

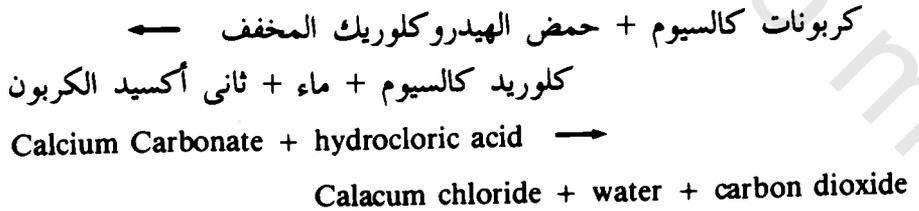
غاز ثانى أكسيد الكربون Carbon dioxide

[١١ - ١] أهميته فى الحياة :

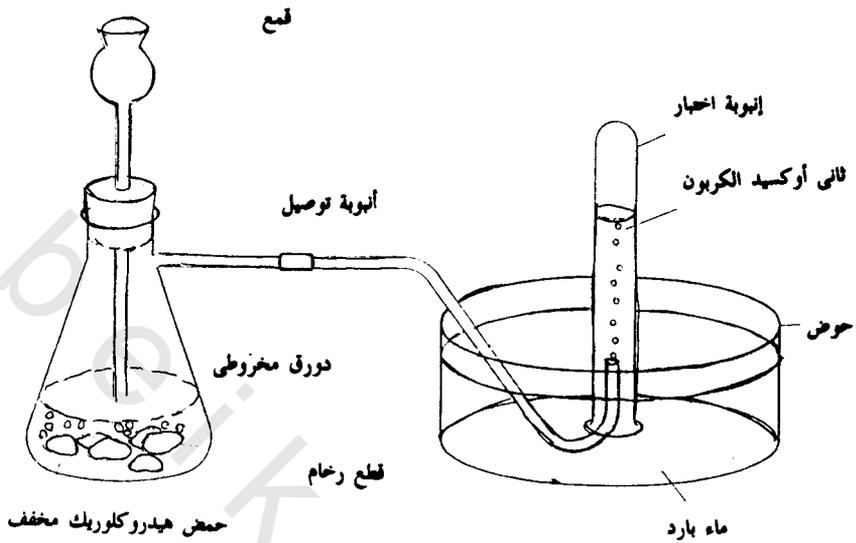
يعتبر غاز ثانى أوكسيد الكربون ، فى غاية الأهمية فلولا وجود هذا الغاز بالجو لإنعدام الغذاء اللازم للكائنات الحية ولا نعدم الأوكسجين وبالتالي تنعدم الحياة تماماً على الأرض .
وهو يتواجد فى الهواء الجوى بنسبة قليلة تبلغ ٠,٠٣ ٪ وبالرغم من قلته إلا أنه يعتبر عنصراً هاماً فى عملية التمثيل الضوئى للنباتات حيث يقوم النبات بامتصاص ثانى أوكسيد الكربون من الجو ويُطلق غاز الأوكسجين .

[١١ - ٢] تحضيره فى المعمل :

يمكن تحضير غاز ثانى أوكسيد الكربون فى المعمل طبقاً للتفاعل بين كربونات أى فلز مع أى حامض ، إلا أنه عملياً ، لا يُستخدم إلا كربونات الكالسيوم فى هذه العملية ، حيث تُستخدم قطع صغيرة من الرخام وحمض الهيدروكلوريك المخفف ، حيث يتصاعد الغاز فى هذه الحالة بمعدل ملائم ولفترة طويلة .



ويوضح شكل (١١ - ١) جهازاً لتحضير وتجميع غاز ثانى أوكسيد الكربون .



شكل (١١ - ١)
تحضير غاز ثاني أكسيد الكربون في المعمل

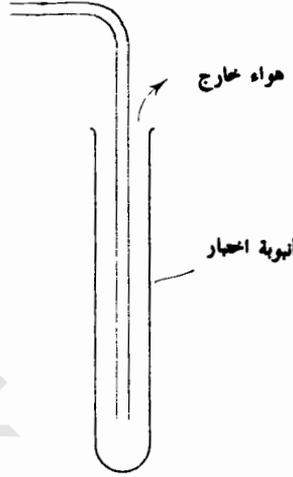
وبالرغم من أن ثاني أكسيد الكربون يذوب في جميع المياه الطبيعية ، فإن تجميع الغاز فوق سطح الماء يعتبر طريقة غير ملائمة لجمع الغاز .
ثم ننتظر قليلاً حتى يطرد الغاز المتكون الهواء من داخل إنبوبة الاختبار وإنبوبة التوصيل .

ويمكن جمع الغاز بطريقة : الإزاحة لأسفل (أو طرد الهواء لأعلى) .
downward delivery of upward displacement of air

لأنه أثقل من الهواء

انظر الرسم شكل (١١ - ٢) .

ثاني أكسيد الكربون



شكل (١١ - ٢)

جمع غاز ثاني أكسيد الكربون بالإزاحة لأسفل downward delivery

حيث يتجه غاز ثاني أكسيد الكربون الأثقل إلى قاع الأنبوبة .
وحيث إن الغاز عديم اللون فإنه من الصعب تحديد عملية إنتهاء إمتلاء الأنبوبة
بالغاز .

وإذا كان المطلوب هو جمع غاز ثاني أكسيد الكربون الجاف فإنه يمكن تحفيفه
بإمراره خلال حمض الكبريتيك المركز ولا تستخدم المحففات القلوية كالصودا
الكارية أو الجير الصودي وذلك لأن الغاز يتفاعل معها كما يمكن تحفيفه بإمراره
على كلوريد كالسيوم لامائي .

كما وأنه لا يجوز استخدام حمض الكبريتيك في تحضير الغاز وذلك لأن من
نواتج تفاعله مع الرخام ، ينتج كبريتات الكالسيوم التي لا تذوب في الماء بالإضافة

إلى أنها تحيط بسطح الرخام فتوقف استمرار التفاعل بعد فترة حيث تمنع وصول الحمض إلى سطح الرخام ويوجد متحداً مع بعض الصخور مثل الحجر الجيري . $CaCO_3$ Limestone

□ تحضيره باستخدام جهاز كب في معمل المدرسة :

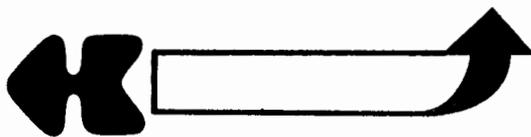
من الأفضل استخدام جهاز كب لتحضير غاز ثاني أكسيد الكربون وذلك عندما يكون مطلوباً بكميات كبيرة أو على فترات متقطعة .
ويُفيد الجهاز في التحكم في التفاعل لتنظيم خروج الغاز .

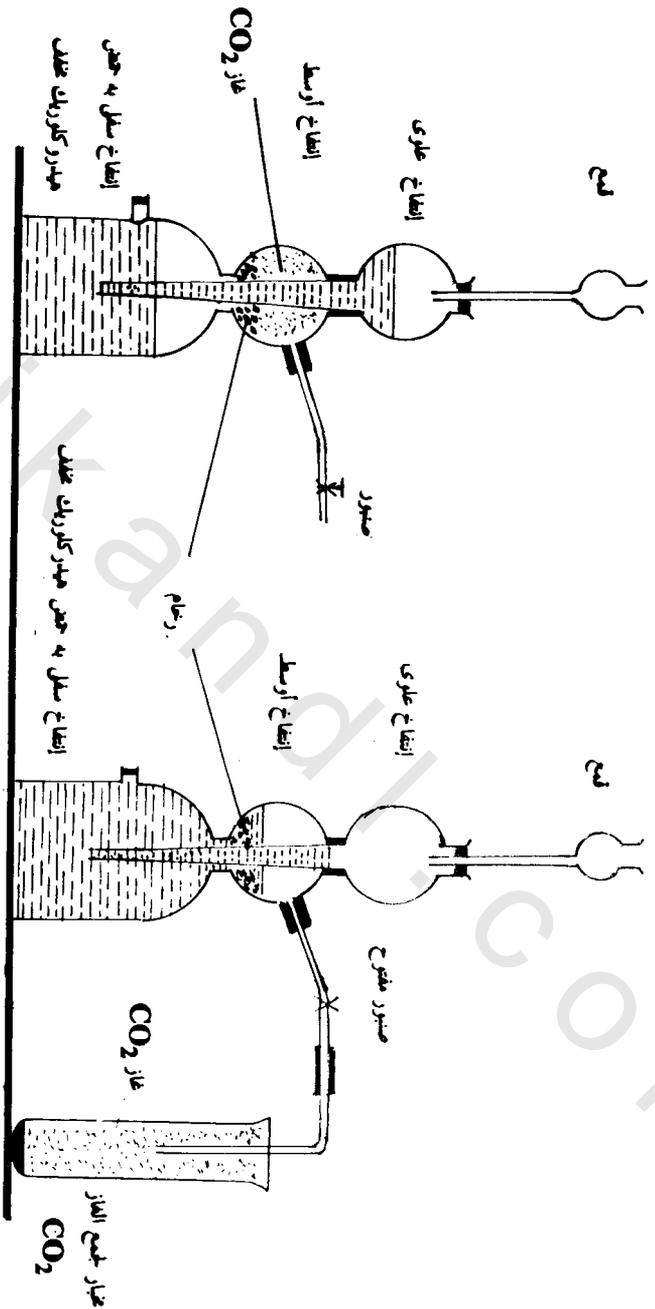
حيث يتم وضع كربونات الكالسيوم (الرخام) في الانتفاخ الأوسط بالجهاز ويتم صب الحامض حتى يملأ الانتفاخ السفلي عن طريق الانتفاخ العلوي ويرتفع الحامض إلى أن يصل إلى الانتفاخ الأوسط .

ثم يبدأ في التفاعل مع الرخام فيتسرب غاز ثاني أكسيد الكربون من الصنبور المتصل بأنبوبة التوصيل عند فتحه .

كما في شكل (١١ - ٣) - أ

أما إذا تم غلق الصنبور فإن الضغط يزداد في الانتفاخ الأوسط بتأثير انحباس الغاز مع استمرار التفاعل ويؤدي هذا الضغط إلى هبوط الحامض إلى الانتفاخ السفلي وصعوده بالأنبوبة الموصلة للانتفاخ العلوي كما في شكل (١١ - ٣) - ب ، حيث يزيد مستواه في الانتفاخ العلوي .





شكل (١١ - ٣) (أ) (ب)
 تحضير غاز CO_2 باستخدام جهاز "كبي"
 في معمل المدرسة

وبمجرد ابتعاد الحامض عن الرخام في الانتفاخ الأوسط فإن التفاعل يتوقف
كما في شكل (١١ - ٣) - ب .

□ تحضير غاز ثنائي أوكسيد الكربون تجارياً :

يتم ذلك بتسخين الحجر الجيري والذي رمزه الكيميائي CaCO_3



ويتم جمع الغاز وضغطه حتى إسالته ثم يحفظ في خزانات بينما المنتج الثاني لهذه العملية هو أوكسيد الكالسيوم والذي يعرف بالجير الحى أو الكلس الغير مطفى quicklime فهو مطلوب تجارياً .

ويعتبر ثاني أوكسيد الكربون منتج ثانوى أثناء صناعات التخمر fermentation وتضاف يومياً إلى كمية ثاني أوكسيد الكربون بالجو كميات ضخمة من هذا الغاز والتي تنشأ من عمليات احتراق الكربون والمواد الحاوية للكربون Carbonaceous materials بالأوكسجين الجوى .

وهو يستخدم في عمل المياه الغازية وفي صناعة ماء الصودا كما أنه يستخدم في عمليات التبريد وذلك بتحويله إلى سائل بالضغط والتبريد ويستخدم في عمليات التبريد في صورة ثلج جاف كما سيرد فيما بعد .

[١١ - ٣] خواصه الفيزيائية :

هو غاز شفاف عديم اللون عند درجة حرارة الغرفة وليس له رائحة وهو غاز ثقيل نسبياً أى أثقل من الهواء ، ولاذع الطعم .

فإذا ما تم تبريد هذا الغاز إلى درجة حرارة $- 79,9^\circ\text{C}$ فإنه يتكثف مباشرة إلى جسم صلب ويعرف ثاني أوكسيد الكربون الصلب بالثلج الجاف dryice .

وهذا الثلج الجاف يتحول رأساً إلى غاز بمجرد تسخينه وتعرف هذه الظاهرة بالتسامى Sublimation ويجب أن يضغط هذا الغاز إلى ضغط يعادل ٥,٢ ضغط جوى على الأقل قبل تحويله إلى سائل .

وقبل هذا الضغط فإن درجة تجمد ثاني أكسيد الكربون تعادل حوالى
-٥٦,٦° م .

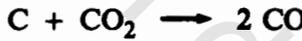
ووزنه الجزيئى هو ٤٤ ونقطة انصهاره هى ٢١٦,٦° كلفن (عند ضغط
جوى = ٥,٢) .

كما وأن نقطة غليانه هى ١٩٤,٧° كلفن وتبلغ كثافته ١,٩٧٧ كجم/م^٣
(الهواء الجوى كثافته = ١,٢٩٣ كجم/م^٣) .

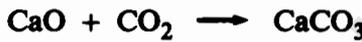
وهو حمضى التأثير على عباد الشمس حيث أنه يجعل ورقة عباد الشمس الزرقاء
تحمّر .

[١١ - ٤] خواصه الكيميائية :

يعتبر غاز ثانى أكسيد الكربون من الغازات المستقرة جداً (مركب مستقر)
ولا يحترق ولا يساعد على الاحتراق ويمكن اختزاله فى درجات الحرارة العالية
إلى أول أكسيد الكربون CO وذلك بالكربون الساخن .



وهو يتحد مع الأكاسيد ومع هيدروكسيدات المعادن النشطة مكوناً
الكربونات :



وهو يذوب فى الماء ويتحد معه مكوناً محلول حمضى التأثير على عباد الشمس
وهو حمض الكربونيك وهو ضعيف الثبات حتى فى درجات الحرارة العالية :

ثانى أكسيد الكربون + ماء ← حمض الكربونيك



وقد استغلت ظاهرة أن هذا الغاز لا يشتعل ولا يساعد على الاشتعال فى إطفاء
الحرائق بواسطة مطفأة الحريق Fire extinguishers حيث يتم إبعاد الغاز بسرعة

كبيرة عند اللزوم وذلك بواسطة التفاعل فيما بين حمض الكبريتيك وبيكربونات الصوديوم .

وفيما يلي ملخص لأهم التفاعلات الكيميائية لهذا الغاز :

(١) ثاني أكسيد الكربون + مغنسيوم مشتعل \leftarrow أكسيد مغنسيوم + كربون

(٢) ثاني أكسيد الكربون + صودا كاوية \leftarrow كربونات صوديوم + ماء

(هيدروكسيد صوديوم)

(٣) ثاني أكسيد الكربون + ماء جير \leftarrow كربونات كالسيوم + ماء

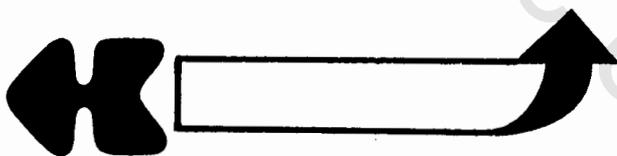
(هيدروكسيد كالسيوم)

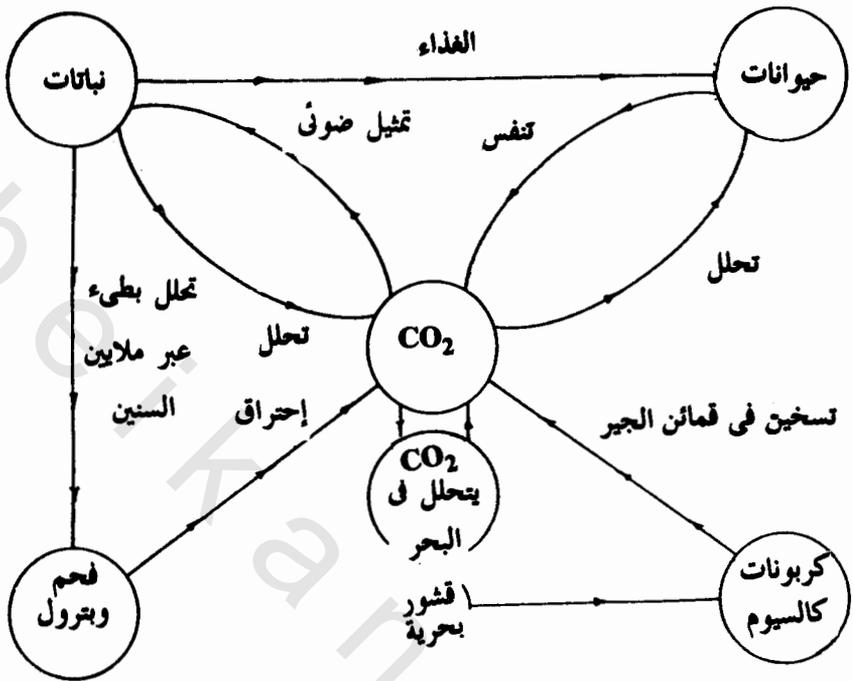
(٤) ثاني أكسيد الكربون + كربونا كالسيوم + ماء \leftarrow بيكربونات كالسيوم

(٥) ثاني أكسيد الكربون + كربونات صوديوم + ماء \leftarrow بيكربونات صوديوم

[١١ - ٥] دورة الكربون Carbon Cycle :

يتضح من شكل (١١ - ٤) ، طرق تكون واستهلاك غاز ثاني أكسيد الكربون في الطبيعة.





شكل (١١ - ٤)
دورة الكربون في الطبيعة

[١١ - ٦] خلاصة :

يتم تحضير غاز ثاني أوكسيد الكربون في المعمل بتفاعل قطع صغيرة من الرخام (كربونات الكالسيوم) وحمض الهيدوركلوريك ويتم جمع الغاز فوق الماء .

وأفضل اختبار على وجود الغاز هي استغلال الخاصية التالية يتعكر ماء الجير

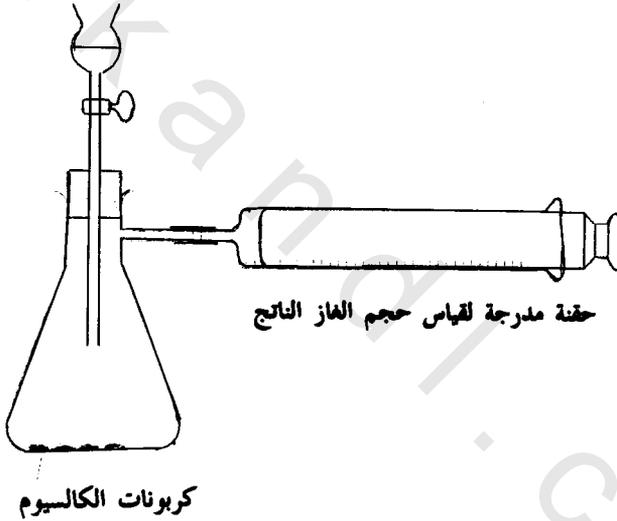
عند إمرار ثاني أكسيد الكربون به وذلك تكون كربونات الكالسيوم غير الذائبة في الماء (راسب أبيض) .

ثاني أكسيد الكربون + ماء الجير (هيدروكسيد الكالسيوم)
← كربونات الكالسيوم + ماء

[٧ - ١١] تدريبات :

[١] قام أحمد بعمل تجربة مستخدماً الجهاز المبين في الشكل (١١ - ٥) :

حمض الهيدروكلوريك



شكل (١١ - ٥)

جهاز (أحمد) لتجميع غاز CO_2

حيث قام بإضافة حمض الهيدروكلوريك إلى ٠,٤ جرام من قطع الرخام الصغيرة في الدورق .

وقام بتسجيل حجم الغاز المتجمع في (الحقنة) ، كل نصف دقيقة وكانت

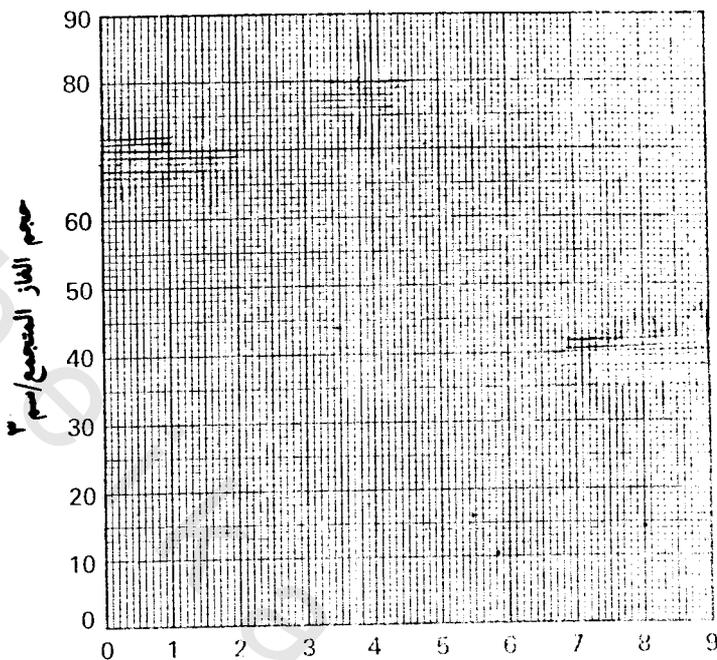
نتائجه كما هو موضح بالجدول التالي ، جدول (١١ - ١) .

حجم الغاز المجموع بـ سم ^٣	الوقت بالدقائق
صفر	صفر
١٦	١
١٣	٢
٤٢	١
٥٤	٢
٦٢	٢
٦٨	٣
٧٣	٣
٧٦	٤
٧٩	٤
٨٢	٥
٨٣	٥
٨٥	٦
٨٦	٦
٨٧	٧
٨٨	٧
٨٨	٨
٨٨	٨
٨٨	٩

جدول (١١ - ١)

والآن قم بتسجيل هذه البيانات على ورق مربعات كما هو موضح بشكل

(١١ - ٦) .



الزمن (دقائق)

شكل (١١ - ٦)

قم بتوقيع النقاط المسجلة بجدول (١١ - ١)

ثم قم برسم منحنى ، ماراً بنقطة الأصل والنقاط المسجلة . ثم أجب عن الأسئلة التالية :

(أ) ما هو حجم غاز ثاني أكسيد الكربون المتجمع بعد ٧٥ ثانية ؟

(ب) بعد كم من الوقت بالدقائق يكتمل التفاعل ؟

ثم قام أحمد بتكرار التجربة مستخدماً ٠,٤ جم من مسحوق كربونات

الكالسيوم وكانت النتائج كما هو موضح بجدول (١١ - ٢) .

الوقت بالدقائق	حجم الغاز المتجمع بـ سم ³
صفر	صفر
٦٠	$\frac{1}{2}$
٨٨	$\frac{1}{2}$
٨٨	$1 \frac{1}{2}$
٨٨	$\frac{1}{2}$
٨٨	$\frac{1}{2}$

(ج) ما الذي يمكن استنتاجه من هذا التفاعل مقارنة بالتفاعل السابق ، ثم علل الفروق بينهما ؟

