \text{M}$$

او

الطريقة الاولى

$$PH + POH = 14$$
$$POH = 14 - 9 = 5$$
$$[OH^-] = 10^{-POH} = 10^{-5}\ mol/L$$

$$Mg(OH)_{2(S)} \rightleftharpoons Mg^{+2}_{(aq)} + 2OH^-_{(ag)}$$
$$y \qquad 10^{-5}$$

$$K_{SP} = [Mg^{+2}][OH^-]^2$$
$$1.8 \times 10^{-11} = S\,(10^{-5})^2$$
$$y = 1.8 \times 10^{-1}\ \text{M}$$
$$y = 0.18\ \text{M}$$

الفصل الرابع – الكيمياء الكهربائية

وزاريات جهد الخلية

1) الخلايا الكلفانية او الفولتائية: (ت / 2014)
وهي تلك الخلايا التي تتحول فيها الطاقة الكيميائية الى طاقة كهربائية من خلال تفاعل كيميائي يجري تلقائياً (اي ΔG سالبة) لتوليد تيار كهربائي مثال خلية دانيال .

2) الجسم الملحي: (2 د/ 2013) (3 د/ 2017) (1 د/ 2017 – خ ق) (ت / 2019) (1 د/ 2020)
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 الالكتروليتية المستعملة لملئ الجسر الملحي هي KCl ، KNO_3 ، K_2SO_4 . (2 د/ 2022)

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

4) قطب العنصر:
وهو ذلك العنصر المغمور في محلول ايوناته او في حالة تماس مع محلول ايوناته . (1 د/ 2025)

5) استخدام عنصر البلاتين Pt في صناعة الاقطاب الغازية .
ج/ لانه مادة خاملة لا تعاني تأكسداً ولا اختزالاً تحت الظروف التي يستخدم بها .
(3 د/ 2014) (ت / 2016) (2 د/ 2017) (2 د/ 2018) (1 د/ 2016 – خ ق) (1 د/ 2017 – خ ق)

6) استخدام عنصر البلاتين Pt في صناعة قطب الهيدروجين القياسي . (ت / 2020) (2 د/ 2021)
ج/ لانه مادة خاملة لا تعاني تأكسداً ولا اختزالاً تحت الظروف التي يستخدم بها . (ت / 2023)

7) وجود البلاتين الاسود Pt في قطب الهيدروجين القياسي . (2 د/ 2015)
ج/ لانه مادة خاملة لا تعاني تأكسداً ولا اختزالاً تحت الظروف التي يستخدم بها .

8) ما فائدة(اهمية) عنصر البلاتين المستعمل في صناعة قطب الهيدروجين القياسي .
ج/ (2 د/ 2015) (2 د/ 2019)
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

9) يستخدم عنصر البلاتين المستعمل لصنع قطب الهيدروجين القياسي حيث يقوم بمهمتين ، ما هما ؟
ج/ (1 د/ 2024)
1) سلك Pt : توفير وسيلة لحدوث توصيل كهربائي مع الدائرة الكهربائية .
2) قطعة : توفير سطح للقطب يمكن تفكك جزيئات الهيدروجين عليه .

10) اختيار قطب الهيدروجين القياسي كقطب مرجع .

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

(2015 د/ 1) (2016 د/ 2) (2020 د/ 1) (2017 د/ 2 – خ ق) (2018 د/ 1) (2021 / ت)

11) عند ضرب طرفي معادلات الاقطاب بعدد معين ، فان قيمة جهد القطب القياسي تبقى ثابتة لا تتغير .

ج/ وذلك لان الجهد من الخواص المركزة والتي لا تعتمد على كمية المادة المشتركة في التفاعل انما يعتمد على التركيز المولاري للايونات . (2014 د/ 1 – خاص) (2023 د/ 1) (2025 د/ 1)

12) ما هي اهمية الجسر الملحي في الخلايا الكلفانية ؟ (2018 د/ 3)

ج/ 1) ايصال الدائرة الكهربائية .

2) نقل الايونات الايونات السالبة الى الانود والايونات الموجبة الى الكاثود .

13) ما هي اهمية قطب الهيدروجين القياسي (SHE) ؟ (2016 د/ 2 – خ ق)

ج/ يستخدم لقياس جهود اقطاب العناصر الاخرى ويعتبر قطب مرجع ويمكن استخدامه انوداً او كاثوداً .

14) وضح كيفية قياس الجهود القياسية للاقطاب باستخدام قطب الهيدروجين القياسي .

ج/ (2021 د/ 2 – تكميلي)

عند ربط قطب الهيدروجين القياسي مع اي قطب اخر فان جهد الخلية المقاس يعتبر مساوي لجهد القطب المراد قياس جهده وذلك لان قيمة جهد قطب الهيدروجين القياسي تساوي صفر .

15) يمكن استخدام قطب الهيدروجين القياسي كقطب انود او كاثود ، وضح ذلك بمعادلات كيميائية مع بيان قيمة الجهد القياسي له عندما يسلك انود او كاثود . (2023 د/ 3)

ج/ تفاعل قطب H_2 عندما يكون انود او كاثود:

$$H_2 \longrightarrow 2H^+ + 2e^- \qquad E^o_{anode} = 0.0V$$

$$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2 \qquad E^o_{cathode} = 0.0V$$

قيمة جهد قطب الهيدروجين القياسي تساوي صفر فولت $(E^o_{H_2} = 0.0\ \mathrm{V})$.

16) اكتب التفاعل الذي يحدث على قطب الهيدروجين القياسي عند استخدامه مرة انود ومرة كاثود . (2024 د/ 3)

ج/ تفاعل قطب H_2 عندما يكون انود او كاثود:

$$H_2 \longrightarrow 2H^+ + 2e^- \qquad E^o_{anode} = 0.0V$$

$$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2 \qquad E^o_{cathode} = 0.0V$$

17) يتم اختيار قطب الانود للعنصر الذي يمتلك .... (2020 د/ 2)

ج/ اقل جهد اختزال قياسي .

18) ما الفرق بين الخلية الكلفانية (مثل خلية دانيال) وخلايا التحليل الكهربائي ؟

ج/ (2 د/ 2013) (1 د/ 2015 – خاص) (1 د/ 2016)

No	الخلية الكلفانية	خلية التحليل الكهربائي
1	تستخدم التفاعل الكيميائي للحصول طاقة كهربائية	تستخدم الطاقة الكهربائية لحدوث التفاعل الكيميائي
2	تكون تلقائية التفاعل اي ΔG سالبة (-)	تكون غير تلقائية التفاعل اي ΔG موجبة (+)
3	تكون منتجة للتيار الكهربائي	تكون مستهلكة للتيار الكهربائي
4	يستخدم فيها جسر ملحي	لا يستخدم فيها جسر ملحي
5	مثال خلية دانيال	مثال: خلايا الطلاء الكهربائي وخلية تحليل $(NaCl)$ و H_2O

19) قارن بين الانود والكاثود . (2 د / 2023) (ت/ 2025)

ج/

No	الانود	الكاثود
1	مصدر الالكترونات	مستقبل الالكترونات
2	تحدث عنده زيادة في العدد التأكسدي	تحدث عنده نقصان في العدد التأكسدي
3	تحدث عنده ذوبان الفلزات	تحدث عنده ترسيب الفلزات
4	يتحرر عنده الغازات ذات الايونات السالبة مثل Cl_2 و O_2 .	يتحرر عنده الغازات ذات الايونات الموجبة مثل H_2 .
5	القطب الموجب	القطب السالب

(ويمكن للطالب كتابة التعريف لكل منهما ويعطى درجة كاملة) .

20 من خواص الخلية الكلفانية هي .... و .... (2د/2022)

ج/ (تكتب نقطتين فقط)

1) تقوم بتحويل الطاقة الكيميائية الى طاقة كهربائية.

2) تفاعلاتها تلقائية $(\Delta G = -)$.

3) تحتوي على جسر ملحي .

4) مثال خلية دانيال .

5) تكون منتجة للتيار الكهربائي .

21) ما العامل المختزل ؟ وما صفاته ؟ (3 د/ 2020) (3 د/ 2023)

ج/ تعريفه: هو المادة التي تتأكسد وتسبب اختزالاً لمادة اخرى .

صفاته: تفقد الالكترونات ويزداد عدد تأكسدها . (مميزاته او صفاته او خواصه الجواب نفسه)

22) ما العامل المؤكسد؟ وما صفاته ؟ (2 د/ 2025)

ج/ تعريفه: هو المادة التي تختزل وتسبب اكسدة لمادة اخرى .

صفاته: تكتسب الالكترونات ونقصان في عدد تأكسدها .

23) صفات العامل المختزل هي .... و .... و .... (2024/ ت)

ج/ يفقد الالكترونات ، يزداد عدد تأكسده ، له القدرة على اختزال مادة اخرى .

24) العامل المؤكسد هو .... بينما جهد التأكسد هو .... (2021/ ت)

ج/ العامل المؤكسد:

هو المادة التي لها القابلية على اكسدة مادة اخرى وهو مادة تختزل وتسبب تأكسد لمادة اخرى .

جهد التأكسد: هو مقدار ميل المادة نحو فقدان الالكترونات .

25) تفاعلات نصفي الخلية هي تفاعلات .... ، حيث يمكن لاي قطب ان يعمل .... اعتماداً على قيم جهود الاختزال القياسية . (2021 /د 2)

ج// انعكاسية ، كأنود او كاثود.

26) هناك انواع مختلفة من الاقطاب يمكن استخدامها كأقطاب مرجعية لقياس جهود الاقطاب الاخرى ، ومن اهمها .... والذي يمكن استخدامه كقطب .... او .... (2022 /د 1)

ج// قطب الهيدروجين القياسي ، انود او كاثود .

27) في الخلية الكلفانية يسري التيار الكهربائي من .... الى .... بسبب ....

ج// الانود ، الكاثود ، فرق الجهد الكهربائي بين القطبين . (2021 /د 2 – تكميلي)

28) التأكسد عبارة عن .... يصحبه .... ويؤدي الى .... (2023 /د 1)

ج// تغير كيميائي ، فقدان الالكترونات ، زيادة في عدد التأكسد .

29) عدد الالكترونات المنتقلة من الانود من الانود الى الكاثود في الخلية التالية: (2018 /د 3)

$$3Fe_{(s)} + 2Au^{+3}_{(aq)} \longrightarrow 3Fe^{+2}_{(aq)} + 2Au_{(s)}$$ يساوي ....

ج/ ستة الكترونات .

30) جهد الخلية لا يعتمد فقط على .... وانما يعتمد ايضاً على .... و ....

ج/ (2024 /د 1)

طبيعة الاقطاب او الايونات ، تركيز الايونات ، درجة الحرارة .

31) الخلايا الكلفانية وهي تلك الخلايا التي تتحول فيها الطاقة .... الى طاقة .... من خلال تفاعل كيميائي يجري .... لتوليد تيار كهربائي .

ج/ (2024 /د 2)

الكيميائية ، كهربائية ، تلقائي .

32) يستخدم عنصر البلاتين المستعمل في صناعة قطب الهيدروجين القياسي حيث يقوم بمهمتين هما .... و .... (ت / 2025 – عددهما) (2 د/ 2025)

ج/
1) توفير وسيلة لحدوث توصيل كهربائي مع الدائرة .
2) قطعة : توفير سطح للقطب يمكن تفكك جزيئات الهيدروجين عليه .

33) احسب جهد الخلية القياسي لخلية تم عملها من قطب الكادميوم Cd المغمور في محلول 1 M من نترات الكادميوم وقطب الكروم Cr المغمور في محلول 1 M من نترات الكروم . اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية : $E^o_{Cd^{2+}/Cd} = -0.40\ V$ و $E^o_{Cr^{3+}/Cr} = -0.74\ V$. (2021 د/ 2 – تكميلي)

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

$$2Cr_{(S)} \longrightarrow 2Cr^{+3}_{(aq)} + 6e^- \qquad E^o_{anode} = 0.74\ V$$
$$3Cd^{+2}_{(aq)} + 6e^- \longrightarrow 3Cd_{(S)} \qquad E^o_{cathode} = -0.40\ V$$
$$2Cr_{(S)} + 3Cd^{+2}_{(aq)} \longrightarrow 2Cr^{+3}_{(aq)} + 3Cd_{(S)}$$

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

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

(ت / 2014) (2 د/ 2015) (2017 د/ 2 – خ ق) (2 د/ 2019) (1 د/ 2021)

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

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

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

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

35) هل يمكن حفظ محلول كبريتات النحاس $CuSO_4$ في اناء من النيكل ام لا يمكن ذلك ؟ بين ذلك مع ذكر السبب ؟ علماً ان جهود الاختزال القياسية $E^o_{Cu^{2+}/Cu} = +0.34\ V$ و $E^o_{Ni^{2+}/Ni} = -0.24\ V$

(2017 د/ 1 – موصو) (1 د/ 2020) (1 د/ 2022)

ج/ الانود هو اناء النيكل والكاثود هو محلول كبريتات النحاس :

$$Ni_{(S)} \longrightarrow Ni^{2+}_{(aq)} + 2e^- \qquad E^o_{anode} = +0.24\ V$$
$$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Cu_{(S)} \qquad E^o_{cathode} = +0.34\ V$$

$$Ni_{(S)} + Cu^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Ni^{2+}_{(aq)} + Cu_{(S)}$$

$$E^o_{cell} = E^o_{anode} + E^o_{cathode} = +0.24 + 0.34 = +0.58V$$

بما التفاعل تلقائي لذا لا يمكن الحفظ .

36) هل يمكن حفظ محلول كبريتات النحاس $CuSO_4$ في اناء من القصدير ؟ بين ذلك مع ذكر السبب ؟ علماً ان جهود الاختزال القياسية $E^o_{Cu^{2+}/Cu} = +0.34\ V$ و $E^o_{Sn^{2+}/Sn} = -0.14\ V$.

(2022 /تكميلي د 2)

ج/ الانود هو اناء القصدير والكاثود هو محلول كبريتات النحاس :

$$Sn_{(S)} \longrightarrow Sn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \qquad E^o_{anode} = +0.14\ V$$
$$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Cu_{(S)} \qquad E^o_{cathode} = +0.34\ V$$

$$Sn_{(S)} + Cu^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Sn^{2+}_{(aq)} + Cu_{(S)}$$

$$E^o_{cell} = E^o_{anode} + E^o_{cathode} = +0.14 + 0.34 = +0.48V$$

بما التفاعل تلقائي لذا لا يمكن الحفظ .

37) هل يمكن حفظ محلول نترات الكوبلت $Co(NO_3)_2$ في اناء مصنوع من الخارصين ام النحاس ؟ مع بيان السبب اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية كالاتي: $(E^o_{Cu^{2+}/Cu} = +0.34\ V)$ و $(E^o_{Zn^{2+}/Zn} = -0.76\ V)$ و $(E^o_{Co^{2+}/Co} = -0.28\ V)$

(2013 /د 1)

ج/

1) في اناء الخارصين:

$$Zn_{(S)} \longrightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + 2e^- \qquad E^o_{anode} = +0.76V$$
$$Co^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Co_{(S)} \qquad E^o_{cathode} = -0.28\ V$$

$$Zn_{(S)} + Co^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + Co_{(S)}$$

$$E^o_{cell} = E^o_{anode} + E^o_{cathode} = +0.76 - 0.34 = +0.48V$$

بما التفاعل تلقائي لذا لا يمكن الحفظ في اناء الخارصين .

2) في اناء النحاس:

$$Cu_{(S)} \longrightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \qquad E^o_{anode} = -0.34\ V$$
$$Co^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Co_{(S)} \qquad E^o_{cathode} = -0.28\ V$$

$$Cu_{(S)} + Co^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + Co_{(S)}$$

$$E^o_{cell} = E^o_{anode} + E^o_{cathode} = -0.34 - 0.28 = -0.62V$$

يمكن الحفظ في اناء النحاس لانه غير تلقائي .

38) هل يمكن حفظ محلول كبريتات النحاس $CuSO_4$ في اناء من الالمنيوم ام لا يمكن ذلك؟ بين ذلك مع ذكر السبب ؟ علماً ان جهود الاختزال القياسية $E^o_{Cu^{2+}/Cu} = +0.34\ V$ و $E^o_{Al^{3+}/Al} = -1.66V$.

(3 د/ 2014) (ت/ 2021)

ج/

$$2Al_{(S)} \longrightarrow 2Al^{+3}_{(aq)} + 6e^- \qquad E^o_{anode} = +1.66\ V$$

$$3Cu^{2+}_{(aq)} + 6e^- \longrightarrow 3Cu_{(S)} \qquad E^o_{cathode} = +0.34\ V$$

$$2Al_{(S)} + 3Cu^{2+}_{(aq)} \longrightarrow 2Al^{+3}_{(aq)} + 3Cu_{(S)}$$

$$E^o_{cell} = E^o_{anode} + E^o_{cathode} = +1.66 + 0.34 = +2V$$

لا يمكن الحفظ لان التفاعل تلقائي .

39) هل يمكن حفظ محلول كبريتات الخارصين $ZnSO_4$ في اناء من النيكل ام لا يمكن ذلك ؟ بين ذلك مع ذكر السبب ؟ علماً ان جهود الاختزال القياسية $E^o_{Ni^{2+}/Ni} = -0.25\ V$ و $E^o_{Zn^{2+}/Zn} = -0.76V$

(3 د/ 2016) (2 د/ 2024)

ج/ الانود هو اناء النيكل والكاثود هو محلول كبريتات الخارصين :

$$Ni_{(S)} \longrightarrow Ni^{2+}_{(aq)} + 2e^- \qquad E^o_{anode} = +0.25\ V$$

$$Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Zn_{(S)} \qquad E^o_{cathode} = -0.76\ V$$

$$Ni_{(S)} + Zn^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Ni^{2+}_{(aq)} + Zn_{(S)}$$

$$E^o_{cell} = E^o_{anode} + E^o_{cathode} = +0.25 - 0.76 = -0.51V$$

بما التفاعل غير تلقائي لذا يمكن الحفظ .

40) بين هل يتحرر غاز الهيدروجين مع الالمنيوم ام لا، اذا علمت ان $E^o_{Al^{3+}/Al} = -1.66\ V$ ولماذا ؟

(1 د/ 2018)

ج/

لكي يتحرر الهيدروجين يجب ان يكون كاثوداً ، ويجب ان يكون جهد الخلية موجباً (+) :

$$2Al_{(S)} \longrightarrow 2Al^{+3}_{(aq)} + 6e^- \qquad E^o_{anode} = +1.66\ V$$

$$6H^+_{(aq)} + 6e^- \longrightarrow 3H_{2(g)} \qquad E^o_{cathode} = 0.0V$$

$$2Al_{(S)} + 6H^+_{(aq)} \longrightarrow 2Al^{+3}_{(aq)} + 3H_{2(g)}$$

$$E^o_{cell} = E^o_{anode} + E^o_{cathode} = +1.66 + 0.0 = +1.66\ V$$

$\therefore$ *الالمنيوم يحرر غاز الهيدروجين لان التفاعل تلقائي* (قيمة الجهد موجبة) .

41) هل يتحرر غاز الهيدروجين عند تفاعل الالمنيوم مع الحوامض المخففة ؟ وضح ذلك مع بيان السبب ، اذا علمت ان جهد الاختزال القياسي للالمنيوم $-1.66\ V$.

(2022 / د 2)

ج/

لكي يتحرر الهيدروجين يجب ان يكون كاثوداً ، ويجب ان يكون جهد الخلية موجباً (+) :

$$2Al_{(S)} \longrightarrow 2Al^{+3}_{(aq)} + 6e^- \qquad E^o_{anode} = +1.66\ V$$
$$6H^+_{(aq)} + 6e^- \longrightarrow 3H_{2(g)} \qquad E^o_{cathode} = 0.0V$$

$$2Al_{(S)} + 6H^+_{(aq)} \longrightarrow 2Al^{+3}_{(aq)} + 3H_{2(g)}$$

$$E^o_{cell} = E^o_{anode} + E^o_{Cathode} = +1.66 + 0.0 = +1.66\ V$$

∴ *الالمنيوم يحرر غاز الهيدروجين لان التفاعل تلقائي* (قيمة الجهد موجبة) .

42) هل يستطيع الذهب ان يحرر الهيدروجين عند تفاعل الذهب مع الحوامض المخففة ؟ ولماذا ؟ علماً بأن جهد الاختزال القياسي للذهب $E^o_{Au^{+3}/Au} = 1.50V$.

(2020 / د 3)

ج/

$$2Au_{(S)} \longrightarrow 2Au^{+3}_{(aq)} + 6e^- \qquad E^o_{anode} = -1.50\ V$$
$$6H^+_{(aq)} + 6e^- \longrightarrow 3H_{2(g)} \qquad E^o_{cathode} = 0.0V$$

$$2Au_{(S)} + 6H^+_{(aq)} \longrightarrow 2Au^{+3}_{(aq)} + 3H_{2(g)}$$

$$E^o_{cell} = E^o_{anode} + E^o_{Cathode} = -1.50 + 0.0 = -1.50\ V$$

∴ *الذهب لا يحرر غاز الهيدروجين لان التفاعل غير تلقائي* (قيمة الجهد سالبة) .

43) هل بأمكان فلز الفضة تحرير غاز الهيدروجين عند تفاعل فلز الفضة مع الحوامض المخففة ، وضح ذلك اذا علمت ان جهد الاختزال القياسي للفضة $E^o_{Ag^+/Ag} = +0.8\ V$.

(2021 / د 2)

ج/

لكي يتحرر الهيدروجين يجب ان يكون كاثوداً ، والقطب الاخر انوداً ويجب ان يكون جهد الخلية موجباً (+) :

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

$$2Ag_{(S)} + 2H^+_{(aq)} \longrightarrow 2Ag^+_{(aq)} + H_{2(g)}$$

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

بما قيمة جهد الخلية سالبة لذا فالتفاعل غير تلقائي .

44) بين حسابياً ايهما يحرر (الهيدروجين) الالمنيوم ام الفضة عند تفاعلها مع الحوامض المخففة ، اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية $E^o_{Al^{+3}/Al} = -1.56V$ و $E^o_{Ag^+/Ag} = +0.8\ V$. (2025 /د 2)

ج/

لكي يتحرر الهيدروجين يجب ان يكون كاثوداً ، والقطب الاخر انوداً ويجب ان يكون جهد الخلية موجباً (+) :

$$2Al_{(S)} \longrightarrow 2Al^{+3}_{(aq)} + 6e^- \qquad E^o_{anode} = +1.66\ V$$

$$6H^+_{(aq)} + 6e^- \longrightarrow 3H_{2(g)} \qquad E^o_{cathode} = 0.0V$$

$$2Al_{(S)} + 6H^+_{(aq)} \longrightarrow 2Al^{+3}_{(aq)} + 3H_{2(g)}$$

$$E^o_{cell} = E^o_{anode} + E^o_{Cathode} = +1.66 + 0.0 = +1.66\ V$$

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

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

$$2Ag_{(S)} + 2H^+_{(aq)} \longrightarrow 2Ag^+_{(aq)} + H_{2(g)}$$

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

∴ الالمنيوم يحرر غاز الهيدروجين لان التفاعل تلقائي (قيمة الجهد موجبة) .

45) هل بأمكان محلول HCl اذابة فلز الفضة الموجود في محلول يحتوي على ايون الفضة Ag^+ بتركيز (1 M) للخلية التالية ، علماً بأن جهد الاختزال القياسي للفضة $E^o_{Ag^+/Ag} = 0.80V$. (2014 /د 2 – خاص)

$$Ag \mid Ag^+\ (1\ M) \parallel H^+\ (1\ M) \mid H_2(1\ atm) \mid Pt$$

ج/

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

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

$$2Ag_{(S)} + 2H^+_{(aq)} \longrightarrow 2Ag^+_{(aq)} + H_{2(g)}$$

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

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

46) التفاعل العام لخلية كلفانية هو الاتي: (2019 /د 3) (2025 /د 3)

$$Cl_{2(g)} + 2Ag_{(S)} \longrightarrow 2Cl^-_{(aq)} + 2Ag^+_{(aq)}$$

عبر عن الخلية كتابةً عند الظروف القياسية ثم بين تفاعلي التأكسد والاختزال .

ج/

تفاعل التأكسد عند الانود $2Ag_{(s)} \longrightarrow 2Ag^{+}_{(aq)} + 2e^{-}$

تفاعل الاختزال عند الكاثود $Cl_{2(g)} + 2e^{-} \longrightarrow 2Cl^{-}_{(aq)}$

التعبير عن الخلية هو تفاعل الانود || تفاعل الكاثود

$$Ag \,|\, Ag^{+}\,(1\ M) \,||\, Cl^{-}\,(1\ M) \,|\, Cl_2(1\ atm) \,|\, Pt$$

47) التفاعل العام لخلية كلفانية هو: (ت / 2024)

$$2H^{+}_{(aq)}\,(1\ M) + Pb_{(s)} \longrightarrow H_{2(g)} + Pb^{2+}_{(aq)}(0.01\ M)$$

عبر عن الخلية كتابة عند الظروف القياسية ، ثم بين تفاعلي التأكسد والاختزال فيها .

ج/

انود (التأكسد) $Pb_{(s)} \longrightarrow Pb^{+2}_{(aq)} + 2e^{-}$

كاثود (الاختزال) $2H^{+}_{(aq)} + 2e^{-} \longrightarrow H_{2(g)}$

$$Pb/Pb^{2+}\,(1\ M)//H^{+}(0.1\ M)/H_2\,(1atm)/Pt$$

48) للخلية الاتية: $Al/Al^{3+}\,(1\ M)//\ Cd^{+2}(1\ M)/Cd$

اذا علمت ان جهد الخلية القياسي يساوي $(1.26\ V)$ وجهد الاختزال القياسي للكادميوم يساوي $E^{o}_{Cd^{2+}/Cd} = -0.40\ V$. احسب جهد الاختزال القياسي للالمنيوم ؟ (2 د/ 2014)

ج/ الالمنيوم هو الانود والكادميوم هو الكاثود كما في التعبير اعلاه:

$2Al_{(s)} \longrightarrow 2Al^{+3}_{(aq)} + 6e^{-}$ $\qquad E^{o}_{anode} = ?$

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

$$2Al_{(s)} + 3Cd^{+2}_{(aq)} \longrightarrow 2Al^{+3}_{(aq)} + 3Cd_{(s)}$$

$$E^{o}_{cell} = E^{o}_{anode} + E^{o}_{cathode}$$
$$1.26 = E^{o}_{anode} + (-0.40)$$
$$E^{o}_{anode} = 1.26 + 0.40$$
$$E^{o}_{anode} = +1.66V$$

وهو جهد التأكسد للالمنيوم ، اما جهد اختزاله فيساوي جهد التأكسد بعكس الاشارة اي $(-1.66V)$.

49) للخلية الاتية: $Al/Al^{3+}\,(1\ M)//Cd^{+2}(1\ M)/Cd$

اذا علمت ان جهد الخلية القياسي يساوي $(1.26\ V)$ وجهد التأكسد القياسي للالمنيوم يساوي $1.66V$

احسب جهد التأكسد القياسي للكادميوم ؟ (1 د/ 2020)

ج/ الالمنيوم هو الانود والكادميوم هو الكاثود كما في التعبير اعلاه:

$$2Al_{(S)} \longrightarrow 2Al^{+3}_{(aq)} + 6e^- \qquad E^o_{anode} = +1.66$$
$$3Cd^{+2}_{(aq)} + 6e^- \longrightarrow 3Cd_{(S)} \qquad E^o_{anode} = ?$$

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

$$E^o_{cell} = E^o_{anode} + E^o_{cathode}$$
$$1.26 = +1.66 + E^o_{cathode}$$
$$E^o_{cathode} = 1.26 - 1.66$$
$$E^o_{cathode} = -0.40V$$

وهو جهد الاختزال للكادميوم ، اما جهد التأكسد له فيساوي جهد الاختزال ولكن بعكس الاشارة اي $(+0.40V)$.

50) خلية فولتائية في درجة $25C^o$ تفاعلها العام :

$Sn^{2+}_{(aq)} + Ni_{(S)} \longrightarrow Sn_{(S)} + Ni^{2+}_{(aq)}$ احسب جهدها القياسي ثم عبر عن الخلية كتابة

اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية: $E^o_{Sn^{2+}/Sn} = -0.14$ V و $E^o_{Ni^{2+}/Ni} = -0.25$ V .

(د 3 / 2020)

ج/

1) نجد E^o_{cell}

$$Ni_{(S)} \longrightarrow Ni^{2+}_{(aq)} + 2e^- \qquad E^o_{anode} = +0.25\,V$$
$$Sn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Sn_{(S)} \qquad E^o_{cathode} = -0.14\,V$$

$$Ni_{(S)} + Sn^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Ni^{2+}_{(aq)} + Sn_{(S)}$$

$$E^o_{cell} = E^o_{anode} + E^o_{cathode} = +0.25 + (-0.14) = +0.11V$$

2) التعبير: $Ni \,/\, Ni^{2+}\,(1\text{ M}) \,//\, Sn^{+2}(1\text{ M}) \,/\, Sn$

51) للخلية الاتية: $Ni \,/\, Ni^{2+}\,(1\text{ M}) \,//\, Sn^{+2}(1\text{ M}) \,/\, Sn$ اذا علمت ان

جهد الخلية القياسي يساوي $0.11V$ احسب جهد الاختزال القياسي للنيكل اذا علمت ان جهد الاختزال القياسي للقصدير $E^o_{Sn^{2+}/Sn} = -0.14$ V مع كتابة تفاعلات الخلية .

(ت/ 2022) (د 2 / 2023)

ج/

$$Ni_{(S)} \longrightarrow Ni^{2+}_{(aq)} + 2e^- \qquad E^o_{anode} = ?\,V$$
$$Sn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Sn_{(S)} \qquad E^o_{cathode} = -0.14\,V$$

$$Ni_{(S)} + Sn^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Ni^{2+}_{(aq)} + Sn_{(S)}$$

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

$$0.11 = E^o_{anode} + (-0.14)$$

$$0.11 = E^o_{anode} - 0.14$$

$$E^o_{anode} = +0.11 + 0.14$$

$E^o_{anode} = +0.25 =$ جهد تأكسد النيكل

$E^o_{cathode} = -0.25 =$ جهد اختزال النيكل

52) يعبر عن الخلية التي تفاعلها العام $Ni_{(S)} + Sn^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Ni^{2+}_{(aq)} + Sn_{(S)}$ كتابة على شكل .... (ت/ 2023)

ج/ $Ni \,/\, Ni^{2+}(1\,\text{M}) // Sn^{+2}(1\,\text{M}) \,/\, Sn$

الطاقة الحرة ونيرنست

1) اكتب العلاقة الرياضية التي تربط E^o_{cell} مرة مع K_{eq} ومرة مع ΔG^o . (2020/ د 2 – تكميلي)

ج/ $\Delta G^o = -nFE^o_{cell}$ ، $E^o_{cell} = \frac{0.026}{n} lnK_{eq}$

2) احسب التغير في طاقة كبس الحرة القياسية لتفاعل الخلية القياسي الاتية عند درجة حرارة $25C^o$:

$$3Hg^{+2}_{2(aq)} + 2Cr_{(S)} \longrightarrow 6Hg_{(l)} + 2Cr^{+3}_{(aq)}$$

اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية $E^o_{Hg_2^{2+}/Hg} = +0.85V$ و $E^o_{Cr^{3+}/Cr} = -0.74V$ (2016/ د 3)

ج/

1) نجد E^o_{cell} :

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

$3Hg^{+2}_{2(aq)} + 6e^- \longrightarrow 6Hg_{(l)}$ $\qquad E^o_{cathode} = +0.85V$

$$3Hg^{+2}_{2(aq)} + 2Cr_{(S)} \longrightarrow 6Hg_{(l)} + 2Cr^{+3}_{(aq)}$$

$$E^o_{cell} = E^o_{anode} + E^o_{cathode} = +0.74 + 0.85 = +1.59\,V$$

2) نجد ΔG^o : (من خلال علاقتها مع E^o_{cell})

$$\Delta G^o = -nFE^o_{cell}$$

$$\Delta G^o = -6 \times 96500 \times 1.59 = -179490\,J/mol$$

3) لتفاعل الخلية القياسي التالي عند درجة حرارة $25C^o$: (3 د/ 2015)

$$2Fe^{3+}_{(aq)} + 2I^-_{(aq)} \longrightarrow 2Fe^{+2}_{(aq)} + I_{2(S)}$$

اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية $E^o_{I_2/I^-} = +0.53V$ و $E^o_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} = 0.77\ V$ احسب طاقة كبس الحرة القياسية .

ج/

$$2I^-_{(aq)} \longrightarrow I_{2(S)} + 2e^- \qquad E^o_{anode} = -0.53\ V$$

$$2Fe^{3+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow 2Fe^{+2}_{(aq)} \qquad E^o_{cathode} = +0.77V$$

$$2Fe^{3+}_{(aq)} + 2I^-_{(aq)} \longrightarrow 2Fe^{+2}_{(aq)} + I_{2(S)}$$

$$E^o_{cell} = E^o_{anode} + E^o_{cathode} = -0.53 + 0.77 = +0.24\ V$$

$$\Delta G^o = -nFE^o_{cell}$$
$$\Delta G^o = -2 \times 96500 \times 0.24$$
$$\Delta G^o = -46320\ J/mol$$

4) خلية كلفانية قياسية تفاعلها العام:

$$Mg_{(S)} + Sn^{+2}_{(aq)} \longrightarrow Mg^{+2}_{(aq)} + Sn_{(S)}$$

احسب ΔG^o اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية:

$E^o_{Sn^{2+}/Sn} = -0.14V$ و $E^o_{Mg^{2+}/Mg} = -2.37V$ (1 د/ 2024)

ج/

$$Mg_{(S)} \longrightarrow Mg^{+2}_{(aq)} + 2e^- \qquad E^o_{anode} = +2.37V$$

$$Sn^{+2}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Sn_{(S)} \qquad E^o_{cathode} = -0.14V$$

$$Mg_{(S)} + Sn^{+2}_{(aq)} \longrightarrow Mg^{+2}_{(aq)} + Sn_{(S)}$$

$$E^o_{cell} = E^o_{anode} + E^o_{Cathode} = 2.37 + (-0.14) = 2.23V$$

$$\Delta G^o = -nFE^o_{cell}$$
$$\Delta G^o = -2 \times 96500 \times 2.23$$
$$\Delta G^o = -430390\ J/mol$$

5) خلية فولتائية في درجة $25C^o$ تفاعلها العام :

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

احسب ΔG^o لها اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية: $E^o_{Cu^{2+}/Cu} = +0.34\ V$ و $E^o_{Zn^{2+}/Zn} = -0.76\ V$.

(3 د/ 2024)

ج/

$$Zn \longrightarrow Zn^{+2} + 2e^- \qquad E^o_{anode} = +0.76\ V$$

$$Cu^{+2} + 2e^- \longrightarrow Cu \qquad E^o_{cathode} = +0.34\ V$$

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

$$E^o_{cell} = E^o_{anode} + E^o_{cathode} = 0.76 + 0.34 = +1.10\ V$$

$$\Delta G^o = -nFE^o_{cell}$$
$$\Delta G^o = -2 \times 96500 \times 1.1$$
$$\Delta G^o = -212300\ J/mol$$

6) خلية فولتائية في درجة $25C^o$ تفاعلها العام : $Sn^{2+}_{(aq)} + Ni_{(S)} \rightarrow Sn_{(S)} + Ni^{2+}_{(aq)}$ احسب ΔG^o لها اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية: $E^o_{Sn^{2+}/Sn} = -0.14\ V$ و $E^o_{Ni^{2+}/Ni} = -0.25\ V$.

ج/ (2025 /ت)

$$Ni_{(S)} \rightarrow Ni^{2+}_{(aq)} + 2e^- \qquad E^o_{anode} = +0.25\ V$$
$$Sn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Sn_{(S)} \qquad E^o_{cathode} = -0.14\ V$$

$$Ni_{(S)} + Sn^{2+}_{(aq)} \rightarrow Ni^{2+}_{(aq)} + Sn_{(S)}$$

$$E^o_{cell} = E^o_{anode} + E^o_{cathode} = +0.25 + (-0.14) = +0.11V$$

$$\Delta G^o = -nFE^o_{cell}$$
$$\Delta G^o = -2 \times 96500 \times 0.11$$
$$\Delta G^o = -21230\ J/mol$$

7) للتفاعل الاتي: $Cd / Cd^{2+} // Cu^{+} / Cu$ عند درجة حرارة $25C^o$ اكتب تفاعل الاكسدة والاختزال وتفاعل الخلية العام ثم احسب E^o و ΔG^o اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية : $E^o_{Cu^{2+}/Cu} = +0.34V$ ، $E^o_{Cd^{2+}/Cd} = -0.40V$

ج/ (2025 /د 1)

$$Cd_{(S)} \rightarrow Cd^{2+}_{(aq)} + 2e^- \qquad E^o_{anode} = +0.40V$$
$$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Cu_{(S)} \qquad E^o_{anode} = +0.34V$$

التفاعل العام $Cd_{(S)} + Cu^{2+}_{(aq)} \rightarrow Cd^{2+}_{(aq)} + Cu_{(S)}$

$$E^o_{cell} = E^o_{anode} + E^o_{Cathode}$$
$$E^o_{cell} = 0.40 + 0.34 = +0.74V$$

$$\Delta G^o = -nFE^o_{cell}$$
$$\Delta G^o = -2 \times 96500 \times 0.74$$
$$\Delta G^o = -142820\ J/mol$$

8) احسب E^o_{cell} و E_{cell} و ΔG للتفاعل الاتي: $3Zn_{(S)} + 2Cr^{+3}_{(aq)} \rightarrow 3Zn^{+2}_{(aq)} + 2Cr_{(S)}$ اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية : $E^o_{Zn^{2+}/Zn} = -0.76\ V$ و $E^o_{Cr^{3+}/Cr} = -0.74\ V$ و $[Zn^{2+}] = 0.001\ M$ و $[Cr^{3+}] = 0.01\ M$.

(2016 /د 1)

ج/

$$3Zn_{(S)} \longrightarrow 3Zn^{+2}_{(aq)} + 6e^- \qquad E^o_{anode} = +0.76V$$
$$2Cr^{+3}_{(aq)} + 6e^- \longrightarrow 2Cr_{(S)} \qquad E^o_{Cathode} = -0.74V$$

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

$$E^o_{cell} = E^o_{anode} + E^o_{Cathode} = +0.76 + (-0.74) = +0.02\ V$$

2) نحسب E_{cell} من نيرنست:

$$E_{cell} = E^o_{cell} - \frac{0.026}{n} \ln\frac{[Zn^{2+}]^3}{[Cr^{3+}]^2}$$
$$E_{cell} = 0.02 - \frac{0.026}{6} \ln\frac{[0.001]^3}{[0.01]^2}$$
$$E_{cell} = 0.02 - \frac{0.026}{6} \ln 10^{-5}$$
$$E_{cell} = 0.02 + \frac{0.026}{6} \times 5 \times 2.3$$
$$E_{cell} = 0.02 + 0.05 = +0.07V$$

3) نجد ΔG من E_{cell} :

$$\Delta G = -\ nF\ E_{cell} = -6 \times 96500 \times 0.07 = -40530\ J/mol$$

9) احسب جهد الخلية E_{cell} عند درجة الحرارة $25C^o$ للخلية التي تفاعلها العام: (2013 د 1 – خ ق)

$$2Ag^+_{(aq)} + Cu_{(S)} \longrightarrow 2Ag_{(S)} + cu^{+2}_{(aq)}$$

اذا علمت ان تراكيز الايونات $[Cu^{+2}] = 0.01\ M$ و $[Ag^+] = 0.01\ M$

وجهود الاختزال القياسية : $E^o_{Cu^{2+}/Cu} = +0.34V$ و $E^o_{Ag^+/Ag} = +0.80V$

ج/

$$Cu_{(S)} \longrightarrow Cu^{+2}_{(aq)} + 2e^- \qquad E^o_{anode} = -0.34V$$
$$2Ag^+_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow 2Ag_{(S)} \qquad E^o_{cathode} = +0.80V$$

$$2Ag^+_{(aq)} + Cu_{(S)} \longrightarrow 2Ag_{(S)} + cu^{+2}_{(aq)}$$

$$E^o_{cell} = E^o_{anode} + E^o_{cathode} = -0.34 + 0.80 = +0.46\ V$$

$$E_{cell} = E^o_{cell} - \frac{0.026}{n} \ln\frac{[Cu^{2+}]}{[Ag^+]^2}$$
$$E_{cell} = 0.46 - \frac{0.026}{2} \ln\frac{(0.01)}{(0.01)^2}$$
$$E_{cell} = 0.46 - \frac{0.026}{2} \ln 10^2$$
$$E_{cell} = 0.46 - \frac{0.026}{2} \times 2\ln 10$$
$$E_{cell} = 0.46 - 0.026 \times 2.3$$
$$E_{cell} = 0.46 - 0.0598 = +0.40V$$

10) احسب التركيز المولاري لايونات H^+ عند $25C^o$ للخلية تفاعلها العام : (ت / 2015)
$Zn + 2H^+ \longrightarrow Zn^{+2} + H_2$ اذا علمت ان E_{cell} الخلية تساوي $0.73V$ وان $[Zn^{+2}] = 0.1$ M وضغط غاز H_2 $1atm$ وان $E^o_{Zn^{2+}/Zn} = -0.76$ V

ج/

$$E^o_{cell} = E^o_{anode} + E^o_{Cathode} = 0.76 + 0 = 0.76\text{ V}$$

$$E_{cell} = E^o_{cell} - \frac{0.026}{n} ln\frac{[Zn^{2+}]}{[H^+]^2}$$

$$0.73 = 0.76 - \frac{0.026}{2} ln\frac{0.1}{[H^+]^2}$$

$$0.73 - 0.76 = -\frac{0.026}{2} ln\frac{0.1}{[H^+]^2}$$

$$-0.03 = -0.013\, ln\frac{0.1}{[H^+]^2}$$

$$2.3 = ln\frac{0.1}{[H^+]^2}$$ القسمة على -0.013

$$ln10 = ln\frac{0.1}{[H^+]^2}$$ بما انه $ln10 = 2.3$

$$10 = \frac{0.1}{[H^+]^2}$$

$$[H^+]^2 = 0.01 \quad \Rightarrow \quad [H^+] = 0.1\text{ M}$$

11) احسب E^o_{cell} و E_{cell} و ΔG للخلية الاتية: (ت / 2016) (خ ق – 1 د/ 2016)
$Mg/Mg^{2+}(0.05\text{ M})//Sn^{+2}(0.04\text{ M})/Sn$ اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية:
$E^o_{Sn^{2+}/Sn} = -0.14V$ و $E^o_{Mg^{2+}/Mg} = -2.37V$ $(log1.25 = 0.1)$

ج/ (خ ق – 1 د/ 2017) (خ ق – 2 د/ 2017) (خ ق – 2 د/ 2018)

1) نجد E^o_{cell} :

نحدد الانود والكاثود من التعبير عن الخلية :

$$Mg_{(S)} \longrightarrow Mg^{+2}_{(aq)} + 2e^- \qquad E^o_{anode} = +2.37V$$

$$Sn^{+2}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Sn_{(S)} \qquad E^o_{cathode} = -0.14V$$

$$Mg_{(S)} + Sn^{+2}_{(aq)} \longrightarrow Mg^{+2}_{(aq)} + Sn_{(S)}$$

$$E^o_{cell} = E^o_{anode} + E^o_{Cathode} = 2.37 + (-0.14) = 2.23V$$

2) نحسب E_{cell} من نيرنست:

$$E_{cell} = E^o_{cell} - \frac{0.026}{n} ln\frac{[Mg^{+2}]}{[Sn^{+2}]}$$

$$E_{cell} = 2.23 - \frac{0.026}{2} ln\frac{0.05}{0.04}$$

$$E_{cell} = 2.23 - 0.013\, ln\frac{5}{4}$$

$$E_{cell} = 2.23 - 0.013\ ln1.25$$
$$E_{cell} = 2.23 - 0.013 \times 2.3log\ 1.25$$
$$E_{cell} = 2.23 - 0.03 \times 0.1$$
$$E_{cell} = 2.230 - 0.003 = 2.227V$$

3) نجد ΔG:
$$\Delta G = -nFE_{cell} = -2 \times 96500 \times 2.227 = -429811\,J$$

12) خلية فولتائية في درجة $25C^o$ تفاعلها العام : $Sn^{2+}_{(aq)} + Ni_{(S)} \longrightarrow Sn_{(S)} + Ni^{2+}_{(aq)}$ اذا علمت ان جهد الخلية غير القياسي يساوي $(0.17V)$ ، احسب تركيز ايونات النيكل Ni^{2+} ، علماً ان قطب القصدير في ظروفه القياسية وجهود الاختزال $E^o_{Sn^{2+}/Sn} = -0.14\ V$ و $E^o_{Ni^{2+}/Ni} = -0.25\ V$.

(2017 / د 2 – موصل) (2018 / د 2)

ج/

1) نجد E^o_{cell}

$$Ni_{(S)} \longrightarrow Ni^{2+}_{(aq)} + 2e^- \qquad E^o_{anode} = +0.25\ V$$
$$Sn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Sn_{(S)} \qquad E^o_{cathode} = -0.14\ V$$
$$Ni_{(S)} + Sn^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Ni^{2+}_{(aq)} + Sn_{(S)}$$

$$E^o_{cell} = E^o_{anode} + E^o_{cathode} = +0.25 + (-0.14) = +0.11V$$

2) نجد تركيز Ni^{2+} من نيرنست:

$$E_{cell} = E^o_{cell} - \frac{0.026}{n}\ ln\frac{[Ni^{2+}]}{[Sn^{2+}]}$$
$$0.17 = 0.11 - \frac{0.026}{2}\ ln\frac{[Ni^{2+}]}{1}$$
$$0.06 = -0.013\ ln[Ni^{2+}]$$
$$ln[Ni^{2+}] = -\frac{0.060}{0.013}$$
$$ln[Ni^{2+}] = -4.6$$
$$\because \quad \ln10^{-2} = 4.6$$
$$\therefore \quad ln[Ni^{2+}] = ln10^{-2} \qquad \Rightarrow \qquad [Ni^{2+}] = 0.01\ \text{M}$$

13) خلية فولتائية في درجة $25C^o$ تفاعلها العام : $Sn^{2+}_{(aq)} + Ni_{(S)} \longrightarrow Sn_{(S)} + Ni^{2+}_{(aq)}$ ، احسب التغير بالطاقة الحرة علماً ان قطب القصدير في ظروفه القياسية وتركيز ايونات النيكل Ni^{2+} يساوي 0.01 M ، وجهود الاختزال $E^o_{Sn^{2+}/Sn} = -0.14\ V$ و $E^o_{Ni^{2+}/Ni} = -\ 0.25\ V$.

(2015 / د 1)

ج/

1) نجد E^o_{cell}

$$Ni_{(S)} \longrightarrow Ni^{2+}_{(aq)} + 2e^- \qquad E^o_{anode} = +0.25\ V$$
$$Sn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Sn_{(S)} \qquad E^o_{cathode} = -0.14\ V$$
$$Ni_{(S)} + Sn^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Ni^{2+}_{(aq)} + Sn_{(S)}$$

$$E^o_{cell} = E^o_{anode} + E^o_{cathode} = +0.25 + (-0.14) = +0.11V$$

2) نحسب E_{cell} من نيرنست:

$$E_{cell} = E^o_{cell} - \frac{0.026}{n} \ln \frac{[Ni^{2+}]}{[Sn^{2+}]}$$
$$E_{cell} = 0.11 - \frac{0.026}{2} \ln \frac{0.01}{1}$$
$$E_{cell} = 0.11 - 0.013 \ln 10^{-2}$$
$$E_{cell} = 0.11 - 0.013 \times (-4.6)$$
$$E_{cell} = 0.11 + 0.06$$
$$E_{cell} = 0.17$$

3) نجد ΔG:

$$\Delta G = -nFE_{cell} = -2 \times 96500 \times 0.17 = -32810\,J$$

14) احسب التغير في الطاقة الحرة لتفاعل الخلية التالي في درجة $25C^o$:

$Mg / Mg^{2+}\ (1\ \text{M}) // Br^-(0.1\ \text{M}) / Br_2\ (1atm) / Pt$ اذا علمت ان

جهود الاختزال القياسية $E^o_{Mg^{2+}/Mg} = -2.37\ V$ و $E^o_{Br_2/Br^-} = +1.07V$

(3 د/ 2018)

ج/

1) نجد E^o_{cell} :

$$Mg_{(S)} \longrightarrow Mg^{2+}_{(aq)} + 2e^- \qquad E^o_{anode} = +2.37\ V$$
$$Br_{2(g)} + 2e^- \longrightarrow 2Br^-_{(aq)} \qquad E^o_{cathode} = +1.07V$$
$$Mg_{(S)} + Br_{2(g)} \longrightarrow Mg^{2+}_{(aq)} + 2Br^-_{(aq)}$$

$$E^o_{cell} = E^o_{anode} + E^o_{cathode} = +2.37 + 1.04 = +3.44V$$

2) نحسب E_{cell} من معادلة نيرنست:

$$E_{cell} = E^o_{cell} - \frac{0.026}{n} \ln [Mg^{2+}][Br^-]^2$$
$$E_{cell} = 3.44 - \frac{0.026}{2} \ln 1 \times (0.1)^2$$
$$E_{cell} = 3.44 - 0.013 \times \ln 10^{-2}$$
$$E_{cell} = 3.44 - 0.013 \times (-4.6)$$
$$E_{cell} = 3.44 + 0.06 = 3.50\ V$$

3) نجد ΔG من E_{cell} :

$$\Delta G = -nFE_{cell} = -2 \times 96500 \times 3.50 = -675500\ J/mol$$

15) احسب التغير في الطاقة الحرة لتفاعل الخلية التالي في درجة $25C^o$:

$Pb / Pb^{2+}\ (1\ \text{M}) // H^+(0.1\ \text{M}) / H_2\ (1atm) / Pt$ اذا علمت ان

جهد الاختزال القياسية $E^o_{Pb^{2+}/Pb} = -0.13\ V$ و $\ln 10^{-2} = -4.6$

(خ ق – 1 د/ 2015)

ج/

$$Pb_{(S)} \longrightarrow Pb^{2+}_{(aq)} + 2e^- \qquad E^o_{anode} = +0.13\ V$$
$$2H^+_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow H_{2(g)} \qquad E^o_{cathode} = 0.0V$$
التفاعل العام
$$Pb_{(S)} + 2H^+_{(aq)} \longrightarrow Pb^{2+}_{(aq)} + H_{2(g)}$$

$$E^o_{cell} = E^o_{anode} + E^o_{cathode} = +0.13 + 0 = +0.13\ V$$
$$E_{cell} = E^o_{cell} - \frac{0.026}{n}\ ln\frac{[Pb^{2+}]}{[H^+]^2}$$
$$E_{cell} = 0.13 - \frac{0.026}{2}\ ln\frac{0.01}{1}$$
$$E_{cell} = 0.13 - \frac{0.026}{2}\ ln10^{-2}$$
$$E_{cell} = 0.13 + 2\ \frac{0.026}{2} \times 2.3$$
$$E_{cell} = 0.1300 + 0.0598 = 0.1898\ V$$

$$\Delta G = -nFE_{cell} = -2 \times 96500 \times 0.1898\ \ -36631\ J/mol$$

16) ما مقدار التغير في الطاقة الحرة للخلية التالية في درجة $25C^o$ علماً ان $K_{eq} = 2.3 \times 10^4$ وان التفاعل العام لهذه الخلية: $(log2.3 = 0.36)$

$$2H^+_{(aq)}\ (1\ M) + Pb_{(S)} \longrightarrow H_{2(g)} + Pb^{2+}_{(aq)} (0.01\ M)$$

(2017 / د 2)

ج/

1) نجد E^o_{cell} من K_{eq} :

الانود
$$Pb_{(S)} \longrightarrow Pb^{+2}_{(aq)} + 2e^-$$
الكاثود
$$2H^+_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow H_{2(g)}$$

التفاعل العام
$$Pb_{(S)} + 2H^+_{(aq)} \longrightarrow Pb^{2+}_{(aq)} + H_{2(g)}$$

$$E^o_{cell} = \frac{0.026}{n} lnK_{eq}$$

$$E^o_{cell} = \frac{0.026}{2}\ ln2.3 \times 10^4$$
$$E^o_{cell} = 0.013 \times 2.3(\ log2.3 + log\ 10^4)$$
$$E^o_{cell} = 0.03(0.36 + 4\ ) = 0.13V$$

2) نجد E_{cell} من معادلة نيرنست:

$$E_{cell} = E^o_{cell} - \frac{0.026}{n}\ ln\frac{[Pb^{2+}]}{[H^+]^2}$$
$$E_{cell} = 0.13 - \frac{0.026}{2}\ ln\frac{0.01}{1}$$
$$E_{cell} = 0.13 - \frac{0.026}{2}\ ln10^{-2}$$
$$E_{cell} = 0.13 + 2\ \frac{0.026}{2} \times 2.3$$
$$E_{cell} = 0.1300 + 0.0598 = 0.1898\ V$$

3) نجد ΔG من E_{cell} :

$$\Delta G = -nFE_{cell} = -2 \times 96500 \times 0.1898 \quad -36631 J/mol$$

17) خلية كلفانية في درجة $25C^o$ احد قطبيها هو الهيدروجين وبضغط 1atm من غاز الهيدروجين والاخر قطب النيكل تركيز ايوناته فيه (0.01 M) ، احسب الاس الهيدروجيني (PH) لمحلول قطب الهيدروجين اذا علمت ان مقدار الطاقة الحرة لتفاعل الخلية $-48.25\ KJ/mol$ ، وان جهد اختزال قطب النيكل القياسي $-0.25\ V$ ؟

ج/ (2015 د1 – خاص) (2018 ت) (2018 د1) (2019 د1 – خ ق)

1) الانود هو النيكل لانه الاقل والهيدروجين هو الكاثود لانه الاكبر قيمة لجهد الاختزال :

$$Ni_{(S)} \longrightarrow Ni^{2+}_{(aq)} + 2e^- \qquad E^o_{anode} = +0.25\ V$$

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

$$Ni_{(S)} + 2H^+_{(aq)} \longrightarrow Ni^{2+}_{(aq)} + H_{2(g)}$$

$$E^o_{cell} = E^o_{anode} + E^o_{cathode} = 0.25 + 0.0 = +0.25V$$

2) $$\Delta G\ J/mol = -48.25\ KJ/mol \times \frac{1000J}{1KJ} = -48250\ J/mol$$

3) $$\Delta G = -nFE_{cell}$$

$$-48250 = -2 \times 96500 \times E_{cell}$$

$$E_{cell} = 0.25\ V$$

4) $$E_{cell} = E^o_{cell} - \frac{0.026}{n} ln \frac{[Ni^{2+}]}{[H^+]^2}$$

$$0.25 = 0.25 - \frac{0.026}{2} ln \frac{0.01}{[H^+]^2}$$

$$0 = -0.013\ ln \frac{0.01}{[H^+]^2}$$

$$ln \frac{0.01}{[H^+]^2} = 0 \qquad \because \qquad ln1 = 0$$

$$\therefore \quad ln \frac{0.01}{[H^+]^2} = ln1 \quad \Rightarrow \quad \frac{0.01}{[H^+]^2} = 1$$

$$[H^+]^2 = 0.01 \quad \Rightarrow \quad [H^+] = 0.1\ M$$

5) $$PH = -log[H^+] = -log\ 10^{-1} = 1$$

18) خلية كلفانية في درجة $25C^o$ احد قطبيها هو الهيدروجين وبضغط 1atm من غاز الهيدروجين والاخر قطب النيكل تركيز ايوناته فيه (0.01 M) ، احسب مقدارالتغير بالطاقة الحرة علماً ان $PH = 1$ لمحلول قطب الهيدروجين، وان جهد اختزال قطب النيكل القياسي $-0.25\ V$ ؟

ج/ ($PH = 2$ – 2017/د1) (2019 / ت)

(1
$$Ni_{(S)} \longrightarrow Ni^{2+}_{(aq)} + 2e^- \qquad E^o_{anode} = +0.25\,V$$
$$2H^+_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow H_{2(g)} \qquad E^o_{cathode} = 0.0V$$
$$Ni_{(S)} + 2H^+_{(aq)} \longrightarrow Ni^{2+}_{(aq)} + H_{2(g)}$$
$$E^o_{cell} = E^o_{anode} + E^o_{cathode} = 0.25 + 0.0 = +0.25V$$

(2
$$[H^+] = 10^{-PH} = 10^{-1}\ M$$

(3
$$E_{cell} = E^o_{cell} - \frac{0.026}{n}\ ln\frac{[Ni^{2+}]}{[H^+]^2}$$
$$E_{cell} = 0.25 - \frac{0.026}{2}\ ln\frac{0.01}{[0.1]^2}$$
$$E_{cell} = 0.25 - \frac{0.026}{2}\ ln\frac{0.01}{0.01}$$
$$\because \quad ln1 = 0$$
$$\therefore \quad E_{cell} = 0.25$$

(4
$$\Delta G = -nFE_{cell}$$
$$\Delta G = -2 \times 96500 \times 0.25$$
$$\Delta G = -48250\ \ J/mol$$

(19 اذا علمت ان جهد الخلية الاتية: $Sn/Sn^{2+}\,(?\ M)\,//Ag^+(1\ M)/Ag$
عند درجة $25C^o$ يساوي 0.9992 فولت . جد تركيز ايونات القصدير (Sn^{2+}) في محلول القطب علماً ان قطب الفضة في ظروفه القياسية وجهود الاختزال القياسية $E^o_{Sn^{2+}/Sn} = -0.14\ V$ و $E^o_{Ag^+/Ag} = +0.80\ V$.

(2 د/ 2019) (2016 د/ 2 – خ ق)

ج/

1) نجد E^o_{cell}

$$Sn_{(S)} \longrightarrow Sn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \qquad E^o_{anode} = +0.14\,V$$
$$2Ag^+_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow 2Ag_{(S)} \qquad E^o_{cathode} = +0.80\,V$$
$$Sn_{(S)} + 2Ag^+_{(aq)} \longrightarrow Sn^{2+}_{(aq)} + 2Ag_{(S)}$$

$$E^o_{cell} = E^o_{anode} + E^o_{cathode} = 0.14 + 0.80 = +0.94\ V$$

2) نجد تركيز ايون القصدير Sn^{2+} من نيرنست:

$$E_{cell} = E^o_{cell} - \frac{0.026}{n}\ ln\frac{[Sn^{2+}]}{[Ag^+]^2}$$
$$0.9992 = 0.94 - \frac{0.026}{2}\ ln\frac{[Sn^{2+}]}{(1)^2}$$
$$0.9992 - 0.9400 = -0.013\ ln[Sn^{2+}]$$

$$0.0592 = -0.013\, ln[Sn^{2+}]$$
$$ln[Sn^{2+}] = -\frac{0.0592}{0.0130}$$
$$ln[Sn^{2+}] = -4.6$$
$$\because \quad ln\, 10^{-2} = -4.6$$
$$\therefore \quad ln[Sn^{2+}] = ln\, 10^{-2}$$
$$[Sn^{2+}] = 0.01 \ \text{M}$$

20) ما قيمة الطاقة الحرة لخلية فولتائية متكونة من قطب الخارصين وقطب الفضة في محلول من ايونات الفضة تركيزه 0.1 M اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية $E^o_{Zn^{2+}/Zn} = -0.76$ V و $E^o_{Ag^+/Ag} = +0.80$ V (2015 د 2)

ج/

1) نجد E^o_{cell}

$$Zn_{(S)} \longrightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \qquad E^o_{anode} = +0.76\,V$$
$$2Ag^+_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow 2Ag_{(S)} \qquad E^o_{cathode} = +0.80\,V$$
$$Zn_{(S)} + 2Ag^+_{(aq)} \longrightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2Ag_{(S)}$$

$$E^o_{cell} = E^o_{anode} + E^o_{cathode} = 0.76 + 0.80 = +1.56\ \text{V}$$

2) نجد ΔG من E_{cell} :

$$E_{cell} = E^o_{cell} - \frac{0.026}{n}\, ln\frac{[Zn^{2+}]}{[Ag^+]^2}$$
$$E_{cell} = 1.56 - \frac{0.026}{2}\, ln\frac{1}{(0.1)^2}$$
$$E_{cell} = 1.56 - 0.013\, ln10^2$$
$$E_{cell} = 1.56 - 0.013 \times 2 \times 4.6$$
$$E_{cell} = 1.5\ \text{V}$$
$$\Delta G = -nFE_{cell}$$
$$\Delta G = -2 \times 96500 \times 1.5 = -289500\ J/mol$$

21) خفف محلول قطب الكاثود لخلية دانيال القياسي بالماء المقطر فأنخفض جهد القطب بمقدار 0.0592 V عن جهده القياسي . احسب تركيز ايونات القطب حينئذ . (2019 د 1)

ج/

$$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Cu_{(S)}$$
$$E_{Cu} = E^o_{Cu} - \frac{0.026}{n}\, ln\frac{1}{[Cu^{2+}]}$$
$$E_{Cu} - E^o_{Cu} = -\frac{0.026}{n}\, ln\frac{1}{[Cu^{2+}]}$$
$$-0.0592 = -0.013\, ln\frac{1}{[Cu^{2+}]}$$

$$ln\frac{1}{[Cu^{2+}]} = \frac{-0.0592}{-0.013}$$

$$ln\frac{1}{[Cu^{2+}]} = 4.6$$

$$\because \quad ln10^2 = 4.6$$

$$\therefore \quad ln\frac{1}{[Cu^{2+}]} = ln10^2$$

$$\frac{1}{[Cu^{2+}]} = 10^2 \quad \Rightarrow \quad [Cu^{2+}] = 0.01 \text{ M}$$

22) احسب جهد قطب غاز H_2 في $25C^o$ وضغط $1atm$ اذا علمت ان PH محلوله الالكتروليتي = 1 (2 د/ 2024)

ج/

$$[H^+] = 10^{-PH} = 10^{-1} \text{ M}$$

$$2H^+_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow H_{2(g)}$$

$$E_{H_2} = E^o_{H_2} - \frac{0.026}{n} ln\frac{1}{[H^+]^2}$$

$$E_{H_2} = 0 - \frac{0.026}{2} ln\frac{1}{[10^{-1}]^2}$$

$$E_{H_2} = -0.013\, ln10^2$$

$$E_{H_2} = -0.013 \times 2 \times 2.3$$

$$E_{H_2} = -0.0598 \text{ V}$$

قوانين فاراداي

1) خلايا الطلاء الكهربائي: (2013 د/ 1 – خ ق) (2014 د/ 2 – خ ق)

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

2) قانون فاراداي الاول : (2016 د/ 1 – خ ق) (2018 د/ 1 – خ ق) (2024/د2)

تتناسب كتلة اي مادة تترسب على الكاثود او تذوب من الانود او تتحرر كغازات عند هذه الاقطاب مع كمية الكهربائية التي تمر خلال الخلية الكهربائية تناسباً طردياً .

3) قانون فاراداي الثاني : (2020 د/ 2)

تتناسب كتل المواد المختلفة التي تترسب على الكاثود او تذوب من الانود او تتحرر كغازات عند هذه الاقطاب ، بأستخدام نفس الكمية من الكهربائية مع الكتل المكافئة للمواد المختلفة تناسباً طردياً .

4) ما هي مكونات خلية الطلاء (او مم تتركب خلية الطلاء) . (2015 د/ 3) (2016 د/ 3) (2024 /ت)

ج/

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 .

5) ما هي شروط الطلاء الجيد ؟

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

ج/ 1) شدة التيار الكهربائي المستخدم يجب ان تكون ضعيفة .

2) تركيز ايونات الفلز المراد الطلاء به تكون قليلة .

6) ما عملية الطلاء الكهربائي ؟ وما اهميتها ؟ وعلام تعتمد جودة الطلاء ؟ (1 د/ 2022) (ت / 2023)

ج/ الطلاء الكهربائي هو عملية يستخدم فيها التحليل الكهربائي لطلاء فلز معين بطبقة رقيقة من فلز اخر ،

اهميتها: 1) حماية المعادن من الصدأ والتأكل . 2) اكتساب المعادن مظهر مرغوب وجميل .

وجودة الطلاء تعتمد على:

شدة التيار الكهربائي المستخدم يجب ان تكون ضعيفة وتركيز ايونات الفلز المراد الطلاء به تكون قليلة .

7) ما عملية الطلاء الكهربائي ؟ وعلام تعتمد جودة الطلاء ؟ (2020– ت) (2 د/ 2024) (3 د/ 2020)

ج/ الطلاء الكهربائي هو عملية يستخدم فيها التحليل الكهربائي لطلاء فلز معين بطبقة رقيقة من فلز اخر ، وتعتمد جودة الطلاء على شدة التيار الكهربائي المستخدم يجب ان تكون ضعيفة وتركيز ايونات الفلز المراد الطلاء به تكون قليلة .

8) ما عملية الطلاء الكهربائي ؟ ومم تتركب خلية الطلاء ؟ وعلام تعتمد جودة الطلاء ؟ (2 د/ 2020)

ج/ الطلاء الكهربائي هو عملية يستخدم فيها التحليل الكهربائي لطلاء فلز معين بطبقة رقيقة من فلز اخر ، وتعتمد جودة الطلاء على شدة التيار الكهربائي المستخدم يجب ان تكون ضعيفة وتركيز ايونات الفلز المراد الطلاء به تكون قليلة ، اما مكوناتها :

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 .

9) ما الخلايا الالكتروليتية ؟ وما خواصها ؟ وما استخداماتها ؟ (1 د/ 2020) (ت / 2022)

ج/ وهي الخلايا المستهلكة للتيار الكهربائي وفيها تتحول الطاقة الكهربائية الى طاقة كيميائية وتكون تفاعلاتها بشكل غير تلقائي $(\Delta G = +)$ ولها تطبيقات مهمة في الصناعة .

خواصها:

1) اقطابها من نفس العنصر .

2) تفاعلاتها غير تلقائية $(\Delta G = +)$.

3) لا تحتاج الى جسر ملحي .

4) من امثلتها خلايا الطلاء الكهربائي .

5) يكون الانود على اليمين والكاثود على اليسار .

6) تكون مستهلكة للتيار الكهربائي .

استخداماتها:

1) تنقية الفلزات 2) الطلاء الكهربائي .

10) عدد مميزات الخلايا الالكتروليتية ؟ (1 د/ 2021)

ج/

1) اقطابها من نفس العنصر .
2) تفاعلاتها غير تلقائية $(\Delta G = +)$.
3) لا تحتاج الى جسر ملحي .
4) من امثلتها خلايا الطلاء الكهربائي .
5) يكون الانود على اليمين والكاثود على اليسار .
6) تكون مستهلكة للتيار الكهربائي .
7) تقوم بتحويل الطاقة الكهربائية الى طاقة كيميائية .

11) في الخلايا الالكتروليتية تتحول الطاقة .... الى .... وتجري تفاعلاتها بشكل ....

ج/ الكهربائية ، كيميائية ، غير تلقائي . (2د/2023)

12) امرر تيار كهربائي شدته $10A$ خلال $965\ S$ في خلية تحليل كهربائي تحتوي على كبريتات النحاس ما هو وزن النحاس المترسب وعدد ذراته علماً ان الكتلة الذرية للنحاس $= 63$ ؟

ج/ (ت / 2014) (1 د/ 2015) (ت / 2018) (2 د/ 2018)

1) نجد $Q(mol.e^-)$:

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

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

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

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

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

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

$$0.1\ mol.e^- = n(mol) \times 2e^- \quad \Rightarrow \quad n(mol) = 0.05\ mol$$

3) نجد وزن النحاس المترسب:

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

$$0.05\ mol = \frac{m(g)}{63(g/mol)} \quad \Rightarrow \quad m(g) = 3.15g$$

4) نجد عدد ذرات النحاس المترسبة:

$$n(mol) = \frac{\text{عدد الذرات المترسبة}}{N_A\ \text{عدد افوغادرو}} \quad \Rightarrow \quad 0.05\ mol = \frac{\text{عدد الذرات المترسبة}}{6.023 \times 10^{23}}$$

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

13) ما هي شدة التيار الذي يجب امراره في محلول كلوريد الذهب $AuCl_3$ لمدة $200\ S$ ليرسب $3g$ من الذهب عند الكاثود ، الكتلة الذرية للذهب 197 . (التكميلي – 2 د/ 2013) (2 د/ 2017)

ج/

1) نجد عدد مولات الذهب المترسبة على الكاثود :

$$n(mol) = \frac{m(g)}{M(g/mol)} = \frac{3g}{197(g/mol)} = 0.015\ mol$$

2) نجد $Q(mol.e^-)$:

$$Au^{+3}_{(aq)} + 3e^- \longrightarrow Au_{(S)}$$

$$Q(mol.e^-) = n(mol) \times n e^- = 0.015\ mol \times 3e^- = 0.045\ mol.e^-$$

3) نجد التيار $I(A)$:

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

$$0.045\ mol.e^- = \frac{I(A) \times 200(S)}{96500(C/mol.e^-)}$$

$$I(A) = 21.7\ A$$

14) ما هي شدة التيار الذي يجب امراره في محلول كلوريد الذهب $AuCl_3$ لمدة نصف ساعة ليرسب $8g$ من الذهب عند الكاثود ، الكتلة الذرية للذهب 197 . (2018 /د 1 – خ ق)

ج/

1) نجد عدد مولات الذهب المترسبة على الكاثود :

$$n(mol) = \frac{m(g)}{M(g/mol)} = \frac{8g}{197(g/mol)} = 0.04\ mol$$

2) نجد $Q(mol.e^-)$:

$$Au^{+3}_{(aq)} + 3e^- \longrightarrow Au_{(S)}$$

$$Q(mol.e^-) = n(mol) \times n e^- = 0.04\ mol \times 3e^- = 0.12\ mol.e^-$$

3) نجد التيار $I(A)$:

$$t(S) = 0.5(hr) \times \frac{3600\ S}{1\ (hr)} = 1800\ S$$

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

$$0.12\ mol.e^- = \frac{I(A) \times 1800(S)}{96500(C/mol.e^-)}$$

$$I(A) = 6.4\ A$$

15) امرر تيار شدته $20\ A$ خلال $3min$ و $13\ S$ في محلول كلوريد الذهب $AuCl_3$ ما كمية الذهب المترسبة عند الكاثود ، الكتلة الذرية للذهب 197 . (2021 /د 2 – تكميلي)

ج/

1) نحول الزمن الى الثانية S لنجد الزمن الكلي :

$$t(S) = 13 + 3 \times 60 = 13\ S + 180\ S = 193\ S$$

2) نجد $Q(mol.e^-)$:

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

$$Q(mol.e^-) = \frac{20A \times 193\ S}{96500(C/mol.e^-)}$$

$$Q(mol.e^-) = 0.04\ mol.e^-$$

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

$$Au^{+3}_{(aq)} + 3e^- \longrightarrow Au_{(S)}$$

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

$$0.04\ mol.e^- = n(mol) \times 3e^-$$

$$n(mol) = 0.013\ mol$$

4) نجد كتلة الفلز:

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

$$0.013\ mol = \frac{m(g)}{197}$$

$$m(g) = 0.013 \times 197 = 2.561\ g$$

16) ما هي شدة التيار الذي يجب امراره في محلول كلوريد الذهب $AuCl_3$ لمدة $180\ S$ ليرسب $2g$ من الذهب عند الكاثود ؟ الكتلة الذرية للذهب 197 . (3 د/ 2014) (2 د/ 2015)

ج/

1) نجد عدد مولات الذهب المترسبة على الكاثود :

$$n(mol) = \frac{m(g)}{M(g/mol)} = \frac{2g}{197(g/mol)} = 0.01\ mol$$

2) نجد $Q(mol.e^-)$:

$$Au^{+3}_{(aq)} + 3e^- \longrightarrow Au_{(S)}$$

$$Q(mol.e^-) = n(mol) \times ne^- = 0.01\ mol \times 3e^- = 0.03\ mol.e^-$$

3) نجد التيار $I(A)$:

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

$$0.03\ mol.e^- = \frac{I(A) \times 180(S)}{96500(C/mol.e^-)}$$

$$I(A) = 16\ A$$

17) التفاعل نصف الخلية الاتي: $Mg^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Mg_{(S)}$

احسب عدد غرامات المغنيسيوم التي يمكن انتاجها من فلز المغنيسيوم عند امرار تيار شدته $25\ A$ لفترة ساعة واحدة $(1\ hr)$ ، علماً ان الكتلة الذرية للمغيسيوم تساوي 24 ، ما هي عدد ذرات المغيسيوم المترسبة عند الكاثود تحت نفس الظروف . (ت / 2015)

ج/

1) نحول الزمن الى وحدة الثانية (S):

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

2) نجد $Q(mol.e^-)$:

$$Q(mol.e^-) = \frac{I(A) \times t(S)}{96500(C/mol.e^-)} = \frac{25(A) \times 3600(S)}{96500(C/mol.e^-)} = 0.9 \ \ mol.e^-$$

3) نجد عدد مولات المغنيسيوم المترسبة على الكاثود :

$$Mg^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Mg_{(S)}$$

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

$$0.9 \ \ mol.e^- = n(mol) \times 2e^- \quad \Rightarrow \quad n(mol) = 0.45 \ \ mol$$

4) نجد كتلة المغنيسيوم (عدد الغرامات):

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

$$0.45 \ \ mol = \frac{m(g)}{24(g/mol)} \quad \Rightarrow \quad m(g) = 10.8\ g$$

5) نجد عدد ذرات المغيسيوم المترسبة عند الكاثود:

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

$$0.45 \ \ mol = \frac{\text{عدد الذرات المترسبة}}{6.023 \times 10^{23}} \quad \Rightarrow \quad \text{عدد الذرات المترسبة} = 2.7 \times 10^{23} atoms$$

18) التفاعل نصف الخلية الاتي: $Au^{+3}_{(aq)} + 3e^- \longrightarrow Au_{(S)}$

احسب عدد غرامات الالمنيوم التي يمكن انتاجها من فلز الالمنيوم عند امرار تيار شدته $25\ A$ لفترة ساعة واحدة $(1\ hr)$ ، علماً ان الكتلة الذرية الالمنيوم تساوي $27\ (g/mol)$ ، ثم احسب عدد ذرات الالمنيوم المترسبة عند الكاثود تحت نفس الظروف . (1 د/ 2024)

ج/

1) نحول الزمن الى وحدة الثانية (S):

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

2) نجد $Q(mol.e^-)$:

$$Q(mol.e^-) = \frac{I(A) \times t(S)}{96500(C/mol.e^-)} = \frac{25(A) \times 3600(S)}{96500(C/mol.e^-)} = 0.932 \ \ mol.e^-$$

3) نجد عدد مولات الالمنيوم المترسبة على الكاثود :

$$Au^{+3}_{(aq)} + 3e^- \longrightarrow Au_{(S)}$$

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

$$0.932 \ \ mol.e^- = n(mol) \times 3e^- \quad \Rightarrow \quad n(mol) = 0.31 \ \ mol$$

4) نجد كتلة الالمنيوم (عدد الغرامات):

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

$$0.31 \ \ mol = \frac{m(g)}{27(g/mol)} \quad \Rightarrow \quad m(g) = 8.37\ g$$

5) نجد عدد ذرات الالمنيوم المترسبة عند الكاثود:

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

$$0.31 \ mol = \frac{\text{عدد الذرات المترسبة}}{6.023 \times 10^{23}} \Rightarrow \text{عدد الذرات المترسبة} = 1.867 \times 10^{23} atoms$$

19) امرر تيار كهربائي شدته $5A$ خلال $6 \ min$ $26 \ S$ في خلية تحليل كهربائي تحتوي على كبريتات النحاس ما هو وزن النحاس المترسب وعدد ذراته علماً ان الكتلة الذرية للنحاس $= 63$ ؟

(2021 /د 1)

ج/

6) نجد الزمن الكلي بـ (S) :

$$t(S) = 6 \ min \times \frac{60(S)}{1(min)} + 26 \ S$$

$$t(S) = 360S + 26 \ S = 386 \ S$$

1) نجد $Q(mol.e^-)$:

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

$$Q(mol.e^-) = \frac{5 \times 386}{96500(C/mol.e^-)}$$

$$Q(mol.e^-) = 0.02 \ mol.e^-$$

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

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

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

$$0.02 \ mol.e^- = n(mol) \times 2e^- \Rightarrow n(mol) = 0.01 \ mol$$

3) نجد وزن النحاس المترسب:

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

$$0.01 \ mol = \frac{m(g)}{63(g/mol)} \Rightarrow m(g) = 0.63g$$

4) نجد عدد ذرات النحاس المترسبة:

$$n(mol) = \frac{\text{عدد الذرات المترسبة}}{N_A \text{ عدد افوغادرو}} \Rightarrow 0.01 \ mol = \frac{\text{عدد الذرات المترسبة}}{6.023 \times 10^{23}}$$

$$\text{عدد الذرات المترسبة} = 6.023 \times 10^{21} \ atoms$$

20) امرر تيار شدته $15 \ A$ خلال $6min$ و $26 \ S$ في خلية تحليل كهربائي تحتوي على محلول كلوريد الذهب $AuCl_3$ ما وزن الذهب المترسب ؟ وعدد ذراته المترسبة، الكتلة الذرية للذهب 197 (2023 /د 3)

1) نحول الزمن الى الثانية S لنجد الزمن الكلي :

$$t(S) = 26 + 6 \times 60 = 26 \ S + 360 \ S = 386 \ S$$

2) نجد $Q(mol.e^-)$:

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

$$Q(mol.e^-) = \frac{15A \times 386\ S}{96500(C/mol.e^-)}$$

$$Q(mol.e^-) = 0.06\ mol.e^-$$

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

$$Au^{+3}_{(aq)} + 3e^- \longrightarrow Au_{(S)}$$

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

$$0.06\ mol.e^- = n(mol) \times 3e^-$$

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

4) نجد كتلة الفلز:

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

$$0.02\ mol = \frac{m(g)}{197}$$

$$m(g) = 0.02 \times 197 = 3.94\ g$$

$$n(mol) = \frac{\text{عدد الذرات المترسبة}}{N_A\ \text{عدد افوغادرو}} \Rightarrow 0.02\ mol = \frac{\text{عدد الذرات المترسبة}}{6.023 \times 10^{23}}$$

عدد الذرات المترسبة $= 12.046 \times 10^{21}\ atoms$

21) امرر تيار شدته $24\ A$ خلال $3min$ و $13\ S$ في خلية تحليل كهربائي تحتوي على محلول كلوريد الذهب $AuCl_3$ ما وزن الذهب المترسب ؟ وعدد ذراته المترسبة، الكتلة الذرية للذهب 197 (1 د/ 2025)

1) نحول الزمن الى الثانية S لنجد الزمن الكلي :

$$t(S) = 13 + 3 \times 60 = 13\ S + 180\ S = 193\ S$$

2) نجد $Q(mol.e^-)$:

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

$$Q(mol.e^-) = \frac{24 \times 193}{96500}$$

$$Q(mol.e^-) = 0.048\ mol.e^-$$

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

$$Au^{+3}_{(aq)} + 3e^- \longrightarrow Au_{(S)}$$

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

$$0.048\ mol.e^- = n(mol) \times 3e^-$$

$$n(mol) = 0.016\ mol$$

4) نجد كتلة الفلز:

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

$$0.016\ mol = \frac{m(g)}{197}$$

$$m(g) = 0.016 \times 197 = 3.152\ g$$

$$n(mol) = \frac{\text{عدد الذرات المترسبة}}{N_A\ \text{عدد افوغادرو}} \Rightarrow 0.016\ mol = \frac{\text{عدد الذرات المترسبة}}{6.023 \times 10^{23}}$$

$$\text{عدد الذرات المترسبة} = 9.63 \times 10^{21}\ atoms$$

22) احسب شدة التيار الذي يجب امراره في محلول كبريتات النحاس $CuSO_4$ لمدة $482.5\ S$ ليرسب $3g$ من النحاس عند الكاثود ، ثم احسب عدد ذراته اذا علمت ان الكتلة الذرية للنحاس 63 ، وان عدد افوكادرو 6.02×10^{23} . (2022 / د 2)

ج/

1) نجد عدد مولات النحاس المترسبة على الكاثود :

$$n(mol) = \frac{m(g)}{M(g/mol)} = \frac{3g}{63} = 0.05\ mol \quad \text{(بالتقريب)}$$

2) نجد $Q(mol.e^-)$:

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

$$Q(mol.e^-) = n(mol) \times ne^- = 0.05\ mol \times 2e^- = 0.1\ mol.e^-$$

3) نجد التيار $I(A)$:

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

$$0.1\ mol.e^- = \frac{I(A) \times 482.5(S)}{96500}$$

$$I(A) = \frac{9650}{482.5} = 20\ A$$

4) نجد عدد ذرات النحاس المترسبة:

$$n(mol) = \frac{\text{عدد الذرات المترسبة}}{N_A\ \text{عدد افوغادرو}} \Rightarrow 0.05\ mol = \frac{\text{عدد الذرات المترسبة}}{6.02 \times 10^{23}}$$

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

23) ما شدة التيار الذي يجب امراره في محلول كلوريد الذهب $AuCl_3$ لمدة $300\ S$ ليرسب $3.94\ g$ من الذهب عند الكاثود ، الكتلة الذرية للذهب 197. (ت-2024)

ج/

1) نجد عدد مولات النحاس المترسبة على الكاثود :

$$n(mol) = \frac{m(g)}{M(g/mol)} = \frac{3.94}{197} = 0.02\ mol$$

2) نجد $Q(mol.e^-)$:

$$Au^{+3}_{(aq)} + 3e^- \longrightarrow Au_{(S)}$$

$$Q(mol.e^-) = n(mol) \times ne^- = 0.02\ mol \times 3e^- = 0.06\ mol.e^-$$

3) نجد التيار $I(A)$:

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

$$0.06\ mol.e^- = \frac{I(A) \times 300(S)}{96500}$$

$$I(A) = \frac{5790}{300} = 19.3\ A$$

4) نجد عدد ذرات النحاس المترسبة:

$$n(mol) = \frac{\text{عدد الذرات المترسبة}}{N_A\ \text{عدد افوغادرو}} \Rightarrow 0.05\ mol = \frac{\text{عدد الذرات المترسبة}}{6.02 \times 10^{23}}$$

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

24) امرر تيار كهربائي شدته $2A$ لمدة $193\ S$ في محلول أحد املاح فلز احادي التكافؤ ، ما كمية الغاز المترسبة على الكاثود ؟ علماً ان الكتلة الذرية للفلز $= 108$ ؟ (التكميلي – 2 د/ 2022)

1) نجد $Q(mol.e^-)$:

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

$$Q(mol.e^-) = \frac{2 \times 193}{96500(C/mol.e^-)} = \frac{386}{96500}$$

$$Q(mol.e^-) = 0.004\ mol.e^-$$

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

(نفرض رمز الفلز المترسب هو M)

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

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

$$0.004\ mol.e^- = n(mol) \times e^- \Rightarrow n(mol) = 0.004\ mol$$

3) نجد وزن او كتلة الفلز المترسب:

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

$$0.004\ mol = \frac{m(g)}{108(g/mol)} \Rightarrow m(g) = 0.432g$$

25) اراد احد الصاغة طلاء خاتم بالذهب فأمرر تيار كهربائي شدته $10\ A$ في خلية الطلاء الكهربائي تحتوي على احد املاح الذهب فترسب الذهب على الخاتم ، لوحظ انه خلال $9.65\ S$ ان 75% من الكهربائية قد استهلك لترسيب الذهب فما كتلة الذهب المترسب ، الكتلة الذرية للذهب $= 197$.

(3 د/ 2016)

ج/

1) نجد التيار المستهلك فعلاً في عملية الترسيب:

$$I(A) = 10\ A \times \frac{75}{100} = 7.5\ A$$

2) نحسب $Q(mol.e^-)$:

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

$$Q(mol.e^-) = \frac{7.5\ A\ \times 9.65\ S}{96500(C/mol.e^-)}$$

$$Q(mol.e^-) = 7.5 \times 10^{-4}\ mol.e^-$$

3) نجد عدد مولات الذهب المترسبة من $Q(mol.e^-)$: $Au^{3+}_{(aq)} + 3e^- \longrightarrow Au_{(S)}$

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

$$7.5 \times 10^{-4}\ mol.e^- = n(mol) \times 3e^-$$

$$n(mol) = 2.5 \times 10^{-4}\ mol$$

4) نجد كتلة الذهب المترسب:

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

$$2.5 \times 10^{-4}\ mol = \frac{m(g)}{197(g/mol)}$$

$$m(g) = 2.5 \times 10^{-4} \times 197 = 0.05\ g$$

26) عند امرار واحد فراداي في محلول Al^{3+} فأن وزن الالمنيوم المترسب على الكاثود يساوي .... اذا علمت ان الوزن الذري للالمنيوم هو $27\ g/mol$. (2014 د 2 – خاص)

ج/ بما ان الفاراداي يمثل الشحنة الكلية اي $(1F = I(A) \times t(S) = 96500)$

$$Q(mol.e^-) = \frac{I(A) \times t(S)}{96500(C/mol.e^-)} = \frac{96500}{96500} = 1\ mol.e^-$$

$$Al^{+3}_{(aq)} + 3e^- \longrightarrow Al_{(S)}$$

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

$$1\ mol.e^- = n(mol) \times 3e^- \Rightarrow n(mol) = \frac{1}{3}\ mol$$

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

$$\frac{1}{3} mol = \frac{m(g)}{27(g/mol)} \Rightarrow m(g) = 9\ g$$

27) محلول من كبريتات النحاس $CuSO_4$ تركيزه 0.2 M وحجمه $600ml$ ، امرر تيار كهربائي شدته $96.5A$ احسب الزمن اللازم لكي يتبقى $0.03\ mol$ من ايون النحاس .

(2013 د 1) (2014 د 2) (2019 د 3)

ج/

1)

$$n(mol) = M\ (mol/L) \times V(L)$$

$$n(mol) = 0.2mol/L \times 600ml \times \frac{1L}{1000ml} = 0.12\ mol$$

2) $n(mol)_{المترسبة} = n(mol)_{الكلية} - n(mol)_{المتبقية}$

$n(mol)_{المترسبة} = 0.12\ mol - 0.03\ mol = 0.09\ mol$

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

$Q(mol.e^-) = n(mol) \times n e^- = 0.09\ mol \times 2e^- = 0.18\ mol.e^-$

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

$0.18\ mol.e^- = \frac{96.5A \times t(S)}{96500(C/mol.e^-)} \Rightarrow t(S) = 180\ S$

28) محلول من كبريتات النحاس $CuSO_4$ تركيزه 0.3 M وحجمه $500ml$ ، امرر تيار كهربائي شدته $96.5A$ احسب الزمن اللازم لكي يتبقى $0.03\ mol$ من ايون النحاس . (3 د/ 2016)

ج/

1) نجد عدد المولات الكلية للنحاس (وتحويل الحجم الى اللتر):

$n(mol) = M\ (mol/L) \times V(L)$

$n(mol) = 0.3mol/L \times 500ml \times \frac{1L}{1000ml} = 0.15\ mol$

2) نجد عدد المولات المترسبة:

$n(mol)_{المترسبة} = n(mol)_{الكلية} - n(mol)_{المتبقية}$

$n(mol)_{المترسبة} = 0.15\ mol - 0.03\ mol = 0.12\ mol$

3) نجد $Q(mol.e^-)$:

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

$Q(mol.e^-) = n(mol) \times n e^- = 0.12\ mol \times 2e^- = 0.24\ mol.e^-$

4) نجد الزمن $t(S)$ من $Q(mol.e^-)$:

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

$0.24\ mol.e^- = \frac{96.5A \times t(S)}{96500(C/mol.e^-)} \Rightarrow t(S) = 240\ S$

29) محلول من كبريتات النحاس $CuSO_4$ تركيزه 0.2 M وحجمه $0.5\ L$ ، امرر تيار كهربائي شدته $96.5A$ احسب الزمن اللازم لكي يتبقى $0.06\ mol$ من ايون النحاس . (3 د/ 2017)

ج/

1) نجد عدد المولات الكلية للنحاس :

$n(mol) = M\ (mol/L) \times V(L)$

$n(mol) = 0.2mol/L \times 0.5l = 0.1\ mol$

2) نجد عدد المولات المترسبة:

$$n(mol)_{\text{المترسبة}} = n(mol)_{\text{الكلية}} - n(mol)_{\text{المتبقية}}$$
$$n(mol)_{\text{المترسبة}} = 0.1\ mol - 0.06\ mol = 0.04\ mol$$

3) نجد $Q(mol.e^-)$:

$$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Cu_{(S)}$$
$$Q(mol.e^-) = n(mol) \times n_{e^-} = 0.04\ mol \times 2e^- = 0.08\ mol.e^-$$

4) نجد الزمن $t(S)$ من $Q(mol.e^-)$:

$$Q(mol.e^-) = \frac{I(A) \times t(S)}{96500(C/mol.e^-)}$$
$$0.08\ mol.e^- = \frac{96.5A \times t(S)}{96500(C/mol.e^-)} \Rightarrow t(S) = 80\ S$$

30) محلول من كبريتات النحاس $CuSO_4$ تركيزه 0.24 M وحجمه نصف لتر ، امرر تيار كهربائي شدته $96.5A$ احسب الزمن اللازم لكي يتبقى $0.04\ mol$ من ايون النحاس . (1 د/ 2020) (1 د/ 2022)

ج/

1) نجد عدد المولات الكلية للنحاس :

$$n(mol) = M\ (mol/L) \times V(L)$$
$$n(mol) = 0.24 mol/L \times 0.5 l = 0.12\ mol$$

2) نجد عدد المولات المترسبة:

$$n(mol)_{\text{المترسبة}} = n(mol)_{\text{الكلية}} - n(mol)_{\text{المتبقية}}$$
$$n(mol)_{\text{المترسبة}} = 0.12\ mol - 0.04\ mol = 0.08\ mol$$

3) نجد $Q(mol.e^-)$:

$$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Cu_{(S)}$$
$$Q(mol.e^-) = n(mol) \times n_{e^-} = 0.08\ mol \times 2e^- = 0.16\ mol.e^-$$

4) نجد الزمن $t(S)$ من $Q(mol.e^-)$:

$$Q(mol.e^-) = \frac{I(A) \times t(S)}{96500(C/mol.e^-)}$$
$$0.16\ mol.e^- = \frac{96.5A \times t(S)}{96500(C/mol.e^-)} \Rightarrow t(S) = 160\ S$$

31) محلول من كبريتات النحاس $CuSO_4$ تركيزه 0.24 M وحجمه $500ml$ ، امرر تيار كهربائي شدته $96.5A$ احسب الزمن اللازم لكي يتبقى $0.03\ mol$ من ايون النحاس . (2 د/ 2023)

ج/

1) نجد عدد المولات الكلية للنحاس :

$$n(mol) = M\ (mol/L) \times V(L)$$
$$n(mol) = 0.24 mol/L \times 0.5 l = 0.12\ mol$$

2) نجد عدد المولات المترسبة:

$$n(mol)_{\text{المترسبة}} = n(mol)_{\text{الكلية}} - n(mol)_{\text{المتبقية}}$$
$$n(mol)_{\text{المترسبة}} = 0.12\ mol - 0.03\ mol = 0.09\ mol$$

3) نجد $Q(mol.e^-)$:

$$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Cu_{(S)}$$
$$Q(mol.e^-) = n(mol) \times n_{e^-} = 0.09\ mol \times 2e^- = 0.18\ mol.e^-$$

4) نجد الزمن $t(S)$ من $Q(mol.e^-)$:

$$Q(mol.e^-) = \frac{I(A) \times t(S)}{96500(C/mol.e^-)}$$
$$0.18\ mol.e^- = \frac{96.5A \times t(S)}{96500(C/mol.e^-)} \Rightarrow t(S) = 180\ S$$

32) محلول من كبريتات النحاس $CuSO_4$ تركيزه 0.3 M وحجمه $500ml$ ، امرر تيار كهربائي شدته $96.5A$ احسب الزمن اللازم لكي يتبقى $0.06\ mol$ من ايون النحاس . (3 د/ 2024)

ج/

1) نجد عدد المولات الكلية للنحاس :

$$n(mol) = M\ (mol/L) \times V(L)$$
$$n(mol) = 0.3mol/L \times 0.5l = 0.15\ mol$$

2) نجد عدد المولات المترسبة:

$$n(mol)_{\text{المترسبة}} = n(mol)_{\text{الكلية}} - n(mol)_{\text{المتبقية}}$$
$$n(mol)_{\text{المترسبة}} = 0.15\ mol - 0.06\ mol = 0.09\ mol$$

3) نجد $Q(mol.e^-)$:

$$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Cu_{(S)}$$
$$Q(mol.e^-) = n(mol) \times n_{e^-} = 0.09\ mol \times 2e^- = 0.18\ mol.e^-$$

4) نجد الزمن $t(S)$ من $Q(mol.e^-)$:

$$Q(mol.e^-) = \frac{I(A) \times t(S)}{96500(C/mol.e^-)}$$
$$0.18\ mol.e^- = \frac{96.5A \times t(S)}{96500(C/mol.e^-)} \Rightarrow t(S) = 180\ S$$

33) احسب عدد الالكترونات اللازمة لتحرير ضعف الحجم المولي لغاز الاوكسجين في STP ، (معلومة: الحجم المولي لاي غاز عند STP يساوي ($22.4L$) ؟ (3 د/ 2014)

ج/

1) نحسب عدد مولات غاز O_2 المتحررة:

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

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

2) نحسب $Q(mol.e^-)$:

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

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

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

3) نحسب عدد e^- المارة :

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

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

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

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

34) احسب عدد الالكترونات اللازمة لتحرير نصف الحجم المولي لغاز الاوكسجين في STP (معلومة: الحجم المولي لاي غاز عند STP يساوي $(22.4L)$ ؟

ج/ (2015 د2 – خ ق) (2017 / ت) (2020 / ت) (2022 / ت) (2023 /ت)

1) نحسب عدد مولات غاز O_2 المتحررة:

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

$$n(mol) = \frac{0.5 \times 22.4\ (L) \times 1(mol)}{22.4\ (L)}$$

$$n(mol) = 0.5mol$$

2) نحسب $Q(mol.e^-)$:

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

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

$$Q(mol.e^-) = 0.5mol \times 4e^- = 2\,mol.e^-$$

3) نحسب عدد e^- المارة :

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

$$2\,mol.e^- = \frac{\text{عدد } e^- \text{ المارة}}{6.023 \times 10^{23}}$$

$$\text{عدد } e^- \text{ المارة} = 2\,mol.e^- \times 6.023 \times 10^{23} \frac{electron}{mol.e^-}$$

$$\text{عدد } e^- \text{ المارة} = 12.046 \times 10^{23}\ electron$$

35) احسب عدد الالكترونات اللازمة لتحرير ربع الحجم المولي لغاز الاوكسجين في STP ؟

ج/ (2025 /ت)

1) نحسب عدد مولات غاز O_2 المتحررة:

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

$$n(mol) = \frac{0.25 \times 22.4\ (L) \times 1(mol)}{22.4\ (L)}$$

$n(mol) = 0.25mol$

2) نحسب $Q(mol.e^-)$:

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

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

$$Q(mol.e^-) = 0.25mol \times 4e^- = 1\,mol.e^-$$

3) نحسب عدد e^- المارة :

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

$$1\,mol.e^- = \frac{\text{عدد } e^- \text{ المارة}}{6.023 \times 10^{23}}$$

$$\text{عدد } e^- \text{ المارة} = 1\,mol.e^- \times 6.023 \times 10^{23}\,\frac{electron}{mol.e^-}$$

$$\text{عدد } e^- \text{ المارة} = 6.023 \times 10^{23}\,electron$$

36) احسب عدد الالكترونات اللازمة لتحرير نصف الحجم المولي لغاز الاوكسجين في STP علماً ان عدد افوكادرو 6.02×10^{23} . (2020 د2)

ج/

1) نحسب عدد مولات غاز O_2 المتحررة:

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

$$n(mol) = \frac{0.5 \times 22.4\,(L) \times 1(mol)}{22.4\,(L)}$$

$$n(mol) = 0.5mol$$

2) نحسب $Q(mol.e^-)$:

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

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

$$Q(mol.e^-) = 0.5mol \times 4e^- = 2\,mol.e^-$$

3) نحسب عدد e^- المارة :

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

$$2\,mol.e^- = \frac{\text{عدد } e^- \text{ المارة}}{6.02 \times 10^{23}}$$

$$\text{عدد } e^- \text{ المارة} = 2\,mol.e^- \times 6.02 \times 10^{23}\,\frac{electron}{mol.e^-}$$

$$\text{عدد } e^- \text{ المارة} = 12.04 \times 10^{23}\,electron$$

37) احدا التفاعلات النصفية للتحليل الكهربائي للماء هو: (2021 ت)

$$2H_2O_{(l)} \longrightarrow O_{2(g)} + 4H^+_{(aq)} + 4e^-$$

فأذا تم جمع $0.08L$ من O_2 عند $25C^o$ وضغط $755\,mm.Hg$. فأحسب عدد مولات الالكترونات التي يجب تمريرها في المحلول .

ج/ 1) نحول الضغط الى وحدة atm :

$$P(atm) = 755\ mm.Hg \times \frac{1atm}{760mm.Hg} = 0.99\ atm$$

2) نجد $T(K)$:

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

3) نجد عدد مولات O_2 المتحررة:

$$PV = nRT$$

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{0.99 \times 0.08}{0.082 \times 298} = 0.003mol$$

4) نجد $Q(mol.e^-)$:

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

$$Q(mol.e^-) = 0.003mol \times 4^{e^-}$$

$$Q(mol.e^-) = 0.012\ mol.e^-$$

38) احد التفاعلات النصفية للتحليل الكهربائي للماء هو: (1 د/ 2023)

$$2H_2O_{(l)} \longrightarrow O_{2(g)} + 4H^+_{(aq)} + 4e^-$$

فأذا تم جمع $0.064L$ من O_2 عند $25C^o$ وضغط $756\ mm.Hg$. فأحسب 1) عدد مولات الالكترونات التي يجب تمريرها في المحلول 2) عدد الالكترونات المارة في المحلول .

ج/

1) نحول الضغط الى وحدة atm :

$$P(atm) = 756\ mm.Hg \times \frac{1atm}{760mm.Hg} = 0.99\ atm$$

2) نجد $T(K)$:

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

3) نجد عدد مولات O_2 المتحررة:

$$PV = nRT$$

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{0.99 \times 0.064}{0.082 \times 298} = 0.00259\ mol$$

4) نجد $Q(mol.e^-)$:

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

$$Q(mol.e^-) = 0.00259mol \times 4^{e^-}$$

$$Q(mol.e^-) = 0.01\ mol.e^-$$

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

$$0.01\ mol.e^- = \frac{\text{عدد } e^- \text{ المارة}}{6.023 \times 10^{23}}$$

$$\text{عدد } e^- \text{ المارة} = 0.01\ mol.e^- \times 6.023 \times 10^{23}\ \frac{electron}{mol.e^-}$$

$$\text{عدد } e^- \text{ المارة} = 6.023 \times 10^{21}\ electron$$

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

(2015 د 1 – خاص) (2021 د 2)

ج/

1) كتابة معادلة تحليل الماء الى عناصره:
$$2H_2O_{(l)} \longrightarrow 2H_2 + O_2$$

2) الفرضية:

نفرض عدد جزيئات غاز $O_2 = x$

نفرض عدد جزيئات غاز $H_2 = 2x$

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

3) نجد عدد جزيئات كل غاز:

عدد جزيئات غاز الهيدروجين والاوكسجين $= 36.12\times10^{21}$
$$x+2x = 36.12\times10^{21}$$
$$3x = 36.12\times10^{21}$$
$x = 12.04\times10^{21}\ molecules$ (وهو عدد جزيئات غاز O_2 المتحررة)
$$2x = 2(12.04\times10^{21}) = 24.08\times10^{21}\ molecules$$
(وهو عدد جزيئات غاز H_2 المتحررة)

4) نجد عدد مولات غاز O_2 المتحررة (او مولات H_2) :
$$n(mol) = \frac{\text{عدد الجزيئات المتحررة}}{N_A\ \text{عدد افوغادرو}}$$
$$n(mol) = \frac{12.04\times10^{21}}{6.023\times10^{23}}$$
$$n(mol) = 0.02\ mol$$

5) نجد $Q(mol.e^-)$ من مولات O_2 :

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

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

التفاعل العام: $2H_2O_{(l)} \longrightarrow 2H_2 + O_2$
$$Q(mol.e^-) = n(mol)\times n_{e^-}$$
$$Q(mol.e^-) = 0.02mol\times 4e^-$$
$$Q(mol.e^-) = 0.08\ mol.e^-$$

6) نجد الزمن الكلي بـ(S) :
$$t(S) = 2\ hr\times\frac{3600(S)}{1(hr)} + 520\ S$$
$$t(S) = 7200S + 520\ S = 7720\ S$$

7) نجد التيار $I(A)$ من $Q(mol.e^-)$:
$$Q(mol.e^-) = \frac{I(A)\times t(S)}{96500(C/mol.e^-)}$$
$$0.08\ mol.e^- = \frac{I(A)\times7720(S)}{96500(C/mol.e^-)}$$
$$I(A) = 1\ A$$

40) احسب شدة التيار اللازم امراره لمدة $2hr$ و $520\ S$ في خلية تحليل الماء كهربائياً لكي يحرر 18.06×10^{21} جزيئة من الهيدروجين والاوكسجين على قطبي الخلية ؟ (1 د/ 2019)

ج/

1) كتابة معادلة تحليل الماء الى عناصره: $2H_2O_{(l)} \longrightarrow 2H_2 + O_2$

2) الفرضية:

نفرض عدد جزيئات غاز $O_2 = x$

نفرض عدد جزيئات غاز $H_2 = 2x$

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

3) نجد عدد جزيئات كل غاز:

عدد جزيئات غاز الهيدروجين والاوكسجين $= 18.06 \times 10^{21}$

$$x + 2x = 18.06 \times 10^{21}$$

$$3x = 18.06 \times 10^{21}$$

$x = 6.02 \times 10^{21}\ molecules$ (وهو عدد جزيئات غاز O_2 المتحررة)

$2x = 2(6.02 \times 10^{21}) = 12.04 \times 10^{21}\ molecules$

(وهو عدد جزيئات غاز H_2 المتحررة)

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

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

$$n(mol) = \frac{6.02 \times 10^{21}}{6.02 \times 10^{23}}$$

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

5) نجد $Q(mol.e^-)$ من مولات O_2 :

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

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

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

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

$$Q(mol.e^-) = 0.01mol \times 4e^-$$

$$Q(mol.e^-) = 0.04\ mol.e^-$$

6) نجد الزمن الكلي بـ(S) :

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

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

7) نجد التيار $I(A)$ من $Q(mol.e^-)$:

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

$$0.04\ mol.e^- = \frac{I(A) \times 7720(S)}{96500(C/mol.e^-)}$$

$$I(A) = 0.5A$$

41) احسب شدة التيار اللازم امراره لمدة $1hr$ و $200\ S$ في خلية تحليل الماء كهربائياً لكي يحرر 18.06×10^{21} جزيئة من الهيدروجين والاوكسجين على قطبي الخلية ؟ (3 د/ 2015)

ج/

1) كتابة معادلة تحليل الماء الى عناصره: $2H_2O_{(l)} \longrightarrow 2H_2 + O_2$

2) الفرضية:

نفرض عدد جزيئات غاز $O_2 = x$

نفرض عدد جزيئات غاز $H_2 = 2x$

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

3) نجد عدد جزيئات كل غاز:

عدد جزيئات غاز الهيدروجين والاوكسجين $= 18.06 \times 10^{21}$

$$x + 2x = 18.06 \times 10^{21}$$

$$3x = 18.06 \times 10^{21}$$

$$x = 6.02 \times 10^{21}\ molecules$$ (وهو عدد جزيئات غاز O_2 المتحررة)

$$2x = 2(6.02 \times 10^{21}) = 12.04 \times 10^{21}\ molecules$$

(وهو عدد جزيئات غاز H_2 المتحررة)

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

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

$$n(mol) = \frac{6.02 \times 10^{21}}{6.02 \times 10^{23}}$$

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

5) نجد $Q(mol.e^-)$ من مولات O_2 :

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

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

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

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

$$Q(mol.e^-) = 0.01mol \times 4e^-$$

$$Q(mol.e^-) = 0.04\ mol.e^-$$

6) نجد الزمن الكلي بـ(S) :

$$t(S) = 1\ hr \times \frac{3600(S)}{1(hr)} + 200\ S$$

$$t(S) = 3600S + 200\ S = 3800\ S$$

7) نجد التيار $I(A)$ من $Q(mol.e^-)$:

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

$$0.04\ mol.e^- = \frac{I(A) \times 3800(S)}{96500(C/mol.e^-)}$$

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

42) في خلية تحليل الماء كهربائياً في STP امرر تيار كهربائي فيها لمدة 3 دقائق و 13 ثانية فتحرر غازي الهيدروجين والاوكسجين عند قطبي الخلية ، وكان مجموع حجمي الغازين المتحررين يساوي $0.0672\ L$ ، اكتب معادلتي نصفي الخلية والتفاعل العام لها ، ثم جد حجم كل غاز متحرر وشدة التيار المار .
(2 د 2016) (1 د 2017) (1 د 2017 – خ ق)

ج/

1) كتابة المعادلات:

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

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

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

2) ايجاد حجم غاز H_2 و O_2 :

نفرض حجم غاز $O_2 = x$

نفرض حجم غاز $H_2 = 2x$

لان حجم غاز H_2 المتحرر ضعف حجم غاز O_2 كما في المعادلة

$$\text{الحجم الكلي} = 0.0672\ L$$
$$V_{O_2} + V_{H_2} = 0.0672\ L$$
$$x + 2x = 0.0672\ L$$
$$3x = 0.0672\ L \Rightarrow x = 0.0224\ L$$
$$\therefore V_{O_2} = 0.0224\ L \qquad \therefore V_{H_2} = 0.0448\ L$$

3) نجد عدد مولات غاز O_2 المتحررة:

$$n(mol) = \frac{V(L) \times 1(mol)}{22.4\ (L)} = \frac{0.0224\ L \times 1(mol)}{22.4\ (L)} = 0.001 mol$$

4) نجد $Q(mol.e^-)$:

$$Q(mol.e^-) = n(mol) \times n^{e^-} = 0.001\ mol \times 4^{e^-} = 0.004\ mol.e^-$$

5) نجد التيار $I(A)$ من $Q(mol.e^-)$:

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

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

$$0.004\ mol.e^- = \frac{I(A) \times 193\ S}{96500(C/mol.e^-)}$$

$$I(A) = 2\ A$$

43) في خلية تحليل الماء كهربائياً في STP امرر تيار كهربائي فيها لمدة 6 دقائق و 26 ثانية فتحرر غازي الهيدروجين والاوكسجين عند قطبي الخلية ، وكان مجموع حجمي الغازين المتحررين يساوي $0.0684\ L$ ، احسب حجم كل غاز متحرر وشدة التيار المار . (2 د/ 2025)

ج/

1) كتابة المعادلات:

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

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

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

2) ايجاد حجم غاز H_2 و O_2 :

نفرض حجم غاز $O_2 = x$

نفرض حجم غاز $H_2 = 2x$

لان حجم غاز H_2 المتحرر ضعف حجم غاز O_2 كما في المعادلة

$$\text{الحجم الكلي} = 0.0684\ L$$

$$V_{O_2} + V_{H_2} = 0.0684\ L$$

$$x + 2x = 0.0684\ L$$

$$3x = 0.0684\ L \quad \Rightarrow \quad x = 0.0228\ L$$

$$\therefore V_{O_2} = 0.0228\ L \qquad \therefore V_{H_2} = 0.0456\ L$$

3) نجد عدد مولات غاز O_2 المتحررة:

$$n(mol) = \frac{V(L) \times 1(mol)}{22.4\ (L)} = \frac{0.0228\ L \times 1(mol)}{22.4\ (L)} = 0.001 mol$$

4) نجد $Q(mol.e^-)$:

$$Q(mol.e^-) = n(mol) \times ne^- = 0.001\ mol \times 4e^- = 0.004\ mol.e^-$$

5) نجد التيار $I(A)$ من $Q(mol.e^-)$:

$$t(S) = 6\ min \times \frac{60\ S}{1\ min} + 26\ S = 360\ S + 26\ S = 386\ S$$

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

$$0.004\ mol.e^- = \frac{I(A) \times 386\ S}{96500(C/mol.e^-)}$$

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

44) كيف يمكن اعادة شحن البطارية ؟ (1 د/ 2015 – خ ق) (1 د/ 2017 – خ ق)

ج/ امرار تيار كهربائي خارجي (اعادة شحن) لعكس تفاعل الخلية فتصبح البطارية مجموعة خلايا الكتروليتية حيث يتفكك راسب $PbSO_4$ من على القطبين ويستعيد الحامض تركيزه (كثافته) .

45) ما هي مواصفات الخلية الجافة ، عددها . (3 د/ 2013) (2 د/ 2017 – موصل)

ج/ 1) تعطي جهد مقداره $1.48V$ 2) غير قابلة للشحن 3) تستخدم في اجهزة الراديو والحاسوب .

الفصل الخامس – الكيمياء التناسقية

المقدمة والنظريات

1) الملح المزدوج: (3 د/ 2013) (ت / 2014) (2 د/ 2016) (1 د/ 2017) (ت / 2019)
وهو مركب اضافة مستقر يعطي عند اذابته في الماء كافة الايونات المكونة له بحيث يحتفظ كل ايون بصفاته المستقلة مثال ملح مور $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$.

2) الايون المركزي: (1 د/ 2018) (2022 /تكميلي د 2)
وهو عبارة عن ذرة مركزية مستقبلة للمزدوجات الالكترونية ، وتكون عادة فلزاً انتقالياً يحتوي على اوربيتالات فارغة ويرتبط مع الليكندات بأصرة تناسقية وهو من حوامض لويس .

3) عدد التناسق: (2017 د/ 3 – موصل) (ت / 2022) (2 د/ 2022) (2023 /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 اعداد التناسق الفردية و 2 فهي نادرة .

4) المعقد المتعادل: (3 د/ 2014) (2017 د/ 2 – موصل) (1 د/ 2020) (1 د/ 2022) (2025 /ت)
وهو المعقد الذي لا يحمل شحنة (تساوي 0) ولا يتأين في الماء مثال $[Co(NH_3)_3Cl_3]$.

5) مجال التناسق:
(3 د/ 2018) (3 د/ 2019) (1 د/ 2014) (3 د/ 2016) (2014 د/ 1 – خاص) (2 د/ 2020)
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 .

6) يسمى المعقد الذي لا يحمل شحنة بـ .... وهو لا .... (2022 د/ 2 – التكميلي)
ج/ المعقد المتعادل ، يذوب في الماء .

7) هناك مركبات تناسقية لا تذوب في الماء وذلك .... وبالتالي .... وتسمى ....
ج/ لعدم قدرتها على التأين ، لن تعطي ايونات سالبة وموجبة ، المعقدات المتعادلة . (1 د/ 2023)

8) ان مجال التناسق هو .... بينما عدد التناسق هو .... (ت / 2022)
ج/ مجال التناسق:
وهو المجال الذي يعبر عنه بشكل اقواس مربعة [ ] والذي يحتوي على الذرة المركزية ومجموعة من الليكندات ويسمى ايضاً بالمجال الداخلي ومكوناته لا تتأين ولا يمكن ترسيبها .

عدد التناسق:
وهو عدد الليكندات التي ترتبط بالايون المركزي مضروباً في عدد المخالب اي انه يساوي عدد الاواصر التناسقية ، واكثر اعداد التناسق شيوعاً 4 و 6 ، اما اعداد التناسق الفردية و 2 فهي نادرة .

9) وضح لماذا يصنف المركب $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ كملح مزدوج بينما يصنف المركب $K_3[Fe(CN)_6]$ كمركب معقد (مركب تناسقي) ؟ (ت / 2021)
(1 د/ 2014) (1 د/ 2015 – خاص) (3 د/ 2016) (1 د/ 2016) (2 د/ 2015 – خ ق)

ج/
وذلك لان المركب $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ ملح مور وعند ذوبانه في الماء فإنه يعطي كافة ايوناته اي $(Fe^{2+}$ و NH_4^+ و $SO_4^{2-})$ ،

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

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

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

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

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

10) لماذا يصنف المركب $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ كملح مزدوج وضح او علل ذلك ؟

ج/ (1 د/ 2020) (ت -2024) (2 د/ 2025)
وذلك لان عند ذوبانه في الماء فإنه يعطي كافة ايوناته اي $(Fe^{2+}$ و NH_4^+ و $SO_4^{2-})$ ، ويتم التاكد من وجودها في المحلول بأستخدام طرائق الكشف الشائعة لكل ايون منها ولذلك يصنف المركب كملح مزدوج . يتكون الملح المزدوج (ملح مور) من مزج محلول ملح كبريتات الامونيوم مع محلول ملح كبريتات الحديد (II) حسب المعادلة :

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

11) ما هو الفرق بين الاملاح المزدوجة والمركبات المعقدة ؟ (ت / 2013) (1 د/ 2014 – خاص)
ج/ (3د/ 2025)

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

12) ما هو الفرق بين ملح مور $FeSO_4 . (NH_4)_2SO_4 . 6H_2O$ و $K[FeCl_4]$ ؟ (3د/ 2016- خ ق)
ج/ ملح مور $FeSO_4 . (NH_4)_2SO_4 . 6H_2O$ :: وهو مركب اضافة مستقر يعطي عند اذابته في الماء كافة الايونات المكونة له بحيث يحتفظ كل ايون بصفاته المستقلة مثال ملح مور $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$.

اما المعقد التناسقي $K[FeCl_4]$

لا يعطي كافة الايونات المكونة له عند ذوبانه في الماء ، اي ان الصفات المستقلة تختفي لبعض الايونات .

13) عدد الخواص التي تمتاز بها العناصر الانتقالية .

ج/ (2 د/ 2021) (2د/2022) ((2 د/ 2020) لثلاثة فقط) (2 د/ 2023) (2 د / 2023)

1) لها حالات اكسدة متعددة ، اي للعنصر الواحد اكثر من حالة اكسدة .

2) تمتاز مركباتها بالصفات البارامغناطيسية وذلك لوجود الكترونات منفردة في الاغلفة d او f .

3) العديد من مركباتها ملونة .

4) لها ميل كبير لتكوين ايونات او مركبات معقدة .

14) ما الفرق بين ايونات الكلور الموجودة في المعقد التناسقي $[Co(NH_3)_5Cl]\ Cl_2$ من حيث قابليتها على التأين مع تفسير ذلك ؟ (1 د/ 2021) (2 د/ 2024)

ج/

تتأين ايونات الكلوريد الواقعة خارج المجال التناسقي لانها ايونات بسيطة امـــــا ايون الكلوريد الثالث والذي يوجد داخل المجال التناسقي فهو لا يتأين لانه يوجد ضمن الايون المعقد ..

15) ما الفرق بين مجال التناسق ومجال التأين ؟ (2 د/ 2021) (1 د/ 2023) (1 د/ 2024)

ج/

	مجال التناسق	مجال التأين
1	الايونات تكون داخل المجال التناسقي اي بداخل الاقواس المربعة [ ]	الايونات تكون خارج المجال التناسقي [ ] .
2	الايونات داخل المجال لا تتأين	الايونات خارج المجال تتأين
3	لا يمكن ترسيب الايونات	يمكن ترسيب الايونات
4	ترتبط الايونات مع الايون المركزي بواسطة اواصر تناسقية .	ترتبط الايونات مع الايون المركزي بواسطة اواصر ايونية .

16) ان للذرة المركزية في المعقدات التناسقية تكافئين هما .... و .... في حين يكون لها في المركبات البسيطة تكافؤ واحد هو .... فقط . (1د/2022) (2د/2023)

ج/ اولي و ثانوي ، اولي .

17) ما التكافؤ الاولي (حالة التأكسد) والتكافؤ الثانوي (عدد التناسق) للفلز المركزي في المركبات الاتية:

1) $K_4[Fe(CN)_6]$ (1 د/ 2019)

ج/ نبدأ من الايون البسيط وهو البوتاسيوم وله شحنة $(+1)$

امـــــا الايون المعقد $[Fe(CN)_6]^{4-}$ فله شحنة مقدارها (-4) ، لذا فتحسب شحنه الايون المركزي لفلز الحديد كالاتي:

$$X + (-1 \times 6) = -4 \quad \Rightarrow \quad X - 6 = -4 \quad \Rightarrow \quad X = +2$$

$\therefore$ التكافؤ الاولي $= +2$

التكافؤ الثانوي $= 6$ وهو عدد الليكندات المتصلة بالفلز والتي توضع داخل الاقواس المربعة .

18) $[Cr(NH_3)_6](NO_3)_3$ (1 د/ 2013) (ت / 2016) (3 د/ 2024)

ج/ ايون النترات NO_3^- هو الايون البسيط وله شحنة (-1)
امـا الايون المعقد $[Cr(NH_3)_6]^{3+}$ فله شحنة مقدارها $(+3)$ ، لذا فتحسب شحنه الايون المركزي لفلز الكروم كالاتي:

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

∴ التكافؤ الاولي $= +3$
التكافؤ الثانوي $= 6$

19) $K_3[Fe(CN)_6]$ (2 د/ 2015) (1 د/ 2017 – خ ق) (2 د/ 2024) (احيانا يعطي الايون المعقد)

ج/ نبدأ من الايون البسيط وهو البوتاسيوم وله شحنة $(+1)$
امـــا الايون المعقد $[Fe(CN)_6]^{3-}$ فله شحنة مقدارها $(-3$ ، لذا فتحسب شحنه الايون المركزي لفلز الحديد كالاتي:

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

∴ التكافؤ الاولي $= +3$
التكافؤ الثانوي $= 6$ وهو عدد الليكندات المتصلة بالفلز والتي توضع داخل الاقواس المربعة .

20) $K_3[Fe(CN)_6]$ المطلوب التكافؤ الاولي فقط (2 د/ 2014 – خاص) (1 د/ 2017 – خ ق)

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

21) $[Pt(C_2H_4)Cl_3]^-$ المطلوب التكافؤ الاولي فقط (1 د/ 2013 – خ ق)

ج/ $X + (0 \times 1) + (-1 \times 3) = -1 \quad \Rightarrow \quad X = +2$

22) $[Co(NH_3)_5Cl]Cl_2$ (2 د/ 2013)

ج/ ايون الكلوريد Cl^- هو الايون البسيط وله شحنة (-1) وبما انه ايونان كلوريد لذلك فتكون الشحنة (-2) امـا الايون المعقد $[Cr(NH_3)_5Cl]^{2+}$ فله شحنة مقدارها $(+2)$ ، لذا فتحسب شحنه الايون المركزي لفلز الكروم كالاتي:

$$X + (0 \times 5) + (-1) = +2 \quad \Rightarrow \quad X - 1 = +2 \quad \Rightarrow \quad X = +3$$

∴ التكافؤ الاولي $= +3$ وو التكافؤ الثانوي $= 6$

23) $[Cr(H_2O)_6]Cl_3$ (2 د/ 2017) (3 د/ 2017)

ج/ ايون الكلوريد هو الايون البسيط وله شحنة (-1)
امـا الايون المعقد $[Cr(H_2O)_6]^{3+}$ فله شحنة مقدارها $(+3)$ ، لذا فتحسب شحنه الايون المركزي لفلز الكروم كالاتي: $X + (0 \times 6) = +3 \quad \Rightarrow \quad X + 0 = +3 \quad \Rightarrow \quad X = +3$

∴ التكافؤ الاولي $= +3$ ،، التكافؤ الثانوي $= 6$

24) العدد التأكسدي للحديد في $[Fe(CO)_5]$ = ... وفي $[Fe(H_2O)_5(NO)]^{2+}$ = ... وفي $K_3[Ni(CN)_6]$ = ... (د 3 / 2023)

ج/

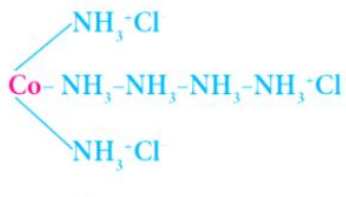
$[Fe(CO)_5]$: $X + (0 \times 5) = 0 \Rightarrow X = 0$

: $[Fe(H_2O)_5(NO)]^{2+}$

$X + (0 \times 5) + (0 \times 1) = +2 \Rightarrow X + 0 = +2 \Rightarrow X = +2$

$K_3[Ni(CN)_6]$: $X + (-1 \times 6) = -3 \Rightarrow X - 6 = -3 \Rightarrow X = +3$

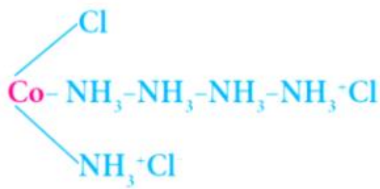
25) اكتب الصيغة البنائية للمركب $CoCl_3.6NH_3$ حسب نظرية السلسلة . (ت/ 2025)



الصيغة (I)

26) اكتب الصيغة البنائية للمركب $CoCl_3.5NH_3$ حسب نظرية السلسلة . (د/ 1 2025)

ج/



الصيغة (II)

الليكندات

1) عرف الليكاند ، وما انواع الليكندات ؟ عددها فقط . (ت / 2020)

تعريفه:

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

انواعها:

1) ليكندات احادية المخلب 2) ليكندات ثنائية المخلب 3) ليكندات متعددة المخالب

2) ليكندات ثنائية المخلب: (2017 د1- موصل)

وهي عبارة عن ايونات سالبة او جزيئات متعادلة قادرة على منح مزدوجين الكترونيين الى ايون الفلز الموجب ، اي لها القدرة على الارتباط بأيون الفلز عبر اكثر من ذرة واحدة مكونة مركبات حلقية ، وتسمى ايضاً ليكندات ثنائية السن .

3) الليكند: (2014 د2 – خاص)

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

4) الليكندات الكليتية: (2019 د2) (2016 د1 – خ ق) (2017 د2 – خ ق) (2018 د2 – خ ق)

وهي الليكندات التي ترتبط في موقعين او اكثر في ان واحد مع نفس الايون المركزي (اي لها اكثر من ذرة مانحة) وتشمل الليكندات ثنائية المخلب ومتعددة المخالب . (2023 د3)

5) ليكندات متعددة المخالب: (2021 د1)

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 (بعدد الذرات المرتبطة) .

6) وجود ليكندات احادية المخلب واخرى ليكندات ثنائية المخلب ، علل ذلك . (2022 ت)

ج/

وذلك لان الليكندات احادية المخلب تحتوي في تركيبها الكيميائي على ذرة واحدة مع الذرة المركزية للفلز (اي تمنح مزدوج الكتروني واحد) .

اما الليكندات ثنائية المخلب فهي التي تحتوي في تركيبها الكيميائي على ذرتين قابلة للارتباط مع الذرة المركزية للفلز (تمتلك اكثر من مزدوج الكتروني) .

7) ما الفرق بين ليكند احادي المخلب وبين ليكند ثنائي المخلب ؟ (2021 د2 – تكميلي)

ج/

ليكندات احادية المخلب:

1) وهي عبارة عن ايونات سالبة او جزيئات متعادلة قادرة على منح مزدوج الكتروني واحد الى ايون الفلز الموجب .
2) تحوي في تركيبها الكيميائي على ذرة واحدة قابلة للارتباط مع الذرة المركزية للفلز .
3) مثل ايونات Cl^- ، F^- ، Br^- ، CN^- وجزيئات الماء والامونيا .

ليكندات ثنائية المخلب:

1) وهي عبارة عن ايونات سالبة او جزيئات متعادلة قادرة على منح مزدوجين الكترونيين الى ايون الفلز الموجب .
2) تحوي اكثر من ذرة واحدة (ذرتين) مانحة اي تمتلك مزدوج الكتروني غير مشترك في التفاعل مكونة مركبات حلقية .
3) مثل ايونات dmg^- والاوكزالات $C_2O_4^{2-}$ وجزيئة الهيدرازين NH_2NH_2 .

8) املا الفراغات: الليكندات الكليتية هي .... (ت / 2021)

ج/ 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 .

9) تصنف الليكندات المعروفة حسب سلسلة الطيف الكيميائي الى نوعين ، ما هما ؟ مع بيان سبب تصنيفها . (2022 د 2) (2025 د 2)

ج/ (1) ليكندات قوية ضاغطة .

(2) ليكندات ضعيفة (غير ضاغطة) .

والسبب لان الليكندات القوية تجعل الالكترونات المنفردة تزدوج في المعقد المتكون ، اما الليكندات الضعيفة فهي غير قادرة على جعل الالكترونات المنفردة تزدوج .

10) تعد الليكندات قواعد لويس والذرة المركزية حامض لويس ، وضح ذلك . (2023 د 3) (للتطبيقي)

ج/ تعد الليكندات قواعد لويس وذلك لاحتوائها على مزدوجات الكترونية غير مشتركة تستطيع منحها الى حامض مثال الامونيا والماء ، اما الذرة المركزية فتعد حامض لويس لاحتوائها على اوربيتالات فارغة ولها القابلية على استقبال مزدوجات الكترونية من قواعد لويس كما في العناصر الانتقالية مثال النيكل والكوبلت .

11) يعد ايون CN^- ليكند قوي . (2023 د3)

ج/ وذلك لانه ليكند ضاغط اي لقابليته على ازدواج الالكترونات المنفردة .

وزاريات EAN

1) العدد الذري الفعال: (2014 د 2) (2016 د 1)

وهو المجموع الكلي للالكترونات على الذرة المركزية والممنوحة من الليكندات .

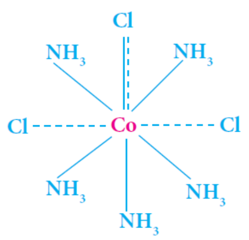
2) وضح متى يصبح المعقد التناسقي مستقراً حسب قاعدة العدد الذري الفعال ، وضح ذلك . (2025 د 1)

ج/

المعقد التناسقي يصبح مستقراً اذا كان مجموع الالكترونات الموجودة على الفلز والالكترونات الممنوحة من قبل الليكندات تساوي العدد الذري لاحد الغازات النبيلة وهي ($36Kr$ او $54Xe$ او $86\ Rn$)

2) مثل فرنر المركب $CoCl_3 . 5NH_3$ حسب النظرية التناسقية بالصيغة .... (2019 د 1)

ج/ $[Co(NH_3)_5Cl]Cl_2$ او



الصيغة (VI)

3) معقد تناسقي يمتلك ثلاث الكترونات مفردة فأن قيمة الزخم المغناطيسي μ يساوي ....

(3 د/ 2013)

ج/ $\mu(B.M) = \sqrt{e(e+2)}\ \sqrt{3(3+2)} = \sqrt{15} = 3.9\ B.M$

4) ما هو العدد الذري الفعال للمعقدات الاتية ، وهل تنطبق عليه قاعدة (EAN) ام لا مع السبب .

1) $[Fe(CN)_6]^{3-}$ العدد الذري للحديد هو 26

(1 د/ 2017) (1 د/ 2015) (ت/ 2025) (2 د/ 2024) (1 د/ 2019) (د/ 2018 (12018 – خ ق) د/ 2 – خ ق)

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

$Fe = 26e^-$

$Fe^{3+} = 23e^-$

$6: CN^- = 12e^-$

$[Fe(CN)_6]^{3-} = 35e^-$

العدد الذري الفعال هنا يساوي 35 وهو لا يساوي العدد الذري لاي من الغازات النبيلة ، ولهذا فلا تنطبق عليه قاعدة العدد الذري الفعال .

2) $[CoCl_4]^{2-}$ العدد الذري للكوبلت هو 27 .

(2017 د/ 1 – خ ق) (1 د/ 2014)

ج/

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

$Co = 27e^-$

$Co^{2+} = 25e^-$

$4: Cl^- = 8e^-$

$[CoCl_4]^{2-} = 33e^-$

العدد الذري الفعال هنا يساوي 33 وهو لا يساوي العدد الذري لاي من الغازات النبيلة ، ولهذا فلا تنطبق عليه قاعدة العدد الذري الفعال .

3) $[Pd(NH_3)_6]^{4+}$ العدد الذري $Pd = 46$

(ت / 2019) (ت / 2014)

ج/ $X + (0 \times 6) = +4 \Rightarrow X + 0 = +4 \Rightarrow X = +4$

$Pd = 46e^-$

$Pd^{4+} = 42e^-$

$6: NH_3 = 12e^-$

$[Pd(NH_3)_6]^{4+} = 54e^-$

العدد الذري الفعال هنا يساوي 54 وهو يساوي العدد الذري للغاز النبيل الزينون ، و تنطبق عليه قاعدة العدد الذري الفعال .

4) $[Ni(en)_3]^{2+}$ العدد الذري $Ni = 28$ (3 د/ 2015) (1 د/ 2018)

ج/

$$X + (0 \times 3) = +2 \Rightarrow X + 0 = +2 \Rightarrow X = +2$$

$$Ni = 28e^-$$
$$Ni^{2+} = 26e^-$$
$$3{:}en{:} = 12e^-$$
$$[Ni(en)_3]^{2+} = 38e^-$$

العدد الذري الفعال هنا يساوي 38 وهو لا يساوي العدد الذري لاي من الغازات النبيلة ، ولهذا فلا تنطبق عليه قاعدة العدد الذري الفعال ولكن الرغم من ذلك فإن المركب المعقد مستقر .

5) $[Ni(NH_3)_6]^{2+}$ العدد الذري للنيكل $Ni = 28$. (3 د/ 2013) (ت / 2024)

ج/

$$Ni = 28e^-$$
$$Ni^{2+} = 26e^-$$
$$6{:}NH_3 = 12e^-$$
$$[Ni(NH_3)_6]^{2+} = 38e^-$$

$$X + (0 \times 6) = +2 \Rightarrow X + 0 = +2 \Rightarrow X = +2$$

العدد الذري الفعال هنا يساوي 38 وهو لا يساوي العدد الذري لاي من الغازات النبيلة ، ولهذا فلا تنطبق عليه قاعدة العدد الذري الفعال .

6) $[Ag(NH_3)_4]^{+}$ العدد الذري للفضة $Ag = 47$ (1 د/ 2024)

(ت / 2013) (1 د/ 2015 – خ ق) (2 د/ 2017 – موصل) (2 د/ 2017 – خ ق) (3 د/ 2019)

ج/

$$Ag = 47e^-$$
$$Ag^{+} = 46e^-$$
$$4{:}NH_3 = 8e^-$$
$$[Ag(NH_3)_4]^{+} = 54e^-$$

$$X + (0 \times 4) = +1 \Rightarrow X + 0 = +1 \Rightarrow X = +1$$

العدد الذري الفعال هنا يساوي 54 وهو يساوي العدد الذري للغاز النبيل الزينون ، و تنطبق عليه قاعدة العدد الذري الفعال .

7) $[Fe(CO)_5]$ العدد الذري للحديد هو 26 (3 د/ 2016)

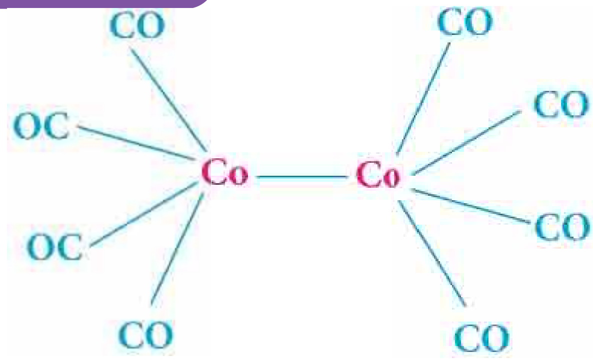
ج/

$$Fe = 26e^-$$
$$5CO = 10e^-$$
$$[Fe(CO)_5] = 36e^-$$

العدد الذري الفعال هنا يساوي 36 وهو يساوي العدد الذري للغاز النبيل الكربتون ، و تنطبق عليه قاعدة العدد الذري الفعال .

8) $[Co_2(CO)_8]$ العدد الذري للكوبلت هو 27 (2 د/ 2016)

ج/



$Co \ = \ 27^{e^-}$

$Co - Co \ = \ 1^{e^-}$

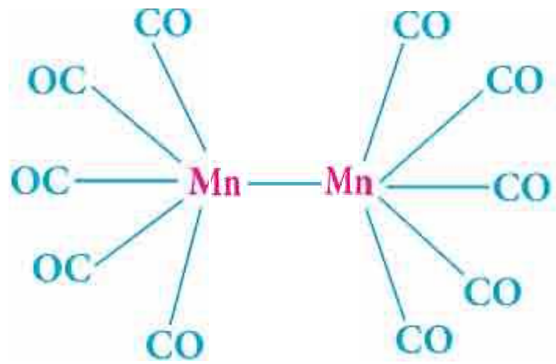
$4CO \ = \ 8^{e^-}$

$[Co_2(CO)_8] = 36^{e^-}$

اذن تنطبق قاعدة (EAN) .

9) $[Mn_2(CO)_{10}]$ العدد الذري للمنغنيز هو 25 . (2015 /د 1 – خاص) (2016 /د3- خ ق) (2025 /د2)

ج/



$Mn \ = \ 25^{e^-}$

$Mn - Mn \ = \ 1^{e^-}$

$5CO \ = \ 10^{e^-}$

$[Mn_2(CO)_{10}] = 36^{e^-}$

اذن تنطبق قاعدة (EAN) .

10) $[Re_2(CO)_{10}]$ العدد الذري للرانيوم Re هو 75 ؟ (2018 /د 2) (2019 /د 2)

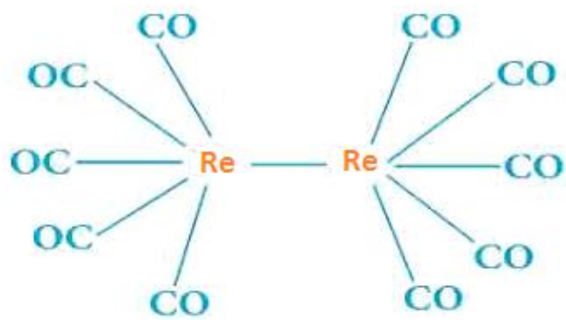
$Re \ = \ 75^{e^-}$

$Re - Re \ = \ 1^{e^-}$

$5CO \ = 10^{e^-}$

$[Re_2(CO)_{10}] = 86^{e^-}$

اذن تنطبق قاعدة (EAN) .



وزاريات التسمية

ملاحظة: اغلب اسئلة التسمية هي بالصيغة التالية (اكتب الصيغة الكيميائية للمعقد التناسقي الاتي):

1) كلوريد رباعي اكوا ثنائي كلورو الكروم (III)

(2013 /د 1) (2014 /د 2) (2017 /د 2 – موصل) (2024- ت)

ج/ $[Cr(H_2O)_4Cl_2]Cl$

2) رباعي كاربونيل النيكل (0) (2014 / ت)

ج/ $[Ni(CO)_4]$

3) سداسي سيانو فيرات (II) الكالسيوم (2013 /د 2) (2017 / ت)

ج/ $Ca_2[Fe(CN)_6]$

4) كبريتات سداسي اكو حديد (II) (2016/2د- خ - ق) (2013 /د 3) (2017 /د 1) (2017 /د 2)

ج/ $[Fe(H_2O)_6]SO_4$

5) سداسي كلورو بلاتينات (IV) البوتاسيوم (2018 /د 2 – خ ق)

ج/ $K_2[PtCl_6]$

6) كلوريد خماسي امين اكوا كوبلت (III) (2018 /د 2)

ج/ $[Co(NH_3)_5H_2O]Cl_3$

7) سداسي سيانو فيرات (III) البوتاسيوم (2017 /د 1 – خ ق) (2014 /د 2 – خاص)

ج/ $K_3[Fe(CN)_6]$

8) سمي المركب التناسقي: $[Cr(H_2O)_6]Cl_3$ (2017 /د 3)

ج/ كلوريد سداسي اكوا الكروم (III)

1) معقد تناسقي يمتلك ثلاث الكترونات مفردة فأن قيمة الزخم المغناطيسي μ يساوي ....

ج/ $\mu(B.M) = \sqrt{(e(e+2)}$ $\sqrt{(3(3+2)} = \sqrt{15} = 3.9\ B.M$ (3 د/ 2013)

2) المعقدات رباعية التناسق لعناصر السلسلة الانتقالية الثانية والثالثة تكون ذات اشكال هندسية من نوع مربع مستو(تهجين dsp^2) بغض النظر عن كون الليكند قوياً او ضعيفاً ، علل ذلك ؟

(1 د/ 2022) (1 د/ 2023) (1 د/ 2025)

ج/ وذلك بسبب كبر حجم الايون المركزي في السلسلة الانتقالية الثانية والثالثة مقارنة بحجم الايونات في السلسلة الانتقالية الاولى .

3) اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ VBT جد نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية والزخم المغناطيسي للايون المعقد: $[HgI_3]^-$ ثلاثي يودو زئبقات (II) ، (العدد الذري للزئبق = 80) .

(2016 د/ 2 – خ ق)

ج/

1) الترتيب الالكتروني لعنصر الزئبق:

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

5d					6s	6P		
↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓			

2) الترتيب الالكتروني لايون الزئبق:

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

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

5d					6s	6P		
↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓				

3) الترتيب الالكتروني لايون الزئبق في المعقد :

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

5d					6s	6P		
↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	:	:	:	
					I^-	I^-	I^-	

- ستة الكترونات اتية من ثلاث ليكندات
- نوع التهجين sp^2 من اشتراك اوربيتال واحد من s واوربيتالين من P .
- الشكل الهندسي مثلث مستو .
- الصفة المغناطيسية دايا مغناطيسية لعدم وجود الكترونات منفردة (جميعها مزدوجة) .
- الزخم المغناطيسي: $\mu(B.M) = \sqrt{(e(e+2)} = 0$.

4) اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ VBT جد نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية والزخم المغناطيسي للايون المعقد $[NiCl_4]^{2-}$ (العدد الذري للنيكل $= 28$) .

(ت / 2014) (2 د/ 2013)

ج/

1) الترتيب الالكتروني لعنصر النيكل:

$_{28}Ni \quad [Ar]_{18} \quad 3d^8 \quad 4s^2 \quad 4P^0$

3d					4s	4P		
↿⇂	↿⇂	↿⇂	↿	↿	↿⇂			

2) الترتيب الالكتروني لايون النيكل:

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

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

3d					4s	4P		
↿⇂	↿⇂	↿⇂	↿	↿				

3) الترتيب الالكتروني لايون النيكل في المعقد :

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

3d					4s	4P		
↿⇂	↿⇂	↿⇂	↿	↿	:	:	:	:
					$\uparrow$ Cl^-	$\uparrow$ Cl^-	$\uparrow$ Cl^-	$\uparrow$ Cl^-

- ثمانية الكترونات اتية من اربع ليكندات
- نوع التهجين sp^3 من اشتراك اوربيتال واحد من s وثلاث اوربيتالات من P .
- الشكل الهندسي رباعي الاوجه منتظم .
- الصفة المغناطيسية بارامغناطيسي لوجود الكترونين غير مزدوجين .

- الزخم المغناطيسي: $\mu(B.M) = \sqrt{(e(e+2)} \quad \sqrt{(2(2+2)} = \sqrt{8} = 2.82\ B.M$

5) اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ VBT جد نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية والزخم المغناطيسي للايون المعقد $[Ni(CN)_4]^{2-}$ (العدد الذري للنيكل $= 28$)

(1 د/ 2014) (3 د/ 2016) (2 د/ 2020) (1 د/ 2025)

ج/

1) الترتيب الالكتروني لعنصر النيكل:

$_{28}Ni \quad [Ar]_{18} \quad 3d^8 \quad 4s^2 \quad 4P^0$

3d					4s	4P		
↿⇂	↿⇂	↿⇂	↿	↿	↿⇂			

2) الترتيب الالكتروني لايون النيكل:

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

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

3d					4s	4P		
↿⇂	↿⇂	↿⇂	↿	↿				

3) الترتيب الالكتروني لايون النيكل في المعقد :

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

$3d$					$4s$	$4P$		
⇅	⇅	⇅	⇅	:	:	:	:	
				CN^-	CN^-	CN^-	CN^-	

- ثمانية الكترونات اتية من اربع ليكندات (C هي الذرة المانحة) .
- 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: $\mu(B.M) = \sqrt{(e(e+2)} = 0$

6) اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ VBT جد نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية والزخم المغناطيسي للمعقد $Ca[Ni(CN)_4]$ (العدد الذري للنيكل = 28) . (د 1 – 2017 خ ق)

ج/ يحل بنفس خطوات السؤال 3 اعلاه .

7) اعتماداً على نظرية VBT قارن بين المعقدين الاتيين : $[NiCl_4]^{2-}$ ، $[Ni(CN)_4]^{2-}$ ؟

ج/ يحل بنفس خطوات السوال رقم 2 و 3 اعلاه ، اي نحل لكلا المركبين . (د 1/ 2016) (د 1/ 2024)

8) وضح حسب نظرية اصرة التكافؤ VBT لماذا يكون المعقد $[NiCl_4]^{2-}$ بارامغناطيسي بينما المعقد $[Ni(CN)_4]^{2-}$ دايامغناطيسي ، (العدد الذري للنيكل = 28) . (د 1/ 2022) (ت/ 2023)

ج/ يحل بنفس خطوات السوال رقم 2 و 3 اعلاه ، اي نحل لكلا المركبين ، مع ذكر السبب وهو وجود الكترونات منفردة في المركب $[NiCl_4]^{2-}$ لان ايون الكلوريد Cl^- ليكند ضعيف لذلك يكون بارامغناطيسي ، وعدم وجود الكترونات منفردة او جميعها مزدوجة في المركب $[Ni(CN)_4]^{2-}$ لان ايون السيانيد CN^- ليكند قوي ضاغط لذلك فهو دايامغناطيسي .

9) لماذا المعقد $[NiCl_4]^{2-}$ بارامغناطيسي بينما المعقد $[PtCl_4]^{-2}$ دايا مغناطيسي ؟ وضح ذلك وفق نظرية اصرة التكافؤ ؟ (الاعداد الذرية للنيكل يساوي 28 ، البلاتين يساوي 78) .

$[NiCl_4]^{2-}$ (د 1/ 2013) (د 3/ 2019)

ج/ نكتب الترتيب الالكتروني للايون المركزي في الايونين المعقدين:

1) الترتيب الالكتروني لعنصر النيكل:

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

$3d$					$4s$	$4P$		
⇅	⇅	⇅	↑	↑	⇅			

2) الترتيب الالكتروني لايون النيكل:

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

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

3d					4s	4P		
↑↓	↑↓	↑↓	↑	↑				

3) الترتيب الالكتروني لايون النيكل في المعقد :

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

3d					4s	4P		
↑↓	↑↓	↑↓	↑	↑	:	:	:	:
					Cl^-	Cl^-	Cl^-	Cl^-

$[PtCl_4]^{2-}$ (2 د / 2015) (ت / 2018) (ت / 2020) (3 د / 2023)

1) الترتيب الالكتروني لعنصر البلاتين:

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

5d					6s	6P		
↑↓	↑↓	↑↓	↑	↑	↑↓			

2) الترتيب الالكتروني لايون البلاتين:

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

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

5d					6s	6P		
↑↓	↑↓	↑↓	↑	↑				

3) الترتيب الالكتروني لايون البلاتين في المعقد :

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

5d					6s	6P		
↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	:	:	:	:	
				Cl^-	Cl^-	Cl^-	Cl^-	

نلاحظ الايون المعقد $[NiCl_4]^{2-}$ له صفات بارامغناطيسية لوجود الكترونات منفردة وان ايون الكلوريد ليكند ضعيف اما الايون $[PtCl_4]^{-2}$ فله صفات دايا لعدم وجود الكترونات منفردة لان الليكند Cl^- قوي بسبب ان عنصر البلاتين من عناصر السلسلة الثالثة وجميع الليكندات قوية مع هذه العناصر .

10) يمتلك المعقد التناسقي $[NiCl_4]^{2-}$ صفات بارامغناطيسية العدد الذري للنيكل يساوي 28 .

(2015 د 1 – خ ق)

ج/

لان لديه الكترونات حرة غير مزدوجة في غلافه الخارجي اي وجود الكترونين غير مزدوجين وحيث ان ايون الكلوريد ليكند ضعيف غير ضاغط وكما في الحل اعلاه .

11) اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ (VBT) قارن بين المركبين التناسقيين من حيث نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية وما قيمة (μ) لكل منها ؟ $[Ni(H_2O)_4]^{2+}$ و $[Ni(NH_3)_4]^{2+}$

ج/ (2016 د/ 3) (2017 د/ 3) (2018 د/ 1 – خ ق) (2019 د/ 1 – خ ق)

$[Ni(NH_3)_4]^{2+}$ (2020 د/ 3) (2025 د/ 2) (فقط لهذا المركب بدون مقارنة)

1) الترتيب الالكتروني لعنصر النيكل:

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

3d					4s	4P		
⇅	⇅	⇅	↑	↑	⇅			

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

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

3d					4s	4P		
⇅	⇅	⇅	↑	↑				

3) الترتيب الالكتروني لايون النيكل في المعقد :

$[Ni(NH_3)_4]^{2+}$ $[Ar]_{18}$ $3d^8$ $4s$ $4P$

3d					4s	4P		
⇅	⇅	⇅	⇅	:	:	:	:	
				NH_3 (ليكند قوي)	NH_3	NH_3	NH_3	

- نوع التهجين dsp^2 ، الشكل الهندسي مربع مستوي .
- الصفة المغناطيسية دايامغناطيسي لان جميع الالكترونات مزدوجة .
- الزخم المغناطيسي: $\mu(B.M) = \sqrt{e(e+2)} = 0$

$[Ni(H_2O)_4]^{2+}$ (2024/د2)

1) الترتيب الالكتروني لعنصر النيكل:

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

3d					4s	4P		
⇅	⇅	⇅	↑	↑	⇅			

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

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

3d					4s	4P		
⇅	⇅	⇅	↑	↑				

3) الترتيب الالكتروني لايون النيكل في المعقد :

$[Ni(H_2O)_4]^{2+}$ $[Ar]_{18}$ $3d^8$ $4s$ $4P$

3d					4s	4P		
⇅	⇅	⇅	↑	↑	:	:	:	:
					H_2O	H_2O	H_2O	H_2O

- نوع التهجين sp^3 .
- الشكل الهندسي رباعي الاوجة منتظم .
- الصفة المغناطيسية بارامغناطيسي لوجود الكترونين غير مزدوجين .
- الزخم المغناطيسي: $\mu(B.M) = \sqrt{(e(e+2)} \quad \sqrt{(2(2+2)} = \sqrt{8} = 2.82\ B.M$

12) اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ (VBT) جد للمعقد $[Ni(CO)_4]SO_4$ نوع التهجين للذرة المركزية والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية للمعقد . **(د2- 2017/ موصل)**

ج

1) الترتيب الالكتروني لعنصر النيكل:

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

3d					4s	4p		
1l	1l	1l	1	1	1l			

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

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

3d					4s	4p		
1l	1l	1l	1	1				

3) الترتيب الالكتروني لايون النيكل في المعقد :

$[Ni(CO)_4] \quad [Ar]18 \quad 3d^8 \quad 4s \quad 4P$

3d					4s	4p		
1l	1l	1l	1l	:	:	:	:	
				CO (ليكند قوي)	CO	CO	CO	

- نوع التهجين dsp^2 .
- الشكل الهندسي مربع مستوي .
- الصفة المغناطيسية دايامغناطيسي لان جميع الالكترونات مزدوجة .
- الزخم المغناطيسي: $\mu(B.M) = \sqrt{(e(e+2)} = 0$

13) اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ VBT جد نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية والزخم المغناطيسي للايون المعقد $[CoCl_4]^{2-}$ (العدد الذري للكوبلت = 27) .
(د2 /2017) **(د1 /2019)** **(د1- 2023/ مع H_2O)**

ج/

1) الترتيب الالكتروني لعنصر الكوبلت:

$27Co \quad [Ar]18 \quad 3d^7 \quad 4s^2 \quad 4P^0$

3d					4s	4p		
1l	1l	1	1	1	1l			

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

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

$3d^7$					$4s^0$	$4P^0$		
↑↓	↑↓	↑	↑	↑				

3) الترتيب الالكتروني لايون الكوبلت في المعقد :

$[CoCl_4]^{2-}$ $[Ar]18$ $3d^7$ $4s$ $4P$

$3d^7$					$4s$	$4P$		
↑↓	↑↓	↑	↑	↑	:	:	:	:
					Cl^-	Cl^-	Cl^-	Cl^-

- نوع التهجين sp^3 ، الشكل الهندسي رباعي الاوجة منتظم
- الحالة المغناطيسية بارامغناطيسي (لوجود ثلاث الكترونات منفردة)

14) اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ VBT جد نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية والزخم المغناطيسي للايون المعقد $[Co(CN)_4]^{2-}$ $(Co = 27)$. (3 د/ 2024)

(2015 /د 1 – خاص) (2017 /د 2) (2019 /ت) (2019 /د 1) (2022 /ت) . (2024 /ت)

ج/

1) الترتيب الالكتروني لعنصر الكوبلت:

$_{27}Co$ $[Ar]18$ $3d^7$ $4s^2$ $4P^0$

$3d^7$					$4s^2$	$4P^0$		
↑↓	↑↓	↑	↑	↑	↑↓			

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

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

$3d^7$					$4s^0$	$4P^0$		
↑↓	↑↓	↑	↑	↑				

3) الترتيب الالكتروني لايون الكوبلت في المعقد :

$[Co(CN)_4]^{2-}$ $[Ar]18$ $3d^7$ $4s$ $4P$

$3d^7$					$4s$	$4P$		
↑↓	↑↓	↑↓	↑	:	:	:	:	
				CN^-	CN^-	CN^-	CN^-	

- نوع التهجين dsp^2
- الشكل الهندسي مربع مستوي
- الحالة المغناطيسية بارامغناطيسي (لوجود الكترون منفرد) .

15) اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ (VBT) المعقد ، ما نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية للايون المعقد $[PdCl_4]^{-2}$ ثم احسب μ ، (العدد الذري 46) . (2د/2022) (ت/ 2025)
(ت /2013) (2د/ 2014) (ت/ 2016) (1 د/ 2017) (ق خ -1 د/ 2016) (1د/ 2018) (1د/ 2021)

ج/

1) الترتيب الالكتروني لعنصر البلاديوم:

$_{46}Pd\ \ [Kr]_{36}\quad 4d^8\quad 5s^2\quad 5P^0$

4d					5s	5P		
↑↓	↑↓	↑↓	↑	↑	↑↓			

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

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

4d					5s	5P		
↑↓	↑↓	↑↓	↑	↑				

3) الترتيب الالكتروني لايون البلاديوم في المعقد :

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

4d					5s	5P		
↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	:	:	:	:	
				Cl^-	Cl^-	Cl^-	Cl^-	

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

16) اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ (VBT) المعقد ، ما نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية للايون المعقد $[Co(H_2O)_4]^{2+}$ ثم احسب μ ، (العدد الذري 27) $\sqrt{15} = 3.87$.
(1د/ 2014) (ق خ -2 د/ 2017) (موصل -1 د/ 2017) (1د/ 2023)

ج/

1) الترتيب الالكتروني لعنصر الكوبلت:

$_{27}Co\quad [Ar]_{18}\quad 3d^7\quad 4s^2\quad 4P^0$

3d					4s	4P		
↑↓	↑↓	↑↓	↑	↑	↑↓			

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

$Co^{2+}\quad [Ar]_{18}\quad 3d^7\quad 4s^0\quad 4P^0$

3d					4s	4P		
↑↓	↑↓	↑↓	↑	↑				

3) الترتيب الالكتروني لايون الكوبلت في المعقد :

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

$3d^7$					$4s$	$4P$		
↑↓	↑↓	↑	↑	↑	:	:	:	:
					H_2O	H_2O	H_2O	H_2O

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

17) اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ (VBT) قارن بين المركبين التناسقيين من حيث نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية ؟ $[Co(Cl_4)]^{2-}$ و $[Co(CN)_4]^{2-}$.
(العدد الذري للكوبلت = 27)

(2020 / د1)

ج/ $[Co(Cl_4)]^{2-}$

1) الترتيب الالكتروني لعنصر الكوبلت:

$_{27}Co$ $[Ar]18$ $3d^7$ $4s^2$ $4P^0$

$3d^7$					$4s^2$	$4P^0$		
↑↓	↑↓	↑	↑	↑	↑↓			

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

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

$3d^7$					$4s^0$	$4P^0$		
↑↓	↑↓	↑	↑	↑				

3) الترتيب الالكتروني لايون الكوبلت في المعقد :

$[CoCl_4]^{2-}$ $[Ar]18$ $3d^7$ $4s$ $4P$

$3d^7$					$4s$	$4P$		
↑↓	↑↓	↑	↑	↑	:	:	:	:
					Cl^-	Cl^-	Cl^-	Cl^-

- نوع التهجين sp^3
- الشكل الهندسي رباعي الاوجة منتظم
- الحالة المغناطيسية بارامغناطيسي (لوجود ثلاث الكترونات منفردة)

$[Co(CN)_4]^{2-}$ (2015 د 1 – خاص) (2017 د 2) (2019 / ت) (2019 د 1)

ج/

1) الترتيب الالكتروني لعنصر الكوبلت:

$27Co$ $[Ar]18$ $3d^7$ $4s^2$ $4P^0$

3d						4s		4P		
↑↓	↑↓	↑	↑	↑		↑↓				

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

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

3d						4s		4P		
↑↓	↑↓	↑	↑	↑						

3) الترتيب الالكتروني لايون الكوبلت في المعقد :

$[Co(CN)_4]^{2-}$ $[Ar]18$ $3d^7$ $4s$ $4P$

3d						4s		4P		
↑↓	↑↓	↑↓	↑	:		:		:	:	
				CN^-		CN^-		CN^-	CN^-	

- نوع التهجين dsp^2
- الشكل الهندسي مربع مستوي
- الحالة المغناطيسية بارامغناطيسي (لوجود الكترون منفرد) .

18) اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ (VBT) ما نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية ؟ $[Co(CN)_4]^{2-}$ و $[Co(H_2O)_4]^{2+}$. (العدد الذري للكوبلت = 27)   (2021 د 2)

ج/ نفس السؤال اعلاه تماماً .

19) اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ VBT جد نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية والزخم المغناطيسي للايون المعقد $[Zn(CN)_4]^{2-}$ (العدد الذري للخارصين = 30) .

(2013 د3) (2014 د3)

ج/

1) الترتيب الالكتروني لعنصر الخارصين:

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

3d						4s		4P		
↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓		↑↓				

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

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

3d						4s		4P		
↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓						

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 دايامغناطيسي لعدم وجود الكترون منفرد (CN^- ليكند قوي ضاغط ولكن d ممتلىء)
- الزخم المغناطيسي $\mu(B.M) = \sqrt{(e(e+2)} = 0$.

20) قارن بين $[Zn(CN)_4]^{2-}$ و $[Pd(CN)_4]^{2-}$ اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ VBT من حيث 1) نوع التهجين 2) الشكل الهندسي 3) الصفة المغناطيسية للمعقد ولماذا .
(العدد الذري $Zn = 30$ ، $Pd = 46$) . **(2018 /د2)**

ج/ $[Zn(CN)_4]^{2-}$ كما في الحل اعلاه

$[Pd(CN)_4]^{2-}$ كالاتي:

1) الترتيب الالكتروني لعنصر البلاديوم:

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

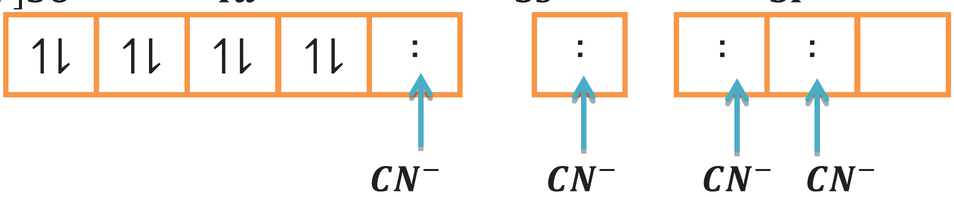
2) الترتيب الالكتروني لايون البلاديوم:

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

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

3) الترتيب الالكتروني لايون البلاديوم في المعقد :

$[Pd(CN)_4]^{2-}$ $[Kr]36$ $4d^8$ $5s$ $5P$



- نوع التهجين dsp^2 ، الشكل الهندسي مربع مستوي .
- الصفة المغناطيسية دايا مغناطيسية لعدم وجود الكترونات منفردة .

21) جد للمعقد $[ZnCl_2(NH_3)_2]$ اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ VBT جد: 1) نوع التهجين 2) الشكل الهندسي 3) الصفة المغناطيسية للمعقد ولماذا (العدد الذري $Zn = 30$) .

ج/ (2014 /د 2- خاص) (2015 /د2) (2016 /د2) (2019 /د2) (2021 / ت) (2022 /تكميلي د 2) (2023 /د 2)

1) الترتيب الالكتروني لعنصر الخارصين:

$_{30}Zn \quad [Ar]_{18} \quad 3d^{10} \quad 4s^2 \quad 4P^0$

$3d^{10}$					$4s^2$	$4P^0$		
$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$			

2) الترتيب الالكتروني لايون الخارصين : $X + (-1 \times 2) + (0 \times 2) = 0 \Rightarrow X = +2$

$Zn^{2+} \quad [Ar]_{18} \quad 3d^{10} \quad 4s^0 \quad 4P^0$

$3d^{10}$					$4s^0$	$4P^0$		
$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$				

3) الترتيب الالكتروني لايون الخارصين في المعقد :

$[ZnCl_2(NH_3)_2] \quad [Ar]_{18} \quad 3d^{10} \quad 4s \quad 4P$

$3d^{10}$					$4s$	$4P$		
$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	:	:	:	:
					$\uparrow$ NH_3	$\uparrow$ NH_3	$\uparrow$ Cl^-	$\uparrow$ Cl^-

- نوع التهجين sp^3
- الشكل الهندسي رباعي الاوجة منتظم
- الحالة المغناطيسية دايامغناطيسي (لعدم وجود الكترون منفرد)
- الزخم المغناطيسي $\mu(B.M) = \sqrt{(e(e+2)} = 0$.

الفصل السادس – الكيمياء التحليلية

وزاريات التحليل النوعي

1) يصنف ايون الرصاص Pb^{2+} ضمن المجموعتين I و II ؟ (2014 /د 1- خاص) (2014 /د 2- خاص)

ج/ وذلك لكون ذوبانية كلوريد الرصاص $PbCl_2$ كبيرة نسبياً مما يسبب بعض الاحيان عدم ترسبه بشكل تام عند اضافة HCl .

2) كيف يمكن الفصل بين ايوني Hg^{2+} و Hg_2^{2+} . (2013 /ت)

ج/ ايون Hg_2^{2+} من ايونات المجموعة I ويمكن ترسيبه بأضافة محلول حامض HCl المخفف ليتكون راسب ابيض هو كلوريد الزئبق I Hg_2Cl_2 :

$$Hg_2^{2+} + HCl \longrightarrow Hg_2Cl_2$$

ويفصل بالترشيح امـــــا 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 $HgCl_2$.

3) كيف يمكن الفصل بين ايونات الفضة والكادميوم والحديد (III) ؟

ج/ (2013 /د1) (2013 /د3) (2017 /د2)

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) $Fe(OH)_3$.

4) كيف يمكن الفصل بين ايونات الفضة وايونات الكادميوم، وضح ذلك . (2022 /د 2)

ج/ بما ان ايون الفضة من ايونات المجموعة الاولى I

بما ان ايون الكادميوم من ايونات المجموعة الثانية II

اذن

1) يضاف العامل المرسب للمجموعة حامض الهيدروكلوريك المخفف HCl فيتفاعل مع ايون الفضة فقط ويترسب على هيئة كلوريد الفضة $AgCl$ ثم يفصل بالترشيح .

2) يمرر غاز كبريتيد الهيدروجين H_2S بوجود حامض الهيدروكلوريك المخفف ليتفاعل مع ايون الكادميوم ويترسب على هيئة كبريتيد الكادميوم CdS ثم يفصل بالترشيح .

5) كيف يمكن الفصل بين الايونات Co^{2+} ، Ca^{2+} ، Cu^{2+} . (2015 / ت)

ج/

ايون الكوبلت Co^{2+} من ايونات المجموعة الثالثة B

ايون الكالسيوم Ca^{2+} من ايونات المجموعة الرابعة

ايون النحاس Cu^{2+} من ايونات المجموعة الثانية

1) يضاف الى المحلول كبريتيد الهيدروجين بوجود HCl المخفف ليترسب النحاس على شكل كبريتيد النحاس CuS ثم يفصل بالترشيح .

2) نضيف الى الراشح كبريتيد الهيدروجين H_2S بوجود NH_4OH و NH_4Cl ليترسب الكوبلت على شكل كبريتيد الكوبلت ثم يفصل بالترشيح .

3) نضيف الى الراشح كاربونات الامونيوم $(NH_4)_2CO_3$ بوجود NH_4OH و NH_4Cl ليترسب الكالسيوم على شكل كاربونات الكالسيوم $CaCO_3$.

6) كيف يتم الفصل بين ايونات الفضة Ag^+ والباريوم Ba^{2+} والالمنيوم Al^{3+} ؟ (3د/ 2014)

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 الباريوم Ba^{2+} ضمن المجموعة IV ويفصل بأضافة $(NH_4)_2CO_3$ فيترسب على هيئة $BaCO_3$ ثم يفصل بالترشيح ، وايون الالمنيوم (III) Al^{3+} يصنف ضمن المجموعة الثالثة A ، حيث يبقى لوحده في المحلول بعد ترسيب Ag^+ و Ba^{2+} و يتم ترسيبه بأضافة محلول NH_4OH و NH_4Cl على هيئة هيدروكسيد الالمنيوم (III) $Al(OH)_3$.

7) كيف يتم الفصل بين ايونات الفضة Fe^{3+} و Ag^+ و Ba^{2+} ؟ (2د/ 2016- خ ق)

ج/ ايون الحديد (III) Fe^{3+} يصنف ضمن المجموعة الثالثة A يتم ترسيبه بأضافة محلول NH_4OH و NH_4Cl على هيئة هيدروكسيد الالمنيوم (III) $Fe(OH)_3$ ويفصل بالترشيح ، بما ان ايون الفضة Ag^+ يصنف ضمن المجموعة I ويفصل بأضافة محلول HCl المخفف ليترسب على هيئة كلوريد الفضة $AgCl$ ، ثم يفصل بالترشيح ، وايون الباريوم Ba^{2+} ضمن المجموعة الرابعة IV ويفصل بأضافة $(NH_4)_2CO_3$ فيترسب على هيئة كاربونات $BaCO_3$.

8) كيف يتم الفصل بين ايونات الفضة والكادميوم ؟ (1د/ 2021)

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 .

9) كيف يتم الفصل بين ايوني Cu^{+2} والباريوم Fe^{+3} ؟ (2د/ 2023)

ج/ بما ان يصنف ايون الفضة Cu^{+2} ضمن ايونات المجموعة الثانية وايون Fe^{+3} يصنف ضمن ايونات المجموعة الثالثة A ويتم الفصل بطريقة نظامية ، حيث يضاف العامل المرسب للمجموعة الثانية وهو كبريتيد الهيدروجين H_2S بوجود حامض الهيدروكلوريك المخفف HCl فيترسب ايون Cu^{+2} على هيئة CuS ويفصل بالترشيح ويبقى ايون Fe^{+3} في المحلول لوحده بعد ترسيب ايون النحاس حيث يمكن جمعه وترسيبه على هيئة $Fe(OH)_3$ بأضافة محلول NH_4OH و NH_4Cl .

10) يمكن فصل ايون Cu^{2+} عن ايون Zn^{2+} وذلك بإضافة . . . . (2د/ 2013)

ج/ كبريتيد الهيدروجين H_2S بوجود HCl المخفف .

11) العامل المرسب للمجموعة الثالثة (A) هو .... (2د/ 2014)

ج/ هيدروكسيد الامونيوم NH_4OH مع كلوريد الامونيوم NH_4Cl .

12) العامل المرسب للمجموعة الثالثة (B) هو .... بوجود .... و.......... . (1د/ 2021)

ج/ كبريتيد الهيدروجين H_2S بوجود هيدروكسيد الامونيوم NH_4OH و كلوريد الامونيوم NH_4Cl .

13) العامل المرسب للايونات الموجبة في المجموعة الثانية هو .... بوجود ....

ج/ كبريتيد الهيدروجين H_2S بوجود HCl المخفف (ت/ 2014) (1د/ 2017) (3د/ 2016) (ت / 2021)

14) تترسب الايونات الموجبة للمجموعة الاولى على هيئة .... (2د/ 2016)

ج/ كلوريدات .

15) يمكن فصل ايون Cu^{2+} عن ايون Ca^{2+} وذلك بإضافة .... (3د/ 2016) (1د/ 2019)

ج/ H_2S بوجود HCl .

16) العامل المرسب لايونات المجموعة الرابعة هو .... (2017 /د 1- ق خ)

ج/ $(NH_4)_2CO_3$ بوجود NH_4OH و NH_4Cl .

17) لترسيب وفصل الأيونات الموجبة للمجموعة الرابعة يضاف .... بوجود .... و .... ويترسب على هيئة .... (ت/ 2025)

ج/ $(NH_4)_2CO_3$ بوجود NH_4OH و NH_4Cl ، كاربونات .

18) تكون صيغة الراسب لايونات المجموعة الرابعة على صيغة : (كبريتيدات ، كاربونات ، كلوريدات) . (2017 /د 1- ق خ)

ج/ كاربونات

19) العامل المرسب للايونات الموجبة في المجموعة الثانية هو .... (2019 /د 1- ق خ)

ج/ كبريتيد الهيدروجين H_2S .

20) تترسب عناصر مجموعة الايونات الموجبة الاولى على شكل .... وعناصر مجموعة الايونات الموجبة الثانية على شكل .... وعناصر مجموعة الايونات الموجبة الثالثة A على شكل .... (2د/ 2021)

ج/ كلوريدات ، كبريتيدات ، هيدروكسيدات .

21) العامل المرسب لايونات المجموعة الموجبة الثانية هو .... بينما العامل المرسب لايونات المجموعة الرابعة هو .... (ت/ 2023)

ج/ غاز كبريتيد الهيدروجين H_2S بوجود حامض الهيدروكلوريك المخفف HCl ،، كاربونات الامونيوم $(NH_4)_2CO_3$ بوجود هيدروكسيد الامونيوم NH_4OH وكلوريد الامونيوم NH_4Cl .

22) العامل المرسب لايونات المجموعة الموجبة الرابعة هو .... بوجود .... وتكون صيغة الراسب على هيئة .... (1د/2022) (2 د/ 2022 – التكميلي)

ج/ كاربونات الامونيوم بوجود هيدروكسيد الامونيوم وكلوريد الامونيوم ، على هيئة كاربونات .

23) ايون Ba^{2+} يصنف ضمن ايونات المجموعة .... ويترسب على هيئة .... والعامل المرسب هو .... (3 د/ 2023)

ج/ الثالثة A ، كبريتيدات ، كبريتيد الهيدروجين H_2S بوجود NH_4OH و NH_4Cl .

24) اكمل ثم وازن المعادلة الاتية: $Bi^{3+} + H_2S \longrightarrow$ (2د/ 2019)

ج/ $2Bi^{3+} + 3H_2S \longrightarrow Bi_2S_3 + 6H^+$

25) اكمل المعادلة الاتية: $Bi^{3+} + \ldots\ldots\ldots \xrightarrow[\text{المخفف}]{HCl}$ (1- د 2018 خ ق)

ج/ $Bi^{3+} + 3H_2S \longrightarrow Bi_2S_3 + 6H^+$

26) كيف يتم الكشف عن وجود ايون الزئبق في $HgCl_2$. (2د/ 2021)

ج/ يكشف عن ايون الزئبق بأضافة محلول كلوريد القصدير $SnCl_2$ II الذي يحول المحلول الى راسب ابيض ثم يتحول بالتدريج الى راسب اسود

$$2HgCl_2 + SnCl_2 \longrightarrow SnCl_4 + \underset{\text{راسب ابيض}}{Hg_2Cl_2}$$

$$Hg_2Cl_2 + SnCl_2 \longrightarrow SnCl_4 + 2Hg\downarrow$$

راسب اسود (وهذا دلالة على وجود ايون Hg_2^{2+})

27) ما العامل المرسب للايونات الموجبة في المجموعة الاولى والثانية الرابعة ؟ عددها فقط . (2024 ت/)

ج/

المجموعة الاولى: حامض الهيدروكلوريك HCl المخفف .

المجموعة الثانية: كبريتيد الهيدروجين H_2S بوجود حامض الهيدروكلوريك HCl المخفف.

المجموعة الرابعة: كاربونات الامونيوم $(NH_4)_2CO_3$ بوجود هيدروكسيد الامونيوم NH_4OH وكلوريد الامونيوم NH_4Cl .

28) اكمل العبارة الاتية: ايون Sn^{2+} يصنف ضمن ايونات المجموعة .... ويترسب عند اضافة .... بوجود .... (3 د/ 2024)

ج/ الثانية II ، كبريتيد الهيدروجين H_2S ، بوجود حامض الهيدروكلوريك HCl المخفف.

29) يمكن الفصل بين ايونات الفضة والكادميوم وذلك بأضافة حامض HCl المخفف حيث يتفاعل مع .... فقط ويرسبه على هيئة .... بينما لا تترسب .... (1 د/ 2025)

ج/ ايون الفضة Ag^+ ، كلوريد الفضة $AgCl$ ، ايون الكادميوم Cd^{2+}

التحليل الكمي

1) التحليل الكمي: (2د/ 2013)

وهي مجموعة من طرائق التحليل الكيميائي التي تهدف الى ايجاد كمية مكون معين في كمية معينة من النموذج .

2) ماذا نقصد بطريقة (النمذجة) ؟ وضح ذلك وعلى ماذا يشمل اعداد النموذج للتحليل ؟ (ت / 2022)

ج/ النمذجة:

ويقصد بها الحصول على النموذج بشكل صحيح يمثل العينة بالاخص اذا كانت العينة غير متجانسة .

اعداد النموذج: وتشمل عمليات الطحن والمجانسة والتخلص من الرطوبة للنموذج (العينة) .

3) ان عملية اعداد النموذج للتحليل يشمل عدة عمليات ، عدد اربع منها فقط . (3 د/ 2023)

ج/ وتشمل عمليات الطحن والمجانسة والتخلص من الرطوبة للنموذج (العينة) .

4) ما طريقة النمذجة ؟ ثم بين كيف يتم اعداد النموذج للتحليل ؟ (1د/ 2023)

ج/ النمذجة:

ويقصد بها الحصول على النموذج بشكل صحيح يمثل العينة بالاخص اذا كانت العينة غير متجانسة .

وتتم عملية اعداد النموذج كالاتي:

1) عمليات الطحن والمجانسة 2) التخلص من الرطوبة للنموذج (العينة) .

5) ماهي الخطوات التي تسبق عملية التحليل الكمي ، عدد اربع منها . (1 د/ 2024)

1) النمذجة 2) اعداد النموذج 3) قياس كمية النموذج .

4) اذابة النموذج 5) فصل المتداخلات .

6) في عملية التحليل الوزني يجب ان يكون الراسب المتكون غير ذائب بدرجة كافية . (1د/ 2018)

ج/ لاجل عدم حصول خسارة ملحوظة للمكون المراد تقديره عند جمعه بعملية الترشيح . (3د/ 2019)

7) ان اجراء عملية الترسيب عند درجات حرارة عالية يؤدي الى تكوين راسب متبلور .

ج/ وذلك لان رفع درجة الحرارة يؤدي الى زيادة ذوبانية معظم الرواسب اي بطء الترسيب واتاحة الوقت اللازم لبناء بلورات . (1د/ 2013) (2017 /د 2- موصل) (3د/ 2017)

8) في عملية التحليل الوزني يتم اجراء عملية الترسيب عند درجات حرارة عالية .

ج/ وذلك لان ارتفاع درجة الحرارة (التسخين) يؤدي الى زيادة ذوبانية معظم الرواسب اي بطء الترسيب واتاحة الوقت اللازم لبناء بلورات . (1د/2013) (2د/ 2014)

9) يفضل اجراء عملية الترسيب في محاليل مخففة للمكون المراد تقديره وللعامل المرسب . (د3/ 2018)

ج/ لان ذلك يؤدي الى بطء الترسيب مما يعطي فرصة لبناء بلورات الراسب .

10) تشمل عملية اعداد النموذج للتحليل على .... و .... و .... (2 د/ 2024)

ج/ وتشمل عمليات الطحن والمجانسة والتخلص من الرطوبة للنموذج (العينة) .

11) يمكن انجاز عملية التحليل الكمي وذلك بأجراء عمليتي قياس هما .... و ....

ج/ كمية النموذج قيد الدراسة و كمية المكون المراد قياسه والذي يحتويه النموذج . (2 د/ 2025)

طرائق التطاير

1) عند حرق $5.7\ mg$ من مركب عضوي نتج $14.4\ mg$ من غاز ثنائي اوكسيد الكاربون و $2.5\ mg$ من بخار الماء احسب النسبة المئوية للكاربون والهيدروجين في المركب . (2017 /د 3- موصل)

ج/ نحسب كتلة الكاربون من كتلة غاز CO_2 ، وكتلة الهيدروجين من كتلة بخار H_2O :

1) نجد % للكاربون:

$$C + O_2 \longrightarrow CO_2$$

$$m_C = m_{CO_2}\,(mg) \times \frac{M_C\,(g/mol)}{M_{CO_2}\,(g/mol)} = 14.4\ mg \times \frac{12\,(g/mol)}{44\,(g/mol)} = 3.94\ mg$$

$$\%\,C = \frac{m_C}{m_{\text{المركب}}} \times 100 = \frac{3.94\ mg}{5.7\ mg} \times 100 = 68.9\ \%$$

2) نجد % للهيدروجين:

$$m_H = m_{H_2O}\,(mg) \times \frac{M_{H_2}\,(g/mol)}{M_{H_2O}\,(g/mol)} = 2.5\ mg \times \frac{2\,(g/mol)}{18\,(g/mol)} = 0.28\ mg$$

$$\%\,H = \frac{m_H}{m_{\text{المركب}}} \times 100 = \frac{0.28\ mg}{5.7\ mg} \times 100 = 4.9\ \%$$

2) عند حرق $5.4\ mg$ من مركب عضوي نتج $13.2\ mg$ من غاز ثنائي اوكسيد الكاربون و $2.5\ mg$ من بخار الماء احسب النسبة المئوية للكاربون والهيدروجين في المركب ، علماً ان الكتلة لـ $H_2 = 2$ ، $C = 12$ ، $H_2O = 18$ ، $CO_2 = 44$. (ت / 2025)

ج/ نحسب كتلة الكاربون من كتلة غاز CO_2 ، وكتلة الهيدروجين من كتلة بخار H_2O :

1) نجد % للكاربون:

$$C + O_2 \longrightarrow CO_2$$

$$m_C = m_{CO_2}\,(mg) \times \frac{M_C}{M_{CO_2}} = 13.2\ mg \times \frac{12}{44} = 3.6\ mg$$

$$\% \, C = \frac{m_C}{m_{\text{المركب}}} \times 100 \quad = \frac{3.6\, mg}{5.4\, mg} \times 100 = 66.66\,\%$$

2) نجد % للهيدروجين:

$$m_H = m_{H_2O}\,(mg) \times \frac{M_{H_2}}{M_{H_2O}} = 2.7\, mg \times \frac{2}{18} = 0.3\, mg$$

$$\% \, H = \frac{m_H}{m_{\text{المركب}}} \times 100 \quad = \frac{0.3\, mg}{5.4\, mg} \times 100 = 5.55\,\%$$

3) تم تحليل مركب عضوي لمعرفة النسبة المئوية للكاربون فيه بطريقة التطاير المباشرة . فبعد حرق $15.24\, mg$ من المركب بوجود الاوكسجين وامتصاص غاز CO_2 في وسط مناسب ، وجد ان كتلة CO_2 تساوي $22.36\, mg$ ، احسب النسبة المئوية لعنصر الكاربون في المركب . (ت/ 2013)

ج/

$$C + O_2 \longrightarrow CO_2$$

$$m_C = m_{CO_2}\,(mg) \times \frac{M_C\,(g/mol)}{M_{CO_2}\,(g/mol)}$$

$$m_C = 22.36\, mg \times \frac{12\,(g/mol)}{44\,(g/mol)} = 6.1\, mg$$

$$\% \, C = \frac{m_C}{m_{\text{المركب}}} \times 100 \quad = \frac{6.1\, mg}{15.24\, mg} \times 100 = 40\,\%$$

4) تم تحليل سبيكة النيكروم (سبيكة مكونة من عنصرين اساسيين هما النيكل والكروم اضافة الى كمية قليلة جداً من الكاربون) وزنياً بطريقة التطاير وذلك بحرق $0.7\, g$ منها بوجود الاوكسجين . وقد وجد ان كتلة غاز ثنائي اوكسيد الكاربون المتحرر الذي تم جمعه بعد انتهاء عملية الحرق كانت تساوي $1.1\, mg$، احسب النسبة المئوية لعنصر الكاربون في السبيكة ، علماً ان الكتل الذرية: $O = 16$ ، $C = 12$.
(د2- خ ق/ 2015) (د3- خ ق/ 2017)

ج/

$$M_{CO_2} = 12 + 2(16) = 12 + 32 = 44\, g/mol)$$

$$C \xrightarrow{\text{حرق بوجود الاوكسجين}} CO_2$$

$$m_C = m_{CO_2}\,(mg) \times \frac{M_C\,(g/mol)}{M_{CO_2}\,(g/mol)}$$

$$m_C = 1.1\, mg \times \frac{12\,(g/mol)}{44\,(g/mol)} = 0.3\, mg$$

$$m_C = 0.3\, mg \times \frac{1\, g}{1000\, mg} = 0.0003\, g$$

$$\% \, C = \frac{m_C}{m_{\text{السبيكة}}} \times 100$$

$$\% \, C = \frac{0.0003\, g}{0.7\, g} \times 100 = 0.0428\,\%$$

1) المعامل الوزني G_f : (1 د/ 2025)
(2د/ 2014) (1د/ 2015) (2015 /د 1- خاص) (2016 /ت) (1د/ 2017) (2017 /د 1- موصل) (3د/ 2017)

هو النسبة بين الكتلة المولية للمكون المراد تقديره الى الكتلة المولية للصيغة الوزنية (الراسب) على شرط ان تحوي كلتا الصيغتين على نفس العدد من ذرات العنصر(او جزيئات) المكون المراد تقديره وهو خالي من الوحدات .

2) احسب المعامل الوزني لـ $Na_5P_3O_{10}$ $(M = 368\ g/mol)$ في $Mg_2P_2O_7$ $(M = 222\ g/mol)$ (1د/ 2013) (2018 /د 2- خ ق) (2019 /د 1- خ ق) (2د/ 2019) (2 د/ 2025)

ج/ $$G_f = \frac{a}{b} \times \frac{M_{Na_5P_3O_{10}}\ (g/mol)}{M_{Mg_2P_2O_7}\ (g/mol)} = \frac{2}{3} \times \frac{368(\ g/mol)}{222(g/mol)} = 1.1$$

3) احسب المعامل الوزني للحديد $(M = 56\ g/mol)$ في Fe_2O_3 $(M = 160\ g/mol)$
(2013 /د 1- خ ق) (1د/ 2014) (2د/ 2016) (3د/ 2016) (2د/2017 - موصل) (2د/ 2018) (2 د/ 2024)

ج/ $$G_f = \frac{a}{b} \times \frac{M_{Fe}\ (g/mol)}{M_{Fe_2O_3}\ (g/mol)} = \frac{2}{1} \times \frac{56(\ g/mol)}{160(g/mol)} = 0.7$$

4) احسب المعامل الوزني للFe_2O_3 $(M = 160\ g/mol)$ في Fe_3O_4 $(M = 231\ g/mol)$
(2د/2017)

ج/ $$G_f = \frac{a}{b} \times \frac{M_{Fe_2O_3}}{M_{Fe_3O_4}} = \frac{3}{2} \times \frac{160}{231} = 1.038$$

5) احسب المعامل الوزني لـFe_3O_4 $(M = 232\ g/mol)$ في Fe_2O_3 $(M = 160\ g/mol)$ يساوي ....
(2د/2018)

ج/ $$G_f = \frac{a}{b} \times \frac{M_{Fe_3O_4}}{M_{Fe_2O_3}} = \frac{2}{3} \times \frac{232}{160} = 0.97$$

6) احسب المعامل الوزني لـ MgI_2 $(M = 278\ g/mol)$ في AgI $(M = 235\ g/mol)$.
(2017 /د 1- خ ق)

ج/ $$G_f = \frac{a}{b} \times \frac{M_{MgI_2}}{M_{AgI}} = \frac{1}{2} \times \frac{278}{235} = 0.59$$

7) عند اذابة $0.5\ g$ من ملح غير نقي ليوديد الصوديوم NaI $(M = 150\ g/mol)$ في الماء واضافة زيادة من محلول نترات الفضة $AgNO_3$ لترسيب ايون اليوديد بشكل تام ، تم الحصول على $0.744\ g$ من يوديد الفضة AgI $(M = 235\ g/mol)$ احسب النسبة المئوية ليوديد الصوديوم في الملح غير النقي . (3د/2013) (2014 /ت) (1د/2016) (2017 /د 2- موصل)

1) نجد G_f:
$$G_f = \frac{a}{b} \times \frac{M_{NaI}\,(g/mol)}{M_{AgI}\,(g/mol)} = \frac{1}{1} \times \frac{150(\,g/mol)}{235(g/mol)} = 0.638$$

2) نجد m_{NaI} :
$$m_{NaI} = G_f \times m_{AgI} = 0.638 \times 0.744\,g = 0.475\,g$$

3) نجد % لـ NaI :
$$\%NaI = \frac{m_{NaI}}{m_{\text{العينة}}} \times 100 = \frac{0.475\,g}{0.5\,g} \times 100 = 95\,\%$$

8) احسب النسبة المئوية للفسفور الموجود في نموذج من الفوسفات وزنه $0.68\,g$ تم ترسيبه ثم احرق واصبح على هيئة بايروفوسفات المغنيسيوم $Mg_2P_2O_7$ والذي كان وزنه النهائي $0.435\,g$ ، علماً ان الكتل الذرية لـ $O = 16$ ، $P = 31$ ، $Mg = 24$. (2016 /د -1 خ ق) (2017 /د -2 خ ق)

ج/

1) نجد M لـ $Mg_2P_2O_7$:
$$M_{Mg_2P_2O_7} = (24 \times 2) + (31 \times 2) + (16 \times 7) = 222\,g/mol$$

2) نجد G_f:
$$G_f = \frac{a}{b} \times \frac{M_P\,(g/mol)}{M_{Mg_2P_2O_7}\,(g/mol)} = \frac{2}{1} \times \frac{31(\,g/mol)}{222(g/mol)} = 0.28$$

3) نجد m_P :
$$m_{NaI} = G_f \times m_{AgI} = 0.28 \times 0.435\,g = 0.12\,g$$

4) نجد % لـ P:
$$\%NaI = \frac{m_{NaI}}{m_{\text{العينة}}} \times 100 = \frac{0.2\,g}{0.68\,g} \times 100 = 18\,\%$$

9) احسب النسبة المئوية لمبيد الحشرات $C_{14}H_9Cl_5$ $(M = 354.5\,g/mol)$ في عينة غير نقية منه ، تم تحليل $0.74\,g$ منها وزنياً لتعطي $0.253\,g$ من $AgCl$ $(M = 143.5\,g/mol)$.
(2019/د3)

ج/
$$G_f = \frac{a}{b} \times \frac{M_{C_{14}H_9Cl_5}\,(g/mol)}{M_{AgCl}\,(g/mol)} = \frac{1}{5} \times \frac{354.5\,g/mol}{143.5\,g/mol} = 0.5$$

$$m_{C_{14}H_9Cl_5}(g) = G_f \times m_{AgCl}(g) = 0.5 \times 0.253\,\text{g} = 0.1265g$$

$$\%\,C_{14}H_9Cl_5 = \frac{m_{C_{14}H_9Cl_5}(g)}{m_{\text{العينة}}\,(g)} \times 100$$

$$\%\,C_{14}H_9Cl_5 = \frac{0.1265\,(g)}{0.74\,\,(g)} \times 100$$

$$\%\,C_{14}H_9Cl_5 = 17\,\%$$

10) يمكن انجاز خطوة عزل المادة (التي تحوي المكون المراد تقديره) في عملية التحليل الوزني بعدد من الطرائق عددها . (2019 /د1) (2024- ت) (2024 /د3)

ج/

أ) طرائق التطاير ب) طرائق الترسيب ج) طرائق الترسيب الكهربائي د) طرائق فيزيائية اخرى .

11) ما هي خطوات طرائق الترسيب عددها . (2016 /د3)

1) اذابة كتلة معلومة ومضبوطة من العينة بمذيب مناسب .
2) ترسيب المكون المراد تقديره من محلول العينة على هيئة راسب وبصيغة كيميائية معلومة تدعى صيغة الترسيب
3) فصل وعزل الراسب بالترشيح .
4) غسل الراسب بعد فصله بالترشيح والموجود على ورقة الترشيح بأضافة محلول غسيل ملائم على الراسب
5) تجفيف الراسب: اما درجة حرارة معتدلة او بعملية الحرق الى درجة عالية .
6) وزن الراسب وهو على هيئة صيغة وزنية لايجاد كتلته بشكل دقيق .

12) ما هي اهم العوامل التي تؤدي الى نجاح عملية التحليل الوزني بطريقة الترسيب .

ج/ (2014 /د3) (2015 /د1- خاص) (2017 /د2- خ ق) (2019 /د2)

1) يجب ان يكون الراسب المتكون غير ذائب بدرجة كافية (قابلية ذوبان قليلة جداً) .
2) ان يتمتع الراسب بصفات فيزيائية مناسبة تمكن من الفصل منها تكون دقائق الراسب ذات حجم كبير نسبياً وان يكون الراسب بلورياً ان لايتأثر حجم هذه الدقائق بعملية الغسل .
3) ان تكون هناك امكانية لتحويل الراسب الى مادة نقية وذات صيغة كيميائية معلومة وثابتة (صيغة وزنية) ، ويتم ذلك بالتجفيف او الحرق او معاملة الراسب بكواشف كيميائية مناسبة .

13) يجب ان يكون الراسب المتكون غير ذائب بدرجة كافية قابلية ذوبان قليلة جداً ،علل ذلك او وضح ذلك

ج/ (2018 /د1) (2019 /د3) (2024 /د2)

لاجل عدم حصول خسارة ملحوظة للمكون المراد تقديره عند جمعه بعملية الترشيح .

14) العوامل (الشروط) المؤثرة على حجم دقائق الراسب . (2013 /د2) (2024 د/ 1) (2025 /ت)

ج/

1) طبيعة الراسب وتركيبه الكيميائي
2) ذوبانية الراسب .
3) درجة الحرارة
4) تراكيز المواد التي تشترك في عملية الترسيب .

15) *تتضمن طرائق التحليل الوزني المعتمدة على تفاعلات الترسيب عدداً من الخطوات التي يجب ان تنجز بشكل كمي ، عددها .* (2016 /د3)

ج/

1) اذابة كتلة معلومة ومضبوطة من العينة بمذيب مناسب .
2) ترسيب المكون المراد تقديره من محلول العينة على هيئة مركب شحيح الذوبان (راسب) وبصيغة كيميائية معلومة تدعى صيغة الترسيب .
3) فصل وعزل الراسب المتكون من محلول الترسيب .
4) غسل الراسب بعد فصله بالترشيح والموجود على ورقة الترشيح بأضافة محلول غسيل ملائم على الراسب .
5) تجفيف الراسب: اما درجة حرارة معتدلة او بعملية الحرق الى درجة عالية .
6) وزن الراسب وهو على هيئة صيغة وزنية لايجاد كتلته بشكل دقيق .

16) ما تأثير درجة الحرارة على حجم دقائق الراسب ؟

ج/ (1د/2013) (2017 /د 2- موصل) (2017 /3د) (2024 /د 3)

لان ارتفاع درجة الحرارة (التسخين) يؤدي الى زيادة ذوبانية معظم الرواسب اي بطء الترسيب واتاحة الوقت اللازم لبناء بلورات وبالتالي يكون حجم الدقائق كبيرة .

17) كيف يمكن ان يتم تحويل الراسب الى مادة نقية ذات صيغة كيميائية معلومة وثابتة ؟ (2025 /1د)

ج/ وذلك بواسطة عملية التجفيف او الحرق او معاملة العينة مع كواشف كيميائية معينة

18) ما تأثير تراكيز المواد التي تشترك في عملية الترسيب على حجم دقائق الراسب ؟ (2025 /2د)

ج/ يفضل اجراء عملية الترسيب في محاليل مخففة للمكون المراد تقديره وللعامل المرسب مع اضافة العامل المرسب ببط وتحريك مستمر لمحلول الترسيب لكي يعطي فرصة لبناء بلورات الراسب .

التحليل الحجمي

1) المحلول القياسي: (2015 /د 1- ق خ) (2025 /د 1)

هو ذلك المحلول الذي يحوي حجم معين منه على كمية محددة ومعلومة من الكاشف (عدد غرامات او عدد مولات او عدد غرامات مكافئة . . .) وهو على نوعين محلول قياسي اولي ومحلول قياسي ثانوي .

2) نقطة التكافؤ: (2014 /ت) (2014 /1د) (2019 /3د) (2023 /ت)

هي نقطة نظرية (افتراضية) يكون من المفروض عندها ان تتكافئ كمية المادة القياسية المضافة من السحاحة مع كمية المادة المجهولة الموجودة في الدورق المخروطي ، ويمكن تحديدها من خلال تغير لون المحلول او تكون راسب ويمكن تمييز ذلك بسهولة بالعين المجردة .

3) نقطة نهاية التفاعل: (2018 /ت) (2022 /ت)

هي نقطة ينتهي (يكتمل) عندها التفاعل المستعمل في عملية التسحيح بين المادة القياسية والمادة المجهولة ويحدد موقعها عملياً بالاعتماد على احد الدلائل المناسبة .

4) الدلائل: (2013 /د 1- ق خ) (2018 /1د) (2022 /د 1) (2018 /3د) (2023 /د 3)

هي مواد كيميائية تضاف عادة الى محلول التسحيح ولا تشترك في التفاعل بل يتغير لونها او احدى صفاتها الفيزيائية بشكل واضح عند نقطة نهاية التفاعل .

5) التركيز العياري(النورمالي): (2015 /د 2- ق خ)

هو عدد المكافئات الغرامية المذابة في لتر واحد من المحلول $\frac{1}{V(L)} \times \frac{m(g)}{EM(g/eq)} = N$.

6) الكتلة المكافئة (EM) : (2014 /د 1- خاص) (2023 /د 2)

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 .

7) الكتلة المكافئة للحامض: (1د/ 2016)
وهي كتلة الحامض التي تحوي على مول واحد من ذرات الهيدروجين القابلة للإبدال في التفاعل .

8) يفضل ان يكون للمواد القياسية كتلة مكافئة EM عالية . (2017 /د 2- ق خ) (2018 /د 1- ق خ)
ج/ لتقليل الخطأ الذي قد ينتج في اثناء عملية الوزن اللازمة للتحضير . (2023 /د 1)

9) ما هي شروط المحاليل القياسية عددها . (2022 /د 1) (2015 /د2)
(2016 /د 1- ق خ) (2016 /د3) (2017 /د1) (2017 /ت) (2018 /د2) (2018 /د 2- ق خ) (2021 / ت)
ج/
1) يجب ان تكون ذات نقاوة عالية .
2) يجب ان لا تتفاعل او تمتص مكونات الهواء الجوي (H_2O او CO_2 او O_2) .
3) يفضل ان يكون لها كتلة مكافئة EM عالية لتقليل الخطأ الذي قد ينتج في اثناء عملية الوزن .
4) يجب ان تكون قابلة للذوبان في المذيب المستعمل (الماء دائماً) .
5) يفضل ان لا تكون سامة .
6) ان تكون رخيصة الثمن ومتوفرة .

10) تقسم التفاعلات الكيميائية التي يمكن استعمالها بنجاح في عمليات التسحيح لاربعة اقسام ، عددها .
(2022 /تكميلي د 2)
ج/
1) تفاعلات الحوامض والقواعد (تفاعلات التعادل) .
2) تفاعلات التأكسد والاختزال .
3) تفاعلات الترسيب .
4) تفاعلات تكوين معقد .

11) يشترط في التفاعلات الكيميائية التي تجري بطريقة التسحيح في عمليات التحليل الحجمي ان تخضع لشروط معينة ، عددها . (2021 /تكميلي د 2) (2023 / د 2) (2024- ت)
1) يجب ان يكون التفاعل بسيطاً ويمكن التعبير عنه بمعادلة كيميائية موزونة تمثل تفاعل المكون المراد تقديره كمياً مع الكاشف القياسي .
2) يجب ان يتجه التفاعل بأتجاه واحد (تفاعل غير انعكاسي) .
3) يجب ان يكون التفاعل سريع جداً ، او اضافة عامل مساعد لزيادة السرعة .
4) يجب ان تتوفر وسيلة لتعيين نقطة نهاية التفاعل عن طريق حصول تغير ملحوظ في صفات المحلول .

12) ماهو الفرق بين الكتلة المكافئة في تفاعلات الترسيب والكتلة المكافئة في تفاعلات تكوين المعقد ؟ مع كتابة العلاقات الرياضية لهما . (2022 /د 2)
ج/ الكتلة المكافئة في تفاعلات الترسيب:
هي تلك الكتلة من المادة التي تحوي او تتفاعل مع مول واحد من ايون موجب احادي الشحنة والذي يكافئ $1.008g$ من الهيدروجين :
$$EM = \frac{M}{\text{عدد الايونات الموجبة في تكافؤها}}$$

الكتلة المكافئة في تفاعلات تكوين المعقد:

هي تلك الكتلة من المادة التي تهب او تكتسب مزدوج الكتروني ويكون فيه الجزء الفعال من المادة هي المزدوجات الالكترونية :

$$EM = \frac{M}{\text{عدد المزدوجات الالكترونية الموهوبة او المكتسبة}}$$

13) تستعمل برمنكنات البوتاسيوم $KMnO_4$ في تفاعلات الاكسدة والاختزال فاذا تفاعلت هذه المادة في محيط متعادل كعامل مؤكسد لتنتج MnO_2 ، ما قيمة η لبرمنكنات البوتاسيوم وكم هي عيارية محلول هذه المادة الذي تركيزه المولاري يساوي 0.05 M . (2022 /ت)

ج/

$$KMno_4 \longrightarrow Mno_2$$

$$+1 + Mn + (-2 \times 4) = 0 \qquad\qquad Mn + (-2 \times 2) = 0$$

$$+1 + Mn - 8 = 0 \qquad\qquad Mn = +4$$

$$Mn = +7$$

$$\eta = \text{عدد الالكترونات المفقودة} = 3\ eq/mol$$

$$N\frac{eq}{L} = \eta\frac{eq}{mol} \times M\frac{mol}{L} = 3 \times 0.05 = 0.15\frac{eq}{L}$$

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

$$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6Fe^{2+} \rightleftharpoons 2Cr^{3+} + 7H_2O + 6Fe^{3+}$$

ج/ (2د/2014) (1د/2015) (2017 /ت)

1) نجد η :

$$2X + (-2 \times 7) = -2 \Rightarrow 2X = +12 \Rightarrow X = +6$$

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

$$\eta = \text{عدد الالكترونات المكتسبة} = 6\ eq/mol \quad \text{(للعامل المؤكسد)}$$

2) نجد EM :

$$EM_{K_2Cr_2O_7} = \frac{M_{K_2Cr_2O_7}}{\eta} = \frac{294\ g/mol}{6\ eq/mol} = 49\ g/eq$$

3) نجد m :

$$m\,(g) = N\ (eq/L) \times EM(g/eq) \times V(L)$$

$$m\,(g) = 0.12\ eq/L \times 49\ g/eq \times 2L = 11.76g$$

15) ما الكتلة اللازمة من ثنائي كرومات البوتاسيوم $K_2Cr_2O_7$ $(M = 294\ g/mol)$ لتحضير محلول بحجم $1.5\ L$ وتركيز $0.16N$ من هذا الكاشف ليستعمل كعامل مؤكسد بحسب التفاعل التالي ؟

$$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6Fe^{2+} \rightleftharpoons 2Cr^{3+} + 7H_2O + 6Fe^{3+}$$

(1 د/ 2022)

ج/

1) نجد ɳ :
$$2X + (-2 \times 7) = -2 \Rightarrow 2X = +12 \Rightarrow X = +6$$
(للعامل المؤكسد) ɳ = عدد الالكترونات المكتسبة $= 6\ eq/mol$

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

3) نجد m :
$$m\,(g) = N\ (eq/L) \times EM(g/eq) \times V(L)$$
$$m\,(g) = 0.16\ eq/L \times 49\ g/eq \times 1.5L = 11.76g$$

16) ما هي الكتلة اللازمة من هيدروكسيد الصوديوم $NaOH$ $(M = 40\ g/mol)$ لتحضير $500\ ml$ من محلول تركيزه 0.2 M .

(2014 /د2 - خاص)

ج/
$$m\,(g) = \text{M}\ (mol/L) \times M(g/mol) \times V(L)$$
$$m\,(g) = 0.2\ (mol/L) \times 40(g/mol) \times 500\ ml \times \frac{1L}{1000\ ml}$$
$$m\,(g) = 4\ g$$

17) عند استعمال حامض الكبريتيك في تفاعلات التعادل تكون قيمة $ɳ = 2\ eq/mol$. احسب عيارية محلول هذا الحامض تركيزه $0.23\ mol/L$.

(2016 /د2 - خ ق)

ج/
$$N\frac{eq}{L} = ɳ\frac{eq}{mol} \times \text{M}\frac{mol}{L} = 2\ eq/mol \times 0.23\ mol/L = 0.46\ eq/L$$

18) جد مولارية محلول من $Al_2(SO_4)_3$ عيارته $0.3N$.

(2018 /د2 - خ ق) (2018 /ت)

ج/
$$Al_2(SO_4)_3\ ɳ = \text{عدد الايونات الموجبة} \times \text{تكافؤها} = 2 \times 3 = 6\ eq/mol$$
$$N\ (eq/L) = ɳ\ eq/mol \times \text{M}\ mol/L$$
$$0.3\ (eq/L) = 6\ eq/mol \times \text{M}\ mol/L$$
$$\text{M} = 0.05\ mol/L$$

19) محلول من مركب عيارته $1.5\ eq/L$ ومولاريته 0.5 M فأن قيمة ɳ للمركب تساوي ....

(2022/د2)

ج/ $ɳ = 3\ eq/mol$ وكالتالي:
$$N = ɳ\ eq/mol \times \text{M}\ mol/L$$
$$1.5 = ɳ \times 0.5$$
$$ɳ = \frac{1.5}{0.5} = 3\ eq/mol$$

20) ما هي مولارية وعيارية محلول هيدروكسيد الباريوم $M = 171\ g/mol$ المحضر بإذابة $9.5\ g$ من هذه المادة في $2L$ من المحلول والمستعمل في تفاعل حامض ـ قاعدة ؟ (د2/2016) (د2/2018)

((نفس السؤال فقط الكتلة المولية مجهولة ونجدها من الكتل الذرية من السؤال (2015 /د 1- خ ق)))

ج/

1) نجد المولارية M :

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

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

2) نجد العيارية N :

$(Ba(OH)_2)$ $\eta =$ المتأينة OH^- عدد مجاميع الهيدروكسيد $= 2\ eq/mol$

$$N = \eta\ eq/mol \times M\ mol/L$$

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

21) ما هي مولارية وعيارية محلول هيدروكسيد الباريوم $M = 171\ g/mol$ المحضر بإذابة $8.55\ g$ من هذه المادة في $2.5L$ من المحلول والمستعمل في تفاعل حامض ـ قاعدة ؟ (د3/2017)

ج/

1) نجد المولارية M :

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

$$M = \frac{8.55\ g}{171\ g/mol} \times \frac{1}{2.5L} = 0.02\ mol/l$$

2) نجد العيارية N :

$\eta =$ المتأينة OH^- عدد مجاميع الهيدروكسيد $= 2\ eq/mol$

$$N = \eta\ eq/mol \times M\ mol/L$$

$$N = 2\ eq/mol \times 0.02 \frac{mol}{L} = 0.04\ eq/l$$

22) ما هي مولارية وعيارية محلول هيدروكسيد الباريوم $M = 171\ g/mol$ المحضر بإذابة $8.5\ g$ من هذه المادة في $1.5L$ من المحلول والمستعمل في تفاعل حامض ـ قاعدة ؟ (2022 /تكميلي د 2)

ج/

1) نجد المولارية M :

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

$$M = \frac{8.5\ g}{171\ g/mol} \times \frac{1}{1.5L} = 0.033\ mol/l$$

2) نجد العيارية N :

$\eta =$ المتأينة OH^- عدد مجاميع الهيدروكسيد $= 2\ eq/mol$

$$N = \eta\ eq/mol \times M\ mol/L$$

$$N = 2\ eq/mol \times 0.033 \frac{mol}{L} = 0.066\ eq/l$$

23) ما هي مولارية وعيارية محلول هيدروكسيد الكالسيوم $(M = 74\ g/mol)$ المحضر بإذابة $3.7\ g$ من هذه المادة في $1.5L$ من المحلول والمستعمل في تفاعل حامض ـ قاعدة ؟ (2د/2018)

ج/

1) نجد المولارية M :

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

$$M = \frac{3.7\ g}{74\ g/mol} \times \frac{1}{1.5L} = 0.03\ mol/l$$

2) نجد العيارية N :

$Ca(OH)_2$ ɳ = عدد مجاميع الهيدروكسيد OH^- المتأينة $= 2\ eq/mol$

$$N = ɳ\ eq/mol \times M\ mol/L$$
$$N = 2\ eq/mol \times 0.03\ mol/L$$
$$N = 0.06\ eq/l$$

ويمكن الحل بطريقة ثانية من خلال ايجاد الكتلة المكافئة ثم العيارية ومنها المولارية (للاسئلة الثلاث اعلاه) .

24) ما هي مولارية وعيارية محلول هيدروكسيد الباريوم $M = 171\ g/mol$ المحضر بإذابة $9.3\ g$ من هذه المادة في $3L$ من المحلول والمستعمل في تفاعل حامض ـ قاعدة ؟ (ت / 2021)

ج/

1) نجد المولارية M :

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

$$M = \frac{9.3\ g}{171\ g/mol} \times \frac{1}{3L} = 0.018\ mol/l$$

2) نجد العيارية N : ɳ = عدد مجاميع الهيدروكسيد OH^- المتأينة $= 2\ eq/mol$

$$N = ɳ\ eq/mol \times M\ mol/L$$
$$N = 2\ eq/mol \times 0.018 \frac{mol}{L} = 0.036\ eq/l$$

25) ما هي مولارية وعيارية محلول هيدروكسيد الباريوم $Ba(OH)_2$ $M = 171\ g/mol$ المحضر بإذابة $9.6\ g$ من هذه المادة في $1.5L$ من المحلول والمستعمل في تفاعل حامض ـ قاعدة ؟

(3 د/ 2024)

ج/

1) نجد المولارية M :

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

$$M = \frac{9.6\ g}{171\ g/mol} \times \frac{1}{1.5L} = 0.037\ mol/l$$

2) نجد العيارية N : ɳ = عدد مجاميع الهيدروكسيد OH^- المتأينة $= 2\ eq/mol$

$$N = ɳ\ eq/mol \times M\ mol/L$$
$$N = 2\ eq/mol \times 0.037 \frac{mol}{L} = 0.072\ eq/l$$

26) احسب مولارية وعيارية حامض الكبريتيك H_2SO_4 $(M = 98\ g/mol)$ المحضر بإذابة $4.9\ g$ من هذه المادة في $2.5L$ من المحلول والمستعمل في تفاعل حامض ـ قاعدة ؟ (د1/2025)

ج/

1) نجد المولارية M :

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

$$M = \frac{4.9\ g}{98\ g/mol} \times \frac{1}{2.5L} = 0.02\ mol/l$$

2) نجد العيارية N :

$Ca(OH)_2$ $\eta =$ عدد مجاميع الهيدروكسيد OH^- المتأينة $= 2\ eq/mol$

$$N = \eta\ eq/mol \times M\ mol/L$$
$$N = 2\ eq/mol \times 0.02\ mol/L$$
$$N = 0.04\ eq/l$$

27) تستعمل برمنغنات البوتاسيوم $KMno_4$ في تفاعلات التأكسد والاختزال فأذا تفاعلت هذه المادة في محيط متعادل كعامل مؤكسد لينتج mno_2 ، ما قيمة η لبرمغنات البوتاسيوم ؟ وكم هي عيارية محلول هذه المادة الذي تركيزه المولاري يساوي $0.08\ mol/L$. (د2/2023)

ج/

$$K\overset{+7}{M}no_4 \xrightarrow{\text{محيط متعادل}} \overset{+4}{M}no_2$$

$$+1 + Mn + (-2 \times 4) = 0$$
$$+1 + Mn - 8 = 0$$
$$Mn = +7$$

$$Mn + (-2 \times 2) = 0$$
$$Mn = +4$$

$\eta =$ عدد الالكترونات المفقودة $= 3\ eq/mol$

$$N = \eta\ eq/mol \times M\ mol/L$$
$$N = 3 \times 0.08 = 0.24$$

28) احسب كتلة المذاب الموجود في كل $250\ ml$ من $0.1N$ محلول البوراكس $Na_2B_4O_7 . 10H_2O$ $(M = 381\ g/mol)$ ويستعمل وفق التفاعل الاتي:

$$B_4O_7^{2-} + 2H_3O^+ + 3H_2O \longrightarrow 4H_3BO_3$$ (د2/2024)

ج/

التفاعل هو تفاعل تعادل (ملح قاعدي مع حامض):

(للملح القاعدي) $\eta =$ عدد الايونات الموجبة × تكافؤها $= 1 \times 2 = 2\ eq/mol$

$$EM_{Na_2B_4O_7 .10H_2O} = \frac{M}{\eta} = \frac{381\ g/mol}{2\ eq/mol} = 190.5\ g/eq$$

$$m\ (g) = N\ (eq/L) \times EM(g/eq) \times V(L)$$

$$m\ (g) = 0.1\ eq/L \times 190.5\ g/eq \times 250\ ml \times \frac{1L}{1000\ ml} = 4.76g$$

29) ما هي مولارية وعيارية محلول حامض الهيدروكلوريك ؟ إذا علمت ان $36.7\ ml$ من محلول هذا الحامض تكافئ $43.2\ ml$ من محلول 0.24 M هيدروكسيد الصوديوم ؟ (2019 /د1- خ ق)

ج/

$$HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H_2O$$

$$\frac{(\mathrm{M} \times \mathrm{V})_{HCl}}{n} = \frac{(\mathrm{M} \times \mathrm{V})_{NaOH}}{n}$$

$$\frac{(\mathrm{M} \times 36.7\ ml)_{HCl}}{1} = \frac{(0.24\ \mathrm{M} \times 43.2\ ml)_{NaOH}}{1}$$

$$\mathrm{M}\ HCl = 0.282\ mol/l$$

$$N = \eta\ eq/mol \times \mathrm{M}\ mol/L$$

$$N = 1\ eq/mol \times 0.282\ mol/L$$

$$N = 0.282\ eq/l$$

30) في عملية تسحيح حامض الاوكزاليك $H_2C_2O_4$ $(M = 90\ g/mol)$ مع محلول هيدروكسيد الصوديوم تطلب تسحيح $0.1743\ g$ من عينة غير نقية لهذا الحامض إضافة $39.82\ ml$ من 0.09 M من محلول القاعدة للوصول إلى نقطة نهاية التفاعل . احسب النسبة المئوية لحامض الاوكزاليك في العينة . (2015/د2)

ج/

$$2NaOH + H_2C_2O_4 \longrightarrow Na_2C_2O_4 + 2H_2O$$

$NaOH$ لـ $\eta =$ المتأينة OH^- عدد مجاميع الهيدروكسيد $= 1\ eg/mol$

$$\mathrm{N} = \eta\ eq/mol \times \mathrm{M}\ mol/L = 1\ eq/mol \times 0.09\ mol/L = 0.09\ eq/L$$

$H_2C_2O_4$ لـ $\eta = H^+$ عدد ذرات الهيدروجين المتأينة $= 2\ eq/mol$

$$EM_{H_2C_2O_4} = \frac{M}{\eta} = \frac{90\ g/mol}{2\ eq/mol} = 45\ g/eq$$

$$m\,(g) = N\ (eq/L) \times V(L) \times EM(g/eq)$$

$$m\,(g) = 0.09\ \frac{eq}{L} \times 39.82\ ml \times \frac{1L}{1000ml} \times 45\ \frac{g}{eq} = 0.16\ g$$

$$\%\ H_2C_2O_4 = \frac{m_{H_2C_2O_4}(g)}{m_{\text{العينة}}\ (g)} \times 100$$

$$\%\ H_2C_2O_4 = \frac{0.16\ g}{0.1743\ g} \times 100 = 91.8\ \%$$

31) تمت معايرة $1.6\ g$ من عينة تحوي حامض الاوكزاليك $H_2C_2O_4$ $(M = 90\ g/mol)$ بالتسحيح مع محلول هيدروكسيد الصوديوم القياسي بتركيز 0.2 N فاذا علمت ان حجم محلول القاعدة المضاف من السحاحة اللازم للوصول الى نقطة نهاية التفاعل بلغ $36\ ml$ احسب النسبة المئوية لحامض الاوكزاليك في العينة . (2021/د1)

ج/ $2NaOH + H_2C_2O_4 \longrightarrow Na_2C_2O_4 + 2H_2O$

$H_2C_2O_4$ لـ $\eta = H^+$ عدد ذرات الهيدروجين المتأينة $= 2\ eq/mol$

$$EM_{H_2C_2O_4} = \frac{M}{\eta} = \frac{90\ g/mol}{2\ eq/mol} = 45\ g/eq$$

$$m\,(g) = N\ (eq/L) \times V(L) \times EM(g/eq)$$

$$m\,(g) = 0.2\ \frac{eq}{L} \times 36\ ml \times \frac{1L}{1000ml} \times 45\ \frac{g}{eq} = 0.324\ g$$

4) نجد % للحامض:

$$\%\ H_2C_2O_4 = \frac{m_{H_2C_2O_4}(g)}{m_{\text{العينة}}\ (g)} \times 100$$

$$\%\ H_2C_2O_4 = \frac{0.324\ g}{1.6\ g} \times 100 = 20.25\ \%$$

32) تمت معايرة $0.86\ g$ من عينة تحوي حامض الخليك CH_3COOH $(M = 60\ g/mol)$ بالتسحيح مع محلول هيدروكسيد الصوديوم القياسي بتركيز $0.225N$ ، فاذا علمت ان حجم محلول القاعدة المضاف من السحاحة اللازم للوصول الى نقطة نهاية التفاعل بلغ $32.2\ ml$. احسب النسبة المئوية لحامض الخليك في العينة . (د1/2017)

ج/

1) نجد كتلة CH_3COOH:

$$EM_{CH_3COOH} = \frac{M}{\eta} = \frac{60\ g/mol}{1\ eq/mol} = 60\ g/eq$$

$$m\,(g) = N\ (eq/L) \times V(L) \times EM(g/eq)$$

$$m\,(g) = 0.225N\ \frac{eq}{L} \times 32.2\ ml \times \frac{1L}{1000ml} \times 60\ g/eq$$

$$m\,(g) = 0.435\ g$$

2) نجد % للحامض:

$$\%\ CH_3COOH = \frac{m_{CH_3COOH}(g)}{m_{\text{العينة}}\ (g)} \times 100$$

$$\%\ CH_3COOH = \frac{0.435\ g}{0.86\ g} \times 100$$

$$\%\ CH_3COOH = 50.5\ \%$$

33) تمت معايرة $1.2\ g$ من عينة تحوي حامض الخليك CH_3COOH $(M = 60\ g/mol)$ بالتسحيح مع محلول هيدروكسيد الصوديوم القياسي بتركيز $0.3N$ ، فاذا علمت ان حجم محلول القاعدة المضاف من السحاحة اللازم للوصول الى نقطة نهاية التفاعل بلغ $35\ ml$. احسب النسبة المئوية لحامض الخليك في العينة . (د1/2018)

$$EM_{CH_3COOH} = \frac{M}{\eta} = \frac{60\ g/mol}{1\ eq/mol} = 60\ g/eq$$

$$m\,(g) = N\ (eq/L) \times V(L) \times EM(g/eq)$$

$$m\,(g) = 0.3N\ \frac{eq}{L} \times 35\ ml \times \frac{1L}{1000ml} \times 60\ g/eq$$

$$m\,(g) = 0.63\ g$$

2) نجد % للحامض:

$$\% \ CH_3COOH = \frac{m_{CH_3COOH}(g)}{m_{\text{العينة}}(g)} \times 100$$

$$\% \ CH_3COOH = \frac{0.63 \ g}{1.2 \ g} \times 100$$

$$\% \ CH_3COOH = 52.5 \, \%$$

34) تمت معايرة $0.96 \ g$ من عينة تحوي حامض الخليك CH_3COOH $(M = 60 \ g/mol)$ بالتسحيح مع محلول هيدروكسيد الصوديوم القياسي بتركيز $0.25N$ ، فاذا علمت ان حجم محلول القاعدة المضاف من السحاحة اللازم للوصول الى نقطة نهاية التفاعل بلغ $35 \ ml$. احسب النسبة المئوية لحامض الخليك في العينة . (د3/2019)

ج/

1) نجد كتلة CH_3COOH:

$$EM_{CH_3COOH} = \frac{M}{\eta} = \frac{60 \ g/mol}{1 \ eq/mol} = 60 \ g/eq$$

$$m\,(g) = N\ (eq/L) \times V(L) \times EM(g/eq)$$

$$m\,(g) = 0.25N \ \frac{eq}{L} \times 35 \ ml \times \frac{1L}{1000ml} \times 60 \ g/eq$$

$$m\,(g) = 0.525 \ g$$

2) نجد % للحامض:

$$\% \ CH_3COOH = \frac{m_{CH_3COOH}(g)}{m_{\text{العينة}}(g)} \times 100$$

$$\% \ CH_3COOH = \frac{0.525 \ g}{0.96 \ g} \times 100$$

$$\% \ CH_3COOH = 54.7 \, \%$$

35) تمت معايرة $0.96 \ g$ من عينة تحوي حامض الخليك CH_3COOH $(M = 60 \ g/mol)$ بالتسحيح مع محلول هيدروكسيد الصوديوم القياسي بتركيز $0.24N$ ، فاذا علمت ان حجم محلول القاعدة المضاف من السحاحة اللازم للوصول الى نقطة نهاية التفاعل بلغ $32.4 \ ml$. احسب النسبة المئوية لحامض الخليك في العينة . (د1/2024)

ج/

1) نجد كتلة CH_3COOH:

$$EM_{CH_3COOH} = \frac{M}{\eta} = \frac{60 \ g/mol}{1 \ eq/mol} = 60 \ g/eq$$

$$m\,(g) = N\ (eq/L) \times V(L) \times EM(g/eq)$$

$$m\,(g) = 0.24N \ \frac{eq}{L} \times 32.4 \ ml \times \frac{1L}{1000ml} \times 60 \ g/eq$$

$$m\,(g) = 0.466 \ g$$

2) نجد % للحامض:

$$\% \ CH_3COOH = \frac{m_{CH_3COOH}(g)}{m_{\text{العينة}}(g)} \times 100$$

$$\% \; CH_3COOH = \frac{0.466\ g}{0.96\ g} \times 100$$

$$\% \; CH_3COOH = 48.5\ \%$$

36) في عملية تسحيح حامض الخليك CH_3COOH $(M = 60\ g/mol)$ مع محلول هيدروكسيد الصوديوم القياسي بتركيز $0.2N$ تطلب تسحيح $1.2\ g$ من عينة غير نقية لهذا الحامض ، فاذا علمت ان حجم محلول القاعدة المضاف من السحاحة اللازم للوصول الى نقطة نهاية التفاعل بلغ $36\ ml$. احسب النسبة المئوية لحامض الخليك في العينة . (2023 /ت)

ج/ الطريقة الاولى:

CH_3COOH لـ $\eta = H^+$ عدد ذرات الهيدروجين المتأينة $= 1\ eq/mol$

1) نجد كتلة CH_3COOH:

$$EM_{CH_3COOH} = \frac{M}{\eta} = \frac{60\ g/mol}{1\ eq/mol} = 60\ g/eq$$

$$m\,(g) = N\ (eq/L) \times V(L) \times EM(g/eq)$$

$$m\,(g) = 0.2N\ \frac{eq}{L} \times 36\ ml \times \frac{1L}{1000ml} \times 60\ g/eq$$

$$m\,(g) = 0.432\ g$$

2) نجد % للحامض:

$$\% \; CH_3COOH = \frac{m_{CH_3COOH}(g)}{m_{\text{العينة}}\,(g)} \times 100$$

$$\% \; CH_3COOH = \frac{0.432\ g}{1.2\ g} \times 100$$

$$\% \; CH_3COOH = 36\ \%$$

الطريقة الثانية:

$$EM_{CH_3COOH} = \frac{M}{\eta} = \frac{60\ g/mol}{1\ eq/mol} = 60\ g/eq$$

عدد مكافئات CH_3COOH = عدد مكافئات $NaOH$

$$Eq_{CH_3COOH} = Eq_{NaOH}$$

$$\frac{m_{CH_3COOH}}{EM} = N_{NaOH} \times V_{NaOH}$$

$$\frac{m_{CH_3COOH}}{60} = 0.2 \times \frac{36}{1000}$$

$$m_{CH_3COOH} = 0.2 \times \frac{36}{1000} \times 60$$

$$m_{CH_3COOH} = 0.2 \times \frac{36}{1000} \times 60$$

$$m_{CH_3COOH} = 0.432\ g$$

ثم تكملة الحل ..... .

37) لمعايرة محلول $NaOH$ وايجاد تركيزه بشكل مضبوط ، تم تسحيح $24\ ml$ منه مع محلول حامض الكبريتيك H_2SO_4 ذو تركيز $0.06\ M$ وكان الحجم المضاف من الحامض اللازم للوصول الى نقطة النهاية هو $48\ ml$. احسب التركيز المولاري لمحلول هيدروكسيد الصوديوم ، ثم جد عدد غرامات $NaOH$ المذابة في $600\ ml$ من هذا المحلول . (د2/2022)

ج/

1) نجد المولارية للقاعدة:

$$2NaOH + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$$

$$\frac{(M \times V)_{NaOH}}{n} = \frac{(M \times V)_{H_2SO_4}}{n}$$

$$\frac{(M \times 24\ ml)_{NaOH}}{2} = \frac{(0.06 \times 48\ ml)_{H_2SO_4}}{1}$$

$$M = 0.24\ mol/L$$

2) نجد غرامات القاعدة:

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

$$m\ (g) = 0.24\ (mol/L) \times 40(g/mol) \times 600\ ml \times \frac{1L}{1000\ ml} = 5.76\ g$$

*او بتحويل المولارية الى نورمالي بعد ايجاد الايتا ثم نجد غرامات القاعدة وهنا لا حاجة لكتابة المعادلة .

38) لمعايرة محلول $NaOH$ وايجاد تركيزه بشكل مضبوط ، تم تسحيح $32\ ml$ منه مع محلول حامض الكبريتيك H_2SO_4 ذو تركيز $0.08\ M$ وكان الحجم المضاف من الحامض اللازم للوصول الى نقطة النهاية هو $48\ ml$. احسب التركيز المولاري لمحلول هيدروكسيد الصوديوم ، ثم جد عدد غرامات $NaOH$ المذابة في $400\ ml$ من هذا المحلول $(M = 171\ g/mol)$ للقاعدة) (3 د/ 2023)

ج/

1) نجد المولارية للقاعدة:

$$2NaOH + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$$

$$\frac{(M \times V)_{NaOH}}{n} = \frac{(M \times V)_{H_2SO_4}}{n}$$

$$\frac{(M \times 32\ ml)_{NaOH}}{2} = \frac{(0.08 \times 48\ ml)_{H_2SO_4}}{1}$$

$$M = 0.24\ mol/L$$

2) نجد غرامات القاعدة:

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

$$m\ (g) = 0.24\ (mol/L) \times 40(g/mol) \times 400\ ml \times \frac{1L}{1000\ ml} = 3.84\ g$$

39) لمعايرة محلول $Ba(OH)_2$ وايجاد تركيزه بشكل مضبوط تم تسحيح $35\ ml$ منه مع حامض النتريك HNO_3 ذو تركيز $0.04\ M$ وكان الحجم المضاف من الحامض اللازم للوصول الى نقطة النهاية هو $55.5\ ml$. احسب التركيز المولاري لمحلول $Ba(OH)_2$ ثم جد عدد غرامات $Ba(OH)_2$ المذابة في $750\ ml$ من المحلول .

علماً ان الكتل الذرية: $O = 16$ ، $H = 1$ ، $Ba = 137$. (د3/2019)

ج/ الطريقة الاولى:

$$M_{Ba(OH)_2} = 137 + (16\times 2) + (1\times 2) = 171\ g/mol$$

$$Ba(OH)_2 + 2HNO_3 \longrightarrow Ba(NO_3)_2 + 2H_2O$$

$$\frac{(M \times V)_{Ba(OH)_2}}{n} = \frac{(M\times V)_{HNO_3}}{n}$$

$$\frac{(M \times 35\ ml)_{Ba(OH)_2}}{1} = \frac{(0.04\ M\times 55.5\ ml)_{HNO_3}}{2}$$

$$M = 0.03\ mol/L$$

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

$$m\,(g) = 0.03\times 171\times 750\ ml\times \frac{1L}{1000\ ml}$$

$$m\,(g) = 3.85\ g$$

الطريقة الثانية:

عدد مكافئات $Ba(OH)_2$ = عدد مكافئات HNO_3

$$Eq\,(Ba(OH)_2) = Eq(HNO_3)$$

$$(N\times V) = (N\times V)$$

$$M\times \eta\times V = M\times \eta\times V$$

$$M\times 2\times 35 = 0.04\times 1\times 55.5$$

$$M = 0.3\ mol/L$$

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

$$m\,(g) = 0.3\times 171\times 750\ ml\times \frac{1L}{1000\ ml}$$

$$m\,(g) = 3.85\ g$$

40) تمت معايرة $28\ ml$ من محلول حامض HCl ذو تركيز $0.12N$ بالتسحيح مع محلول هيدروكسيد الباريوم $(M = 171\ g/mol)$ ، فاذا علمت ان حجم محلول القاعدة المضاف من السحاحة اللازم للوصول الى نقطة نهاية التفاعل بلغ $24\ ml$ احسب
1) عيارية محلول $(Ba(OH)_2$. 2) كتلة $(Ba(OH)_2$ المذابة في $750\ ml$ من المحلول .

(2021 /د2- تكميلي)

ج/

$$Eq\,(Ba(OH)_2) = Eq(HCl)$$

$$(N\times V) = (N\times V)$$

$$N\times 24\ ml = 0.12N\times 28\ ml$$

$$N = 0.14\ eq/L$$

$$EM_{Ba(OH)_2} = \frac{M}{\eta} = \frac{171\ g/mol}{2\ eq/mol} = 85.5\ g/eq$$

$$m\,(g) = N \times EM \times V$$

$$m\,(g) = 0.14 \times 85.5 \times 750\ ml \times \frac{1L}{1000\ ml}$$

$$m\,(g) = 8.97\ g$$

41) تمت معايرة $50\ ml$ من محلول حامض HIO_3 $(M = 176\ g/mol)$ بالتسحيح مع محلول هيدروكسيد الصوديوم القياسي بتركيز $0.145N$ ، فاذا علمت ان حجم محلول القاعدة المضاف من السحاحة اللازم للوصول الى نقطة نهاية التفاعل بلغ $45.8\ ml$ احسب التركيز العياري لحامض HIO_3 .

(2013 /ت) (2014 /د1- خاص)

ج/

$$(\text{المادة المجهولة})\ HIO_3\ (N \times V) = (N \times V)\ NaOH(\text{المادة القياسية})$$

$$N \times 50\ ml = 0.145N \times 45.8\ ml$$

$$N = 0.13\ eq/L$$

42) تمت معايرة $50\ ml$ من محلول حامض HIO_3 $(M = 176\ g/mol)$ بالتسحيح مع محلول هيدروكسيد الصوديوم القياسي بتركيز $0.145N$ ، فاذا علمت ان حجم محلول القاعدة المضاف من السحاحة اللازم للوصول الى نقطة نهاية التفاعل بلغ $45.8\ ml$ أ) احسب التركيز العياري لحامض HIO_3
ب) ما هي عيارية محلول الحامض نفسه عند استعماله في تقدير الحديد حسب التفاعل الاتي:

$$HIO_3 + 4FeCl_2 + 5H_3O^+ + 6Cl^- \longrightarrow 4FeCl_3 + ICl_2^- + 8H_2O$$

(2019/د1) (2015 /د1- خاص)

ج/

أ)
$$(\text{المادة المجهولة})\ HIO_3\ (N \times V) = (N \times V)\ NaOH(\text{المادة القياسية})$$

$$N \times 50\ ml = 0.145N \times 45.8\ ml$$

$$N = 0.13\ eq/L$$

ب)

الطريقة الاولى:

التفاعل الاول هو تفاعل تفاعل تعادل والتفاعل الثاني تفاعل اكسدة واختزال ، وبما ان التركيز المولاري لا يتغير بتغير نوع التفاعل لذلك فسوف نجد المولارية لحامض HIO_3 في التفاعل الاول (من N و ƞ) وهي نفسها في التفاعل الثاني حيث نجد منها العيارية بعد ايجاد ƞ ،اي التركيز النورمالي يتغير بتغير نوع التفاعل

التفاعل الاول:

HIO_3 لـ ƞ = H^+ عدد ذرات الهيدروجين المتأينة $= 1\ eq/mol$

$$N = \eta\ eq/mol \times M\ mol/L$$

$$0.13\ eq/L = 1\ eq/mol \times M\ mol/L$$

$$M = 0.13\ mol/L$$

التفاعل الثاني:

حامض HIO_3 عامل مؤكسد لانه عانى اختزال وقل عدد التأكسد لليود من $(+5)$ الى $(+1)$ في ICl_2^-:

$ɳ =$ عدد الالكترونات المكتسبة $= 4\ eg/mol$

$N = ɳ\ eq/mol \times M\ mol/L$

$N = 4\ eq/mol \times 0.13\ mol/L$

$N = 0.52\ eq/L$

الطريقة الثانية: $\frac{N_1}{ɳ_1} = \frac{N_2}{ɳ_2} \Rightarrow \frac{0.13}{1} = \frac{N_2}{4} \Rightarrow N_2 = 0.52$

43) تمت معايرة $42\ ml$ من محلول حامض $HIO_3\ (M = 176\ g/mol)$ بالتسحيح مع محلول هيدروكسيد الصوديوم القياسي بتركيز $0.15N$ ، فاذا علمت ان حجم محلول القاعدة المضاف من السحاحة اللازم للوصول الى نقطة نهاية التفاعل بلغ $38\ ml$ احسب 1) التركيز العياري لحامض HIO_3 1) كتلة الحامض بالغرام . (2024- ت)

ج/ (المادة المجهولة) $HIO_3\ (N \times V) = (N \times V)\ NaOH$(المادة القياسية)

$N \times 42\ ml = 0.15N \times 38\ ml$

$N = 0.135\ eq/L$

$HIO_3\ ɳ = 1$

$EM_{HIO_3} = \frac{M}{ɳ} = \frac{176\ g/mol}{1\ eq/mol} = 176\ g/eq$

$m\ (g) = N \times V \times EM$

$m\ (g) = 0.135 \times 42\ ml \times \frac{1L}{1000ml} \times 176\ g/eq$

$m\ (g) = 0.997\ g = 1\ g$ تقريبا

44) تم تقدير محتوى النيكل في عينة بعملية تسحيح تعتمد على التفاعل الاتي: (2014 /د 2- خاص)

$Ni^{2+} + 4CN^- \longrightarrow [Ni(CN)_4]^{2-}$ فاذا علمت ان $160\ mg$ من العينة قد استهلكت في تسحيح $38.3\ ml$ من محلول KCN القياسي بتركيز $0.137N$ للوصول الى نقطة نهاية التفاعل . احسب النسبة المئوية لأوكسيد النيكل $Ni_2O_3\ (M = 165\ g/mol)$ في العينة .

ج/

1) نجد $EM\ Ni_2O_3$: $ɳ =$ عدد المزدوجات الالكترونية المكتسبة $= 8\ eq/mol$ لـ Ni_2O_3

$EM_{Ni_2O_3} = \frac{M}{ɳ} = \frac{165\ g/mol}{8\ eq/mol} = 20.6\ g/eq$

2) نجد كتلة الحامض:

$m\ (g) = N\ (eq/L) \times V(L) \times EM(g/eq)$

$m\ (g) = 0.137\ \frac{eq}{L} \times 38.3\ ml \times \frac{1L}{1000ml} \times 20.6\ g/eq$

$m\ (g) = 0.108\ g = 108\ mg$

3) نجد % للحامض:

$\%\ Ni_2O_3 = \frac{m_{Ni_2O_3}(mg)}{m_{\text{العينة}}\ (mg)} \times 100 = \frac{108\ mg}{160\ mg} \times 100 = 67.5\ \%$

45) اذيب $4.29\ g$ من بلورات كاربونات الصوديوم المائية $Na_2CO_3xH_2O$ في قليل من الماء المقطر ثم اكمل حجم المحلول الى $250\ ml$ فإذا علمت ان $25\ ml$ من المحلول الاخير يحتاج الى $15\ ml$ من محلول HCl عيارته $0.2\ N$ لمكافئته . ما عدد جزيئات الماء (X) في الصيغة الكيميائية لكاربونات الصوديوم المائية ؟ (ت/ 2018) (د/ 2018 -2 خ ق)

ج/

1) نجد التركيز العياري للملح:

$$Na_2CO_3xH_2O\ (N \times V) = (N \times V)\ HCl$$
$$N \times 25\,ml = 0.2N \times 15\,ml$$
$$N = 0.12\ eq/L$$

2) نجد EM للملح من N :

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

$$0.12\ eg/L = \frac{4.29(g)}{EM(g/eq)} \times \frac{1}{250ml} \times \frac{1000ml}{1L}$$

$$EM = 143\ (g/eq)$$

3) نجد M للملح من EM :

(للملح القاعدي) η = عدد الايونات الموجبة × تكافؤها $= 1 \times 2 = 2\ eq/mol$

$$EM_{Na_2CO_3xH_2O} = \frac{M}{\eta}$$

$$143\ (g/eq) = \frac{M}{2\ eq/mol} \Rightarrow M = 286\ g/mol$$

4) نجد عدد جزيئات الماء (X) من M :

$$M_{Na_2CO_3xH_2O} = 286\ g/mol$$
$$(23 \times 2) + (12 \times 1) + (16 \times 3) + 18X = 286$$
$$108 + 18X = 286$$
$$18X = 180 \Rightarrow X = 10$$

46) ما كتلة كبريتات الباريوم $BaSO_4$ $(M = 233\ g/mol)$ التي تترسب تماماً عند مزج كمية كافية من محلول $BaCl_2$ $(M = 208\ g/mol)$ مع $100\ ml$ من حامض الكبريتيك $(M = 98\ g/mol)$ ، علماً بأن $20\ ml$ من نفس الحامض تحتاج الى $16\ ml$ من $NaOH$ تركيزها 0.1 M لمعادلته . (د/ 2017 -1 خ ق) (د3/2018)

ج/

الطريقة الاولى:

عدد مكافئات القاعدة = عدد مكافئات الحامض

$$Eq\ (H_2SO_4) = Eq(NaOH)$$
$$(N \times V) = (N \times V)$$

$$M \times \eta \times V = M \times \eta \times V$$

$$M \times 2 \times 20 = 0.1 \times 1 \times 16$$

مولارية الحامض $M = 0.04\ mol/L$

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

$$m\,(g) = 0.04\ (mol/L) \times 98(g/mol) \times 100\ ml \times \frac{1L}{1000\ ml}$$

H_2SO_4 كتلة $m\,(g) = 0.392\ g$

$$BaCl_2 + H_2SO_4 \longrightarrow BaSO_{4\,(S)} + 2HCl$$

$$(H_2SO_4)\ \frac{m}{M} = \frac{m}{M}\ (BaSO_4)$$

$$\frac{0.392}{98} = \frac{m}{233}$$

$$m = \frac{0.392 \times 233}{98} = 0.932\ g$$

الطريقة الثانية:

1) نجد تركيز الحامض المولاري من تسحيحه مع القاعدة:

$$2NaOH + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$$

$$\frac{(M \times V)_{H_2SO_4}}{n} = \frac{(M \times V)_{NaOH}}{n}$$

$$\frac{(M \times 20\ ml)_{H_2SO_4}}{1} = \frac{(0.1\ M \times 16\ ml)_{NaOH}}{2}$$

$$M = 0.04\ mol/L$$

2) نجد كتلة $BaSO_4$:

$$H_2SO_4 + BaCl_2 \longrightarrow BaSO_{4\,(S)} + 2HCl$$

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

$$m\,(g) = 0.04\ (mol/L) \times 233(g/mol) \times 100\ ml \times \frac{1L}{1000\ ml}$$

$$m\,(g) = 0.932\ g$$

47) اضيف $20\ ml$ من محلول برمنكات البوتاسيوم $KMnO_4$ تركيزه $0.3\ N$ الى كمية وافية من محلول يوديد البوتاسيوم KI المحمض ، فتحررت كمية من اليود I_2 التي تم تسحيحها مع محلول ثايوكبريتات الصوديوم $Na_2S_2O_3$ $(M = 158\ g/mol)$ حسب التفاعل الاتي:

$I_2 + 2Na_2S_2O_3 \longrightarrow 2NaI + Na_2S_4O_6$ ، حيث استهلك $25\ ml$ من هذا المحلول للوصول الى نقطة نهاية التفاعل ، احسب: أ) عيارية محلول $Na_2S_2O_3$.

ب) عدد غرامات ثايوكبريتات الصوديوم المذابة في $1L$ من هذا المحلول . (1د/2013) (2016 د2- خ ق)

ج/

أ) نجد N لـ $Na_2S_2O_3$:

نلاحظ في السؤال ان برمنكنات البوتاسيوم تكافئ محلول KI ومحلول KI (I_2 المتحرر منه) يكافئ محلول ثايوكبريتات الصوديوم ، لذلك فأن محلول البرمنكنات يكافئ محلول الثايوكبريتات وكالاتي:

$$Eq\ Na_2S_2O_3 = Eq\ KMnO_4$$

$$Na_2S_2O_3\ (N \times V) = (N \times V)\ KMnO_4$$
$$N \times 25\ ml = 0.3N \times 20\ ml$$
$$N = 0.24\ eq/L \text{ لـ } Na_2S_2O_3$$

ب) نجد كتلة $Na_2S_2O_3$:

$$I_2 + 2Na_2S_2O_3 \longrightarrow 2NaI + Na_2S_4O_6$$

$$2 + S_2 + (-2 \times 3) = 0 \qquad\qquad 2 + S_4 + (-2 \times 6) = 0$$
$$S_2 = +4 \qquad\qquad S_2 = +5$$

فقدان $1e^-$

$$m\,(g) = N\ (eq/L) \times V(L) \times EM(g/eq)$$

$$m\,(g) = 0.24\ (eq/L) \times 1\ L \times \frac{158\ g/mol}{1\ eq/mol}$$

$$m\,(g) = 37.92\ g$$

48) اضيف $30\ ml$ من محلول برمنكنات البوتاسيوم $KMnO_4$ تركيزه $0.2\ N$ الى كمية وافية من محلول يوديد البوتاسيوم KI المحمض ، فتحررت كمية من اليود I_2 التي تم تسحيحها مع محلول ثايوكبريتات الصوديوم $Na_2S_2O_3$ $(M = 158\ g/mol)$ حسب التفاعل الاتي:
$I_2 + 2Na_2S_2O_3 \longrightarrow 2NaI + Na_2S_4O_6$ ، حيث استهلك $40\ ml$ من هذا المحلول للوصول الى نقطة نهاية التفاعل ، احسب: أ) عيارية محلول $Na_2S_2O_3$.
ب) عدد غرامات ثايوكبريتات الصوديوم المذابة في $1.5\ L$ من هذا المحلول . (2021 د 2)

ج/

أ) نجد N لـ $Na_2S_2O_3$:

بما انه $$Eq\ KMnO_4 = Eq I_2$$

$$Eq\ I_2 = Eq Na_2S_2O_3$$

اذن $$Eq\ Na_2S_2O_3 = Eq\ KMnO_4$$

$$Na_2S_2O_3\ (N \times V) = (N \times V)\ KMnO_4$$
$$N \times 40\ ml = 0.2N \times 30\ ml$$
$$N = 0.15\ eq/L \text{ لـ } Na_2S_2O_3$$

ب) نجد كتلة $Na_2S_2O_3$:

$$I_2 + 2Na_2S_2O_3 \longrightarrow 2NaI + Na_2S_4O_6$$

$$2 + S_2 + (-2 \times 3) = 0 \qquad 2 + S_4 + (-2 \times 6) = 0$$

$$S_2 = +4 \qquad S_2 = +5$$

فقدان $1e^-$

$$m\,(g) = N\ (eq/L) \times V(L) \times EM(g/eq)$$

$$m\,(g) = 0.15\ (eq/L) \times 1.5\,L \times \frac{158\,g/mol}{1\,eq/mol}$$

$$m\,(g) = 35.55\,g$$

49) اضيف $30\,ml$ من محلول برمنكات البوتاسيوم $KMnO_4$ تركيزه $0.28\,N$ الى كمية وافية من محلول يوديد البوتاسيوم KI المحمض ، فتحررت كمية من اليود I_2 التي تم تسحيحها مع محلول ثايوكبريتات الصوديوم $Na_2S_2O_3$ $(M = 158\,g/mol)$ حسب التفاعل الاتي:

$I_2 + 2Na_2S_2O_3 \longrightarrow 2NaI + Na_2S_4O_6$ ، حيث استهلك $20\,ml$ من هذا المحلول للوصول الى نقطة نهاية التفاعل ، احسب: أ) عيارية محلول $Na_2S_2O_3$.

ب) عدد غرامات ثايوكبريتات الصوديوم المذابة في $800\,ml$ من هذا المحلول . (2023 د1)

ج/

أ) نجد N لـ $Na_2S_2O_3$: بما انه

$$Eq\ KMnO_4 = Eq I_2$$

$$Eq\, I_2 = Eq Na_2S_2O_3$$

اذن

$$Eq\, Na_2S_2O_3 = Eq\, KMnO_4$$

$$Na_2S_2O_3\ (N \times V) = (N \times V)\ KMnO_4$$

$$N \times 20\,ml = 0.28N \times 30\,ml$$

$$Na_2S_2O_3 \text{ لـ } N = 0.42\ eq/L$$

ب) نجد كتلة $Na_2S_2O_3$:

$$I_2 + 2Na_2S_2O_3 \longrightarrow 2NaI + Na_2S_4O_6$$

$$2 + S_2 + (-2 \times 3) = 0 \qquad 2 + S_4 + (-2 \times 6) = 0$$

$$S_2 = +4 \qquad S_2 = +5$$

فقدان $1e^-$

$$m\,(g) = N\ (eq/L) \times V(L) \times EM(g/eq)$$

$$m\,(g) = 0.42\ (eq/L) \times 0.8\,L \times \frac{158\,g/mol}{1\,eq/mol}$$

$$m\,(g) = 53.088\,g$$

50) اضيف $24\ ml$ من محلول برمنكات البوتاسيوم $KMnO_4$ تركيزه $0.25\ N$ الى كمية وافية من محلول يوديد البوتاسيوم KI المحمض ، فتحررت كمية من اليود I_2 التي تم تسحيحها مع محلول ثايوكبريتات الصوديوم $Na_2S_2O_3$ $(M = 158\ g/mol)$ حسب التفاعل الاتي:

$I_2 + 2Na_2S_2O_3 \longrightarrow 2NaI + Na_2S_4O_6$ ، حيث استهلك $30\ ml$ من هذا المحلول للوصول الى نقطة نهاية التفاعل ، احسب: أ) عيارية محلول $Na_2S_2O_3$.

ب) عدد غرامات ثايوكبريتات الصوديوم المذابة في $1.5L$ من هذا المحلول . (12 د/ 2025)

ج/

أ) نجد N لـ $Na_2S_2O_3$:

$$Na_2S_2O_3\ (N \times V) = (N \times V)\ KMnO_4$$

$$N \times 30\ ml = 0.25N \times 24\ ml$$

$$Na_2S_2O_3 \text{ لـ } N = 0.2\ eq/L$$

ب) نجد كتلة $Na_2S_2O_3$:

$$I_2 + 2Na_2S_2O_3 \longrightarrow 2NaI + Na_2S_4O_6$$

$$2 + S_2 + (-2 \times 3) = 0 \qquad\qquad 2 + S_4 + (-2 \times 6) = 0$$

$$S_2 = +4 \qquad\qquad S_2 = +5$$

فقدان $1e^-$

$$m\ (g) = N\ (eq/L) \times V(L) \times EM(g/eq)$$

$$m\ (g) = 0.2\ (eq/L) \times 1.5\ L \times \frac{158\ g/mol}{1\ eq/mol}$$

$$m\ (g) = 47.4\ g$$

الفصل السابع – الكيمياء العضوية

هاليدات الالكيل

1) عرف قاعدة ماركوفنيكوف: (2017 / د 2- موصل)

عند اضافة الكاشف غير المتناظر الى مركبات الاصرة المزدوجة غير المتناظرة فأن ايون الهيدروجين (الايون الموجب) من الكاشف يضاف الى ذرة كاربون الاصرة المزدوجة التي تحمل العدد الاكبر من ذرات الهيدروجين وتكوين ايون الكاربونيوم الاكثر استقراراً .

2) عرف الالكتروفيل: (2015/د3)

هو كاشف باحث عن الالكترون (فقير بالالكترونات) لانه يمتلك اوربيتال فارغ مهيأ لاستقبال مزدوج الكتروني مثال H^+ وايون الكاربونيوم .

3) عند اضافة HBr الى البروبين ينتج 2 – برومو بروبان وليس 1 – برومو بروبان ، علل ذلك ؟

ج/ (2016/د2) (2017/د1) (2018/د2)

وذلك لان الاضافة تتم حسب قاعدة ماركوفنيكوف التي تنص عند اضافة الكاشف غير المتناظر الى مركبات الاصرة المزدوجة غير المتناظرة فأن ايون الهيدروجين (الايون الموجب) من الكاشف يضاف الى ذرة كاربون الاصرة المزدوجة التي تحمل العدد الاكبر من ذرات الهيدروجين وتكوين ايون الكاربونيوم الاكثر استقراراً .

$$\underset{\text{البروبين}}{CH_3-CH=CH_2} + HBr \longrightarrow \underset{\text{2 – برومو بروبان}}{CH_3-\underset{|}{\overset{Br}{\overset{|}{C}}}H-CH_3}$$

4) يتم اضافة HBr الى البروبين حسب قاعدة .... (2018 /ت)

ج/ ماركوفينيكوف .

6) لا تذوب هاليدات الالكيل في الماء ولكنها تذوب في المذيبات العضوية ، علل ذلك ؟

ج/ وذلك لعدم قابليتها على تكوين اواصر هيدروجينية . (2021 /د 2) (2022 /د 2)

7) تكون الاصرة بين ذرتي الكاربون والهالوجين في هاليدات الالكيل ذات صفة قطبية ، وضح ذلك ؟

ج/ بسبب الكهروسلبية العالية لذرة الهالوجين نسبة الى ذرة الكاربون وتختلف قطبية هذه الاصرة بحسب نوع ذرة الهالوجين حيث في اليود يكون الاستقطاب ضعيف جداً . (2025 /د 2)

8) الصيغة التركيبية لـ 2 – 3 ثنائي برومو بيوتان هي .... بينما 3 مثيل – 3 - بنتانول هي .... (2022 / ت)

ج/

$$\begin{array}{c} Br \quad\; Br \\ | \qquad | \\ CH_3 - CH - CH - CH_3 \end{array} \quad ، \quad \begin{array}{c} OH \\ | \\ CH_3 - CH_2 - C - CH_2 - CH_3 \\ | \\ CH_3 \end{array}$$

9) تصنف هاليدات الالكيل الى .... و........... و........... بالاعتماد على ذرة الكاربون الحاملة لذرة الهالوجين . (2021 /د 2)

ج/ هاليد الكيل اولي 1^o و هاليد الكيل ثانوي 2^o و هاليد الكيل ثالثي 3^o .

10) اكتب تفاعل اضافة HCl مرة الى 1− بيوتين واخرى الى 2− بيوتين . (2د/2015) (1د/2016)

ج/

$$\underset{\text{1− بيوتين}}{CH_3-CH_2-CH=CH_2} + HCl \longrightarrow \underset{\text{2 − كلورو بيوتان}}{\begin{array}{c} Cl \\ | \\ CH_3-CH_2-CH-CH_3 \end{array}}$$

$$\underset{\text{2− بيوتين}}{CH_3-CH=CH-CH_3} + HCl \longrightarrow \underset{\text{2 − كلورو بيوتان}}{\begin{array}{c} Cl \\ | \\ CH_3-CH_2-CH-CH_3 \end{array}}$$

11) حضر 2 − برومو بروبان من الكين مناسب . (2014 /ت)

ج/

$$\underset{\text{البروبين}}{CH_3-CH=CH_2} + HBr \longrightarrow \underset{\text{2 - برومو بروبان}}{\begin{array}{c} Br \\ | \\ CH_3-CH-CH_3 \end{array}}$$

12) حضر 2 − برومو بيوتان من الكين المناسب . (2013 /د 2- التكميلي) (2013 /د 1- خ ق)

ج/

$$\underset{\text{1− بيوتين}}{CH_3-CH_2-CH=CH_2} + HBr \longrightarrow \underset{\text{2 − برومو بيوتان}}{\begin{array}{c} Br \\ | \\ CH_3-CH_2-CH-CH_3 \end{array}}$$

13) اكتب تفاعل برومو ايثان مرة مع محلول هيدروكسيد البوتاسيوم المائي ومرة مع هيدروكسيد البوتاسيوم الكحولي . (2014 /ت) (1د/2014) (2د/2017) (2019 /ت) (2021 / ت) (2022 /د 1)

ج/

$$CH_3-CH_2-Br \ + \ KOH \xrightarrow[\Delta]{H_2O} CH_3-CH_2-OH \ + \ KBr$$

برومو ايثان — كحول الايثانول

$$CH_3-CH_2-Br \ + \ KOH \xrightarrow[\Delta]{C_2H_5OH} CH_2=CH_2 \ + \ KBr + H_2O$$

برومو ايثان — اثيلين

14) اكتب تفاعل المحلول المائي لهيدروكسيد البوتاسيوم KOH مع كلورو ايثان . (ت/ 2016)

ج/

$$CH_3-CH_2-Cl \ + \ KOH \xrightarrow[\Delta]{H_2O} CH_3-CH_2-OH \ + \ KCl$$

كلورو ايثان — كحول الايثانول

15) مبتدئاً من الاثيلين حضر اثيل كلوريد المغيسيوم . (د/ 2015 -1 خ ق)

ج/

$$CH_2=CH_2 \ + \ HCl \xrightarrow{\text{ايثر جاف}} CH_3CH_2-Cl$$

الاثيلين — كلورو ايثان

$$CH_3CH_2-Cl \ + \ Mg \longrightarrow CH_3CH_2-MgCl$$

كلورو ايثان — اثيل كلوريد المغنيسيوم

16) مبتدئاً بالايثانول حضر كلوريد الاثيل . (د/ 2014 - 1 خاص)

ج/

$$3CH_3CH_2-OH \ + \ PCl_3 \longrightarrow 3CH_3CH_2-Cl \ + \ H_3PO_3$$

ايثانول — كلورو ايثان

17) اكتب تفاعل المغنيسيوم مع برومو ايثان . (د1/2021)

ج/

$$CH_3CH_2-Br \ + \ Mg \longrightarrow CH_3CH_2-MgBr$$

برومو ايثان — مغنيسيوم — بروميد مغنيسيوم الاثيل (كاشف كرينيارد)

18) اكتب تفاعل محلول هيدروكسيد البوتاسيوم KOH في محلولها المائي مع 2 – كلورو – 2 – مثيل بروبان . (د2/2021) (2024- ت)

ج/

$$CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{\overset{\overset{Cl}{|}}{C}}-CH_3 \ + \ KOH \longrightarrow CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{\overset{\overset{OH}{|}}{C}}-CH_3 \ + \ KCl$$

19) الصيغة البنائية للمركب 2 – برومو – 2 – مثيل بنتان هي .... (2 د/ 2022)

ج/

$$CH_3-CH_2-CH_2-\underset{\underset{CH_3}{|}}{\overset{\overset{Br}{|}}{C}}-CH_3$$

20) ما ناتج اضافة حامض الهيدروكلوريك الى 2 – مثيل بروبين ؟ مع ذكر اسم الناتج (2022/تكميلي د 2)

ج/

$$\underset{\text{2 – مثيل بروبين}}{CH_3-\overset{\overset{CH_3}{|}}{C}=CH_2} + HCl \longrightarrow CH_3-\underset{\underset{Cl}{|}}{\overset{\overset{CH_3}{|}}{C}}-CH_3$$

2 – برومو 2 – كلورو بروبان

21) ما ناتج اضافة HCl الى 2 – مثيل – 1 – بيوتين ؟ (1 د / 2023) (2 د / 2023)

ج/

$$\underset{\text{2 – مثيل 1 – بيوتين}}{CH_3-CH_2-\overset{\overset{CH_3}{|}}{C}=CH_2} + HCl \longrightarrow CH_3-CH_2-\underset{\underset{Cl}{|}}{\overset{\overset{CH_3}{|}}{C}}-CH_3$$

2 – كلورو 2 – مثيل بيوتان

22) ما ناتج تفاعل محلول KOH الكحولي مع 1 – برومو – 2 – مثيل بروبان . (1د/2023)

ج/

$$CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-\overset{\overset{Br}{|}}{CH_2} + KOH \xrightarrow[\Delta]{C_2H_5OH} CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}=CH_2 + KCl + H_2O$$

1 – برومو – 2 – مثيل بروبان   2 – مثيل 1 – بروبان

23) ما ناتج تفاعل برومو بروبان مرة مع محلول هيدروكسيد البوتاسيوم المائي ومرة مع هيدروكسيد البوتاسيوم الكحولي . (3 د/ 2023) (2 د/ 2024) (2025 /ت – المائي فقط)

ج/

$$\underset{\text{برومو بروبان}}{CH_3-CH_2-CH_2-Br} + KOH \xrightarrow[\Delta]{H_2O} \underset{\text{بروبانول}}{CH_3-CH_2-CH_2-OH} + KBr$$

$$\underset{\text{برومو بروبان}}{CH_3-CH_2-CH_2-Br} + KOH \xrightarrow[\Delta]{C_2H_5OH} \underset{\text{بروبان}}{CH_2-CH_2=CH_2} + KBr + H_2O$$

1) كحول عدد ذرات الكاربون فيه تساوي 4 ما هو ؟ وما متجانساته ؟ (2د/2014)

ج/ حسب القانون العام للكحول فان الصيغة له هي $C_4H_{10}O$:

1)
$$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH$$
1 – بيوتانول (1^o)

2)
$$CH_3-\underset{\displaystyle |}{\overset{\displaystyle CH_3}{\overset{|}{CH}}}-CH_2-OH$$
2– مثيل– 1 – بروبانول (1^o)

3)
$$CH_3-CH_2-\overset{\displaystyle OH}{\overset{|}{CH}}-CH_3$$
2 – بيوتانول (2^o)

4)
$$CH_3-\underset{\underset{\displaystyle CH_3}{|}}{\overset{\overset{\displaystyle OH}{|}}{C}}-CH_3$$
2– مثيل– 2 – بروبانول (3^o)

2) ما هي الصيغ البنائية المحتملة للكحولات ذوات الكتلة المولية $(74g/mol)$ علماً ان الكتل الذرية هي: $(O=16$ ، $C=12$ ، $H=1)$ (1د/2015- نازحين) (2د/2015)

ج/

القانون العام للكحولات هو $C_nH_{2n+2}O$ حيث نجد n (عدد ذرات الكاربون) من الكتلة المولية للقانون العام:

$$M_{C_nH_{2n+2}O}=74g/mol$$
$$(12\times n)+1\times(2n+2)+(1\times16)=74$$
$$12n+2n+2+16=74 \quad\Rightarrow\quad 14n=56 \quad\Rightarrow\quad n=4$$

∴ الكحول هو $C_4H_{10}O$ والصيغ البنائية المحتملة (المتجانسات) هي كالاتي:

1)
$$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH$$
1 – بيوتانول (1^o)

2)
$$CH_3-\overset{\displaystyle CH_3}{\overset{|}{CH}}-CH_2-OH$$
2– مثيل– 1 – بروبانول (2^o)

3)
$$CH_3-CH_2-\overset{\displaystyle OH}{\overset{|}{CH}}-CH_3$$
2 – بيوتانول (2^o)

4)
$$CH_3-\underset{\underset{\displaystyle CH_3}{|}}{\overset{\overset{\displaystyle OH}{|}}{C}}-CH_3$$
2– مثيل– 2 – بروبانول (3^o)

3) كحول يحتوي في جزيئاته عشر ذرات هيدروجين ، ما هي متجانساته ؟ (3د/2014)

ج/ القانون العام للكحولات هو $C_nH_{2n+2}O$

اي ان: عدد ذرات الهيدروجين $= 2n + 2$

$$10 = 2n + 2$$
$$2n = 8$$
$$n = 4$$

اذن الكحول هو $C_4H_{10}O$ ومتجانساته هي:

1)

$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - OH$

(1^o) بيوتانول $-$ 1

2)

CH_3

|

$CH_3 - CH - CH_2 - OH$

(2^o) بروبانول $-$ 1 $-$مثيل $-$2

3)

OH

|

$CH_3 - CH_2 - CH - CH_3$

(2^o) بيوتانول $-$ 2

4)

OH

|

$CH_3 - C - CH_4$

|

CH_3

(3^o) بروبانول $-$ 2 $-$مثيل $-$2

4) ما هي الصيغ البنائية المحتملة لخمسة متجانسات للكحولات ذوات الكتلة المولية $(88g/mol)$ ، علماً ان الكتل الذرية هي: $(O = 16$ ، $C = 12$ ، $H = 1)$ (2017 /د -2 خ ق) (2018 /د -1 خ ق)

ج/

$$M_{C_nH_{2n+2}O} = 88g/mol$$
$$(12 \times n) + 1 \times (\mathrm{2n} + 2) + (1 \times 16) = 88$$
$$12n + 2n + 2 + 16 = 88$$
$$14n = 70$$
$$n = 5$$

$\therefore$ الكحول هو $C_5H_{12}O$ والصيغ البنائية المحتملة (المتجانسات) كالاتي:

1) $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - OH$ بنتانول $-$ 1

2)

OH

|

$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH - CH_3$ بنتانول $-$2

3)

OH

|

$CH_3 - CH_2 - CH - CH_2 - CH_3$ بنتانول $-$3

4)

CH_3

|

$CH_3 - CH_2 - CH - CH_2 - OH$ بيوتانول $-$ 1 مثيل $-$2

5) $CH_3 - \underset{}{\overset{CH_3}{\overset{|}{CH}}} - CH_2 - CH_2 - OH$ 3− مثيل 1 − بيوتانول

5) ما هي الصيغ البنائية المحتملة للكحولات ذوات الكتلة المولية $(60g/mol)$ ، ثم ميز بينهم باستخدام كاشف لوكاس،الكتل الذرية:$(H = 1$ ، $C = 12$ ، $O = 16)$. (2021 د2- تكميلي)

ج/
$$M_{C_nH_{2n+2}O} = 60g/mol$$
$$(12 \times n) + 1 \times (2n + 2) + (1 \times 16) = 60$$
$$12n + 2n + 2 + 16 = 60$$
$$14n = 42$$
$$n = 3$$
∴ الكحول هو C_3H_8O والصيغ البنائية المحتملة (المتجانسات) هي كالاتي:

$$CH_3CH_2CH_2 - OH \ + \ HCl \xrightarrow{(ZnCl_2)} N.R$$
1 − بروبانول

$$CH_3 - \overset{OH}{\overset{|}{CH}} - CH_3 \ + \ HCl \xrightarrow{(ZnCl_2)} CH_3 - \overset{Cl}{\overset{|}{CH}} - CH_3 \ + H_2O$$
2 – بروبانول   2 – كلورو بروبان

6) مبتدئاً بالايثانول حضر كلوريد الاثيل . (2013 /ت)

ج/
$$CH_3CH_2 - OH \ + \ PCl_5 \xrightarrow{\text{بيريدين}} CH_3CH_2 - Cl \ + \ POCl_3 \ + \ HCl$$
الايثانول   كلورو ايثان

7) يستخدم كاشف لوكاس للتمييز بين .... (1د/2016) (3د/2016) (3د/2018)

ج/ انواع الكحولات .

8) كيف تميز بين 1 − بروبانول و 2 − بروبانول (1د/2015) (2د/2022)

ج/ وذلك بأستخدام كاشف لوكاس:

$$CH_3CH_2CH_2 - OH \ + \ HCl \xrightarrow{(ZnCl_2)} N.R$$
1 − بروبانول

$$CH_3 - \overset{OH}{\overset{|}{CH}} - CH_3 \ + \ HCl \xrightarrow{(ZnCl_2)} CH_3 - \overset{Cl}{\overset{|}{CH}} - CH_3 \ + H_2O$$
2 – بروبانول   2 – كلورو بروبان

9) كيف تميز كيميائياً بين الايثانول و 2– مثيل – 2 – بروبانول ؟ (2016/ د2- خ ق)

ج/ باستخدام كاشف لوكاس:

$$\underset{\text{الايثانول}}{CH_3-CH_2OH} + HCl \longrightarrow N.R$$

$$\underset{\text{2– مثيل – 2 – بروبانول}}{\begin{array}{c} OH \\ | \\ CH_3-C-CH_3 \\ | \\ CH_3 \end{array}} + HCl \longrightarrow \underset{\text{2– كلورو – 2 – مثيل بروبان}}{\begin{array}{c} Cl \\ | \\ CH_3-C-CH_3 \\ | \\ CH_3 \end{array}} + H_2O$$

10) كيف تميز كيميائياً بين 2 – بروبانول و 2– مثيل – 2 – بروبانول ؟ (2014/د3)

ج/ باستخدام كاشف لوكاس:

$$\underset{\text{2 – بروبانول}}{\begin{array}{c} OH \\ | \\ CH_3-CH-CH_3 \end{array}} + HCl \xrightarrow{(ZnCl_2)} \underset{\text{2 - كلورو بروبان}}{\begin{array}{c} Cl \\ | \\ CH_3-CH-CH_3 \end{array}} + H_2O$$

$$\underset{\text{2– مثيل – 2 – بروبانول}}{\begin{array}{c} OH \\ | \\ CH_3-C-CH_3 \\ | \\ CH_3 \end{array}} + HCl \xrightarrow{(ZnCl_2)} \underset{\text{2– كلورو – 2 – مثيل بروبان}}{\begin{array}{c} Cl \\ | \\ CH_3-C-CH_3 \\ | \\ CH_3 \end{array}} + H_2O$$

11) ميز كيميائياً بين 1 – بروبانول و 2 – بروبانول و 2– مثيل – 2 – بروبانول ؟

(2015/ د1- خ ق) (2021 / ت)

ج/ يمكن التمييز بين انواع الكحولات بأستخدام كاشف لوكاس حيث الكحول الذي لا يتفاعل فهو الكحول الاولي اي 1– بروبانول ، اما الكحول الذي يتأخر بعد مرور (2 – 5) دقيقة فهو الكحول الثانوي اي 2 – بروبانول ، اما الذي يتفاعل مباشرة مكوناً عكرة فهو كحول ثالثي اي 2– مثيل – 2 – بروبانول ، وكما في التفاعلات الاتية:

$$\underset{\text{1 – بروبانول}}{2CH_3CH_2CH_2-OH} + HCl \xrightarrow{(ZnCl_2)} N.R$$

$$\underset{\text{2 – بروبانول}}{\begin{array}{c} OH \\ | \\ CH_3-CH-CH_3 \end{array}} + HCl \xrightarrow{(ZnCl_2)} \underset{\text{2 - كلورو بروبان}}{\begin{array}{c} Cl \\ | \\ CH_3-CH-CH_3 \end{array}} + H_2O$$

$$CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{\overset{\displaystyle OH}{\overset{|}{C}}}}-CH_3 + HCl \xrightarrow{(ZnCl_2)} CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{\overset{\displaystyle Cl}{\overset{|}{C}}}}-CH_3 + H_2O$$

2– مثيل – 2 – بروبانول   2– كلورو – 2 – مثيل بروبان

12) عند سحب جزىء ماء من 2 – بيوتانول يكون الناتج 2– بيوتين وليس 1– بيوتين ، علل ؟

(ت/ 2025) (ت / 2022) (د/ 1- خ ق 2016)

ج/ السبب هو لان حذف الماء يتم حسب قاعدة ستيسيف للحذف والتي تنص (الايون الموجب يسحب من ذرة الكاربون الحاملة اقل عدد من ذرات الهيدروجين المجاورة لذرة الكاربون التي يسحب منها الايون السالب) وحسب التفاعل التالي :

$$CH_3-CH_2-\overset{\displaystyle OH}{\overset{|}{CH}}-CH_3 \xrightarrow[170\ C^o]{\text{مركز}H_2SO_4} CH_3-CH=CH-CH_3 + H_2O$$

2 – بيوتانول   2– بيوتين

13) عدم تأكسد الكحولات الثالثية ، علل ذلك .

(د/ 3- موصل 2017)

ج/ لا تتأكسد الكحولات الثالثية بالعوامل المؤكسدة ، بسبب استقرارية مركباتها لان ذرة الكاربون الحاملة لمجموعة OH الكحولية خالية من ذرة الهيدروجين كما في المثال:

$$CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{\overset{\displaystyle OH}{\overset{|}{C}}}}-CH_3 \xrightarrow{[O]} NR$$

كحول ثالثي   لا يحدث تفاعل

2– مثيل – 2 – بروبانول

14) ما ناتج سحب جزيئة ماء من 2 – بيوتانول .

(د3/2019)

ج/

$$CH_3-\overset{\displaystyle OH}{\overset{|}{CH}}-CH_2-CH_3 \xrightarrow[170\ C^o]{\text{مركز}H_2SO_4} CH_3-CH=CH-CH_3 + H_2O$$

2 – بيوتانول   2– بيوتين

15) كيف تميز بين 2 – بيوتانول والبيوتان .

(ت/ 2014)

ج/ وذلك بالتفاعل مع فلز Na وتحرر غاز H_2 مع الكحول اما البيوتان فلا يتفاعل او بتفاعل الاكسدة:

$$2CH_3CH_2\overset{\displaystyle OH}{\overset{|}{CH}}CH_3 + 2Na \longrightarrow 2CH_3CH_2\overset{\displaystyle ONa}{\overset{|}{CH}}CH_3 + H_2$$

2 – بيوتانول

$$\underset{\text{بيوتان}}{CH_3CH_2CH_2CH_3} + 2Na \longrightarrow \underset{\text{لا يحدث تفاعل}}{NR}$$

16) ما ناتج الاكسدة التامة لـ 1 – بروبانول (2د/2016) (2016 /د 3- خ ق) (3د/2017) (2025 /د 1) (2024 /د 3)

$$\underset{\text{1 – بروبانول}}{CH_3CH_2CH_2-OH} \longrightarrow \underset{\text{بروبان}}{CH_3CH_2\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H} \longrightarrow \underset{\text{حامض البروبانويك}}{CH_3CH_2\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH}$$

17) ما ناتج الاكسدة لـ 1 – بيوتانول . (2018 /ت) (2019 /ت) (2د/2023) (2024- ت)

ج/

$$\underset{\text{1 – بيوتانول}}{CH_3CH_2CH_2CH_2-OH} \longrightarrow \underset{\text{بيوتانال}}{CH_3CH_2CH_2\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H} \longrightarrow \underset{\text{حامض البيوتانويك}}{CH_3CH_2CH_2\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH}$$

18) ما ناتج الاكسدة لكل من الايثانول و 2 – بروبانول . (2017 /د 1- خ ق)

ج/

$$\underset{\text{ايثانول}}{CH_3CH_2-OH} \xrightarrow{[O]} \underset{\text{ايثانال}}{CH_3\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H} \xrightarrow{[O]} CH_3\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH$$

$$\underset{\text{2 – بروبانول}}{CH_3-\overset{\overset{OH}{|}}{CH}-CH_3} \xrightarrow{[O]} \underset{\text{بروبانون}}{CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_3} \xrightarrow{[O]} NR$$

19) ما ناتج الاكسدة التامة لـ 2 – بيوتانول (2018 /د 2- خ ق) (3د/2018)

ج/

$$\underset{\text{2 – بيوتانول}}{CH_3CH_2-\overset{\overset{OH}{|}}{CH}-CH_3} \xrightarrow{[O]} \underset{\text{بيوتانون}}{CH_3CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_3} \longrightarrow NR$$

20 عبر بمعادلات كيميائية:التحلل المائي للبروبين بوجود حامض الكبريتيك ثم اكسدة الناتج . (1د/2021)

ج/

$$\underset{\text{بروبين}}{CH_3-CH=CH_2+H_2O} \xrightarrow[\Delta]{H_2SO_4} \underset{\text{2 – بروبانول}}{CH_3-\overset{\overset{OH}{|}}{CH}-CH_3} \xrightarrow{[O]} \underset{\text{بروبانون}}{CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_3}$$

21) تكون درجة غليان الكحولات عالية جداً نسبة الى الالكانات المقابلة ، علل ذلك ؟ (1 د/ 2022)

ج/ بسبب قابلية الكحولات على تكوين اواصر هيدروجينية بينية بين جزيئاتها . (1 د/ 2023)

(في 2023 الجواب النموذجي بدون رسم) (3 د/ 2024)

$$\overset{\delta^-}{O} - \overset{\delta^+}{H} \cdots\cdots \overset{\delta^-}{O} - \overset{\delta^+}{H} \cdots\cdots \overset{\delta^-}{O} - \overset{\delta^+}{H}$$

$$\underset{R}{|} \qquad\qquad \underset{R}{|} \qquad\qquad \underset{R}{|}$$

(اواصر هيدروجينية بينية)

22) حول 1 – بيوتين الى 2 – بيوتانول . (2 د تكميلي/ 2022)

ج/

$$CH_3 - CH_2 - CH = CH_2 \; + \; H_2O \xrightarrow[\Delta]{H_2SO_4} CH_3 - CH_2 - \underset{}{\overset{\overset{OH}{|}}{CH}} - CH_3$$

1 – بيوتين — 2 – بيوتانول

23) حضر 2 – بيوتانول من 1 – بيوتين وما تحتاج اليه . (1 د / 2024)

ج/

$$CH_3 - CH_2 - CH = CH_2 \; + \; H_2O \xrightarrow[\Delta]{H_2SO_4} CH_3 - CH_2 - \overset{\overset{OH}{|}}{CH} - CH_3$$

1 – بيوتين — 2 – بيوتانول

24) الصيغة البنائية للمركب 2– مثيل – 2 – بنتانول هي .... (2 د/ 2022 – التكميلي)

ج/

$$CH_3 - CH_2 - CH_2 - \underset{\underset{CH_3}{|}}{\overset{\overset{OH}{|}}{C}} - CH_3$$

2– مثيل – 2 – بنتانول

25) الصيغة التركيبية للمركب العضوي 2 ، 4 – ثنائي مثيل – 3 – بنتانول هي .... (ت / 2023) (3 د/ 2023)

ج/

$$CH_3 - \overset{\overset{CH_3}{|}}{CH} - \overset{\overset{OH}{|}}{CH} - \overset{\overset{CH_3}{|}}{CH} - CH_3$$

26) ماهو كاشف لوكاس ؟ ولاي الاغراض يستخدم ؟ (1 د/ 2023)

ج/ هو محلول كلوريد الزنك $(ZnCl_2)$ المذاب في حامض الهيدروكلوريك المركز .
يستخدم للتمييز بين انواع الكحولات حيث تتفاعل الكحولات الثالثية مباشرة مع الكاشف (HCl) مكونة عكرة في المحلول نتيجة لتكون هاليد الالكيل غير الذائب ، امـا الكحولات الثانوية فيستغرق التفاعل (2 – 5) دقائق لغرض تكوين العكرة ، امـــا الكحولات الاولية فلا تتفاعل .

27) ما ناتج الاكسدة للايثانول مع ذكر ظروف التفاعل . (ت / 2023)

ج/

$$\underset{\text{ايثانول}}{CH_3CH_2-OH} \xrightarrow{[O]} \underset{\text{ايثانال}}{CH_3\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H} \xrightarrow{[O]} CH_3\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH$$

او CH_3COOH

28) مركب عضوي قانونه العام $C_nH_{2n+2}O$ كتلته المولية $60g/mol$ لايستجيب لكاشف لوكاس ولكنه يتأكسد تماماً اكتب الصيغة الجزيئية والتركيبية للمركب . ثم اذكر التفاعل مع تسمية النواتج وكتابة القانون العام والمجموعة الفعالة لكل ناتج . (ت/ 2015) (ت/ 2017)

ج/

1) الصيغة الجزيئية: حيث نجد n (عدد ذرات الكاربون) من الكتلة المولية للقانون العام:

$$M_{C_nH_{2n+2}O} = 60g/mol$$
$$(12 \times n) + 1 \times (2n+2) + (1 \times 16) = 60$$
$$12n + 2n + 2 + 16 = 60 \quad \Rightarrow \quad 14n = 42 \quad \Rightarrow \quad n = 3$$

$\therefore$ الصيغة الجزيئة C_3H_8O ، وهي الصيغة الجزيئة للكحولات والايثرات ، ولكن بما ان المركب لايستجيب لكاشف لوكاس ويتأكسد تماماً لذلك فهو كحول اولي .

2) الصيغة التركيبية: $CH_3CH_2CH_2OH$

3) التفاعل:

$$CH_3CH_2CH_2OH + HCl \xrightarrow{(ZnCl_2)} NR$$

$$\underset{\text{1 - بروبانول}}{CH_3CH_2CH_2OH} \xrightarrow{[O]} \underset{\text{بروبانال}}{CH_3CH_2\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H} \xrightarrow{[O]} \underset{\text{حامض البروبانويك}}{CH_3CH_2COOH}$$

4) القانون العام: $C_nH_{2n}O_2$ $\qquad C_nH_{2n+2}O$

المجموعة الفعالة: $-COOH$ $\qquad -CHO$

29) مركب عضوي يحتوي على اربع ذرات كاربون يستجيب لكاشف لوكاس وعند اكسدته يعطي كيتون . اكتب التفاعلات اعلاه وما صيغته البنائية . (د 2017 -2 موصل) (د1/2018)

ج/

بما ان المركب يستجيب لكاشف لوكاس لذلك فهو كحول ، وبما انه يعطي كيتون عند الاكسدة لذلك فهو كحول ثانوي:

$$\underset{\text{2 - بيوتانول}}{CH_3CH_2\overset{\overset{OH}{|}}{C}HCH_3} + HCl \xrightarrow{(ZnCl_2)} \underset{\text{2 - كلورو بيوتان}}{CH_3CH_2\overset{\overset{Cl}{|}}{C}HCH_3} + H_2O$$

$$\underset{\text{2 - بيوتانول}}{CH_3CH_2-\overset{OH}{\underset{|}{C}}H-CH_3} \xrightarrow{[O]} \underset{\text{بيوتانون}}{CH_3CH_2-\overset{O}{\underset{||}{C}}-CH_3}$$

30) قاعدة ستيسيف للحذف: (2د/2024- عرف)

((الايون الموجب يسحب من ذرة الكاربون الحاملة اقل عدد من ذرات الهيدروجين المجاورة لذرة الكاربون التي يسحب منها الايون السالب .

وزاريات الايثرات

1) للايثرات درجات غليان اوطأ من درجة غليان الكحولات المناظرة لها ، علل ذلك ؟ (1د/2021)

ج/ بسبب عدم قدرة الايثرات على تكوين اواصر هيدروجينية بينية بين جزيئاتها . (3د/ 2023)

2) اكتب تفاعل ايثوكسي ايثان مع حامض الكبريتيك المخفف مع التسخين . (ت/ 2021)

ج/

$$\underset{\text{ايثوكسي ايثان}}{CH_3CH_2-O-CH_2\,CH_3} + H_2O \xrightarrow[\Delta]{H_2SO_4} \underset{\text{الايثانول}}{2CH_3CH_2-OH}$$

3) حضر ايثوكسي ايثان من الايثانول . (2د/2016) (1 د/ 2022) (3 د/ 2024)

ج/

$$\underset{\text{كحول الايثانول}}{CH_3CH_2-OH} + Na \longrightarrow \underset{\text{ايثوكسيد الصوديوم}}{CH_3CH_2-ONa} + \frac{1}{2}H_2$$

$$\underset{\text{ايثوكسيد الصوديوم}}{CH_3CH_2-ONa} + \underset{\text{كلورو الايثان}}{CH_3CH_2Cl} \longrightarrow \underset{\text{ايثوكسي ايثان}}{CH_3CH_2-OCH_2CH_3} + NaCl$$

4) من كلوريد الاثيل وما تحتاج اليه حضر ايثوكسي ايثان . (2د/2013) (ت/ 2017)

ج/

$$\underset{\text{كلورو ايثان}}{CH_3-CH_2-Cl} + KOH \xrightarrow[\Delta]{H_2O} \underset{\text{كحول الايثانول}}{CH_3-CH_2-OH} + KCl$$

$$\underset{\text{كحول الايثانول}}{CH_3CH_2-OH} + Na \longrightarrow \underset{\text{ايثوكسيد الصوديوم}}{CH_3CH_2-ONa} + \frac{1}{2}H_2$$

$$\underset{\text{ايثوكسيد الصوديوم}}{CH_3CH_2-ONa} + \underset{\text{كلورو الايثان}}{CH_3CH_2Cl} \longrightarrow \underset{\text{ايثوكسي ايثان}}{CH_3CH_2-OCH_2CH_3} + NaCl$$

5) ما ناتج تفاعل ايثوكسي ايثان مع خماسي كلوريد الفسفور . (1 د/ 2013) (3 د/ 2014) (ت/ 2023)

ج/

$$CH_3CH_2-O-CH_2\,CH_3 \;+\; PCl_5 \xrightarrow{\Delta} 2CH_3CH_2-Cl \;+\; POCl_3$$

ايثوكسي ايثان — خماسي كلوريد الفسفور — كلورو ايثان

6) اكتب معادلة تحضير ايثوكسي بيوتان من الايثانول . (ت/ 2015) (2017 د/ 1- موصل) (2024 /ت) (2025 /ت)

ج/

$$CH_3CH_2-OH + Na \longrightarrow CH_3CH_2-ONa \;+\; \frac{1}{2}H_2$$

كحول الايثانول — ايثوكسيد الصوديوم

$$CH_3CH_2-ONa + CH_3CH_2CH_2CH_2Cl \longrightarrow CH_3CH_2-OCH_2CH_2CH_2CH_3 + NaCl$$

ايثوكسيد الصوديوم — كلورو بيوتان — ايثوكسي بيوتان

7) اكتب معادلة تحضير ايثوكسي بروبان من الايثانول.

ج/ (3د/2017) (2 د/ 2018) (2 د/ 2021) (3 د/ 2023) (1 د/ 2025)

من الايثانول يحضر جزء الكوكسي ومن الهاليد يحضر جزء البيوتان:

$$CH_3CH_2-OH + Na \longrightarrow CH_3CH_2-ONa \;+\; \frac{1}{2}H_2$$

كحول الايثانول — ايثوكسيد الصوديوم

$$CH_3CH_2-ONa + CH_3CH_2CH_2Cl \longrightarrow CH_3CH_2-OCH_2CH_2CH_3 + NaCl$$

ايثوكسيد الصوديوم — كلورو بروبان — ايثوكسي بروبان

8) كيف تميز كيميائياً بين ميثوكسي ميثان والميثان ؟ (ت/ 2014)

ج/ عند معاملة ميثوكسي ميثان مع حامض الكبريتيك المخفف بالتسخين يعطي كحول الميثانول اما الميثان فلا يتفاعل لانه الكان:

$$CH_3-O-\;CH_3 \;+H_2O \xrightarrow[\Delta]{H_2SO_4} 2CH_3-OH$$

ميثوكسي ميثان — كحول الميثانول

$$CH_4 \;+\; H_2O \xrightarrow[\Delta]{H_2SO_4} NR$$

ميثان — لا يحدث تفاعل

9) ما ناتج تفاعل ايثوكسي ايثان مرة مع حامض الكبريتيك المخفف مع التسخين ومرة مع حامض الكبريتيك المركز البارد . (1 د/ 2019)

ج/ تفاعلها مع حامض الكبريتيك المخفف الساخن لتعطي الكحولات:

$$CH_3CH_2-O-CH_2\,CH_3 \;+H_2O \xrightarrow[\Delta]{H_2SO_4} 2CH_3CH_2-OH$$

ايثوكسي ايثان — الايثانول

اما تفاعلها مع حامض الكبريتيك المركز البارد لتعطي املاح الاوكسونيوم:

$$CH_3CH_2-\ddot{\underset{\cdot\cdot}{O}}-CH_2\,CH_3\;+\;H_2SO_4\xrightarrow{\text{بارد}}\left(CH_3CH_2-\overset{\overset{\displaystyle H}{|}}{\underset{+}{\underset{\cdot\cdot}{O}}}-CH_2\,CH_3\;\;HSO_4^-\right)$$

ايثوكسي ايثان   مركز   ملح الاوكسونيوم لايثوكسي ايثان

10) ما ناتج تفاعل ايثوكسي ايثان مرة مع حامض الكبريتيك المخفف مع التسخين ومرة مع حامض الكبريتيك المركز البارد . (2د/2022) (2 د/ 2025)

ج/

تفاعلها مع حامض الكبريتيك المخفف الساخن لتعطي الكحولات:

$$CH_3CH_2-O-CH_2\,CH_3\;+H_2O\longrightarrow 2CH_3CH_2-OH$$

ايثوكسي ايثان   الايثانول

اما تفاعلها مع حامض الكبريتيك المركز البارد لتعطي املاح الاوكسونيوم:

$$CH_3CH_2-\ddot{\underset{\cdot\cdot}{O}}-CH_2\,CH_3\;+\;H_2SO_4\xrightarrow{\text{بارد}}\left(CH_3CH_2-\overset{\overset{\displaystyle H}{|}}{\underset{+}{\underset{\cdot\cdot}{O}}}-CH_2\,CH_3\;\;HSO_4^-\right)$$

ايثوكسي ايثان   مركز   ملح الاوكسونيوم لايثوكسي ايثان

11) الايثرات قليلة الذوبان في الماء ، علل ذلك . (ت / 2022) (2د/2023)

ج/ بسبب عدم قابليتها على تكوين اواصر هيدروجينية مع جزيئات الماء عدا تلك التي تمتلك مجاميع الكيل صغيرة فهي ذائبة في الماء .

12) الصيغة التركيبية للمركب 2 – كلورو – 2 – مثيل ايثوكسي بروبان (2د/2023)

ج//

$$CH_3-\overset{\overset{\displaystyle CH_3}{|}}{\underset{\underset{\displaystyle Cl}{|}}{C}}-CH_2-O-CH_2CH_3$$

13) للايثرات درجات غليان اوطأ من درجة غليان الكحولات المناظرة ، علل ذلك ؟ (ت/ 2024)

ج/ بسبب عدم قدرة الايثرات على تكوين اواصر هيدروجينية بينية بين جزيئاتها .

14) الايثرات قليلة الذوبان في الماء وذلك بسبب .... (2د/2024)

ج/ بسبب عدم قابليتها على تكوين اواصر هيدروجينية مع جزيئات الماء عدا تلك التي تمتلك مجاميع الكيل صغيرة فهي ذائبة في الماء .

1) تشترك الالديهايدات والكيتونات في مجموعة وظيفية واحدة هي .... **(2د/2014)**

ج/ مجموعة الكاربونيل

2) يستعمل كاشف فهلنك للتمييز بين .... و................ **(1 د/ 2017)**

ج/ الالديهايدات و الكيتونات .

3) يستخدم كاشف تولن للتمييز بين .... **(ت/ 2025)** **(ق خ -1د/ 2015)**

ج/ الالديهايدات و الكيتونات .

4) نوع التفاعل الذي يحول البروبانون الى 2 – بروبانول يسمى .... **(خاص - 2 د/ 2014)**

ج/ اختزال

5) ما هو كاشف تولن ؟ ولاي اغراض يستخدم ؟ **(1 د/ 2024)**

كاشف تولن: وهو محلول هيدروكسيد الفضة الامونياكي $Ag(NH_3)_2OH$ ، ويستخدم للكشف عن وجود الالديهايدات ، حيث يختزل ايون الفضة ليترسب على شكل فلز الفضة على جانبي الانبوبة وعلى هيئة مرآة فضية مميزة جداً دلالة على وجود الالديهايد بينما لا تتفاعل الكيتونات مع هذا الكاشف اي لا تترسب الفضة .

6) مبتدئاً بالايثانول حضر الايثانال . **(ت/ 2013)**

ج/

$$\underset{\text{ايثانول}}{CH_3CH_2-OH} \xrightarrow{[O]} \underset{\text{ايثانال}}{CH_3-\overset{\overset{\large O}{||}}{C}-H}$$

7) حضر الايثان من الايثانال **(1د/2015)**

ج/

$$\underset{\text{ايثانال}}{CH_3-\overset{\overset{\large O}{||}}{C}-H} \xrightarrow[HCl]{Zn/Hg} \underset{\text{ايثان}}{CH_3-CH_3}$$

8) حضر البروبان من البروبانون . **(ق خ -1د/ 2013)**

ج/

$$\underset{\text{البروبانون}}{CH_3-\overset{\overset{\large O}{||}}{C}-CH_3} \xrightarrow[HCl]{Zn/Hg} \underset{\text{بروبان}}{CH_3CH_2CH_3}$$

9) حضر البروبان من البروبانال (2013 /د2- التكميلي)

ج/

$$\underset{\text{بروبانال}}{CH_3CH_2-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-H} \xrightarrow[HCl]{Zn/Hg} \underset{\text{بروبان}}{CH_3CH_2CH_3}$$

10) اكتب تفاعل اختزال البروبانون . (2016 /د 3)

ج/

$$\underset{\text{بروبانون}}{CH_3-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-CH_3} \xrightarrow[HCl]{Zn/Hg} \underset{\text{بروبان}}{CH_3CH_2CH_3}$$

11) اكمل المعادلة الاتية مع تسمية المتفاعلات والنواتج : (2017 /د2- خ ق)

$$CH_3\overset{\overset{H}{|}}{C}=O + H_2N-NH_2 \longrightarrow$$

ج/

$$\underset{\text{ايثانال}}{CH_3\overset{\overset{H}{|}}{C}=O} + \underset{\text{هيدرازين}}{H_2N-NH_2} \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{استالديهايد هيدرازون}}{CH_3\overset{\overset{H}{|}}{C}=N-NH_2} + \underset{\text{ماء}}{H_2O}$$

12) اكتب جميع الصيغ البنائية المحتملة للمركب C_4H_8O مع تبيان المجموعة الوظيفية فيها واسم المركب . (2019 /د1)

ج/ المركب الديهايد او كيتون والمجموعة الوظيفية هي الكاربونيل $-C=O$

$$\underset{\text{بيوتانال}}{CH_3CH_2CH_2-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-H} \quad ، \quad \underset{\text{2 - مثيل بروبانال}}{CH_3\overset{\overset{CH_3}{|}}{C}H-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-H} \quad ، \quad \underset{\text{2 - بيوتانون}}{CH_3CH_2-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-CH_3}$$

13) كيف تميز عملياً بين مركب البروبانال والبروبانون بأستخدام كاشف تولن .

(2013 /د 1) (2014 /د 1) (2016 /ت) (2017 /د 1- موصل) (2017 /د 2)

(2018 /د2) (2018 /د 2- خ ق) (2019 /د1- خ ق) (2019 /د 2)

ج/

$$\underset{\text{البروبانال}}{CH_3CH_2-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-H} + \underset{\text{كاشف تولن}}{2Ag(NH_3)_2OH} \longrightarrow \underset{\text{ملح الحامض الكاربوكسيلي}}{CH_3CH_2-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-O^-NH_4^+} + \underset{\text{مرأة الفضة}}{2Ag\downarrow} + H_2O + 3NH_3$$

$$\overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{CH_3 - C - CH_3}} + 2Ag(NH_3)_2OH \longrightarrow NR$$

البروبانون كاشف تولن لا يحدث تفاعل

14) كيف تميز عملياً بين مركب البيوتانال والبيوتانون بأستخدام كاشف تولن .

(2016 /د1- خ ق) (2016 /د1- خ ق)

ج/

$$\overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{CH_3CH_2CH_2 - C - H}} + 2Ag(NH_3)_2OH \longrightarrow$$

البيوتانال كاشف تولن

$$\overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{CH_3CH_2CH_2 - C{-}O^-NH_4^+}} + 2Ag\downarrow + H_2O + 3NH_3$$

ملح الحامض الكاربوكسيلي مرأة الفضة

$$\overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{CH_3CH_2 - C - CH_3}} + 2Ag(NH_3)_2OH \longrightarrow NR$$

البيوتانون كاشف تولن لا يحدث تفاعل

15) كيف تميز بين الايثانال والبروبانون باستخدام كاشف تولن .

(2017 /د 2- موصل)

ج/

$$\overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{CH_3 - C - H}} + 2Ag(NH_3)_2OH \longrightarrow \overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{CH_3 - C{-}O^-NH_4^+}} + 2Ag\downarrow + H_2O + 3NH_3$$

الايثانال كاشف تولن ملح الحامض الكاربوكسيلي مرأة الفضة

$$\overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{CH_3 - C - CH_3}} + 2Ag(NH_3)_2OH \longrightarrow NR$$

البروبانون كاشف تولن لا يحدث تفاعل

16) كيف تميز عملياً بين مركب البيوتانال و 2 - بيوتانون بأستخدام محلول فهلنك .

(2018 /د 1 خ ق)

ج/

$$\overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{CH_3CH_2CH_2 - C - H}} + \underbrace{2Cu^{2+} + 5OH^-}_{\text{محلول فهلنك}} \longrightarrow \underbrace{\overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{CH_3CH_2CH_2 - C{-}O^-}}}_{\text{ملح الحامض الكاربوكسيلي}} + Cu_2O\downarrow + 3H_2O$$

البيوتانال محلول فهلنك ملح الحامض الكاربوكسيلي راسب احمر

$$CH_3CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_3 + 2Cu^{2+} + 5OH^- \longrightarrow NR$$

2 - بيوتانون　　محلول فهلنك　　لا يحدث تفاعل

17) اكتب تفاعل اختزال البروبانون بالهيدروجين وبوجود Ni كعامل مساعد . (1د/ 2025)

$$CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_3 + H_2 \xrightarrow[\text{[Red]}]{Ni} CH_3-\overset{\overset{OH}{|}}{CH}-CH_3$$

بروبانون　　2− بروبانول (2^o)

وزاريات الحوامض الكاربوكسيلية

1) مبتدئاً من الايثانول وما تحتاج اليه حضر حامض البروبانويك . (2 د/ 2014) (2 د/ 2025)

ج/

$$CH_3CH_2-OH + PCl_5 \longrightarrow CH_3CH_2-Cl + POCl_3 + HCl$$

$$CH_3CH_2-Cl + Mg \xrightarrow{\text{ايثر جاف}} CH_3CH_2-MgCl$$

$$CH_3CH_2-MgCl + CO_2 \longrightarrow CH_3CH_2COO-MgCl$$

$$CH_3CH_2COO-MgCl + HCl \xrightarrow{H_2O} CH_3CH_2COOH + MgCl_2$$

2) من بروميد المثيل (برومو ميثان) وما تحتاج اليه حضر حامض الايثانويك . (1 د/ 2018)

ج/

$$CH_3-Br + Mg \xrightarrow{\text{ايثر جاف}} CH_3-MgBr$$

برومو ميثان　　كاشف كرينيارد

$$CH_3-MgBr + CO_2 \longrightarrow CH_3COO-MgBr$$

مركب وسطي

$$CH_3COO-MgBr + HBr \xrightarrow{H_2O} CH_3COOH + MgBr_2$$

حامض الايثانويك

3) مبتدئاً بالايثانال حضر حامض البروبانويك . (3 د/ 2015)

ج/

$$CH_3-CHO + H_2 \xrightarrow[\text{[Red]}]{Ni} CH_3CH_2-OH$$

ايثانال　　ايثانول

$$CH_3CH_2-OH + PCl_5 \longrightarrow CH_3CH_2-Cl + POCl_3 + HCl$$

الايثانول　　كلورو ايثان

$$CH_3CH_2-Cl + Mg \longrightarrow CH_3CH_2-MgCl$$

$$CH_3CH_2-MgCl + CO_2 \longrightarrow CH_3CH_2COO-MgCl$$

$$CH_3CH_2COO-MgCl + HCl \xrightarrow{H_2O} CH_3CH_2COOH + MgCl_2$$

4) مبتدئاً من كلوريد الاثيل حضر حامض البروبانويك . (2 د/ 2013) (ق خ -1د/ 2016) (1 د/ 2017) (ت/ 2017) (ق خ -2 د/ 2018)

ج/

$$CH_3CH_2-Cl + Mg \xrightarrow{\text{ايثر جاف}} CH_3CH_2-MgCl$$

$$CH_3CH_2-MgCl + CO_2 \longrightarrow CH_3CH_2COO-MgCl$$

$$CH_3CH_2COO-MgCl + HCl \xrightarrow{H_2O} CH_3CH_2COOH + MgCl_2$$

5) مبتدئاً من بروميد الاثيل حضر حامض البروبانويك . (ق خ -3 د/ 2016) (ت/ 2018)

ج/

$$CH_3CH_2-Br + Mg \longrightarrow CH_3CH_2-MgBr$$

$$CH_3CH_2-MgBr + CO_2 \longrightarrow CH_3CH_2COO-MgCl$$

$$CH_3CH_2COO-MgBr + HCl \xrightarrow{H_2O} CH_3CH_2COOH + MgBr_2$$

6) مبتدئاً من كلوريد البروبيل حضر حامض البيوتانويك . (2د/ 2019)

ج/

$$CH_3CH_2CH_2-Cl + Mg \longrightarrow CH_3CH_2CH_2-MgCl$$

$$CH_3CH_2CH_2-MgCl + CO_2 \longrightarrow CH_3CH_2CH_2COO-MgCl$$

$$CH_3CH_2CH_2COO-MgCl + HCl \xrightarrow{H_2O} CH_3CH_2CH_2COOH + MgCl_2$$

7) حضر حامض الايثانويك من بروميد المثيل .

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

$$\underset{\text{بروميد المثيل}}{CH_3-Br} + Mg \longrightarrow \underset{\text{كاشف كرينيارد}}{CH_3-MgBr}$$

$$CH_3-MgBr + CO_2 \longrightarrow \underset{\text{مركب وسطي}}{CH_3COO-MgBr}$$

$$CH_3COO-MgBr + HBr \xrightarrow{H_2O} \underset{\text{حامض الايثانويك}}{CH_3COOH} + MgBr_2$$

8) اكتب معادلة تفاعل حامض الخليك مع بيكاربونات الصوديوم $NaHCO_3$.

(ت/ 2016) (د1- خ ق/ 2019)

ج/

$$\underset{\text{حامض الايثانويك}}{CH_3COOH} + NaHCO_3 \longrightarrow \underset{\text{ايثانوات الصوديوم}}{CH_3COONa} + CO_2\uparrow + H_2O$$

9) اكتب معادلة تفاعل حامض البروبانويك مع بيكاربونات الصوديوم $NaHCO_3$. (د3/ 2018)

ج/

$$\underset{\text{حامض البروبانويك}}{CH_3CH_2COOH} + NaHCO_3 \longrightarrow \underset{\text{بروبانوات الصوديوم}}{CH_3CH_2COONa} + CO_2\uparrow + H_2O$$

وزاريات الاسترات

1) مبتدئاً بالميثانول حضر اثيل ميثانوات: (د1 / 2014) (د3 / 2014) (ت/ 2016)

ج/ اكسدة كحول الميثانول اكسدة تامة ليعطي حامض الميثانويك ، ثم مفاعلة الحامض مع كحول الايثانول لينتج الاستر:

$$\underset{\text{ميثانول}}{CH_3-OH} \xrightarrow{[O]} \underset{\text{ميثانال}}{H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H} \xrightarrow{[O]} \underset{\text{حامض الميثانويك}}{H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH}$$

$$H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH + CH_3CH_2OH \rightleftharpoons H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-CH_2CH_3 + H_2O$$

2) مبتدئاً من الاثيلين $(CH_2 = CH_2)$ حضر اثيل بروبانوات . (د1- خ ق/ 2018)

ج/

(تحضير كحول الايثانول من الاثيلين ثم مفاعلة الكحول مع حامض البروبانويك)

$$\underset{\text{الاثيلين}}{CH_2 = CH_2} + H_2O \longrightarrow \underset{\text{ايثانول}}{CH_3CH_2OH}$$

$$\underset{\text{حامض البروبانويك}}{CH_3CH_2COOH} + \underset{\text{الايثانول}}{CH_3CH_2OH} \overset{H^+}{\rightleftharpoons} \underset{\text{اثيل بروبانوات}}{CH_3CH_2COOCH_2CH_3}$$

3) مبتدئاً من الاثيلين بين بالمعادلات تحضير اثيل هكسانوات: (د1- خ ق/ 2015) (د1- خ ق/ 2018)

ج/ (تحضير كحول الايثانول من الاثيلين ثم مفاعلة الكحول مع حامض الهكسانويك)

$$CH_2 = CH_2 + H_2O \longrightarrow CH_3CH_2OH$$

الاثيلين ايثانول

$$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2COOH + CH_3CH_2OH \overset{H^+}{\rightleftharpoons} CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2COOCH_2CH_3$$

حامض الهكسانويك الايثانول اثيل هكسانوات

4) مبتدئاً بكلوريد الاستيل حضر مثيل ايثانوات: (2013/ د1- خ ق)

ج/

$$\underset{\text{كلوريد الاستيل}}{CH_3\overset{\overset{O}{\|}}{C}-Cl} + \underset{\text{ميثانول}}{CH_3OH} \xrightarrow{\text{بيريدين}} \underset{\text{مثيل ايثانوات}}{CH_3\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-CH_3} + HCl$$

5) مبتدئاً بكلوريد الاستيل حضر اثيل ايثانوات: (2015/ت) (2017/ د 2) (2018/ د 2) (2025/ د 2)

ج/

$$\underset{\text{كلوريد الاستيل}}{CH_3CO-Cl} + \underset{\text{ايثانول}}{CH_3CH_2OH} \xrightarrow{\text{بيريدين}} \underset{\text{اثيل ايثانوات}}{CH_3COO-CH_2CH_3} + HCl$$

6) اكتب تفاعلات التحلل المائي لاثيل ايثانوات مرة في وسط حامضي واخر في وسط قاعدي .

ج/ (2014/ د 2) (2015/ د 1) (2016/ د1- خ ق) (2024/ د 2)

الوسط الحامضي:

$$\underset{\text{اثيل ايثانوات}}{CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-C_2H_5} + H_2O \rightleftharpoons \underset{\text{حامض الايثانويك}}{CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH} + \underset{\text{كحول الايثانول}}{CH_3CH_2-OH}$$

الوسط القاعدي:

$$\underset{\text{اثيل ايثانوات}}{CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-CH_2CH_3} + NaOH \xrightarrow[\Delta]{H_2O} \underset{\text{ايثانوات الصوديوم}}{CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-ONa} + \underset{\text{كحول الايثانول}}{CH_3CH_2-OH}$$

7) اكتب تفاعلات التحلل المائي لاثيل ايثانوات في وسط حامضي . (2017/ د 3) (2018/ت)

ج/

$$\underset{\text{اثيل ايثانوات}}{CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-C_2H_5} + H_2O \rightleftharpoons \underset{\text{حامض الايثانويك}}{CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH} + \underset{\text{كحول الايثانول}}{CH_3CH_2-OH}$$

8) اكتب تفاعلات التحلل المائي لاثيل ايثانوات في وسط قاعدي . (1 د/ 2017)

ج/

$$CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-CH_2CH_3+NaOH\xrightarrow[\Delta]{H_2O}CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-ONa\;+\;CH_3CH_2-OH$$

كحول الايثانول　　ايثانوات الصوديوم　　اثيل ايثانوات

9) اكتب تفاعلات التحلل المائي لاثيل ميثانوات في محيط قاعدي . (1 د/ 2013)

ج/

$$H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-CH_2CH_3\;+\;NaOH\xrightarrow[\Delta]{H_2O}H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-ONa\;+\;CH_3CH_2-OH$$

كحول الايثانول　　ميثانوات الصوديوم　　اثيل ميثانوات

10) اكتب تفاعلات التحلل المائي لاثيل بروبانوات مرة في وسط حامضي واخر في وسط قاعدي

ج/ (ق خ -1د/ 2016)

الوسط الحامضي:

$$CH_3CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-C_2H_5\;+\;H_2O\;\rightleftharpoons\;CH_3CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH\;+CH_3CH_2-OH$$

كحول الايثانول　　حامض البروبانويك　　اثيل بروبانوات

الوسط القاعدي:

$$CH_3CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-CH_2CH_3+\;NaOH\longrightarrow CH_3CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-ONa+CH_3CH_2-OH$$

كحول الايثانول　　بروبانوات الصوديوم　　اثيل بروبانوات

11) اكتب تفاعلات التحلل المائي لاثيل ميثانوات مرة في وسط حامضي واخر في وسط قاعدي

ج/ (1 د/ 2016) (ت/ 2013)

الوسط الحامضي:

$$H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-C_2H_5\;+\;H_2O\;\rightleftharpoons\;H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH\;+\;CH_3CH_2-OH$$

كحول الايثانول　　حامض الميثانويك　　اثيل ميثانوات

الوسط القاعدي:

$$H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-CH_2CH_3\;+\;NaOH\longrightarrow H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-ONa\;+CH_3CH_2-OH$$

كحول الايثانول　　ميثانوات الصوديوم　　اثيل ميثانوات

12) اكتب تفاعلات التحلل المائي لمثيل ايثانوات مرة في وسط حامضي واخر في وسط قاعدي .

(د3- خ ق/ 2016)

ج/

الوسط الحامضي:

$$CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-CH_3 + H_2O \rightleftharpoons CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH + CH_3-OH$$

مثيل ايثانوات — حامض الايثانويك — كحول الميثانول

الوسط القاعدي:

$$CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-CH_3 + NaOH \longrightarrow CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-ONa + CH_3-OH$$

مثيل ايثانوات — ايثانوات الصوديوم — كحول الميثانول

13) اكتب تفاعلات التحلل المائي لاثيل بروبانوات في وسط حامضي . (د1/ 2018)

ج/

الوسط الحامضي:

$$CH_3CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-C_2H_5 + H_2O \rightleftharpoons CH_3CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH + CH_3CH_2-OH$$

اثيل بروبانوات — حامض البروبانويك — كحول الايثانول

14) اكتب تفاعلات التحلل المائي لبروبيل ايثانوات في وسط حامضي . (د2- خ ق/ 2018)

ج/

$$CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-CH_2CH_2CH_3 + H_2O \rightleftharpoons CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH + CH_3CH_2CH_2-OH$$

بروبيل ايثانوات — حامض الايثانويك — كحول البروبانول

الامينات

1) حضر مثيل امين من يودو ميثان . (د1/ 2015) (د2/ 2016)

ج/

$$CH_3I + NH_3 \longrightarrow CH_3NH_3^+I^- \longrightarrow CH_3NH_2 + NaI + H_2O$$

يودو ميثان — مثيل امين

2) من كلوريد الاثيل (كلورو ايثان) حضر اثيل امين : (د2/ 2013) (ت/ 2017) (ت/ 2019)

ج/

$$CH_3CH_2Cl + NH_3 \xrightarrow{\Delta} CH_3CH_2NH_3^+Cl^- \xrightarrow{NaOH} CH_3CH_2NH_2 + NaCl + H_2O$$

كلورو ايثان — اثيل امين

3) حضر اثيل امين من يوديد الاثيل وما تحتاجه: (1 د/ 2024)

ج/

$$\underset{\text{يوديد الاثيل}}{CH_3CH_2I} + NH_3 \longrightarrow CH_3CH_2NH_3^+I^- \xrightarrow{NaOH} \underset{\text{اثيل امين}}{CH_3CH_2NH_2} + NaI + H_2O$$

4) مبتدئاً من الميثانول حضر مثيل امين . (1 د/ 2014) (1 د/ 2017)

ج/

$$\underset{\text{ميثانول}}{CH_3OH} + NH_3 \xrightarrow[Al_2O_3]{\Delta} \underset{\text{مثيل امين}}{CH_3NH_2} + H_2O$$

5) اكتب تفاعل الامونيا مع الميثانول . (3 د/ 2016)

ج/

$$\underset{\text{ميثانول}}{CH_3OH} + NH_3 \xrightarrow[Al_2O_3]{\Delta} \underset{\text{مثيل امين}}{CH_3NH_2} + H_2O$$

6) حضر بروبيل امين بأستخدام كحول مناسب . (3 د/ 2016 -3 خ ق)

$$\underset{\text{1− بروبانول}}{CH_3CH_2CH_2OH} + NH_3 \xrightarrow[Al_2O_3]{\Delta} \underset{\text{بروبيل امين}}{CH_3CH_2CH_2NH_2} + H_2O$$

7) حضر مثيل امين من كحول مناسب . (2 د/ 2013 -2 التكميلي)

ج/

$$\underset{\text{ميثانول}}{CH_3OH} + NH_3 \xrightarrow[Al_2O_3]{\Delta} \underset{\text{مثيل امين}}{CH_3NH_2} + H_2O$$

8) حضر اثيل امين من الاثيلين . (ت/ 2015)

ج/

$$\underset{\text{الاثيلين}}{CH_2=CH_2} + H_2O \xrightarrow{H^+} \underset{\text{ايثانول}}{CH_3CH_2OH}$$

$$\underset{\text{ايثانول}}{CH_3CH_2OH} + NH_3 \xrightarrow[Al_2O_3]{\Delta} \underset{\text{اثيل امين}}{CH_3CH_2NH_2} + H_2O$$

او اضافة هاليد الهيدروجين مثال HCl الى الالكين لينتج الهاليد ومنه نحصل على الامين بعد تفاعله مع الامونيا .

9) تعد الامينات قواعد وفق مفهوم لويس ، علل ذلك ؟ (1 د/ 2013 -1 خ ق) (3 د/ 2017) (1 د/ 2025)

ج/

بسبب وجود المزدوج الالكتروني غير المشترك لذرة النتروجين ($:NH_3$) والذي يكون اصرة جديدة مع البروتون او مع حوامض لويس كما في المعادلة:

$$R-\ddot{N}H_2 + HCl \longrightarrow R-NH_3^+Cl^-$$

1) استنتج الصيغ البنائية للمركبات العضوية A و B و C و D و E في مخطط التفاعلات التالية اذا علمت ان A مركب عضوي يحوي على ذرتي كاربون:

$$A \xrightarrow{HCl} B \xrightarrow[\text{ايثر جاف}]{Mg} C \xrightarrow{CO_2} D \xrightarrow{HCl} E$$

ج/ (2013 د/ 2 – التكميلي)

من المعادلة نستنتج ان المركب A الكين ، والمركب B هاليد الكيل ، والمركب C كاشف كرينيارد ، والمركب D مركب وسطي و E حامض كاربوكسيلي وكالاتي:

$$\underset{\text{A}}{\underset{\text{بروبين}}{CH_2=CH_2}} \xrightarrow{HCl} \underset{\text{B}}{\underset{\text{كلورو ايثان}}{CH_3CH_2Cl}} \xrightarrow[\text{ايثر جاف}]{Mg} \underset{\text{C}}{\underset{\text{كلوريد المغنيسيوم الاثيل}}{CH_3CH_2-MgCl}} \xrightarrow{CO_2} \underset{\text{D}}{\underset{\text{مركب وسطي}}{CH_3CH_2COO-MgCl}}$$

$$D \longrightarrow CH_3CHCOOH + MgCl_2$$

E حامض البروبانويك

2) استنتج الصيغ البنائية للمركبات العضوية A و B و C و D و E في مخطط التفاعلات التالية اذا علمت ان A مركب عضوي يحوي على ثلاث ذرات كاربون:

$$A \xrightarrow{HCl} B \xrightarrow[\text{ايثر جاف}]{Mg} C \xrightarrow{CO_2} D \xrightarrow{HCl} E$$

ج/ (2016 د/ 3) (2017 د/ 1 – خ ق) (2018 د/ 3)

$$\underset{\text{A}}{\underset{\text{بروبين}}{CH_3CH=CH_2}} \xrightarrow{HCl} \underset{\text{B}}{\underset{\text{2– كلورو بروبان}}{CH_3\overset{\overset{Cl}{|}}{C}HCH_3}} \xrightarrow[\text{ايثر جاف}]{Mg} \underset{\text{C}}{\underset{\text{كلوريد المغنيسيوم الايزوبروبيل}}{CH_3\overset{\overset{CH_3}{|}}{C}H-MgCl}} \xrightarrow{CO_2} \underset{\text{D}}{\underset{\text{مركب وسطي}}{CH_3\overset{\overset{CH_3}{|}}{C}HCOO-MgCl}}$$

$$D \xrightarrow{HCl} CH_3\overset{\overset{CH_3}{|}}{C}HCOOH + MgCl_2$$

E حامض 2– مثيل البروبانويك

3) يتكون المركب (A) من ثلاث ذرات كاربون ، يتأكسد ليعطي المركب (B) وهذا بدوره لا يعطي كشف محلول فهلنك . وعند تفاعل المركب (A) مع فلز الصوديوم ينتج المركب (C) ، اما اذا اختزل المركب (B) فانه يعطي المركب (A) أ) اكتب الصيغ البنائية لكل من : A و B و C ب) اكتب المعادلات الكيميائية لتكوين المركبات A و B و C . (2 د/ 2013) (3 د/ 2015)

ج/

بما ان المركب A يتأكسد فهو كحول ، وبما ان المركب B لايعطي كشف فهلنك لذلك فهو كيتون والمركب A كحول ثانوي ، اما المركب C فهو كوكسيد .

1) الصيغ البنائية:

$$\underset{\text{بروبوكسيد الصوديوم } (C)}{CH_3-\overset{\overset{\displaystyle ONa}{|}}{CH}-CH_3} \quad ، \quad \underset{\text{بروبانون } (B)}{CH_3-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-CH_3} \quad ، \quad \underset{\text{2- بروبانول } (A)}{CH_3-\overset{\overset{\displaystyle OH}{|}}{CH}-CH_3}$$

2) المعادلات الكيميائية:

$$CH_3-\overset{\overset{\displaystyle OH}{|}}{CH}-CH_3 \xrightarrow[\text{[O]}]{K_2Cr_2O_7/H^+} CH_3-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-CH_3$$

$$CH_3-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-CH_3 + 2Cu^{2+} + 5OH^- \longrightarrow NR$$

$$CH_3-\overset{\overset{\displaystyle OH}{|}}{CH}-CH_3 + Na \longrightarrow CH_3-\overset{\overset{\displaystyle ONa}{|}}{CH}-CH_3 + \frac{1}{2}H_2$$

$$CH_3-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-CH_3 + H_2 \xrightarrow[\text{[Red]}]{Ni} CH_3-\overset{\overset{\displaystyle OH}{|}}{CH}-CH_3$$

الفصل الثامن – الكيمياء الحياتية

الكاربوهيدرات

1) الكاربوهيدرات ثنائية التسكر: (1 د/ 2016) (1 د/ 2022) (2د/2024)
وهي الكاربوهيدرات التي تتكون من ارتباط جزيئتين من السكر الاحادي متماثلتين او مختلفتين بعد فقدان جزيئة ماء ، مثال السكروز والمالتوز $C_{12}H_{22}O_{11}$.

2) النشأ: (3 د/ 2017)
وهو من الكاربوهيدرات متعددة التسكر جزيئاتها تنشأ من وحدات من الكلوكوز يتم ترابطها من خلال فك الاصرة الثنائية في الكاربونيل وتكوين بوليمر من جزيئات الكلوكوز ، مثال البطاطا .

3) سكر الكلوكوز: (1 د/ 2023)
وهو من الكاربوهيدرات احادية التسكر وهو عبارة عن بلورات صلبة له درجة غليان عالية يوجد في الطبيعة او الدم وفي فاكهة العنب لذا يسمى بسكر العنب وله الصيغة الجزيئية $C_6H_{12}O_6$ او $C_6(H_2O)_6$ وشكله البنائي يتوقف على الحالة التي يوجد بها وصيغته البنائية المفتوحة تحتوي على عدة مجاميع هيدروكسيد ومجموعة الديهايد واحدة .
ملاحظة: اي تعريف اخر يفي بالغرض على ان يكون صحيحاً .

4) يُعد سكر الفركتوز من السكريات المختزلة .
ج/ بسبب قابلية الفركتوز للتأكسد على العكس من الكيتونات ، حيث يتأكسد بمحلول فهلنك او تولن ، اما الكيتونات فلا تتأكسد . (ت/ 2015) (2 د/ 2015 – خ ق) (ت/ 2017) (2 د/ 2017) (1 د/ 2019)

5) يتم الكشف عن النشأ بأضافة قطرات من محلول النشأ المائي الى محلول .... (1 د/ 2016 – خ ق)
ج/ اليود في يوديد البوتاسيوم .

6) كيف يتم الكشف عن النشأ ؟ (3 د/ 2014) (ت/ 2024) (ت / 2025)
ج/ يتم الكشف عن النشأ بأضافة قطرات من محلول النشأ المائي الى محلول اليود في يوديد البوتاسيوم .

7) يتكون جزئ السكروز من وحدات صغيرة هي .... (2 د/ 2016 – خ ق)
ج/ كلوكوز و فركتوز .

8) عدد انواع الكاربوهيدرات مع مثال لكل منها .
ج/
1) الكاربوهيدرات احادية التسكر (سكريات احادية) مثال الكلوكوز .
2) الكاربوهيدرات ثنائية التسكر (سكريات ثنائية) مثال السكروز .
3) الكاربوهيدرات متعددة التسكر (سكريات متعددة) كالنشأ .

9) من الكاربوهيدرات ثنائية التسكر (سكريات ثنائية) هي (الفركتوز ، المالتوز ، السيليلوز) . (2 د/ 2018)

ج/ المالتوز .

10) تصنف الكاربوهيدرات الى ثلاثة ، عددها فقط . (2021 /د 2 – تكميلي)

ج/ 1) الكاربوهيدرات احادية التسكر (سكريات احادية).
2) الكاربوهيدرات ثنائية التسكر (سكريات ثنائية) .
3) الكاربوهيدرات متعددة التسكر (سكريات متعددة) .

البروتينات والانزيمات

1) الانزيمات: (2016 /ت) (1 د/ 2019) (2021 /ت) (2 د/ 2022) (1د/ 2023) (1 د/ 2025) (2023 /ت)

وهي صنف من البروتينات موجودة في جميع خلايا جسم الكائن الحي كعوامل مساعدة عضوية تتكون داخل الاجسام الحية وتعمل بصورة مستقلة ولها فاعلية في العمليات الحيوية كالهضم والتمثيل الغذائي وعملية التنفس .

2) الانزيمات الداخلية: (3 د/ 2023)
(3 د/ 2014) (1 د/ 2015) (1 د/ 2017 خ ق) (2018 /ت) (2 د/ 2018 -خ ق) (1د/2021)

وتعمل داخل الخلية نفسها وليس لها القابلية على التنافذ خلال غشاء معين مثل الانزيمات التأكسدية .

3) الانزيمات الخارجية: (1 د/ 2015 – خ ق) (3 د/ 2016 – خ ق) (3د/ 2018)

ويكون عملها خارج الخلية (اي بعد افرازها من الانسجة) مثل الانزيمات الهاضمة .

4) يصعب فصل البروتينات بطرق كيميائية بسيطة . (1 د/ 2013) (2 د/ 2014)
(3 د/ 2016) (1 د/ 2017) (2 د/ 2017 – موصل) (3 د/ 2018) (ت / 2021) (1 د / 2024)

ج/ وذلك نظراً لتشابه تركيبها الكيميائي وصفاتها الفيزيائية والكيميائية .

5) البروتينات مواد ذات صفات حامضية – قاعدية (مواد امفوتيرية) .
(1 د/ 2014) (1 د/ 2016) (1 د/ 2016 – خ ق) (1 د/ 2017 – موصل) (2018 /ت) (2 د/ 2018)
(2 د/ 2018 – خ ق) (3 د/ 2019) (2د/ 2025)

ج/ وذلك لان اساس البروتينات هو الحوامض الامينية وان احد طرفي البروتين عبارة عن مجموعة كاربوكسيل الحامضية التي تتفاعل مع القواعد والطرف الاخر مجموعة الامين القاعدية التي تتفاعل مع الحوامض ولذلك البروتينات تعد امفوتيرية .

6) هناك نوعين من الانزيمات هي .... و .... (2 د/ 2013)

ج/ الانزيمات الداخلية و الانزيمات الخارجية .

7) تعد .... الوحدة الاساسية لبناء البروتين . (2017 /د 2- موصل) (2017 /د 1 – خ ق)

ج/ الاحماض الامينية .

8) عدد انواع الانزيمات، واذكر ثلاثاً من صفاتها .

ج/ (2016 /د 3) (2017 /د 3) (2019 /د 1) (2023 / د 2)

انواعها: الانزيمات الداخلية و الانزيمات الخارجية

صفاتها: (2022 /د 2)

1) تتلف بالحرارة .
2) تعمل ضمن نطاق *PH* معين .
3) تتجدد بأستمرار لانها تفقد فاعليتها بمرور الزمن .
4) لها فعالية في العمليات الحيوية كالهضم والتمثيل الغذائي وعملية التنفس .
5) تتكون داخل جسم الكائن الحي وتعمل بصورة مستقلة .
6) موجودة في جميع خلايا الجسم كعوامل مساعدة .
7) لها مضادات توقف عملها .

9) عدد خواص الانزيمات ؟ (2013 /ت) (2023 /د1) (2024 /د1- ثلاث فراغات)

ج/

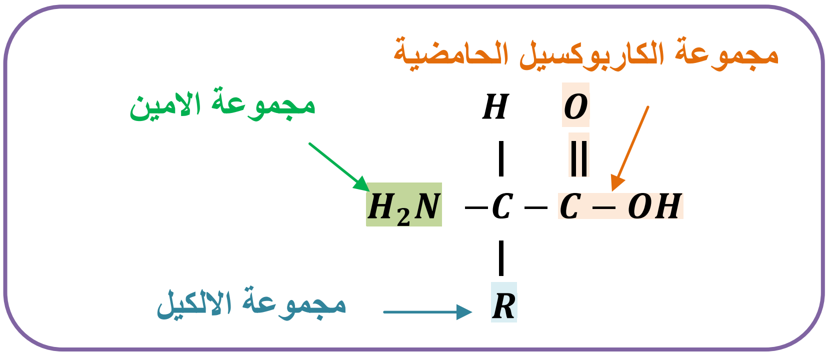
1) تتلف بالحرارة .
2) تعمل ضمن نطاق *PH* معين .
3) تتجدد بأستمرار لانها تفقد فاعليتها بمرور الزمن .
4) لها فعالية في العمليات الحيوية كالهضم والتمثيل الغذائي وعملية التنفس .
5) تتكون داخل جسم الكائن الحي وتعمل بصورة مستقلة .
6) موجودة في جميع خلايا الجسم كعوامل مساعدة .
7) لها مضادات توقف عملها .

10) البروتينات مواد ذات صفات .... (2018 /د 1 – خ ق)

ج/ امفوتيرية .

11) تتفاعل البروتينات مع الحوامض والقواعد . (2015 /د 1 – نازحين) (2018 /د 1) (2021 /د 2)

ج/ وذلك لان اساس البروتينات هو الحوامض الامينية وان احد طرفي البروتين عبارة عن مجموعة كاربوكسيل $-COOH$ الحامضية التي تتفاعل مع القواعد والطرف الاخر مجموعة الامين H_2N- القاعدية التي تتفاعل مع الحوامض ولذلك البروتينات تعد امفوتيرية . (2023 / ت)



12) الانزيمات الخارجية يكون عملها خارج نطاق الخلية مثل .... (3 د/ 2019)

ج/ الانزيمات الهاضمة .

13) الصيغة العامة للاحماض الامينية هي .... (2019 د/ 1 – خ ق)

ج/

$$\begin{array}{l} H_2N \ -\underset{\displaystyle R}{\underset{|}{CH}} - COOH \end{array}$$

14) اكتب الصيغة العامة للاحماض الامينية ؟ ما المجموعتان الوظيفيتان التي تشترك فيها جميع الاحماض الامينية ؟ (2 د/ 2015)

ج/

الصيغة العامة:

مجموعة الكاربوكسيل الحامضية

$$\text{مجموعة الامين} \quad H_2N \ -\underset{\displaystyle R}{\underset{|}{\overset{\displaystyle H}{\overset{|}{C}}}} - \overset{\displaystyle O}{\overset{||}{C}} - OH$$

مجموعة الالكيل R

المجموعتان الوظيفيتان:

1) مجموعة الكاربوكسيل $(-COOH)$ 2) مجموعة الامين $(-NH_2)$

الدهون والصابون

1) لا يستخدم الكالسيوم او المغنيسيوم بديلاً عن الصوديوم او البوتاسيوم في صناعة الصابون علل او وضح ذلك (او علل ذلك) ؟ (2018 د/ 1 – خ ق) (1د/2021) (3 د/ 2023) (2024- ت) (1 د/ 2025) (2014 /ت) (3 د/ 2015) (2016 د/ 3 – خ ق) (2017 د/ 2 – خ ق) (2017 د/ 3 – موصل)

ج/ لان ايونات الكالسيوم والمغنيسيوم من مسببات العسرة للماء فلا يرغو الصابون بالماء عند وجود تلك الايونات فيه لذا لا يمكن استخدام هذين العنصرين .

2) يتوقف عمل الصابون الناتج من عملية الصوبنة على .... و .... (3 د/ 2024)

ج/ نوع القاعدة المستخدمة و نوع الزيت او الدهن . (2 د/ 2014) (1 د/ 2017) (1 د/ 2018)

3) علام يتوقف عمل الصابون في عملية الصوبنة ؟

ج/ يتوقف عمل الصابون الناتج من عملية الصوبنة على نوع القاعدة المستخدمة ونوع الزيت او الدهن .

(2 د/ 2015) (2 د/ 2019) (2 د/ 2021) (1 د/ 2022) (2022 /تكميلي د 2) (2023/د2)

4) علام يتوقف عمل الصابون في عملية الصوبنة ؟ وعلى ماذا تتوقف جودة الصابون ؟

(2013 د/ 2 – التكميلي) (2013 د/ 1 – خ ق)

ج/ يتوقف عمل الصابون الناتج من عملية الصوبنة على نوع القاعدة المستخدمة ونوع الزيت او الدهن ، اما جودة الصابون فتتوقف على نوع الدهون المستخدمة .

وكلاء دار الأزل في الكرخ

اسم المكتبة	العنوان	الهاتف
مكتبة الأزل	الكاظمية	07705433370
مكتبة الازل 2	الحرية - ش السلام	07705433370
مكتبة المنار سنتر	العامرية ش المنظمة	07719888000
مكتبة القلعة	حي الخضراء	07728662032
مكتبة الرواد	المنصور	07716495566
مكتبة الخزرجي	حي العدل	07902411520
مكتبة عمار	الغزالية	07805248242
مكتبة الجوهرة	المنصور	07710515251
مكتبة ندى الصباح	المنصور	07736333833
مكتبة اغادير	حي الخضراء	07801888419
مكتبة المتنبي	الشعلة	07710939861
مكتبة المستقبل	الغزالية	07901583499
مكتبة القمة	الغزالية	07800789995
مكتبة فاضل الوكيل	المتنبي - السراي	07732042084
مكتبة الايام	حي العامل	07715661103
مكتبة المولى	الشرطة الرابعة	07704777666
مكتبة السند	السيدية	07707871074
مكتبة تفاحة	ابو غريب	07904502005
مكتبة النوارس	الاعظمية	07702808414

وكلاء دار الأزل في الرصافة

اسم المكتبة	العنوان	الهاتف
مكتبة المستنصرية	شارع فلسطين	07733334104
مكتبة واحة الملازم	المتنبي	07726119937
مكتبة كشكول	الحسينية	07709664677
مكتبة كراس	بغداد الجديدة	07717758882
مكتبة حسن المهندس	النعيرية	07715884036
مكتبة حسن المهندس	زيونة	07706231625
مكتبة اغادير	الغدير	07711438143
مكتبة معهد المعرفة	البنوك	07740494596
مكتبة العهد	م.الصدر ق.52	07702698448
مكتبة السجاد	مدينة الصدر	07710584585
مكتبة طه	مدينة الصدر	07703499239
مكتبة الروان	الغدير	07709815727
مكتبة بقية الله	جسر ديالى	07707918845
مكتبة المحترف	جسر ديالى	07700682020
مكتبة الربيعي	البنوك - المشاتل	07703331873
مكتبة بغداد	المشتل	07712294919
مكتبة البلديات	البلديات	077007001949
مكتبة المتنبي	الصليخ	07710552199
مكتبة حيدر الضامد	ابو دشير	07902323008
مكتبة الهادي	الكريعات	07711358572
مكتبة النسيم	الكريعات	07901147396
مكتبة يونس	الزعفرانية	07701467104

وكلاء دار الازل في المحافظات

اسم المكتبة	العنوان	الهاتف
مكتبة الصديقين	صلاح الدين	07702854488
مكتبة ذي قار	ذي قار	07801576208
مكتبة الباحث العلمي	ذي قار - الصالحية	07826984033
مكتبة اسامة 2	كركوك	07764881314
مكتبة اسامة	كركوك	07701306054
مكتبة الحاج علي	كركوك	07723313414
مكتبة القبس	كربلاء	07801004015
مكتبة المهندس	كربلاء	07701303209
مكتبة التاج	بابل	07802767474
مكتبة التقى	بابل - الحلة	0781784664
مكتبة قصر المعارف	بابل - الحمزة الغربي	07812209161
مكتبة المستقبل	بابل - الحمزة الغربي	07711981530
مكتبة ابو محمد	بابل - الحمزة الغربي	07724208885
مكتبة النرجس	النجف	07804444777
مكتبة ابو مصطفى	الرمادي	07855252751
قرطاسية دار الدعاء	البصرة	07709003077

اسم المكتبة	العنوان	الهاتف
مكتبة بيروت	الموصل	07710417110
مكتبة كنانة	الموصل	07740684133
مكتبة كنانة	الموصل	07714873233
مكتبة الفجر	الموصل	07511798067
مكتبة الشمس	الموصل	07510332312
مكتبة الرصافي	الانبار - الفلوجة	07818100788
مكتبة البروج	الانبار - هيت	07902727220
مكتبة النهرين	الديوانية	07801574901
مكتبة الجذور	البصرة	07702687911
مكتبة الذهبي	ديالى	07702406444
مكتبة الزهراء	ديالى - الخالص	07707867592
مكتبة اشرف وخلدون	ميسان	07705572853
مكتبة فراس	المثنى	07716163457
مكتبة دجلة الخير	واسط - الزبيدية	07802255075
مكتبة الكريم	واسط	07725423700

20260090

أزل

07747766555

امسح الباركود للإنضمام
الى قناة التليكرام