تجربة بسيطة لتوضيح تأثير تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون على درجة حرارة الغلاف الجوي للأرض

أحمد س. اعويطيل [2],محمد س. الليد[1], علي م. الحويج[2]
(1) الأكاديمية الليبية, (2) مركز البحوث النووية
mohamed_ellid@yahoo.com

ملخص

إن الهذف من هذه الدراسة هوا قاتراج تجربة بسيطة لتوضيح تأثيرتركيز غازات البيوت الزجاجية على الغلاف الجوي. لضمان تماثل جميع الظروف مع الأختلاف فقط في تركيز ثاني اكسيد الكربون، تم استخدام ثلاثة قارورات بحجم لتر ونصف لكل منهما، وثلاثة ترمومترات، واربعة علب من مشروب الكوكولا. حيث كانت النتائج على الوجه التالي.

إن درجة الحرارة في القارورتان التي احتوت على ثاني اكسيد الكربون تبدأ في الأرتفاع أسرع من تلك التي تحتوي على اكسجين ونيتروجين (هواء جوي) فقط، وإن القارورة التي تحتوي على تركيز أعلى من ثاني اكسيد الكربون ترتفع أسرع من كليهما. عند ما تصل درجة الحرارة إلى الاستقرار، فإن درجة الحرارة في القارورة الثانية التي تحتوي على ثاني اكسيد الكربون تكون اعلى من القارورة الأولى بدرجتين تقريبا، وأما القارورة التي يكون فيها تركيز ثاني اكسيد الكربون الضعف، فإن درجة الحرارة تكون أعلى بأربعة درجات عن تلك التي تحتوي اكسجين ونيترجين فقط.

مقدمة:

يحتوي الغلاف الجوي على العديد من الغازات والمواد التي تختلف في الخواص الكيميائية والفيزيائية، هذه المواد توجد بنسب مختلفة على أبعاد مختلفة من سطح الأرض. حيث تشير معظم الدراسات إلى أن سبب وجود هذه الغازات في الغلاف الجوي راجع إلى التاريخ الجيولوجي لنشأة المجموعة الشمسية. حيث تشير النظريات الحديثة إنه في البداية نعتقد إن المجموعة الشمسية كانت عبارة عن سحابة دخانية أو ما يعرف بالسديم في حالة دوران حول المجرة, ونتيجة لأنفجار أحد النجوم القريبة تكونت موجات الصدمة التي أدت إلى تجاذب جزيئات الغبارلتكون الشمس وكواكب المجموعة الشمسية, حيث كونت المواد الثقيلة الكره الأرضية أما الغازات فانتشرت مكونة غلاف حول الكرة الأرضية منجذبة إليه بفعل الجاذبية[2-1].أما الأكسجين الذي ينعدم وجوده في أغلفة الكواكب الأخرى فيعتقد أن مصدره الأساسي هي النباتات وبعض النظريات تفترض أنه تكون نتيجة بيكتريا قديمة .

بكل تأكيد كلنا يعرف أن الغلاف الجوي الحالي يحتوي على 78% نيتروجين و21% أكسجين و1% ارجون بالإضافة إلى ذلك فإنه توجد كميات بسيطة من مزيج ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء وكذلك كميات لا تذكر من غاز النيون والهليوم والكربتون والهيدروجين.

في الوقت الحاضر فإن قشرة الأرض تتجدد والبراكين تدفع بكميات لا بأس بها من بخار الماء، وثاني أكسيد الكربون، والنيتروجين، وثاني أكسيد الكبريت، وكلوريد الهيدروجين وبعض الغازات الأخرى غير المرغوبة والتي يتم أطلاقها في الجو. لقد تم اقتراح أن CO_2 يتصرف وكأنه مصيدة للأشعة تحت حمراء. وبذلك فإن زيادة محتويات CO_2 في الغلاف الجوي

سوف يعمل على تدفئة الأرض[3] , هذا يعني زيادة أكثر لبخار الماء في الهواء(كلما كان الهواء أدفأ فإنه سوف يحتوي على ماء أكثر) والذي يعمل على تدفئة الغلاف الجوي أكثر. كذلك بزيادة الارتفاع في درجة الحرارة، فإن سائل الماء يستطيع أن يحتوي على كمية أقل من غاز CO_2 في المحلول أي زيادة أكثر في تركيز CO_2 في الهواء.

وبما يعرف"بنموذج الدورة العامة" للغلاف الجوي والذي يدمج المحيط أيضاً قد تم وضعها في قولباً عن طريق التحاليل لكل من Manabe and Wetherald سنة 1967 [4]. والتي تشير بمضاعفة CO_2 سوف يسبب في العموم إلى زيادة متوسط درجة الحرارة من 2 إلى 3 درجات مئوية, بارتفاع في درجة الحرارة من 8 إلى 10 درجات مئوية بالقرب من الأقطاب.

في هذه الورقة سوف نصف تجربة بسيطة لتوضيح تأثير غاز البيوت الزجاجية والبخصوص غاز ثاني أكسيد الكربون الموجود في الغلاف الجوي على ظاهرت الأحتباس الحراري, وماذا يحدث في حالة زيادة تركيز هذا الغاز؟

النظرية:

يمكن استخدام المعادلة التالية [5] لتقدير التغير في درجة الحرارة نتيجة تغير بسيط وكافي في تركيز ثاني اكسيد الكربون xCO2 ،

حيث
$$\delta T = \frac{1}{4}\frac{T_0}{(1-x)^{5/4}}\delta x_{CO_2} = \frac{1}{4}\frac{T^5}{T_0^4}\delta x_{CO_2} \approx 117\delta x_{CO_2} K \ldots\ldots(1)$$

$$\delta x_{CO_2} \equiv \delta(\Delta l)/\sigma_{SB}T^4, \; T_0 = 255K \text{ و } T = 288K$$

حيث $\delta(\Delta l)$ هو التغير في الشدة المعترضة الناتجة من التغير في تركيز ثاني اكسيد الكربون (n). هذا المقدار يعرف CO_2 "قوة الإشعاع المماثل"، والذي تم تقديره حالياً [5] $5.35\ln(n/n_0)W/m^2$ ، عند مضاعفة التركيز أي $n=2n_0$ تصبح هذه القيمة $3.71W/m^2$. وبالتعويض بهذه المعلومات مع $\sigma_{SB}T^4 = 390W/m^2$ ، نتحصل على $\delta x_{CO_2} = 9.51x10^{-3}$ ، باستخدام معادلة (1) نتحصل على $\delta T = 1.1K$ عند مضاعفة ثاني اكسيد الكربون، في العادة هذا المقدار يعرف "بحساسية الطقس" في غياب التأثيرات الرجعية.

الجزء العملي:

لأجراء هذه التجربة نحتاج إلى الأدوات التالية, ثلاثة قارورات بلاستك شفافة حجم لتر ونصف, ثلاثة ترمومترات, ثلاثة مطاطات لقفل القارورات, أربعة علب مشروب كوكولا, قدح مفتوح الفوة, قمع, وساعة إيقاف شكل (1).

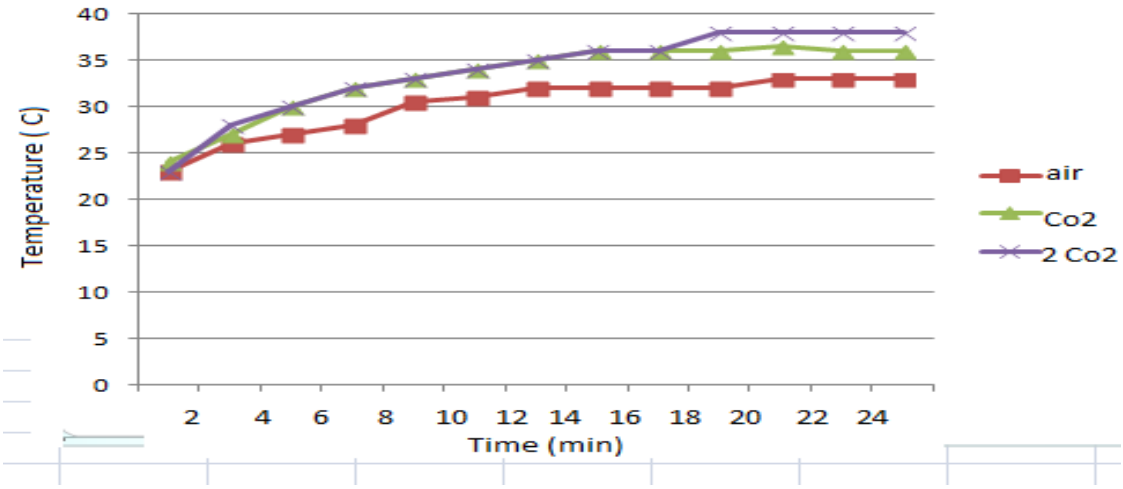
شكل(1) يوضح الأدوات التي تم استخدامها في هذه التجربة

إن الفكرة من إجراء هذه الدراسة هو توضيح تأثير غازات البيوت الزجاجية وبالتحديد غاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي لكوكب الأرض عن طريق خلق ثلاثة بيئات مثماثلة في كل شيء باستثناء احدهم تحتوي على ثاني أكسيد الكربون، أما الثانية فإن تركيز ثاني اكسيد الكربون يكون تقريبا ضعف الأولى, بينما الثالثة تحتوي على غلاف جوي من الأكسجين والنيتروجين فقط , حيث تم استخدام مشروب الكوكولا وذلك حسب الخطوات التالية.

1. نبدأ بسكب احد علب مشروب الكوكولا في القدح المفتوح وتحريكه لمدة لاتقل على دقيقتين لتخلص من الكربونات، بعد ذلك يتم صب المشروب في أحدى القارورات، بينما يتم صب احد علب الكوكولا مباشرة في القارورة الثانية, وعلبتين في القارورة الثالثة.
2. يتم وضع الثلاثة ترمومترارت في كوب به ماء بارد لكي نضمن ان القرأة الأولى لثلاثة ترمومترات متماثلة.
3. يتم رج القارورات وهي مفتوحة وذلك لضمان ان الضغط الجوي في الثلاثة قارورات مثماثل.
4. الخطوة التالية هو وضع القارورات الثلاثة جنبا إلى جنب مباشرة لأشعة الشمس (مع وضع المطاطات والترمومترات في فتحة القارورات), كما هو موضح في شكل(1) , وتسجيل درجات الحرارة لفترة من الزمن حتى تستقر درجة الحرارة, في العادة ما يقرب من 20 دقيقة.
5. يتم رسم العلاقة بين درجة الحرارة والزمن.

النتائج والمناقشة:

برسم النتائج المتحصل عليها في التجربة السابقة في شكل(2), والذي يوضح إن القارورة التي تحتوي على غلاف جوي أكسجين_ ونيتروجين(القارورة الأولى على اليمين) درجة حرارتها أقل من القارورتين التي بهما ثاني اكسيد الكربون , كذلك نلاحظ ان القارورة التي تحتوي على تركيز أعلى لثاني اكسيد الكربون(القاروة الثالثة على اليسار) تكون درجة حرارتها أعلى تقريبا بدرجتين مقارنة بالقارورة الوسطى التي تحتوي على تركيز اقل لغاز ثاني اكسيد الكربون. وهذا يتفق مع ما تتوقعة النظرية، وبعض . [4,6]الدراسات السابقة



شكل (2) يوضح النتائج المتحصل عليها لتغير درجة الحرارة مع الزمن لثلاثة قارورات, اللون الأحمر الخاص بالقارورة التي تحتوي على هواء جوي, اللون الأخضر القارورة التي تم إضافة ثاني اكسيد الكربون, اللون الأزرق القرورة التي يكون فيها تركيز ثاني اكسيد الكربون تقريبا ضعف القارورة الثانية

الأستنتاج:

نستنتج من هذه الدراسة إن درجة الحرارة في القارورتان التي احتوت على ثاني اكسيد الكربون تبدأ في الأرتفاع اسرع من تلك التي تحتوي على اكسجين ونيتروجين (هواء جوي), وإن القارورة التي تحتوي على تركيز أعلى من ثاني اكسيد الكربون ترتفع اسرع من كليهما. عند ما تصل درجة الحرارة إلى الأستقرار, فإن درجة الحرارة في القارورة الثانية التي تحتوي على ثاني اكسيد الكربون تكون اعلى من القارورة الأولى بدرجتين تقريبا, وأما القارورة التي يكون فيها تركيز ثاني اكسيد الكربون أعلى, فإن درجة الحرارة تكن أعلى بأربعة درجات عن تلك التي تحتوي اكسجين ونيترجين فقط.

المراجع

1. A.V.Byalko ,Atmospherics, Alook at the Earth's airy shell ,the physical
2. http://upload.wikimedia.org/wikipedia .
3. 3.https://www.photonics.com/Articles/Infrared_Spectral_Selection_It_Begins_with_the/a25132.
4. Manabe, S. and R. T. Wetherald, 1975:" The Effects of Doubling the CO2 Concentration on the climate of a General Circulation Model". *J. Atmos. Sci.*, **32**, 3–15.
5. D . J. Wilson , and J. G . Banacloche , Simple model to estimate the contribution of tmospheric$CO_2$to the earth's greenhouse effect ,Am.j.phys (2012).
6. 6.C.F.Keating " ASimple Experiment to Demonstrate the Effects of Greenhouse Gases". physics teacher,45,378 (September2007).