

فيزياء الجو

د. انتهاء الجبوري

الكورس الاكاديمي الثاني 2022-2023



الفصل الاول

مقدمة

1.1 مفاهيم اساسية

الغلاف الجوي: هو طبقة من الغازات التي تحيط بجسم مادي له كتلة كافية.

فيزياء الجو: احد فروع علوم الجو الذي يدرس جميع الظواهر الفيزيائية في الغلاف الجوي.

كيمياء الجو: احد فروع علوم الجو يتم فيه دراسة كيمياء الغلاف الجوي للأرض وكيمياء الكواكب الأخرى.

علوم الجو: هو علم تطبيقي جديد نسبياً يهتم ببنية وتطور الغلاف الجوي للكواكب ومجموعة واسعة من الظواهر التي تحدث داخله.

علم الارصاد الجوية: هو العلم الذي يتعامل مع الغلاف الجوي وظواهره بما في ذلك الطقس والمناخ.

2.1 تركيب الغلاف الجوي للأرض

الغلاف الجوي للأرض (Atmosphere) هو غلاف غير مرئي يتكون من عدد من الغازات التي تحيط بكوكب الأرض، حيث يتكوّن من مزيج من الأوكسجين والنيتروجين بنسبة تصل إلى 99%، أما ما تبقى وهو 1% فهو مزيج من غازات ثاني أكسيد الكربون، والأركون، والهيليوم، والنيون، وغيرها من الغازات، إضافة إلى بخار الماء، والغبار، وتقع 98% من كتلة الغلاف الجوي على ارتفاع 30 كم من سطح الأرض. وتختلف الكواكب والأقمار الأخرى من حيث امتلاكها للغلاف الجوي، حيث يمتلك بعضها غلّافاً جويّاً بمكوّنات تختلف تماماً عن كوكب الأرض، في حين يفتقر بعضها الآخر لوجوده أصلاً.

جدول 1.1 تركيب الغلاف الجوي القريب من سطح الارض

Gas	Volume mixing ratio	Molar mass	Distribution
Nitrogen, N ₂	0.78	28.02	Well-mixed
Oxygen, O ₂	0.21	32.00	Well-mixed
Carbon dioxide, CO ₂	386 ppmv	44.01	Well-mixed
Water vapour, H ₂ O	≈ 0.03	18.02	Maximum in troposphere
Ozone, O ₃	≈ 10 ppmv	48.00	Maximum in stratosphere
Argon, Ar	0.0093	39.95	Well-mixed

3.1 مراحل تكون الغلاف الجوي للأرض

تكوّن الغلاف الجوّي للأرض على عدّة مراحل يمكن تلخيصها على النحو الآتي:

1. مرحلة تكوين الغلاف الجوي الأول: تكوّن الغلاف الجوي الأول من غازي الهيليوم (He)، والهيدروجين (H₂)، ويُعدّ هذان الغازان الأكثر ندرة على الأرض مقارنة مع الأماكن الأخرى في الكون، ويرجح أنّهما تبددا في الفضاء نتيجة عدم قدرة جاذبية الأرض المنخفضة على الاحتفاظ بالغازات خفيفة الوزن، وانحراف الغلاف الجوي الأرضي المحمل بهذه الغازات بعيداً بسبب الرياح الشمسية الشديدة.
2. مرحلة تكوين الغلاف الجوّي الثاني: تكوّن الغلاف الجوّي الثاني بشكل رئيسي من الغازات الناتجة عن البراكين، والتي تشبه في تكوينها الغازات التي تخرج من البراكين الحالية، مثل ثاني أكسيد الكربون (CO₂)، وأول أكسيد الكربون (CO)، وبخار الماء (H₂O)، والهيدروجين (H₂)، والنيتروجين (N₂)، والكبريت (S₂)، والكلور (Cl₂)، وثاني أكسيد الكبريت (SO₂)، وبعض المركبات الأخرى، مثل: الأمونيا (NH₃)، والميثان (CH₄) باستثناء الأوكسجين الذي لا يوجد في غازات البراكين.
3. مرحلة إضافة غاز الأوكسجين: تصل نسبة وجود غاز الأوكسجين في الجو في وقتنا الحالي إلى ما يُقارب 21%، في حين أنّها كانت أقل من ذلك بكثير، حيث ساهمت الأشعة فوق البنفسجية بتفكيك جزيئات الماء، مما أدّى إلى زيادة غاز الأوكسجين (O₂) في الجو إلى نسبة (2-1)%، بالإضافة إلى ذلك تشكّل غاز الأوزون (O₃)، الذي يساهم بشكل كبير في حماية الأرض من الأشعة فوق البنفسجية.

4.1 أهمية الغلاف الجوي للأرض

يمتلك الغلاف الجوي أهمية كبرى نظراً إلى دوره البارز في حماية الأرض من العوامل التي قد تسبب تهديداً لها ولعناصرها المادية، أو للكائنات الحية التي تعيش عليها، وتبرز أهمية الغلاف الجوي تبعاً للأمور الآتية:

1. حماية الأرض من الإشعاعات.
2. حماية الأرض من المواد الفضائية.
3. الحفاظ على درجات حرارة الأرض.
4. الحفاظ على دورة مياه الأرض.
5. سماع الأصوات.
6. تكوّن الطقس.
7. تجوية الصخور.
8. الحفاظ على الكائنات الحية.

5.1 طبقات الغلاف الجوي

يتكون الغلاف الجوي من خمس طبقات، ويعتمد تقسيم هذه الطبقات على متوسط درجة الحرارة (التي تتغير مع الضغط والإشعاع)، وحسب ارتفاعاتها عن سطح الأرض:

التروبوسفير (TROPOSPHERE)

الستراتوسفير (STRATOSPHERE)

الميزوسفير (MESOSPHERE)

الثيرموسفير (THERMOSPHERE)

الإكزوسفير (EXOSPHERE)



6.1 الغاز المثالي

الغاز المثالي هو غاز افتراضي يتكون من العديد من الجسيمات النقطية المتحركة بشكل عشوائي التي لا تخضع للتفاعلات بين الجسيمات. الغازات الرئيسية المكونة للغلاف الجوي تخضع جميعها لقانون الغاز المثالي تقريباً أي ان:

$$PV = nRT$$

حيث ان:

P الضغط بوحدة الـ (atm).

V الحجم بوحدة الـ (L).

n مقدار المادة في الغاز بوحدة الـ (moles).

R الثابت العام للغازات (0.0821 atm L / mol °K).

T درجة الحرارة المطلقة بوحدة الـ (Kelvin).

ويسلك الغاز الحقيقي سلوكاً مشابهاً للغاز المثالي اذا توفرت درجة الحرارة العالية والضغط الواطئ. علما ان الهيدروجين والهليوم هما الغازان الاقرب سلوكاً لسلوك الغاز المثالي.

7.1 القوانين الاساسية للغازات

$V \propto 1/P$ or $PV = \text{constant}$	قانون بويل
$V \propto T$ or $V/T = \text{constant}$	قانون شارل
$V \propto n$ or $V/n = \text{constant}$	قانون افوكادرو
$V \propto T/P$ or $PV/T = \text{constant}$	قانون كومبايند

8.1 وحدات مهمة

- 0 °C (273 °K)
- 1 atmosphere (760 mm Hg)
- 1 mole == 22.4 L for an ideal gas at Standard Temperature and Pressure (STP)
- $x \text{ moles} = \frac{\text{actual mass}}{\text{known molar mass}}$
- 1 mole = 22.4 L at STP

مثال 1: احسب الحجم، باللتر، لـ 2.15 moles من غاز الاوكسجين عند درجة حرارة 298 °K وضغط 1.25 atm.

الحل:

$$PV = nRT \quad V = nRT/P$$

$$\frac{(2.15 \text{ moles})(298 \text{ } ^\circ\text{K})(0.0821 \text{ atm L})}{(1.25 \text{ atm})(\text{mole } ^\circ\text{K})} = 42.08 \text{ L}$$

مثال 2: ما هي قيم درجة الحرارة والضغط القياسيين؟

الحل:

Pressure = 1 atm or 760 mmHg

Temperature = 0 °C or 273 Kelvin

مثال 3: كم عدد مولات الغاز الموجودة إذا شغلت عينة معينة 2.94 L مع ضغط ودرجة حرارة 450 torr و 315 °K على التوالي؟

الحل:

$$n = \frac{PV}{RT}$$

$$n = \frac{(450 \text{ torr})(2.94 \text{ L}) \text{ mole } ^\circ\text{K}}{(315 \text{ } ^\circ\text{K})(62.4 \text{ torr L})} = 0.0673 \text{ moles}$$