

الباب التاسع عشر

الكربون ومركباته

الكربون

ك = ١٢

وجوده

أن الكربون منتشر جداً في الطبيعة ، فيوجد :-

(ا) متبلوراً على حالة إنفراد : الماس والجرافيت .

(ب) غير متبلور في فحم الانتراسيت ، ويكون مختلطاً بمواد عضوية لم يتم تحليلها كلية .

(ح) على حالة اتحاد في الايدروجينات المكاربنة المختلفة (أنواع البترول)

(د) على حالة اتحاد مع الأكسجين في ثاني أكسيد الكربون (في الجو)

وفي كربونات المعادن المختلفة (كالكالسيوم ، المغنيسيوم ، الخ) .

(هـ) في أنسجة النبات والحيوان حيث يكون الكربون العنصر الأساسي

في المواد العضوية .

تأصله

للكربون النقي ثلاثة أشكال تأصلية وهي :

(ا) الماس : بلورات بيضاء شفافة ، كثافتها ٣,٥٠

(ب) الجرافيت : بلورات سوداء ، كثافتها ٢ - ٢,٢٥

(ح) الكربون غير المتبلور : كثافته نحو ١,٨ .

وفضلاً عن اختلاف الكثافة ، تمتاز الأشكال التأصلية المختلفة بتأثير

بعض العوامل المؤكسدة فيها ، فإن مزيج حامض الكبريتيك المركز وبيكرومات البوتاسيوم لا يؤثر في الماس بينما يذيب الجرافيت والكربون غير المتبلور بتكوين ثاني أكسيد كربون . ولا يتأثر الماس بمزيج من حامض النتريك المتبخر وكلورات البوتاسيوم ، بينما يؤثر هذا العامل في الكربون غير المتبلور ويحوّله إلى (ك هـ) ، ويؤثر أيضاً في الجرافيت ويحوّله إلى مادة متبلورة صفراء اللون تسمى بحامض الجرافيتيك graphitic acid (ك هـ ، ا) (برودى - Brodie) .

يعتبر الجرافيت الحالة الأكثر ثباتاً للكربون ، فان الماس أو الكربون غير المتبلور يتحولان إلى جرافيت بتسخينهما في القوس الكهربائي .

انواع الكربون

أنواعه الطبيعية

(١) الماس

يوجد في الهند والبرازيل وخصوصاً في أفريقيا الجنوبية : ويكون عادة عديم اللون وقد يكون ملوناً بلون أصفر أو وردي أو أزرق . وجدت عينات كبيرة منه ذات لون أسود ؛ تسمى بالكربونادو carbonado ؛ وهي لا قيمة لها كجواهر بل تستخدم لشدة جمودتها في عمل أطراف المجسات التي تستعمل في ثقب الصخور ؛ ويستعمل مسحوقها في صقل أسطح الماس .

يتبلور الماس في النظام المكعب وتكون كثافته ٣,٥ - ٣,٥٥ ، وهو موصل رديء للحرارة والكهرباء ، جامد جداً فيستعمل لقطع الزجاج . يقاوم الماس فعل الحرارة إذا سخن بعيداً عن الهواء ويتحول إلى جرافيت في حرارة القوس الكهربائي ولكنه يتحول إلى ثاني أكسيد كربون بتسخينه في الهواء (١) .

(١) بين لافوازيير بذلك أن الماس عبارة عن كربون نقي تقريباً

[عملت تجارب عديدة للحصول على الماس صناعياً ، فتسكن (مواسان - Moissan) من الحصول على بلورات منه بتبريد الحديد الزهر المسال المشبع بالكربون فجائياً ، إلا أن بلورات الماس المتحصل عليها كانت صغيرة جداً ولم يزد قطرها عن ٠,٥ مم]

(ب) الجرافيت

يوجد في الصخور الجرافيتية ، في سيبيريا خصوصاً ، وفي بوهيميا وسيلان ، ويستخرج منها نحو ٨٠٠٠٠ طن سنوياً .

ويصنع الجرافيت ^(١) أيضاً بتسخين مخلوط من الرمل ومسحوق فحم الانثراسيت بواسطة التيار الكهربائي في حرارة مرتفعة لمدة ٢٤ - ٣٠ ساعة

س ٢ + ٣ ك ← س ك + ٢ ك ١

س ك ← س + ك (جرافيت)

يتبلور الجرافيت في النظام السداسي ، وهو يوجد في الطبيعة عادة في شكل حبيبات مفرطحة أو في حالة مادة ليفية سوداء ناعمة (دهنية) ، تترك على الورق علامة سوداء لامعة . كثافة الجرافيت النقي ٢,٢٥ ، وهو موصل جيد للحرارة والكهرباء فيستعمل في الأقواس الكهربائية وفي الأقطاب الموجبة في حمامات التحليل الكهربائي . يحترق الجرافيت في الهواء في حرارة مرتفعة (٦٩٠ °) . وهو لا يتأثر بالأحماض المخففة ولا بالقلويات المنصهرة ، ولا بتسخينه في الكلور .

يستعمل الجرافيت الطبيعي في عمل أقلام الكتابة ، ويستعمل الجرافيت الطبيعي والصناعي في عمل الأقطاب الكهربائية ، وبعض أجزاء آلات توليد الكهرباء ، وكإداة تشحيم بعد مزجه ببعض المواد الدهنية ، ويستعمل أيضاً في عمليات الطلاء المعدني بالكهرباء لتغطية القوالب المكونة من الجبس لجعلها موصلة للتيار .

(ح) الانتراسيت

الانتراسيت خام طبيعي ، وهو أنقى أنواع الفحم الطبيعية حيث يعتبر الناتج النهائي لتحلل المواد النباتية المندثرة في الأرض في عدم وجود الهواء وتحت ضغط مرتفع ، ويحتوي على نحو ٨٧ - ٩٠ ٪ كربون . الانتراسيت عديم الشكل البلوري ، لونه أسود لامع ، كثافته ١,٣٠ - ١,٧٥ ، وهو كثير الاندماج ولا يشتعل بسهولة ، ولكنه يولد عندما يحترق حرارة مرتفعة فيستعمل كوقود في المصانع .

(د) الفحم (الفحم الحجري) Coal

ينتج - مثل الانتراسيت - من تحلل المواد النباتية ، وهو عديم الشكل البلوري ويدل شكله على الأصل الذي تكون منه (الخشب) ، كثافته ١,٢٥ - ١,٣٥ ، وتكون نسبة الكربون فيه ٧٨ - ٩٠ ٪ يستعمل الفحم كوقود ، ويقطر تقطيراً جافاً لتحضير غاز الاستصباح وينتج من التقطير أمونيا ومواد متطايرة تستعمل في صناعة المواد الملونة ، كما أنه يتبقى من التقطير نوع من الفحم يسمى فحم الكوك .

(هـ) اللجنيت lignite or brown coal

وهو أحدث تكويناً من الفحم وتكون نسبة الكربون فيه ٥٥ - ٧٥ ٪ ويدل شكله على الخشب الذي تكون منه بصفة ظاهرة . كثافته ١,٢٠ وهو يحترق بسهولة ؛ ويتحلل بتسخينه بعيداً عن الهواء إلى ايدروجينات مكرينة وماء وأول وثاني أكسیدی الكربون وحامض خليك وهو يلون محلول البوتاسة الكاوية الساخن بلون بني .

أراء الصناعة:

وهي أنواع من الفحم تنتج من تحلل المواد الكربونية تحت تأثير الحرارة

(١) فهم الكوك

ينتج فحم الكوك من تقطير الفحم الطبيعي تقطير أ جافا^(١) ويستعمل فحم الكوك الناتج من مصانع غاز الاستصباح كوقود منزلي ؛ وأما فحم الكوك الذى تستخدمه الصناعات فيحضر من إحراق الفحم فى أفران خاصة تسمى بأفران فحم الكوك .

ويحتوى فحم الكوك على نحو ٩٠ ٪ من الكربون وهو لا يشتعل بسهولة .

(ب) كوك البترول

يقطر البترول الطبيعي لفصل المواد المتطايرة . فيتبقى سائل كثيف يسمى بالقطران (الزفت) ويتسخن هذا السائل فى حرارة مرتفعة ، تتصاعد منه ايدروجينات مكرينة وتبقى مادة صلبة تسمى بكوك البترول . يستعمل هذا النوع (كربون نقي تقريبا) فى المعامل بدلا من فحم السكر ، وتعمل منه أنواع الفحم المتجمع^(٢) التى تستعمل فى صناعة الأقطاب التى تستخدم فى الأفران والأقواس الكهربية .

(ج) فهم المعوجات retort carbon

يتكون عند أمرار الغازات المكونة من أيدروجينات مكرينة فى أنبوبة مسخنة للاحمرار ، حيث تتحلل هذه المركبات إلى أيدروجين (وأيدروجينات مكرينة أخرى فقيرة فى الكربون) وكربون يرسب على جدران الأنبوبة . ويحدث مثل هذا التحلل فى المعوجات التى تستعمل فى صناعة غاز الاستصباح حيث تصبح جدرانها العليا مغطاة بطبقة سوداء لامعة من هذا الفحم .

(١) ينتج الفحم الحجرى نحو ٦٠ - ٧٠ ٪ من فحم الكوك

(٢) agglomerated carbon [يسحق الفحم مع النور (الهاب) ومواد

قطرانية ويسخن]

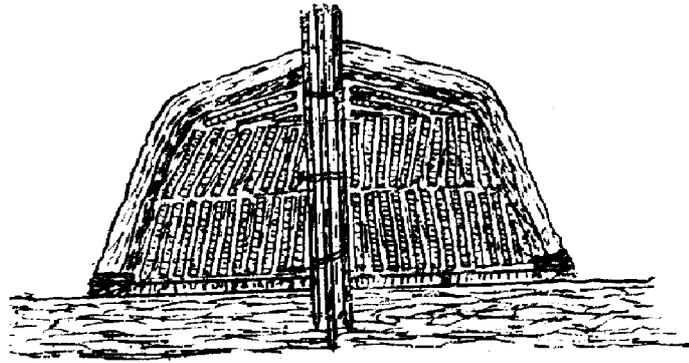
وهو نوع نقي ؛ جامد ، له رنة ، موصل جيد للحرارة والكهرباء ، كشافته
٢ ولا يشتعل بسهولة . يستعمل في تحضير الأقطاب الكهربية .

(٤) فحم الخشب

يتكون الخشب من مادة السليلوز خصوصا (ك٦ بد١١ ا١) ن ، ويحتوى
على ماء ومواد معدنية ، وبسخن الخشب المجفف في أناء مقفل ، تتصاعد منه
مواد متطايرة (ك بد٤ ، ك ا ، ك ا١ ، ك بد١١ اندكحول الميثايل ، حامض ،
خليك ، اسيتون ، قطران) وتتبقى مادة سوداء لا يريق لها وهي فحم الخشب .
يحضر فحم الخشب بطريقتين مختلفتين : —

(١) طريقة الكوم

تعمل مدخنة ترتب حولها جذوع الخشب (طولها ٤٠ سم) في شكل
كوم مخروطي ، ويغطي الكوم ببعض البواقي النباتية ثم بطبقة من التراب
تعمل فيها من أسفل ثقوب لمرور الهواء نحو المدخنة الوسطى (شكل ٤٢) .
يشعل الكوم بادخال قطع مشتعلة من الخشب من قمة المدخنة ، وعندما
يسير الاحتراق تسد المدخنة وتعمل ثقوب في أعلا الكوم لخروج الغازات
منها ، فيتصاعد دخان كثيف في ابتداء العملية ثم يصير الدخان شفافاً مزرق



(شكل ٤٢)

اللون ، ويدل ذلك على انتهاء التكرين في مستوى الثقوب ، وتسد الثقوب حينئذ وتفتح ثقوب أخرى أسفل منها، وهكذا حتى يتم تكرين الخشب كله. تسد حينئذ جميع الثقوب ويترك الكوم حتى يبرد (٢٤ ساعة) ، فهدم ويفصل فحم الخشب من القطع التي لم تتكرين كلية . تستغرق العملية ٥ - ٣٠ يوماً تبعاً لحجم الكوم ، وهي تشبه طريقة استخراج الكبريت (كالكاروني) حيث يستعمل جزء من الخشب لتحويل الجزء الباقي إلى فحم . يكون الانتاج نحو ٢٤ ٪ من وزن الخشب .

(٢) طريقة التقطير في أثناء مقل

يجرى تقطير الخشب في معوجات اسطوانية لا يدخلها الهواء ، وتكشف ناتجيات التقطير السائلة ، بينما يستفاد من الغازات القابلة للاشتعال التي تتكون من التقطير في تسخين المعوجات . تنتج المائة جزءاً من الخشب الجاف نحو ٢٥ جزءاً بالوزن من فحم الخشب ، ١٠ أجزاء من القطران ، ٤٠ جزءاً من حامض الخليك الخام Pyroligneous acid (به حامض خليك وكحول ميثايل وأسيتون) ، و ٢٥ جزءاً من الغازات .

فحم الخشب مادة سوداء تحفظ شكل الخشب الذي نتجت منه، وهو يطفو فوق الماء ولو أن كثافته عند اخلائه من الهواء تكون ١,٣ - ١,٩ ، وذلك لأنه كثير المسام . لا يتأثر فحم الخشب بالهواء والرطوبة ، وهو يمتص الغازات بسهولة ، فيمتص نحو ٩٠ ضعف حجمه من غاز الأمونيا . (يحضر نوع خاص من الفحم من قشور جوز الهند ، فيمتص الحجم الواحد منه نحو ١٧١ حجماً من غاز الأمونيا ، ١٠٧ حجماً من السيانوجين ، ٧٦ حجماً من أكسيد النتروز ، ٧٠ حجماً من أكسيد النتريك ، ٧٤ حجماً من الأيثيلين الخ) ويمتص فحم الخشب أيضاً بعض المواد من المحاليل مثل الأملاح المعدنية ، القلويات العضوية ، المواد الملونة ، الخ .

إ يحضر نوع من الفحم الفعال active charcoal في الامتصاص بتسخين فحم الخشب في درجة ٩٠٠° في تيار محدد من الهواء أو البخار ، أو يجعل الخشب يتكربن بعد معاملته ببعض الأملاح مثل كلوريد الخارصين أو كلوريد المغنسيوم ، ثم فصل هذه الأملاح منه بغسله بالماء أو بالأحماض ، ويستعمل هذا النوع في الكمامات للوقاية من الغازات السامة]

يستعمل (الفحم الفعال) أيضاً - كما يستعمل الفحم الحيواني وفحم الدم - في إزالة الألوان (الشراب السكرى في مصانع السكر) وفي فصل المواد الغريبة (fusel oil) من الكحول أثناء تحضيره .

(هـ) الفحم المتجمع agglomerated charcoal

لا يمكن الاستفادة من الأثرية التي تبقى من أنواع الفحم المختلفة (الفحم العادي الكوك ، الخ) في الحريق ، فتمزج مع بعض المواد القطرانية لتكوين عجينة تضغط في القوالب وتسخن بعيداً عن الهواء . تستعمل هذه الأنواع كوقود في الغلايات ، وتعمل منها أقطاب البطاريات وأقطاب الأوقاس الكهربائية .

(و) الفحم الجبراني

يسمى أيضاً بفحم العظام ، ويحضر بتقطير العظام في إناء مقفل . لا يحتوى هذا النوع أكثر من ١٠ ٪ من الكربون ، ويتكون خصوصاً من فوسفات و كربونات الكالسيوم . وهو يمتص المواد العضوية الملونة (يقصر لون محلول عباد الشمس ، والنبيذ ، الخ) فيستعمل في الصناعة لإزالة الألوان .

(ز) النوره (الهباب)

تحترق بعض المواد الغنية في الكربون مثل الشمع والزيوت والراتنجات احتراقاً غير تام عندما تكون كمية الأكسجين التي تعرض إليها غير كافية

فتشتعل بلهب متفحم محمر اللون ، وتعرض اللهب إلى جسم بارد يرسب عليه كربون مجزأ يسمى بالنوور . يحضر النوور عادة باحراق الزيت أو القطران أو النفثالين المنصهر بعملها تتساقط نقطة فنقطة في معوجة من الحديد مسخنة للأحمرار ومجهزة بانبوبة رفيعة تتصاعد منها الأيدروجينات المكربنة الناتجة من تحلل هذه المواد ، فتشتعل هذه المركبات في حيز يكون به كمية محدودة من الهواء ، ويقاد النوور إلى حجرة ليتكاثف على جدرانها أو على قطع من القماش تعلق فيها .

يستعمل النوور في صناعة حبر المطابع وحبر الصين وبعض أنواع البوية السوداء .

[يحضر نوع من النوور بأشعال الأستيلين (ك_٢ بد_٢) في اسطوانات من الصلب تحت ضغط ٤ جو ، وذلك بواسطة سلك من البلاطين مجهز بداخل الاسطوانة يسخن للأحمرار بالتيار الكهربائي . فيتحلل الأستيلين ، ويسمى الكربون الناتج بنوور الأستيلين] .

(ع) فحم السكر

يحضر بتسخين سكر النبات للأحمرار في بودقة فيتصاعد منه الماء وبعض المركبات الكربونية المتطايرة ، ويتبقى فحم منتفخينق بتسخينه في تيار من الكلور . وهو يستعمل في المعامل إذ أنه يعتبر نوعاً من الكربون النقي

خواص الكربون

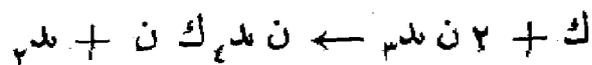
ان أنواع الكربون الصناعية توصل الحرارة والكهرباء وتكون قوة التوصيل أقوى كلما كانت الحرارة التي حضرت فيها هذه الأنواع أكثر ارتفاعاً ، وعلى ذلك لا تحترق أنواع الكربون المحضرة في حرارة

مرتفعة بسهولة ، لأنه يحدث عند تسخينها في موضع ما توزيع الحرارة إلى الكتلة كلها فلا يستمر احتراقها . وعلى عكس ذلك يستمر الاشتعال في أنواع الكربون الرديئة التوصيل وخصوصاً في أنواع الكربون المسامية

يتحد الفلور بالكربون في درجة الاحمرار ، بتكوين فلوريد الكربون ، ولا يتفاعل الكلور والبروم واليود مع الكربون . يتحد الكربون بالأكسجين في حرارة تختلف باختلاف نوعه ويتكون أول أو ثاني أكسيد الكربون تبعاً لكمية الأكسجين ، ويكون الكربون مع الكبريت كبريتيد كربون يتحد الكربون بالبورون والسليكون في حرارة القوس الكهربائي .

يتكون غاز الأسيتيلين (ك٢ د٢) باحداث قوس كهربائي بين قطبين من الكربون في جو من الأيدروجين (برتوليه - Berthelot) ، ويتكون غاز الميثان (ك د) باتحاد الكربون والأيدروجين في درجة ١٢٠٠ يتحد الكربون بالنروجين في وجود القلوبات بتكوين سيانيدات ، ويتحد بعدد كبير من الفلزات في حرارة مرتفعة بتكوين كبريتات مثل كبريتيد الحديد .

يتفاعل الكربون خصوصاً مع المركبات الأكسجينية ، فهو يختزل جميع مركبات الهالوجينات مع الأكسجين . وبامرار بخار الماء على الكربون في أنبوبة مسخنة للاحمرار يختزل الماء ويتكون مخلوط من الأيدروجين وأول وثاني أكسيد الكربون (الغاز المائي) ويستعمل كوقود . يختزل الكربون الأكاسيد المعدنية في حرارة مرتفعة وينحول إلى أول أو ثاني أكسيد كربون تبعاً لدرجة الحرارة . وهو يحلل غاز الأمونيا في درجة الاحمرار :

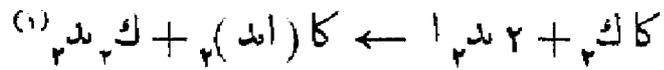


لا ينصهر الكربون ، وهو عنصر ثابت في أعلا درجات الحرارة التي أمكن الوصول إليها ، ولكنه يتطاير في حرارة الفرن الكهربائي وينتج منه

جزء يكون قد تحول إلى جرافيت. لا يذوب الكربون في المذيبات المعروفة، و يذوب في الحديد الزهر المنصهر وبعض المعادن الأخرى المنصهرة، وبتبريدها يتكون بها أجزاء من الجرافيت. تكون جميع أنواع الكربون ثنائي أكسيد كربون عند تسخينها في تيار من الهواء.

الكربيدات

تسمى مركبات الكربون مع الفلزات بالكربيدات، والليثيوم هو المعدن الوحيد من المعادن القلوية الذي يتحد مباشرة بالكربون (لي_٢ك_٢) ومن ضمن معادن الأراضى القلوية لا يتحد الكربون مباشرة إلا مع الكالسيوم (كاك_٢)، وتحضر كربيدات الباريوم والاسترنتشيوم بتسخين أكسيدها مع الفحم في الفرن الكهربائي. يتحد الألومنيوم والحديد والكروم المولبدن والمنجنيز بالكربون (لو_٤ك_٣، ح_٢ك، ك_٢ك_٣، من_٣ك)، وتذيب المعادن الأخرى الكربون بدون تكوين كربيدات. تحلل كربيدات بعض المعادن الماء بتكوين أيدروجينات مكرينة (ماعدات كربيدات الحديد والكروم والمولبدن) :-



مركبات الكربون مع الأيدروجين

يكون الكربون مع الأيدروجين مركبات عديدة تسمى بالأيدروجينات المكرينة منها ما يكون غازيا مثل الميثان والاسيتيلين، ومنها ما يكون سائلا (١) تتفاعل كربيدات المعادن القلوية ومعادن الأراضى القلوية بهذه الكيفية

مثل البنزين ، ومنها ما يكون صلباً مثل البرافين والنفثالين^(١) . ومن أمثله الأيدروجينات المكربنة :

الميثان أو غاز المستنقعات (ك ب د_٤) ، الأيثيلين (ك ب د_٢) ، الأسيثيلين (ك ب د_٢) والبيزول (ك ب د_٦) .

غاز الاستصباح

يحضر غاز الاستصباح بتقطير الفحم الحجري ، وتتضمن صناعته العمليات الآتية : -

تقطير الفحم الحجري

يجرى التقطير في معوجات (من الفخار ذات غطاء من الحديد الزهر) تبلغ سعتها نحو ١٢٥ كجم من الفحم ، وتسخن كل ٥ - ٩ معوجات في فرن بحيث تبلغ حرارتها نحو ٩٠٠° ، فينتج من كل منها ٣٥ - ٤٠ م^٣ من الغاز

تكثيف ناتجات التقطير الدائم

يخرج من كل معوجة أنبوبة منصلة بقناة أفقية مغمورة إلى نصفها بالماء بحيث تكون أنبوبة التوصيل مغمورة في الماء ، فتتكاثف فيه المركبات الأقل تطايراً وهي المواد القطرانية .

تستمر ناتجات التقطير الغازية في سيرها ، فتخرج من القناة وتمر في جملة أنابيب رأسية (طولها ١٠ - ١٥ متراً) يسيل حولها الماء لتبريدها ، فتبرد الغازات ويتكاثف في المستودع الذي يوجد أسفل الانابيب سائل أمونيومي ومعه كمية من القطران . ويترك هذا السائل في حالة ركود ينفصل إلى طبقتين

(١) تدرس هذه المركبات في الكيمياء العضوية .

احداها مكونة من المواد القطرانية التي تستعمل في استخراج البنزول (ك_٦د_٦)
والنفثالين والفينول الخ والثانية مكونة من السائل الامونيومى .

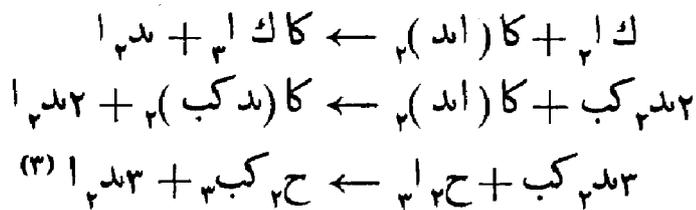
تمر الغازات بعد خروجها من الأنايب المكثفة في جهاز (١) يفصل منها
ما يكون قد تبقى بها من المواد القطرانية .

غسل الغاز

تغسل الغازات بتمريرها في جهاز الغسل حيث تقابل في الاتجاه المنعكس
تيار السائل الامونيومى الآتى من أنايب التكثيف والذي يفصل منها بقية
الأمونيا وجزء آمن كبريتيد الايدروجين وأحماض الكرونيك والايديروسيانيك
وبعض أبخرة كبريتيد الكربون التي توجد بها . وعلى ذلك يتكون في السائل
كربونات وكبريتيد أمونيوم (٢) الخ .

تنقية الغاز

ينقى الغاز بعد غسله بامرارته على الجير المطفأ وعلى اكسيد الحديد الايدراتي
لفصل ثاني اكسيد الكربون وكبريتيد الايدروجين : -



(١) Condensor (Pelouse & Audouin) وهو شبه ناقوس ذو الواح مثقوبة
تتحرك باستمرار ، فتفصل حبيبات المواد القطرانية من الغازات بفعل الصدم المستمر .

(٢) يستعمل هذا السائل في تحضير املاح الامونيوم وخصوصا سماد كبريتات

الأمونيوم

(٣) بتعريض كبريتيد الحديد المتكون للجو يتحول ثانية الى اكسيد ويعاد

استعماله

تفصل السيانيدات بامرار الغاز على مزيج من كبريتات الحديدوز وقلوى حيث يتكون منها حديدوسيانيد [أو محلول من كبريتيد الأمونيوم في الأمونيا يكون به مسحوق من الكبريت على حالة تعليق فيتكون ثيوسيانات الأمونيوم (نبد ك ن)] .

غاز الاستصباح مخلوط من غازات مختلفة تتوقف نسبتها على نوع الفحم المقطر ودرجة حرارة التقطير . ويكون تركيبه الحجمى المتوسط كالاتى : -

غازات غير مضيئة بل تفتج حرارة باشتعالها	{	ايدروجين	٤٣ - ٥٥ %
		ميثان	٢٥ - ٣٥ %
		أول اكسيدكربون	٤ - ١١ %

ايثيلين، اسيتيلين، بنزول الخ ٢,٥ - ٥ % غازات مضيئة

شوائب	{	نيتروجين	٢ - ١٢ %
		ثاني اكسيدكربون	٠ - ٣ %
		اكسجين	٠ - ١,٥ %

ويلزم ألا تزيد نسبة كبريتيد الايدروجين في غاز الاستصباح عن

١ : ١٠٠٠٠٠٠٠

يمر غاز الاستصباح بعد تنقيته في عداد لتقدير حجمه ثم يخزن في خزانات كبيرة منكسة على أحواض مملوءة بالماء .

يستخرج من المعوجات بعد التقطير نوع من الفحم يسمى بفحم الكوك وهو ذو لون رمادى مسود ، مسامى ، ويكون به جميع رماد الفحم وكمية من الكبريت والنيتروجين والأيدروجين والأكسجين . يحتوى فحم الكوك على نحو ٨١ % من الكربون .

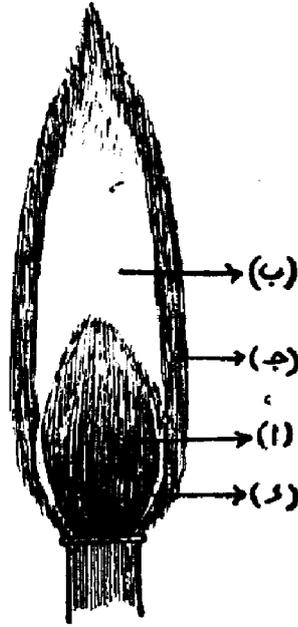
اللهب

اللهب عبارة عن منطقة يحدث فيها تفاعل كيميائي بين بعض الغازات يصحبه توليد حرارة وضوء؛ فيحترق الحديد في الأكسجين مثلاً بدون لهب. ويحترق الكربون في الهواء في حرارة منخفضة بدون لهب بينما يتكون عند احتراقه في حرارة مرتفعة أول أكسيد كربون ويتكون اللهب عند احتراق هذا الغاز.

يتوقف تركيب اللهب على نوع الغازات المحترقة: — فان لهب الأيدروجين في الهواء يتركب من منطقتين احدهما داخلية مكونة من الغاز غير المحترق والثانية خارجية وهي التي يحدث فيها التفاعل (٢ د٣ + ١ ← ٢ د٣ أ)؛ ويتركب لهب الأمونيا في الأكسجين من ثلاثة مناطق احدها داخلية (غاز غير محترق) ثم منطقة مصفرة اللون يحدث فيها التفاعل (٢ ن د٣ ← ن٣ + ٣ د٣) ثم منطقة صفراء مخضرة اللون يحترق فيها الأيدروجين.

يحتوى لهب الأيدروجينات المكربنة (لهب شمع الاضاءة أو لهب غاز الاستصباح عند اشعاله في قمة المصباح) على أربع مناطق: — (أ) منطقة مظلمة بها غازات غير محترقة (أو ناتجات تحلل الشمع) (ب) منطقة مضيئة يحدث فيها احتراق غير كامل فتتوهج أجزاء الكربون الدقيقة فيها (ج) منطقة خارجية ضعيفة الاضاءة يكون فيها الاحتراق تاماً نظراً لتوفر الأكسجين، (د) منطقة مزرققة اللون في قاعدة اللهب (شكل ٤٣).

وعند مزج غاز الاستصباح بكمية كافية من الهواء قبل الاحتراق، كما يحدث في مصباح (بنسن) مثلاً، فيحترق باللهب غير مضيء ويكون في هذا اللهب منطقتان ظاهرتان احدهما داخلية ذات لون أزرق باهت يصغر حجمها كلما ازدادت كمية الهواء، والثانية خارجية ذات لون مزرق باهت جداً.



(شكل ٤٣)

يبين الجدول الآتي درجات حرارة أنواع اللهب المختلفة : -

مصابح (بنسن) (هواء كافي)	1870°	بورى غاز الاستصباح	2200°
لهب الكحول	1826°	بورى اكسى ايدروجينى	2420°
لهب الايدروجين	1900°	(القوس الكهربائى)	3760°
		(الشمس)	7800°

مركبات الكربون مع الاكسيجين

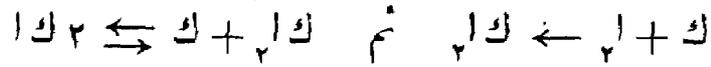
يعرف للكربون أكسيدان مهمان وهما أول أكسيد وثاني أكسيد الكربون.

أول أكسيد الكربون

تفسيره

يتكون عند احتراق الفحم في كمية محددة من الهواء ، ويستدل من وجوده

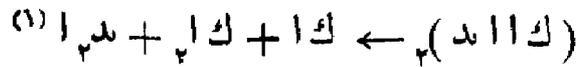
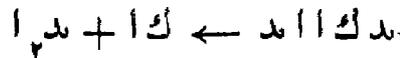
ضمن الغازات المتصاعدة من الأفران على عدم توفر الهواء اللازم لاتمام الاحتراق ، وقد أشار (هوفمان) سنة ١٧١٦ إلى حدوث حالات تسمم من الدخان الناتج من احتراق الفحم وهي تنسب إلى أول أكسيد الكربون ويعمل تكوين أول أكسيد الكربون في هذه الحالات عادة إلى اختزال ثاني أكسيد الكربون الذي يتكون من احتراق جزء من الكربون احتراقاً تاماً :-



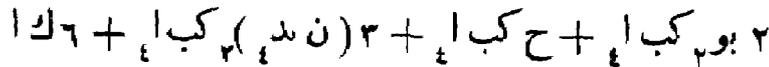
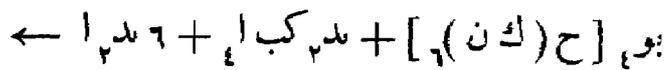
ويحدث هذا الاختزال ببطء في حرارة تكون أقل من ٨٠٠° وبسرعة في درجة ١٠٠٠° أو أكثر .

يتكون أول أكسيد الكربون أيضاً :-

(ا) بتسخين حامض الفورميك أو حامض الأكسليك مع حامض الكبريتيك المركز (لامتصاص الماء المتكون) :-



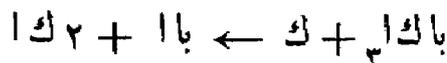
(ب) بتسخين مسحوق حديد وسيانيد البوتاسيوم مع حامض الكبريتيك المركز :-



(ج) بتسخين أكسيد الحديد أو الحارصين أو المنجنيز مع الفحم :-



(د) بتسخين كربونات الكالسيوم أو الباريوم مع الفحم :-

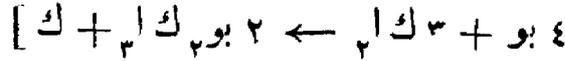
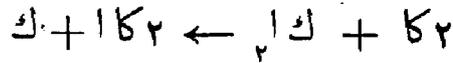


(١) تمرر الغازات في محلول من البوتاسية الكاوية لامتصاص ثاني أكسيد الكربون .

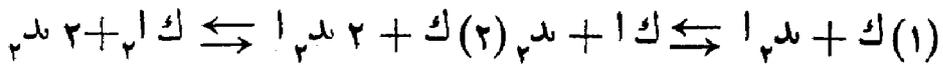
(هـ) بإمرار ثاني أكسيد الكربون على مسحوق الخارصين أو إبرادة الحديد في أنبوبة مسخنة للأحمرار :-



[يلاحظ أن التفاعل مع الكالسيوم أو المغنسيوم أو المعادن القلوية يؤدي إلى تكوين كربون :-



(و) تحضر الصناعة مخلوطاً من (ك ا) و (ك ا) و (ند) يستعمل في الحريق ويسمى بالغاز المائي ، وذلك بإمرار بخار الماء على فحم الكوك المسخن للاحمرار :-



وتكون نسبة أول أكسيد الكربون مرتفعة كلما ارتفعت الحرارة .

(ز) تحضر الصناعة أيضاً مخلوطاً من (ك ا) و (ن) يستعمل في

الحريق ويسمى بالغاز الهوائي أو الغاز الفقير air gas or producer gas وذلك بإمرار الهواء على فحم الكوك المسخن للاحمرار .

مواضع

أول أكسيد الكربون غاز عديم اللون والطعم والرائحة قليل الذوبان جداً في الماء ، يغلي في درجة - ١٩١,٥ ° ، يتجمد في درجة - ٢٠٠ ° ، ويزن اللتر منه ١,٢٥٠٤ جم في معدل الضغط والحرارة . وهو سام جداً حيث يكفي ١ سم^٣ منه لكل حجم واحد من وزن الحيوان لحدوث الموت ، ويموت الحيوان إذا استنشق هواء به ١ : ٨٠٠ جزء بالحجم من أول أكسيد الكربون مدة نصف ساعة (يعطل فعله السام إلى اتحاده بهيموجلوبين الدم فيتكون مركب ثابت لا يحلله الأكسجين ثانية يسمى بالكربوكسي هيموجلوبين) .

ينحل أول أكسيد الكربون بفعل الحرارة ($2\text{ك} \rightleftharpoons \text{ك} + \text{ك}$) ولكن يتولد من انحلاله حرارة شديدة تساعد على حدوث التفاعل العكسي [حيث أن أول أكسيد الكربون هو المركب الثابت في الحرارة المرتفعة (1000° فأكثر)] ، ففي درجات الحرارة التي لا تكون مرتفعة كثيراً يجب أن يكون انحلال الغاز كاملاً ، ولكنه يبقى عادة في حالة إيزان غير ثابت .
ولأحداث الانحلال يحسن استعمال عامل ملاصقة مثل الفحم المسامي وأكسيد الحديد (400°) .

يتحد أكسيد الكربون بالكلور مباشرة تحت تأثير ضوء الشمس بتكوين كلوريد الكربونيل phosgene ($\text{ك} \text{ا} \text{كل} \text{م}$) ، وهو غاز يتحلل بسهولة بمعاملته بالماء :-



يشتمل أول أكسيد الكربون في الهواء بلهب أزرق بتكوين ثاني أكسيد كربون ، ويتحد ببخار الكبريت بتكوين كبريتيد الكربونيل ($\text{ك} \text{ا} \text{كب}$) ويتحد ببعض المعادن^(١) مثل النيكل والحديد بتكوين مركبات مثل [في ($\text{ك} \text{ا}$)] .

أول أكسيد الكربون عامل مختزل شديد ، فيختزل محلول فوق منجنات البوتاسيوم الحمض وأملاح الذهب ونترات الفضة النشادرية بدون تسخين ، ويختزل معظم أكاسيد الفلزات بالتسخين :-

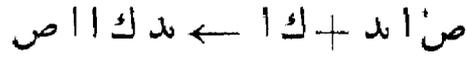


يمتص محلول الصودا الكاوية المركز أول أكسيد الكربون في درجة

(١) يمرر تيار من الأيدروجين على أكسيد المعدن المسخن لاختراله ثم يمرر

تيار من أكسيد الكربون

١٢٠° وتحت ضغط ٢ - ٤ جو بتكوين فورمات صوديوم (طريقة تحضير حامض الفورميك) :-



تركيب

عين (برتوليه) تركيب أول أكسيد الكربون بالحجم بإشعال مخلوط منه مع الاكسيجين في الأديومتر :- (٢ ك ا + ا ← ٢ ك ا) فوجد أنه باستعمال ١٠٠ سم^٣ من كل غاز ، يتبقى ١٥٠ سم^٣ من مخلوط من الاكسيجين وثاني أكسيد الكربون ، وبرج هذا المخلوط مع البوتاسية الكاوية لامتصاص ثاني أكسيد الكربون يتبقى ٥٠ سم^٣ من الاكسيجين : فيحتاج الحجم الواحد من أول أكسيد الكربون نصف حجم من الاكسيجين لتكوين حجماً واحداً من ثاني أكسيد الكربون . وبما أن ثاني أكسيد الكربون يحتوي على كمية من الاكسيجين تساوي حجمه ، فتكون نسبة الاكسيجين في أول أكسيد الكربون تساوي نصف حجمه (١) .

وقدر (ستاس) تركيب أول أكسيد الكربون بالوزن بإمرار الغاز الخفف على أكسيد النحاس وجمع ثاني أكسيد الكربون المتكون في أنابيبها بوتاسية كاوية ؛ واستنتج من وزن أكسيد النحاس وأنابيب البوتاسية قبل وبعد التجربة وزني الاكسيجين وثاني أكسيد الكربون . فوجد أن وزن الاكسيجين الذي انفصل من النحاس يساوي نصف وزن الاكسيجين في كمية ثاني أكسيد الكربون المتكونة ؛ وعلى ذلك يحتوي أول أكسيد الكربون على ١٦ جم أكسيجين لكل ١٢ جم كربون ويكون رمزه (ك ا) .

مميزات واستخدامات

لا يعكر أول أكسيد الكربون ماء الجير ولكنه يحترق بلهب أزرق

(١) لا يمكن تقدير حجم بخار الكربون حيث ان كثافة بخاره مجهولة .

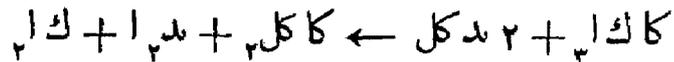
بتكوين (ك_١) فيعسكر حينئذ ماء الجير . يمتص محلول كلوريد النحاسوز في حامض الأيدروكلوريك أول أكسيد الكربون بتكوين (نح_١ كل_١ ، ك_١) ، ويؤثر الغاز في محلول أكسيد الفضة النشادري فيكسبه لوناً بنياً بدون تسخين ويكون فيه راسباً أسود اللون بالتسخين . يختزل الغاز خامس أكسيد اليود (ي_١ ا_١) ويفصل اليود منه . يستعمل الغاز المائي والغاز الهوائي (المحتويين على ك_١) كوقود في الصناعة ، ولأول أكسيد الكربون عمل مختزل هام في صناعات استخراج المعادن .

ثاني أكسيد الكربون

مضبره

عين (لافوازيير) تركيب ثاني أكسيد الكربون وسماه بحامض الكربونيك بعد أن أشار إلى قابليته للاتحاد بالقواعد لتكوين أملاح . يتصاعد هذا الغاز من الأرض في بعض الجهات (١) ، ويوجد في بعض المياه المعدنية الطبيعية وفي الهواء الجوي بنسبة ٣ : ١٠٠٠٠ بالحجم ، وهو يتكون عند احتراق الفحم والمواد الكربونية ، وفي التنفس ، وفي تخمر المواد السكرية (صناعة النبيذ والبيرة) ، وفي تعفن المواد العضوية .

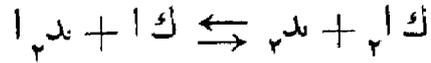
(١) يحضر ثاني أكسيد الكربون في المعمل بمعاملة الكربونات بالأحماض يستعمل عادة جهاز (كب) توضع فيه قطع من الرغام وتعامل بحامض الأيدروكلوريك المخفف :-



(لا يستعمل حامض الكبريتيك لأنه يكون حول قطع الرغام طبقة من كبريتات الكالسيوم تحول دون استمرار تأثير الحامض فيها ، ولكن يحتوي ثاني أكسيد الكربون في هذه الحالة على قليل من غاز كلوريد الأيدروجين)

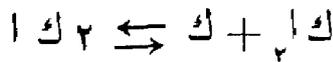
(١) Poison valley (Java) & Grotto del Cane (Naples)

يختزل الايدروجين ثاني أكسيد الكربون :-



(في درجة ٧٢٥° تكون نسب الغازات في حالة الاتزان متساوية جزئياً) .

ويختزله الكربون :-



(تساعد بعض العوامل اللسبية كأكسيد الحديد في حرارة مرتفعة على

انحلال أول أكسيد الكربون →) .

ويختزله الفوسفور والخاصين أيضاً إلى أول أكسيد كربون ، وقد تختزله

بعض العناصر إلى كربون كما يحدث مثلاً عند ادخال شريط مشتعل من

المغنسيوم في ورق مملوء بثاني أكسيد كربون حيث يستمر اشتعال الشريط

بينما يرسب الكربون على جدران الدورق .

يتحد ثاني أكسيد الكربون بأكسيد الفلزات بتكوين كربونات متعادلة

وكربونات حامضية ، وفي الدرجة الاعتيادية لا يحدث الاتحاد إذا كان الغاز

والأكسيد خاليين من الرطوبة .

(يختبر ثاني أكسيد الكربون بأمراره في ماء الجير أو الباريث فيعكره

لتكوين كربونات) .

ومن خواص ثاني أكسيد الكربون أيضاً عدم مساعدته على الاحتراق ،

فتنطفئ الشمعة الموقدة عند ادخالها في جو من الهواء يكون به ٢,٥ ٪ من

ثاني أكسيد الكربون (رغم احتوائه على ١٨,٥ ٪ من الاكسيجين) ، ولذلك

فانه يستعمل في اطفاء الحرائق (١)

(١) أجهزة اطفاء الحرائق عبارة عن أوعية معدنية بها محلول من كربونات

الصوديوم وأنبوبة من الزجاج أو زجاجة مملوءة بحامض كبريتيك . وعند قلب الجهاز

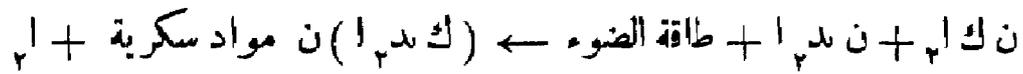
ينصب الحامض في محلول الكربونات ويندفع منه سائل يحمل بثاني أكسيد الكربون .

محلول ثاني أكسيد الكربون في الماء خواص حامضية ، فإنه يحمر عباد الشمس ويظهر أن جزءاً من الغاز المذاب يكون قد اتحد بالماء بتكوين حامض كربونيك (H_2CO_3) ، وهو حامض ضعيف لا تزيد قوته عن ١/١٠ قوة حامض الخليك ، وهو يتأين على دفتين ويكون حينئذ نوعين من الأملاح (HCO_3^- ، CO_3^{2-}) .

علم الفسيولوجي

لا يصلح ثاني أكسيد الكربون للاحتراق ولا للتنفس ، فيموت الحيوان بالاختناق عند ادخاله في جو منه ، وينسب الاختناق إلى أن ارتفاع نسبة ثاني أكسيد الكربون في الهواء المستنشق يمنع انفصال هذا الغاز من الدم الوريدي في الرئتين . ويسهل اختبار صلاحية الهواء للتنفس من حيث نسبة ثاني أكسيد الكربون ، بادخال شمعة موقدة فيه فإنها تنطفئ عند احتوائه على نسبة من الغاز تكون أقل بكثير من النسبة الخطرة .

تمتص جميع أجزاء النبات الخضراء ^(١) (المحتوية على كلوروفيل) ثاني أكسيد الكربون من الجو وتكون منه المواد التي تنبت منها أنسجتها ، فيتحول في الأوراق تحت تأثير الضوء إلى مواد كربوهيدراتية ^(٢) ، وينفرد الأوكسيجين ويمكن التعبير عن التفاعل بصفة اجمالية كالآتي :-



تركيب

كان (لافوازيير) أول من عين تركيب ثاني أكسيد الكربون ، فأدخل قطعاً صغيرة من الماس في دورق مملوء بالأوكسيجين منكس على الزئبق ، ثم أشعل الماس بتوجيه أشعة الشمس عليه بواسطة عدسة قوية ، فلاحظ بعد

(١) خصوصاً الأوراق

(٢) Carbohydrates

التبريد أن حجم الغاز لم يتغير مهما اختلفت كمية ثاني أكسيد الكربون المتكونة ، واستنتج من ذلك أن ثاني أكسيد الكربون يحتوى على مقدار حجمه من الأكسجين .

يمكن تعيين تركيب ثاني أكسيد الكربون بالوزن باحراق وزن معلوم من الكربون النقي في الأكسجين وتقدير وزن ثاني أكسيد الكربون المتكون . فيوضع نحو جرام واحد من فحم السكر النقي في قارب صغير من الصيني ويوضع القارب في أنبوبة طويلة من الزجاج المقاوم ويملأ نصفها بأكسيد النحاس (نح ١) وتثبت الأنبوبة أفقياً على فرن الاحتراق . ثم يوصل طرف الأنبوبة (من جهة القارب) بأجهزة تنقية الأكسجين وهي مكونة من جملة أنابيب مملوءة بقطع من البوتاسية الكاوية ، ويوصل طرفها الآخر بأجهزة امتصاص ثاني أكسيد الكربون من فقاعات ^(١) بها محلول مركز من البوتاسية الكاوية متصلة بأنبوبة مملوءة بكلوريد الكالسيوم . يسخن أكسيد النحاس في الأنبوبة ويمرر فيها تيار بطيء من الأكسجين ، ثم تسخن منطقة الأنبوبة التي بها الكربون فيحترق هذا إلى ثاني أكسيد كربون تمتصه أجهزة الامتصاص . يدل ازدياد وزن هذه الأجهزة على وزن ثاني أكسيد الكربون المتكون ، ومن هذا الوزن ووزن الكربون المستعمل يمكن تعيين تركيب ثاني أكسيد الكربون .

$$\text{وزن الكربون} \\ \text{وزن أكسيد الكربون} - \text{وزن الكربون} = \text{نسبة الكربون للاكسجين}$$

عين (دو ماس وستاس - Dumas & Stas) هذه النسبة بغاية الدقة فكانت :-

$$\frac{29992}{80000} \text{ للجرافيت الطبي} \quad \frac{29990}{80000} \text{ للجرافيت الصناعي} \quad ، \quad \frac{30002}{80000} \text{ للباس}$$

وعلى ذلك يكون رمز ثاني أكسيد الكربون (ك ١) .

(١) Potash bulbs توزن بدقة قبل تثبيتها .

وأما تركيب ثاني أكسيد الكربون بالحجم فيمكن تعيينه بإحراق قطعة من الكربون النقي في حيز مقفل مملوء بالأكسجين فوق الزئبق^(١)؛ فيلاحظ بعد التبريد أن حجم الغاز لم يتغير. فيكون عدد جزيئات ثاني أكسيد الكربون المتكونة يساوي عدد جزيئات الأكسجين التي استعملت في التأكسد، أي أن الجزيء الواحد من ثاني أكسيد الكربون يحتوي على جزيء واحد من الأكسجين. وبما أن الكثافة النسبية لثاني أكسيد الكربون تساوي ٢٢، فيكون وزنه الجزيئي ٤٤، ويحتوي هذا الوزن الجزيئي على وزن جزيئي واحد من الأكسجين (٢٢)، فيكون وزن الكربون (ك) (٣).

الكربونات

تسمى أملاح حامض الكربونيك بالكربونات، وهي إما أن تكون أيديروجينية مثل (ص ب د ك أ) أو متعادلة مثل (ص ب ك أ) (٣)، والكربونات المتعادلة عديمة الذوبان في الماء ما عدا كربونات المحادن القلوية، وجميعها يتحلل بفعل الأحماض فينفرد منها ثاني أكسيد الكربون (فوران).

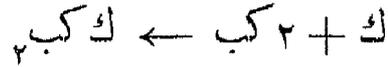
ثاني كبريتيد الكربون

$$\text{ك ب} = ٧٦,١٢$$

اكتشفه (و. ا. لامباديوس - W. A. Lampadius) عام ١٧٩٦ أثناء قيامه في بحث فعل البيريتز pyrites على الكربون. وأعاد اكتشافه (كلمان

- (١) يجرى اشعال الكربون بواسطة سلك من البلاتين يسخن كهربائياً.
- (٢) لا توجد مركبات كربونية متطايرة يحتوي وزنها الجزيئي على أقل من ١٢ جزءاً من الكربون، وعلى ذلك يكون الوزن الذري للكربون (ك) والوزن الجزيئي لثاني أكسيد الكربون (ك أ).
- (٣) يكون محلولا قلويا لحدوث تحليل مائي فيها.

وذي سورمي - Clément & Désormes) سنة ١٨٠٢ . يتكون ثاني كبريتيد الكربون carbon disulphide بأمرار بخار الكبريت على فحم كوك مسخن للأحمرار :

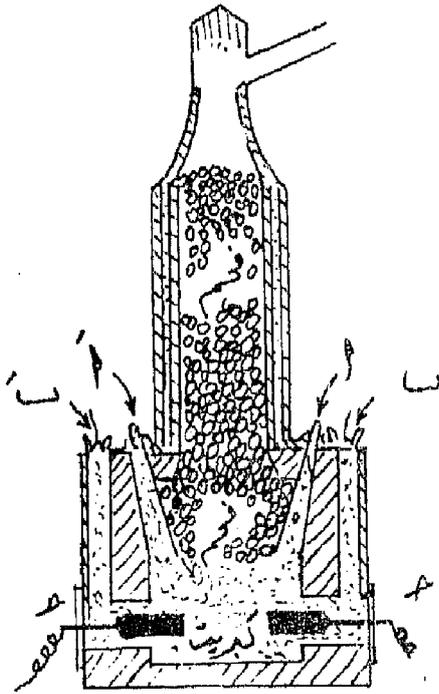


وليس من السهل تحضيره في المعمل وهو مادة هامة في التجارة .

تحضيره في الصناعة

يسخن الفحم في معوجات رأسية من الحديد الزهر أو الفخار موضوعة في فرن . تذيب حرارة الفرن الكبريت ، الموضوع في أناء بالقرب من قاعدة المعوجة ، ويرتفع بخار الكبريت خلال الفحم المسخن للأحمرار فيتكون ثاني كبريتيد كربون يتصاعد إلى القمة في صورة بخار يتكثف في مكشفات طويلة (طولها ١٠ أمتار) .

وقد استبدلت المعوجات بأفران كهربائية ، ففي طريقة (تايلور - Taylor)



(شكل ٤٣)

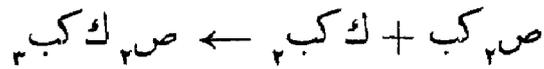
فرن (تايلور) لتحضير ثاني كبريتيد الكربون

الكهربائية يملأ فرن أسطواناني إرتفاعه ١٣ مترا تقريبا وقطره حوالي خمسة أمتار بفحم الكوك كما هو مبين في (شكل ٤٣) . يحدد فحم الكوك من فتحتين (١ ، ٢) والكبريت من الفتحتين (ب ، ٣) . ومثبت بالقرب من قاعدة الفرن قطبين يمر فيهما تيار كهربائي متغير alternating current . تذيب حرارة الفرن الكبريت الموضوع على أرضيته ، فتصاعد أبخرة الكبريت وتمرر خلال فحم الكوك بتكوين ثاني كبريتيد كربون .

تتصاعد أبخرة ثاني الكبريتيد إلى قمة القرن وتخرج من فتحة جانبية بالقرب من القمة إلى مكشفات طويلة حيث يتكثف فيها . وتعتبر الطريقة الكهربائية هذه طريقة مستمرة عملياً ولا تفقد فيها الحرارة كطريقة المعوجات السابق ذكرها .

كبريتيد الكربون سائل عديم اللون ذو رائحة مميزة غير كريهة عندما يكون نقياً ، كشافته ١,٢٩٢ في درجة صفر ، يغلي في درجة ٤٦° ، قليل الذوبان جداً في الماء ، ويزوب في الكحول والأثير . وهو يذيب كثيراً من المواد مثل اليود والكبريت والفوسفور والمطاط والمواد الدهنية .

يشتمل ثاني كبريتيد الكربون بسهولة ويحترق بلهب أزرق مكوناً ثاني أكسيد كربون وثاني أكسيد كبريت :- (ك ك ب + ٣ ا ← ك ا + ٢ ك ب) ، ويشتمل مخلوط من بخاره مع الأكسيجين بنسبة ١ : ٣ يحدث انفجار شديد . يشبه ثاني كبريتيد الكربون ثاني أكسيد الكربون في التركيب وفي بعض الخواص ، فيتحد مثلاً مع كبريتيدات المعادن القلوية بتكوين مركبات تشبه الكربونات تسمى بالثيو كربونات :-



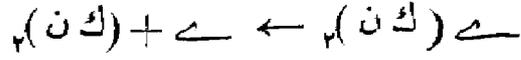
وتتكون هذه المركبات أيضاً بفعل كبريتيد الكربون في أيدروكسيدات القلويات :-

٣ ك ك ب + ٦ ب ا د ← ٢ ب ب ك ك ب + ب ب ك ا + ٣ ب ب ا
يستعمل ثاني كبريتيد الكربون كذيب لاستخراج المواد الدهنية والزيوت العطرية ، وفي صناعة المطاط ، وكطهر في مقاومة أمراض النباتات .

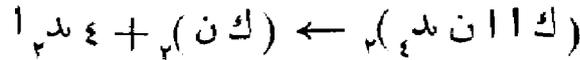
السيانوجين

اكتشف (جاي - لوساك) السيانوجين [(ك ن)] سنة ١٨١٤ ، وأشار إلى تشابه هذا المركب بالهالوجينات من حيث خواصه وخواص مركبانه .

يحضر السيانوجين بتسخين سيانيد الزئبق المحفف تماما (١) :-



أو بتسخين اكسلات الأمونيوم مع خامس أكسيد أو خامس كلوريد الفوسفور أو مواد أخرى تزوع منها الماء :-



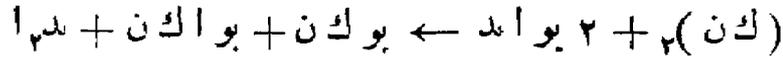
السيانوجين غاز عديم اللون ، ذو رائحة تشبه رائحة (ب د ك ن) ويحدث التهاباً في الأغشية المخاطية ، كثافته ١,٨٠٦ في درجة صفر ، يذوب في الماء ، ويشتعل بلهب قرمزي يتكون نتروجين وثاني أكسيد كربون . وتعتبر التفاعلات الآتية عن بعض خواصه الكيميائية :-

(ا) يتحد بالأيديروجين في درجة ٥٠٠° بتكوين (ب د ك ن)

(ب) يشتعل انصوديوم والهوتاسيوم الساخنان في السيانوجين بتكوين

سيانيدات .

(ح) يتفاعل مع محاليل القلويات في الدرجة الاعتيادية :-



(١) لمنع تكوين مركبات أخرى مثل حامض الأيدروسيانيك والامونيا وثاني أكسيد الكربون .