كلية العلوم

القسم : **الكيمياء**

السنة : **الثالثة**

المادة : كيمياء لاعضوية٢

المحاضرة : التاسعة/نظري/

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

2026

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر(What's app-Telegram)على الرقم 0931497960

الفوسفور:

1/ تواجده في الطبيعة: الفوسفور هو العنصر الوحيد في هذه المجموعة الذي لا يوجد في الطبيعة بشكل حر نظراً لفعاليته العالية. ويوجد على شكل مركبات الكالسيوم $Ca_3(PO_4)_2$ أو على شكل الأباتيت (وهي عبارة عن مركبات فوسفات الكالسيوم مع كلوريد الكالسيوم $3Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaCl_2$ أو مركبات الكالسيوم مع فلوريد الكالسيوم $(3Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaF_2$

تحضيره: يتم تحضيره في الأفران الكهربائية حسب المعادلة التالية:

$$3Ca_3(PO_4)_2 + 6SiO_2 \rightarrow 6CaSiO_3 + P_4O_{10}$$

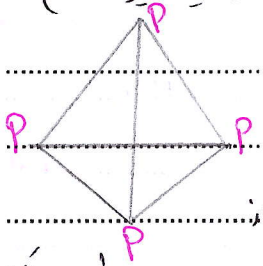
لكن هذه الطريقة تسبب بوجود الكربون (في الفرن) ليعطي فوسفور وأول أكسيد الكربون

$$P_4O_{10} + 10C \rightarrow P_4 + 10CO$$

2/ خواص الفوسفور:

الفوسفور يشكل ثلاثة أصناف هي: فوسفور أبيض، فوسفور أحمر، فوسفور أسود.

الفوسفور الأبيض يتشكل دوماً من تبريد أبخرة الفوسفور، جميع هذه الأشكال عديمة الذوبانية في الماء، لا يتأثر بالماء الذي تنوس في المذيبات العضوية (كالبروم، رباعي الكلوريد، ثنائي الإيثر...)



جزيئة الفوسفور هي جزيئة مؤلفة من أربع ذرات من الفوسفور لذلك يكتب P_4 وعلى شكل هرم رباعي الوجوه، تتماسك الجزيئات فيما بينها بواسطة روابط ثنائية ضعيفة.

هذا الشكل يعطي الفعالية الكيميائية يستعمل بتماسه مع الهواء لذا يحفظ تحت الماء، ولا يجوز التقاطه بالأيدي، وهو سام جداً يتحول الفوسفور الأبيض إلى الأحمر بفعل الضوء بشكل جزئي وبطيء ولكن يمكن تسريع هذا التحول بالحرارة ويعزل عن الهواء، بينما الفوسفور الأحمر عبارة عن صفائح رباعية الوجوه والفوسفور الأحمر أقل فعالية من الفوسفور الأبيض ويمكن حفظه في الهواء.

اما الفوسفور الاسود يشبه بنية الغرافيت وهو اقل الاشكال التآصلية فعالية ويتكون من الفوسفور الابيض عند ضغط مرتفع حوالي 12K بوجود الزئبق والفضة الفوسفور الاسود مخروط الفوسفور الابيض الى اسود خلال اسبوع وتتعلق درجة الحرارة (التحول) 370-220°C يحول الدم الى الابيض يتصاعد وعندما يبرد تتكاثف على شكل فوسفور، تكون بوجود الهواء كثرة الفوسفور، اي اكسيد الفوسفور الثنائي واذا كانت كمية الهواء كافية يحول الى اكسيد الفوسفور الخماسي

$2P + \frac{3}{2}O_2 \rightarrow P_2O_3$

$2P + \frac{5}{2} \rightarrow P_2O_5$

P_4O_{10} / P_2O_5 هذا يذوب بالماء / هذا يذوب اكسيد الفوسفور الخماسي بالماء

$P_4O_{10} + 6H_2O \rightarrow 4H_3PO_4$

يعتبر P_4O_{10} الماء يسهل كعامل مجفف

لكن يعتبر الفوسفور مرجعاً قوياً يرجع الاحماض المؤكسدة مثل HNO3 النتريك، حمض الكبريتية والكلوريك البوتاسيوم

موكسد $5HN^{+5}O_3 + P^{0}$ مرجع $\rightarrow H_3PO_4 + 5NO_2 + H_2O$

يؤكسد P الى اعلى درجة للاكسدة

موكسد $H_2S^{+6}O_4 + 2P^{0} \rightarrow 2H_3PO_4 + 5SO_2 + 2H_2O$ / $10KClO_3 + 12P \rightarrow 3P_4O_{10} + 10KCl$ مرجع

تتفاعل الهالوجينات لاعطاء الهاليدات (X+H هالوجين) الخاسية او الثلاثية

$5F_2 + 2P \rightarrow 2PF_5$ / $P + \frac{3}{2}I_2 \rightarrow PI_3$ / $Cl_2 + P \rightarrow PCl_3, PCl_5$

تحلل الهاليدات لاعطاء حموض الفوسفور الموافقة مع الهاليد الثلاثي يحلل على CRP الفوسفوروز / الفوسفوريك

$PX_3 + 3H_2O \rightarrow H_3PO_3 + 3HX$ / $PX_5 + 4H_2O \rightarrow H_3PO_4 + 5HX$

$PCl_3 + 3H_2O \rightarrow H_3PO_3 + 3HCl$ / $PCl_5 + 4H_2O \rightarrow H_3PO_4 + 5HCl$ امثلة

لا تتفاعل الفوسفور دور موكسد عندما تتفاعل مع المعادن اعلى كهرسلبية منه وتسمى بالفوسفيدات

$3Mg + 2P \rightarrow Mg_3P_2$ فوسفيد المغنزيوم / $P + Li \rightarrow PLi_3$ فوسفيد الليثيوم

تحلل الفوسفيدات عند اذابتها في الماء مشكلة الفوسفين وهيدروكسيد المعدن

$Mg_3P_2 + 6H_2O \rightarrow 3Mg(OH)_2 + 2PH_3$ / $PLi + 3H_2O \rightarrow 3LiOH + PH_3$

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

3/ البنية الالكترونية: $3s^2 3p^3 3d^0$ (رقم الذرة 13) (رمز الذرة Si)

الكربون:

1/ تواجده في الطبيعة: يعد الكربون من العناصر الاساسية التي تدخل في تركيب جميع المواد الحية حيوانية او نباتية كما يدخل في تركيب العديد من المركبات المعدنية الطبيعية ويعد العنصر الثاني بعد الهيدروجين بعدد المركبات التي يشكلها يوجد الكربون في الطبيعة بالشكل الحر وله شكلان آخران الالماس والغرافيت ويوجد ايضا في الغاز الجوي الطبيعي والبترول على شكل مركبات هيدروكربونية كما يوجد في الخامات المعدنية على شكل كربونات اهمها كربونات الكالسيوم (الحجر الكلسي) واما في الهواء فيوجد بنسبة 0.03% على شكل ثاني اكسيد الكربون وتكون مجموعة الكربون من الكربون C والسيليكون Si (سيليسيوم) جرمانيوم Ge قصدير Sn ورصاص Pb

2/ البنية الالكترونية: للكربون $2s^2 2p^2$ للمجموعة $ns^2 np^2$

لا تفسر البنية الالكترونية التآصلية للكربون من الشكل السابق التآصل الشاذ لان التآصل الشاذ غير ثابت لكن يوجد مركبات التآصل الشاذ للكربون طبيعيا في الطور الجاري او الغازي فتحدد وانها تتشكل فور تشكلها وتطلق التآصل الرباعي وقد وضعت هذه النظرية لتفسير بعض التفاعلات والمركبات في التفاعلات العضوية فقط لذلك يجب اخذ البنية الالكترونية الشاردة للكربون والتي تكون على الشكل الآتي C^{4+} $2s^1 2p^3$ وتوجد في الشاردة مرتبطا في المركبات اللاعضوية اما الشاردة C^{4-} وهي في كبريتات المعادن بسبب الكهربائية

• يعد الكربون خامل الفعالية في الدرجة العادية من الحرارة وتزداد فعاليته مع ارتفاع درجات الحرارة

مع تأكسد في وجود الاكسجين بكميات محدودة $2C + O_2 \rightarrow 2CO$

في حين انه لا يتفاعل بكمية كافية من الاكسجين $C + O_2 \rightarrow CO_2$

يتفاعل الكربون ايضا مع الهيدروجين في درجات حرارة عالية وضغط محدد لاعطاء غاز الميثان

$C + 2H_2 \rightarrow CH_4$

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

لا يتفاعل الكربون بشكل مباشر مع الهالوجينات باستثناء الفلور الذي يتفاعل مع الـ Br و I

فلور الكربون $C_2F_2 \rightarrow CF_4$

يتفاعل الكربون مع الكبريت حسب المعادلة $C + 2S \rightarrow CS_2$

مع النتروجين $2C + N_2 \rightarrow (CN)_2$ مع السليسيوم $C + Si \rightarrow CSi$

يمتلك الكربون خاصية اختزالية حيث يرجع الأكاسيد المعدنية للحصول على المعدن في عملية التعدين

مثل الحديد، النحاس، الرصاص $3C + Fe_2O_3 \rightarrow 3Co + 2Fe$

$CuO + C \rightarrow Co + Cu$ $PbO + C \rightarrow Co + Pb$

التفاعل مع الحمض حمض النتريك $C + 4HNO_3 \rightarrow CO_2 + 4NO_2 + 2H_2O$

$C + 4H_2SO_4 \rightarrow CO_2 + 2SO_2 + 2H_2O$

أكاسيد الكربون:

1/ CO أول أكسيد الكربون: يصنف بأنه غاز عديم اللون والرائحة يسلم مع الهيموغلوبين مشكلاً مركباً

يمنع إتحاد الهيموغلوبين مع الأكسجين فلا يزود الجسم بالماء

- يعتبر مسبباً من أمراض في الكلى على عامل $C + H_2O \xrightarrow{1200^\circ C} CO + H_2$ غاز الماء

2/ اختزال ثنائي أكسيد الكربون $CO_2 + C \rightarrow 2CO$

يحضر بالتسخين حمض النمل بواسطة حمض الكبريت المركز $2HCOOH \xrightarrow{H_2SO_4} 2CO + 2H_2O$

خواصه الكيميائية: لا يتفاعل في الحالة العادية من الحرارة لكنه يشكل الفلاز أو المؤكسدات

عند حفظ عالي ودرجات حرارة مرتفعة $CO + NaOH \rightarrow HCOONa$

يعد أول أكسيد الكربون مرجع قوي يرجع أكاسيد المعادن كما ذكرنا من أرجاع أكسيد الحديد

من الفرن عالي درجة الحرارة $Fe_2O_3 + 3CO \rightarrow 2Fe + 3CO_2$

سؤال: يرجع أداة أكسيد الكربون أكسيد الحديد الثلاثي بين كيف تكشف عن الغاز الناتج وسم الرابسب

يكشف عنه برائحة الكلس والرابسب هو كربونات الكالسيوم

- يرجع الماء باختزال الهيدروجين $CO + H_2O \xrightarrow{\text{مؤكسد}} CO_2 + H_2$ مرجع

يتفاعل CO مع الكلور بوجود الضوء لاختزال الأوكسجين (غاز سام يستعمل في الحروب) $CO + Cl_2 \rightarrow COCl_2$

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

• المجموعة الوظيفية لـ CO تتكون من ذرة كربون مرتبطة برابطة ثلاثية مع ذرة الأكسجين برابطة تساهمية

الأولى σ ..... والثانية والثالثة π ..... وبالتالي تكون رتبة الرابطة في هذه المجموعة

= 3 أي تملأ الكربون الثاني ويبقى الكترون غير مرتبط على ذرة الكربون لذلك يلعب هذا المركب

دور ماغ للالكترونات ويشكل مركبات معقدة مع العناصر الانتقالية تسمى الكربونيلات مثال كربونيل

النيكل $Ni(CO)_4$ ..... $Ni + 4CO \rightarrow Ni(CO)_4$

ويكشف عن هذا الغاز بتفاعله على محلول كلوريد البالاديوم حيث يختزل البالاديوم حسب

$CO + PdCl_2 + H_2O \rightarrow Pd\downarrow + CO_2 + 2HCl$

ويمكن معايرة كمية بتفاعله مع حامض اليود حيث يختزل اليود

$5CO + I_2O_5 \rightarrow I_2 + 5CO_2$

ومن معايرة اليود المتحرر بواسطة محلول ثيوكبريتات الصوديوم نحدد كمية CO في الجزيء الغازي

سؤال: ما هو كاشف CO، اكتب المعادلة، وكم كمية CO؟

CO / 2 تأثير أكسيد الكربون:

• يمتص صناعياً كتاتج ثانوي من تكليس الحجر الكلسي او الفحم كما يمكن تحضيره من الحرق الكامل للكربون حيث

في محلول كربونات البوتاسيوم حيث تتحول الكربونات الى بيكربونات البوتاسيوم عبر المعادلة

$CO_2 + K_2CO_3 + H_2O \rightarrow 2KHCO_3$

ويمكن استرداد غاز CO_2 بتسخين بيكربونات البوتاسيوم حسب المعادلة

$2KHCO_3 \rightarrow K_2CO_3 + H_2O + CO_2$

يحضر مخبرياً من تفاعل كربونات الكالسيوم مع حمض HCl

$CaCO_3 + HCl \rightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2$

يتصف CO_2 بأنه عديم اللون او الرائحة وهو غير سام لكن يسبب حجب الـ O لذلك

يستخدم اطفاء الحرائق، وهو أثقل من الهواء ويمكن صبه بإناء الماء، صفيف الأملاح في الماء،

• تزداد أملاحية CO_2 بالماء بزيادة الضغط لذلك تستخدم صناعة المياه الغازية وتسمى

بسبب قطبية الرابطة CO ويتجمد ليشكل الجليد الكربوني (كاربوفلاس) المستخدم للحصول على

درجات حرارة منخفضة أخفض من $-20^\circ C$، ويمكن استخدامه بدلاً من الجليد العادي لأنه لا يترك

أثراً.

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

يتميز CO_2 بأنه جزيئة خطية $O=C=O$ على الرغم من أن الرابطة C=O قطبية ويعزى ذلك الى أن عزم ثنائي القطب في الأكسجين ضئيل ومختلف بالإشارة

يتفاعل مع القلويات لإعطاء كربونات وبيكربونات ، ويكشف عن هذا الغاز بتعكير ماء رائق الكلس ليعطي راسبا من كربونات الكالسيوم ولكن يؤدي تمرير كمية زائدة من CO_2 الى اذلال الراسب ويتشكل بيكربونات الكالسيوم المنحلة

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$$

راسب ابيض

$$CaCO_3 + CO_2 + H_2O \rightarrow Ca(HCO_3)_2$$ منحل

1- املاح الكربونات CO_3^{2-} جميعها غير ذوابة في الماء عدا كربونات الصوديوم والبوتاسيوم

القلوية Na_2CO_3 ذواب $NiCO_3$ غير ذواب

2- املاح البيكربونات HCO_3^- جميعها منحلة في الماء عدا بيكربونات الصوديوم القلوية

$Ca(HCO_3)_2$ منحل $NaHCO_3$ غير منحل

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

مكتبة A to Z