

طبقات الغلاف الجوى

الدرس الأول

الغلاف الجوى	غلاف غازى يدور مع الأرض حول محورها ويمتد بارتفاع حوالى ١٠٠٠ كم فوق سطح البحر
الضغط الجوى	هو وزن عمود من الهواء مساحة مقطعة وحدة المساحات وطوله هو ارتفاع الغلاف الجوى.
الضغط الجوى المعتاد	الضغط الجوى عند مستوى سطح البحر يساوى (٧٦ سم زئبق) وهو ما يعادل (١٠١٣,٢٥) مللى بار.

قياس الضغط الجوى المعتاد:

الأدوات	الخطوات	الشكل التوضيحي	الملاحظة
حوض زجاجى - زئبق مسطرة ١ متر - قمع - أنبوبة زجاجية مساحة مقطعتها (١ سم ٢) وارتفاعها ١ متر - غطاء	(١) املا الحوض إلى منتصفه بالزئبق. (٢) إملاء الأنبوبة إلى حافتها بالزئبق وغطها بالغطاء. (٣) أقلب الأنبوبة وضع فوهتها فى حوض الزئبقى ثم ارفع الغطاء.		طول عمود الزئبق فى الأنبوبة الزجاجية يصل إلى ٧٦ سم.
الاستنتاج	الضغط الجوى المعتاد يساوى وزن عمود من الزئبق مساحة مقطعة ١ سم ٢ وارتفاعه ٧٦ سم.		

تدريب: ما قيمة الضغط بالمللى بار عند قمة أحد الجبال إذا كانت قراءة البارومتر فى هذا الموضع ٧٢ سم زئبق؟

الحل: ٧٦ سم زئبق تعادل ١٠١٣,٢٥ مللى بار

٧٢ سم زئبق تعادل س مللى بار

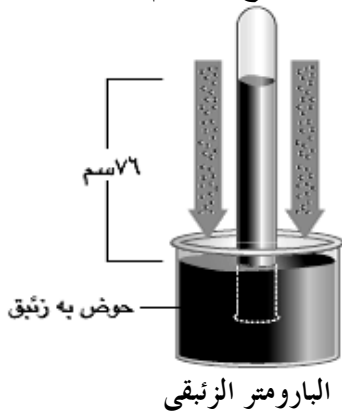
$$\frac{1013.25 \times 72}{76} = 959.92 \text{ مللى بار}$$

أجهزة قياس الضغط الجوى:

يقاس الضغط الجوى بأجهزة تعرف بالبارومترات ومنها :

- البارومتر الزئبقى - البارومتر المعدنى - البارومتر المسجل (الباروجراف)

اختلاف الضغط الجوى باختلاف الارتفاع عن سطح البحر:



الخطوات	الشكل التوضيحي	الملاحظة	الاستنتاج
١- كون ٣ كرات من الصلصال. ٢- ضع كرات الصلصال بين رقائق البلاستيك والكتب.		- يتغير شكل كرات الصلصال نتيجة الضغط عليها. - التغير فى شكل الصلصال السفلى يكون كبيراً بينما يكون التغير طفيفاً فى الكرة العلوية.	كلما زاد (ضغط) الكتب تبعاً لزيادة عددها (ارتفاعها) يزداد التغير فى شكل قطع الصلصال وب نفس الكيفية : يزداد الضغط الجوى بزيادة طول عمود الهواء .

ملحوظات هامة:

١- يزداد الضغط الجوى بالانخفاض عن مستوى سطح البحر لزيادة طول عمود الهواء الجوى.

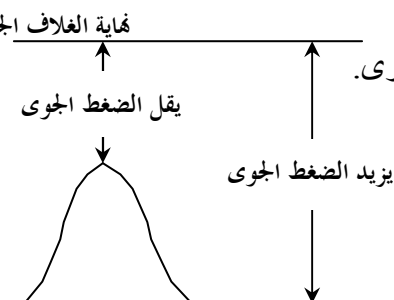
٢- يقل الضغط الجوى بالارتفاع عن مستوى سطح البحر لنقص طول عمود الهواء الجوى.

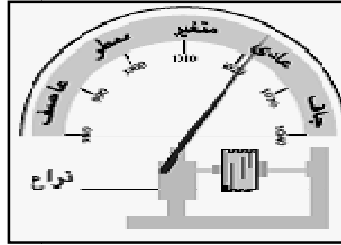
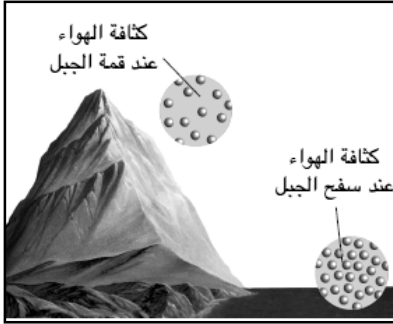
٣- ٥٠% من وزن الهواء الجوى يتواجد فى المنطقة ما بين سطح البحر وحتى ارتفاع

(٣ كم) فى حين يتواجد ٩٠% منه حتى ارتفاع (١٦ كم) فوق سطح البحر.

٤- كثافة الهواء تقل بالارتفاع فوق مستوى سطح البحر لذلك كثافة الهواء عند قمة الجبل

أقل من كثافته عند السفح.





خرائط الضغط الجوى: يستفاد منها فى تحديد اتجاه الرياح. جهاز الأنرويد

الأهمية	الجهاز
تحديد ارتفاع تحليق الطائرات بمعلومية الضغط الجوى	جهاز الألتيمتر
معرفة طقس اليوم المحتمل بدلالة الضغط الجوى	جهاز الأنرويد

الخطوط المنحنية التى تصل بين نقاط الضغط المتساوى فى خرائط الضغط.

الأيزوبار

- يرمز لمركز مناطق الضغط الجوى المرتفع بالرمز H بينما يرمز لمركز مناطق الضغط الجوى المنخفض بالرمز L حيث تنتقل الرياح من مناطق الضغط المرتفع إلى مناطق الضغط المنخفض.

طبقات الغلاف الجوى

يقسم الغلاف الجوى تبعاً للتغيرات الحادثة فى الضغط الجوى ودرجات الحرارة إلى أربعة طبقات ابتداء من سطح الأرض هى :

١- التروبوسفير ٢- الستراتوسفير ٣- الميزوسفير ٤- الثرموسفير

ملحوظات هامة:

- ١- المنطقة الفاصلة بين التروبوسفير والستراتوسفير تسمى التروبوبوز.
- ٢- المنطقة الفاصلة بين الستراتوسفير والميزوسفير تسمى الستراتوبوز.
- ٣- المنطقة الفاصلة بين الميزوسفير و الثرموسفير تسمى الميزوبوز.

قوانين هامة على التغيرات الحرارية الحادثة فى طبقة التروبوسفير:

- ١- تنخفض درجة الحرارة بمعدل $6,5^{\circ}\text{C}$ كلما ارتفعنا ١ كم فوق سطح البحر.
- ٢- مقدار الانخفاض فى درجة الحرارة = مقدار الارتفاع (كم) $\times 6,5$
- ٣- درجة الحرارة عند سفح جبل = درجة الحرارة عند القمة + مقدار الانخفاض فى درجة الحرارة
- ٤- درجة الحرارة عند قمة الجبل = درجة الحرارة عند السفح - مقدار الانخفاض فى درجة الحرارة

تدريب: إذا كانت درجة الحرارة عند سفح أعلى مرتفعات جبال إيفرست هى $20,6^{\circ}\text{C}$ فكم تبلغ عند قمته التى ترتفع عن الأرض بمقدار ٨٨٦٢ م؟

الحل: الارتفاع بالكيلومتر = $\frac{8862}{1000} = 8,862$ كم

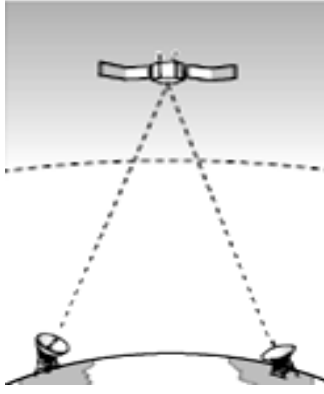
مقدار الانخفاض فى درجة الحرارة = الارتفاع بالكم $\times 6,5$

$$= 8,862 \times 6,5 = 57,6^{\circ}\text{C}$$

درجة الحرارة عند قمة الجبل = درجة الحرارة عند السفح - مقدار الانخفاض فى درجة الحرارة

$$= 20,6 - 57,6 = -37^{\circ}\text{C}$$

الطبقة	١- التروبوسفير	٢- الستراتوسفير	٣- الميزوسفير	٤- الثرموسفير
الترتيب	الطبقة الأولى	الطبقة الثانية	الطبقة الثالثة	الطبقة الرابعة
معنى الاسم	الطبقة المضطربة لحدوث معظم الانقلابات الجوية فيها	تسمى بالغلاف الجوى الأوزونى لاحتوائها على معظم غاز الأوزون الموجود بالغلاف الجوى.	الطبقة المتوسطة لأنها تحتل موقعاً متوسطاً بين طبقات الغلاف الجوى .	الطبقة الحرارية لأنها أسخن طبقات الغلاف الجوى.
السمك	تمتد من سطح البحر وحتى (التروبوبوز) بسمك حوالى ١٣ كم .	تمتد من التروبوبوز (١٣ كم فوق سطح البحر) وحتى الستراتوبوز (٥٠ كم) بسمك حوالى ٣٧ كم.	تمتد من الستراتوبوز (٥٠ كم) فوق سطح البحر إلى الميزوبوز (٨٥ كم) بسمك حوالى ٣٥ كم.	تمتد من الميزوبوز وحتى ارتفاع ٦٧٥ بسمك حوالى ٥٩٠ كم.
درجة الحرارة	تقل درجات الحرارة فيها بالارتفاع لأعلى بمعدل ٦,٥ درجة لكل ١ كم حتى تصل إلى أقل قيمة لها(- ٦٠°م) عند التروبوبوز.	تثبت درجة الحرارة فى الجزء السفلى فيها عند - ٦٠° ثم تزداد تدريجياً بالارتفاع لأعلى حتى تصل عند نهايتها إلى درجة الصفر المئوى ويرجع ذلك لوجود طبقة الأوزون بالجزء العلوى منها التى تمتص الأشعة فوق بنفسجية الصادرة من الشمس.	تتناقص فيها درجات الحرارة بمعدل كبير بالارتفاع لأعلى حتى تصل عند نهايتها إلى - ٩٠° م	تزداد فيها درجات الحرارة بمعدل كبير بالارتفاع لأعلى حتى تصل إلى حوالى ١٢٠٠°م.
الضغط	يقل الضغط كلما ارتفعنا لأعلى ويصل عند نهايتها إلى ٠,١ من قيمة الضغط الجوى المعتاد.	يقل فيها الضغط الجوى كلما ارتفعنا لأعلى ويصل عند نهايتها إلى (٠,٠٠١) من قيمة الضغط الجوى المعتاد عند سطح البحر.	يصل الضغط فى نهايتها إلى حوالى ٠,٠١ مللى بار.	
مميزاتها	١- تحتوى على حوالى ٧٥% من كتلة الغلاف الجوى لذلك تحدث بها كافة الظواهر الجوية كالأمطار والرياح والسحب وغيرها التى تتكون منها الطقس ويبنى عليها المناخ وهو ما يؤثر بشكل عام على نشاط الكائنات الحية . ٢- تحتوى على حوالى ٩٩% من بخار ماء الهواء الجوى وهو ما ينظم درجة حرارة الأرض. ٣- حركة الهواء فيها رأسية حيث تتصاعد التيارات الهوائية الساخنة لأعلى وتهبط التيارات الباردة لأسفل.	١- تحتوى على معظم غاز الأوزون الموجود بالغلاف الجوى على ارتفاع (٢٠ : ٤٠ كم) فوق سطح البحر. ٢- الجزء السفلى منها خالى من الغيوم والاضطرابات الجوية ويتحرك الهواء فيها افقياً لذلك تعتبر هذه المنطقة مناسبة لتحليق الطائرات.	١- طبقة شديدة التخلخل وذلك لاحتوائها على كميات محدودة من غازى الهيليوم والهيدروجين فقط. ٢- تتكون فيها الشهب نتيجة لاحتكاكها بجزيئات الهواء	١- يحتوى الجزء العلوى منها على أيونات مشحونة ويمتد وجود هذه الايونات حتى (٧٠٠ كم) فوق سطح البحر فيما يعرف بالأيونوسفير ٢- يقوم الأيونوسفير بدور هام فى الاتصالات اللاسلكية والبت الإذاعى حيث ينعكس عليها موجات الراديو التى تنبثها مراكز الاتصالات أو محطات الإذاعة.



ملحوظات هامة:

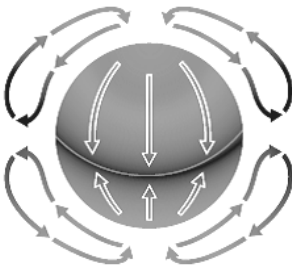
١- يندمج الغلاف الجوى بالفضاء الخارجى فى منطقة تعرف باسم الأكسوسفير تسبح فيها الأقمار الصناعية والتي تستخدم فى الاتصالات والبث التليفزيونى عبر القارات وكذلك فى التعرف على الطقس.

٢- يحاط الأيونوسفير بحزامين مغناطيسيين يعرفان باسم (حزامى فان آلين) يقومان بدور هام فى تشتيت الإشعاعات الكونية الضارة بعيدا عن الأرض وهو ما يسبب فى نفس الوقت حدوث ظاهرة (الشفق القطبى أو الأورورا) والتي تظهر على هيئة ستائر ضوئية مبهرة من القطبين الشمالى والجنوبى للأرض.

دور الأقمار الصناعية فى الاتصالات اللاسلكية



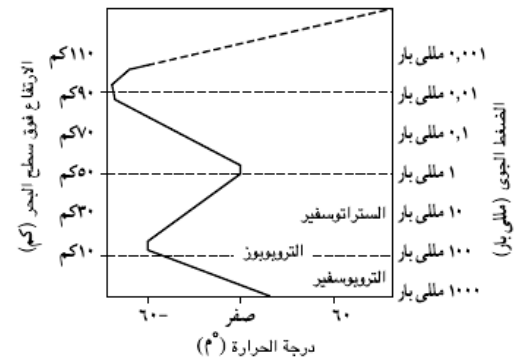
حزامى فان آلين



التيارات الهوائية فى التروبوسفير

الأيونوسفير	طبقة تحتوى على أيونات مشحونة تقوم بدور هام فى الاتصالات اللاسلكية والبث الإذاعى.
الأكسوسفير	المنطقة التى يندمج فيها الغلاف الجوى بالفضاء الخارجى.
حزامى فان آلين	حزامان مغناطيسيان يقومان بدور هام فى تشتيت الإشعاعات الكونية الضارة بعيدا عن الأرض.
الشفق القطبى (الأورورا)	ستائر ضوئية مبهرة ترى من القطبين الشمالى والجنوبى للأرض.

العلاقة البيانية بين الارتفاع و الضغط الجوى فى طبقات الغلاف الجوى:



أهم التعليلات:

- ١- يقل الضغط الجوى بالارتفاع عن سطح البحر؟
لنقص طول (وزن) عمود الهواء الجوى.
- ٢- هبوب الرياح ؟ لاختلاف الضغط الجوى من منطقة لأخرى على سطح الأرض.
- ٣- تسمى الطبقة الأولى من طبقات الغلاف الجوى بالتروبوسفير؟
لأنها طبقة مضطربة تحدث بها معظم التقلبات الجوية.
- ٤- طبقة التروبوسفير تعمل على تنظيم درجة حرارة الأرض ؟
لأنها تحتوى على حوالى ٩٩% من بخار الماء الموجود فى الغلاف الجوى.
- ٥- تحدث كافة الظواهر الجوية فى طبقة التروبوسفير؟
لاحتوائها على ٧٥% من كتلة الغلاف الجوى لذلك تحدث فيها كافة الظواهر المتعلقة بالطقس والمناخ كالأمتار والرياح والسحب.
- ٦- انخفاض درجة الحرارة فى هضبة المقطم مقارنة بباقي مناطق القاهرة؟
لأن درجة الحرارة تنخفض كلما ارتفعنا عن سطح البحر.
- ٧- ترتفع درجة الحرارة فى الجزء العلوى من طبقة الستراتوسفير؟

لوجود طبقة الأوزون بالجزء العلوى منها والتي تمتص الأشعة فوق بنفسجية الصادرة من الشمس.

٨- تسمى طبقة الستراتوسفير بالغلاف الجوى الأوزونى؟

لاحتوائها على معظم غاز الأوزون الموجود بالغلاف الجوى.

٩- الجزء السفلى من الستراتوسفير مناسب لتحليق الطائرات؟

لأنه خالى من الغيوم والاضطرابات الجوية ويتحرك الهواء فيه أفقياً.

١٠- الميزوسفير طبقة شديدة التخلخل؟

لاحتوائها على كميات محدودة من غازى الهيليوم والهيدروجين.

١١- تحترق الشهب فى طبقة الميزوسفير بينما لا تحترق سفن الفضاء؟

تحترق الشهب لاحتكاكها بجزئيات الهواء بينما لا تحترق سفن الفضاء أثناء مرورها فى طبقة الميزوسفير لأن

مقدمتها المخروطية تشتت الحرارة وذليلها مصنوع من مادة عازلة.

١٢- سمى الطبقة الرابعة من الغلاف الجوى بالثرموسفير؟

لأنها أسخن طبقات الغلاف الجوى.

١٣- يطلق على الجزء العلوى من الثرموسفير اسم الأيونوسفير؟

لاحتوائه على أيونات مشحونة.

١٤- أهمية الأيونوسفير بالنسبة للمحطات الإذاعية؟

تتعرض عليها موجات الراديو التى تبثها مراكز الاتصالات أو محطات الإذاعة.

١٥- أهمية حزامى فان ألين (حدوث ظاهرة الشفق القطبى) ؟

بسبب تشتيت الإشعاعات الكونية المشحونة الصادرة بعيداً عن سطح الأرض.

تآكل طبقة الأوزون وارتفاع درجة حرارة الأرض

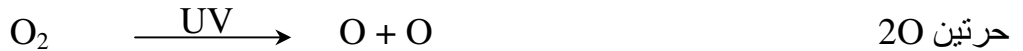
الدرس
الثانى

هناك ظاهرتين من أخطر التهديدات التى تواجه كوكب الأرض منذ منتصف القرن العشرين هما:
١- ظاهرة تآكل طبقة الأوزون .
٢- ظاهرة الاحترار العالمى.

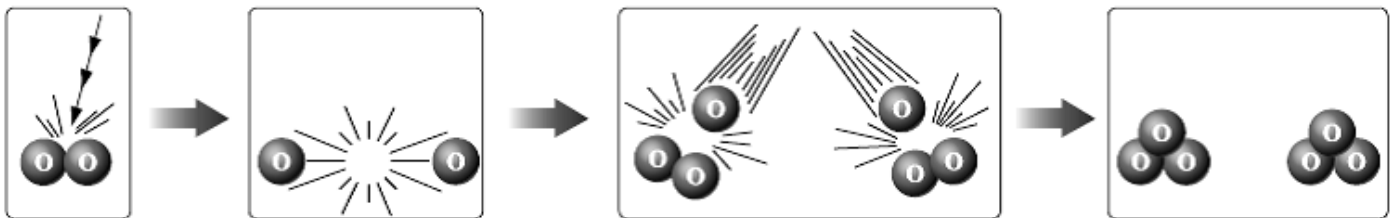
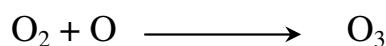
أولاً: ظاهرة تآكل طبقة الأوزون

تركيب طبقة الأوزون: تتكون طبقة الأوزون من غاز الأوزون O_3 والذي يتكون على خطوتين:

١- تنكسر الرابطة من جزئ الأكسجين O_2 عند امتصاصه للأشعة فوق بنفسجية (UV) فيتحول إلى ذرتين أكسجين



٢- تتحد كل ذرة أكسجين حرة مع جزئ أكسجين آخر مكونة جزئ أوزون O_3



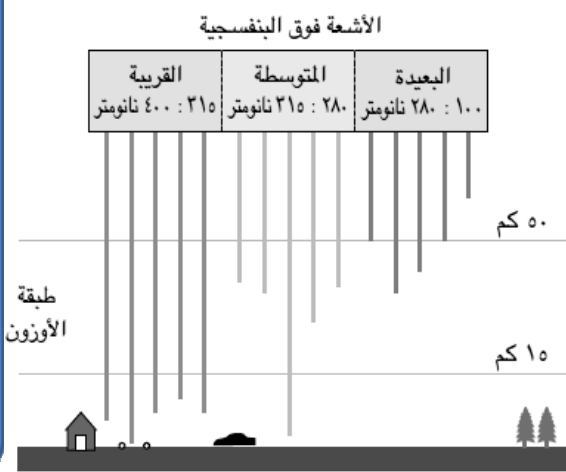
ملحوظة هامة: الأوزون غاز لونه أزرق شاحب وله رائحة مميزة يمكن ملاحظتها بالقرب من الأجهزة التى تحتوى على أنابيب تفريغ كهربى مثل (التلفزيون وماكينات التصوير الضوئى) .

موقع طبقة الأوزون:

تتكون طبقة الأوزون على ارتفاع يتراوح ما بين (٢٠ : ٤٠ كم) فوق سطح البحر فى طبقة الستراتوسفير (علل) لأنها أول طبقة من طبقات الغلاف تقابل الأشعة فوق البنفسجية الصادرة من الشمس وتكون بها كمية مناسبة من غاز الأكسجين.

أهمية طبقة الأوزون:

تصنف الأشعة فوق البنفسجية إلى ثلاث أنواع تختلف عن بعضها من حيث الطول الموجى والتأثير وهى:



١- الأشعة فوق البنفسجية البعيدة	٢- الأشعة فوق البنفسجية المتوسطة	٣- الأشعة فوق البنفسجية القريبة
طولها الموجى ٢٨٠ : ١٠٠	طولها الموجى ٣١٥ : ٢٨٠	طولها الموجى ٤٠٠ : ٣١٥
لا تتنفذ بنسبة ١٠٠%	لا تتنفذ بنسبة ٩٥%	تتنفذ بنسبة ١٠٠%

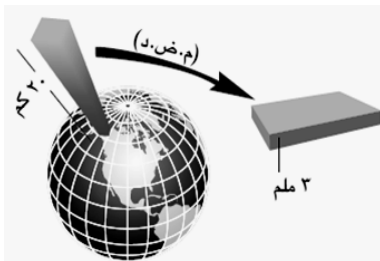
تمنع طبقة الأوزون نفاذ الأشعة فوق البنفسجية البعيدة ومعظم الأشعة المتوسطة لما لها من أضرار بالغة. لهذا يقال أن طبقة الأوزون تعمل كدرع واقٍ للكائنات الحية من الآثار الكيميائية الضارة للأشعة فوق البنفسجية.

التأثيرات الضارة للأشعة فوق البنفسجية البعيدة والمتوسطة:

الإنسان	<ul style="list-style-type: none"> زيادة معدلات الإصابة بمرض سرطان الجلد. اعتام عدسة العين (الكتاركتا). ضعف المناعة.
البرمائيات	<ul style="list-style-type: none"> موت البيض . نقص معدلات التكاثر.
الأحياء البحرية	<ul style="list-style-type: none"> موت البلاكتون الذى تتغذى عليه الكائنات البحرية الصغيرة. تدمير السلاسل الغذائية البحرية.
النباتات الأرضية	<ul style="list-style-type: none"> اختلال عملية البناء الضوئى. نقص إنتاج المحاصيل.

ملحوظة هامة:

الأشعة فوق البنفسجية القريبة من الطول الموجى للضوء المرئى تتنفذ من الغلاف الجوى للأرض وتعمل على تخليق فيتامين (د) فى أجسام الأطفال حديثى الولادة.

تآكل طبقة الأوزون:

يختلف كل من الضغط الجوى ودرجة الحرارة عند طبقة الأوزون عنها على سطح الأرض - وقد افترض العالم الإنجليزي (دوبسون) أن سمك طبقة الأوزون يكون ٣ ملم فقط لو كانت سمك طبقة الأوزون فى م . ض . د واقعة تحت ظروف الضغط الجوى المعتاد ودرجة الصفر المئوى أو ما يعرف بمعدل الضغط ودرجة الحرارة (م.ض.د) - وبناء على ذلك افترض أن كمية الأوزون الطبيعية تعادل ٣٠٠ وحدة دوبسون (Du)

درجة الأوزون فى منطقة التآكل

كمية الأوزون الطبيعية

= نسبة التآكل فى طبقة الأوزون

تدريب: ما نسبة التآكل في طبقة الأوزون في إحدى المناطق إذا علمت أن درجة الأوزون فيها ١٥٠ دوسون.

$$\text{نسبة التآكل في طبقة الأوزون} = \frac{\text{درجة الأوزون في منطقة التآكل}}{\text{كمية الأوزون الطبيعية}} = \frac{150}{300} = \frac{1}{2} \text{ كمية الأوزون}$$

ملحوظة هامة:

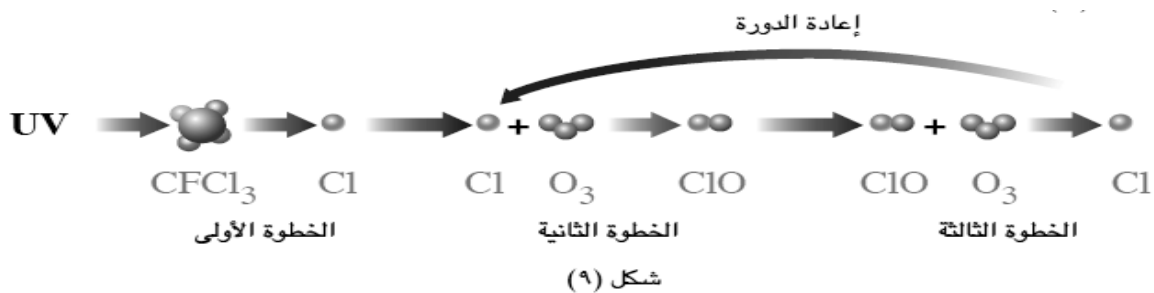
يلاحظ العلماء منذ عام ١٩٧٨ م وجود تآكل في طبقة الأوزون فوق منطقة القطب الجنوبي يعرف بـ ثقب الأوزون ويزداد في شهر سبتمبر من كل عام (علل)
وذلك نتيجة لتجمع الملوثات في صورة سحب سوداء تدفعها الرياح بشكل طبيعي في هذا التوقيت فوق منطقة القطب الجنوبي مما يزيد من معدل تآكل طبقة الأوزون.

ملوثات طبقة الأوزون:

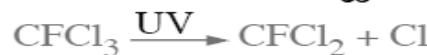
ملوثات طبقة الأوزون	استخداماتها
١- مركبات الكلوروفلور وكربون (CFC) «المعروفة باسم الفريونات»	<ul style="list-style-type: none"> • كمادة مبردة في أجهزة التبريد. • كمادة دافعة لرداذ الأيروسولات. • كمادة نافخة في صناعة عبوات الفوم. • كمادة مذيبة في تنظيف الدوائر الإلكترونية.
٢- غاز بروميد الميثيل	الذي يستخدم كمبيد حشري لحماية مخزون المحاصيل الزراعية.
٣- الهالونات	تستخدم في إطفاء الحرائق.
٤- أكاسيد النيتروجين	التي تنتج من احتراق وقود الطائرات الأسرع من الصوت (الكونكورد).

أثر مركبات (CFC) على طبقة الأوزون:

يتم تآكل طبقة الأوزون بواسطة مركبات الكلوروفلوروكربون (CFC) على ثلاثة خطوات هي :



الخطوة الأولى : تحطم الأشعة فوق البنفسجية (UV) جزيئات مركبات الكلوروفلوروكربون CFCl_3 فتتحرر ذرات الكلور النشطة Cl



الخطوة الثانية : تتفاعل ذرات الكلور النشطة مع جزيئات من غاز الأوزون O_3 مكونة جزيئات أول أكسيد الكلور ClO



الخطوة الثالثة : يتفاعل أول أكسيد الكلور الناتج مع جزيئات أوزون أخرى فتتحرر ذرات كلور نشطة أخرى، تقوم بدورها بتحطيم المزيد من غاز الأوزون.



ملحوظات هامة:

- ١- كل ذرة كلور نشطة Cl تدمر حوالى 1×10^5 جزئ أوزون O_3 .
- ٢- عبارة (NON- CFC) التى تكتب على عبوات المبيدات الحشرية المنزلية يقصد بها أن هذه المنتجات لا يدخل فى صناعتها مركبات كلورفلوروكربون.

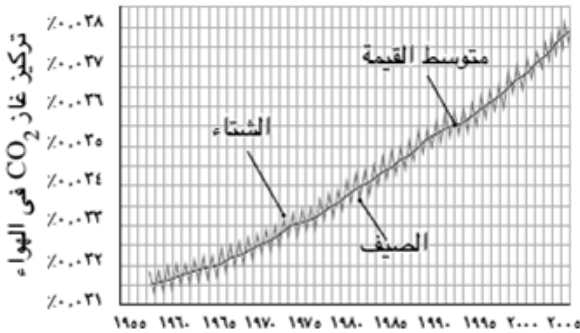
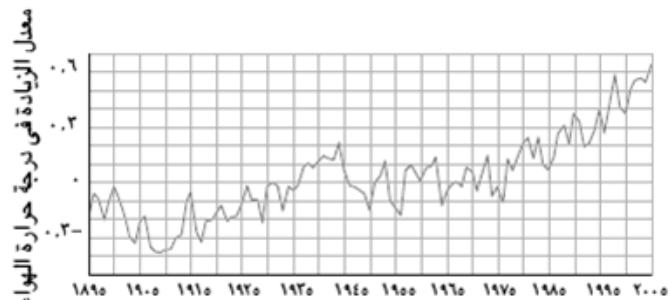
المحافظة على طبقة الأوزون:

- عقد مؤتمر عالمى فى ١٦/٩/١٩٨٧ م بمدينة مونتريال بكندا لمناقشة كيفية المحافظة على طبقة الأوزون واتخاذ الإجراءات المناسبة لحل هذه القضية.
- وتوصلوا إلى مجموعة من التوصيات عرفت باسم (بروتوكول مونتريال) والتى وقعت عليه ١٩١ دولة منها:
- ١- ضرورة خفض إنتاج مركبات الكلوروفلوروكربون وإيجاد البدائل الآمنة بيئياً.
 - ٢- وقف إنتاج طائرات الكونكورد الأسرع من الصوت التى تؤثر عوادمها على طبقة الأوزون.
- يحتفل العالم فى السادس عشر من شهر سبتمبر من كل عام بيوم الأوزون تذكراً لانعقاد مؤتمر مونتريال بكندا.
- تم تعديل بروتوكول مونتريال فى لندن عام ١٩٩٠ م بشكل يلزم الدول بمنع إنتاج وتداول مركبات الكلوروفلوروكربون حتى يسمح لها بتصدير منتجاتها وقد تم بالفعل خفض انتاج هذه المركبات.

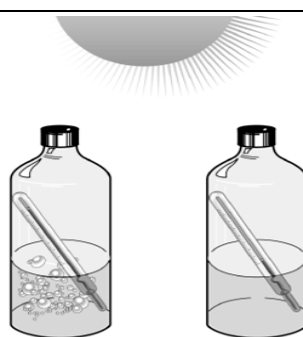
ثانياً: ظاهرة الاحترار العالمى

الاحترار العالمى الارتفاع المستمر فى متوسط درجة حرارة الهواء القريب من سطح الأرض.

أظهرت أبحاث الهيئة العالمية للتغيرات المناخية IPCC التابعة للأمم المتحدة حدوث ارتفاع مستمر فى متوسط درجة حرارة الهواء القريب من سطح الأرض فيما يعرف بظاهرة (الاحترار العالمى) والتى تسببها عملية الاحتباس الحرارى. العلاقة بين نسبة غاز ثانى أكسيد الكربون فى الغلاف الجوى ودرجة حرارة الأرض:

ارتفاع تركيز غاز CO_2 فى الغلاف الجوى

ارتفاع درجة حرارة كوكب الأرض

الأدوات	الخطوات	الشكل التوضيحي	الملاحظة
زجاجتا مياه غازية فارغة - مسحوق بيكرينونات الصوديوم - ترمومتران - مئويان - خل - ماء	١- ضع مقدار من الماء فى الزجاجاة الأولى ومقداراً مساوياً من الخل فى الزجاجاة الثانية. ٢- ضع ترمومتر فى كل زجاجاة. ٣- ضع مسحوق بيكرينونات الصوديوم فى الزجاجاة الثانية وأغلقها جيداً بالغطاء للاحتفاظ بغاز ثانى أكسيد الكربون المتصاعد ٤- ضع الزجاجتين فى مكان مشمس		ترتفع درجة الحرارة فى الزجاجاة الثانية (الخل) بمقدار أكبر من الزجاجاة الأولى.

الاستنتاج

ارتفاع تركيز غاز ثانى أكسيد فى جو الزجاجاة أدى إلى ارتفاع درجة الحرارة

وبنفس الكيفية ترتفع درجة حرارة كوكب الأرض منذ عام ١٩٣٥ م بتأثير زيادة الغازات الدفيئة فى الغلاف الجوى والتي تنتج من احتراق الوقود الحفرى وقطع وحرق أشجار الغابات.

أهم الغازات الدفيئة:

- ١- غاز ثانى أكسيد الكربون CO_2 الذى ازدادت نسبته فى الغلاف الجوى إلى ٠,٠٣٨ % فى عام ٢٠٠٥ بعد أن كانت نسبته المعروفة ٠,٠٣١ % .
- ٢- مركبات الكلورفلور وكربون (CFC) •
- ٣- غاز الميثان CH_4
- ٤- بخار الماء H_2O
- ٥- أكسيد النيتروز N_2O

تفسير ظاهرة الاحتباس الحرارى (أثر الصوبة الزجاجية):

- عندما ترتفع كثافة الغازات الدفيئة يقوم الغلاف الجوى بدور مشابه لدور الزجاج فى الصوبات الزجاجية حيث يسمح بمرور أشعة الضوء المرئى والأشعة ذات الأطوال الموجبة القصيرة الصادرة من الشمس والتي تمتصها الأرض بما عليها من أجسام وتعيد إشعاعها فى صورة أشعة تحت حمراء لا تستطيع النفاذ من الغلاف الجوى للأرض بسبب كبر طولها الموجى.
- تحتبس هذه الأشعة فى طبقة التروبوسفير مسببة ارتفاع فى درجة حرارة كوكب الأرض بسبب تأثيرها الحرارى فيما يعرف بظاهرة الاحتباس الحرارى أو (أثر الصوبة الزجاجية).

الاحتباس الحرارى

احتباس الأشعة تحت الحمراء فى التروبوسفير نتيجة لارتفاع الغازات الدفيئة.

الآثار السلبية المترتبة على ظاهرة الاحتباس الحرارى:

- ١- ذوبان جليد القطبين الشمالى والجنوبى: يؤدى إلى ارتفاع مستوى سطح البحار والمحيطات وهو ما يهدد اختفاء بعض المناطق الساحلية وانقراض بعض الحيوانات القطبية كالدب القطبى وفيل البحر.
- ٢- تغيرات مناخية حادة: من مظاهرها تكرار حدوث الأعاصير الاستوائية كإعصار كاترينيا عام ٢٠٠٥ م – والفيضانات المدمرة وموجات الجفاف – وحرائق الغابات.

ملحوظة هامة:

دعت الآثار المدمرة إلى توقيع ممثلى ١٦٠ دولة فى مدينة كيوتو باليابان عام ١٩٩٧ م على اتفاقية كيوتو التى اقترحت تخفيض نسبة الانبعاثات الضارة بالبيئة عن طريق الحد من استهلاك الوقود الحفرى والبحث عن بدائل اخرى للطاقة صديقة للبيئة.

علل الغازات الدفيئة نعمة تكاد تتحول إلى نقمة؟

الغازات الدفيئة نعمة فلولاها لانخفضت درجة حرارة الأرض إلى - ١٨ م وقد تصبح نقمة لأن زيادة تركيزها فى الغلاف الجوى سوف يؤدى إلى كوارث بيئية.