



دليل الغازات

لمرحلة المناطق

عمر فليطاني، خلوق الاخرس، تيودور زيات
جورج حنا، نتالي بشيش، آلاء السركل

دليل الغازات

الإهداء

إلى والدي العزيز عاصم فليطاني
ووالدتي العزيزة ضحى الفيصل

المقدمة

مرحباً بكم في دليل الغازات، الذي صُمم خصيصاً لطلاب المرحلة الأولى في الأولمبياد العلمي السوري لمادة الكيمياء. يهدف هذا الكتاب إلى تبسيط المفاهيم المتعلقة بالغازات، وشرح القوانين الأساسية بطريقة واضحة وسهلة الفهم. يحتوي الدليل على أمثلة محلولة بعناية، تساعدكم على تطبيق القوانين خطوة بخطوة، وفهم كيفية التعامل مع المسائل المختلفة بثقة.

لقد رُتب المحتوى بحيث يكون مرجعاً عملياً يمكن الرجوع إليه بسهولة أثناء الدراسة، مع التركيز على النقاط الأكثر أهمية واستيعاباً لاحتياجات الطلاب في الأولمبياد. نأمل أن يكون هذا الكتاب رفيقاً لكم، يسهّل دراسة المادة ويزيد حماسكم لاستكشاف عالم الكيمياء الممتع والمليء بالتحديات.

الفهرس

المحتويات:

5.....	قانون بويل
6.....	قانون شارل
7.....	قانون غاي-لوساك
8.....	قانون أفوغادرو
9.....	قانون الغازات العام
9.....	قانون دالتون
9.....	العلاقة بين ضغط الجزئي للغاز والضغط الكلي للغاز في المزيج
10.....	العلاقة بين الكثافة والكتلة المولية
11.....	قانون غراهام في الانتشار والتدفق
12.....	مسائل متنوعة

قانون بويل:

عندما يزداد الضغط المطبق على الغاز ينقص حجمه، و يكون الضغط المطبق مساويا لضغط الغاز، و عدد مولات الغاز يبقى ثابتا.

عند درجة الحرارة الثابتة:

$$PV=\text{const}$$

$$PV=P_1V_1=P_2V_2=\dots\dots\dots=\text{const}$$

التطبيقات اليومية:

المحقنة الطبية: عندما تسحب المكبس إلى الخلف، يقل الضغط فيدخل السائل.

الغوص تحت الماء: كلما نزل الغواص أعمق، يزداد الضغط على الرئتين فيصغر حجم الهواء فيها.

نفخ البالون: عند إدخال هواء أكثر (زيادة الضغط الداخلي) يتمدد البالون و يكبر حجمه.

مسألة:

ينطلق غاز NO_2 من عوادم السيارات و مصانع الأسمدة لدينا عينة من الغاز حجمها L_1 عند الضغط $10^3 \times 5.6 \text{ Pa}$

احسب الحجم عند الضغط $10^4 \times 1.5 \text{ Pa}$

الحل:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$10^3 \times 5.6 \times 1 = 10^4 \times 1.5 \times V_2$$

$$V_2 = \frac{28}{75}$$

قانون شارل:

عند ثبات ضغط الغاز فثبات ضغط الغاز فإن حجمه يتناسب طرديا مع درجة حرارته مقاسة بالكلفن

$$\frac{v}{t} = \text{const}$$

$$\frac{v}{t} = \frac{v1}{t1} = \frac{v2}{t2} = \dots \dots \dots = \text{const}$$

، عندما تزداد درجة الحرارة، تتحرك جزيئات الغاز بسرعة أكبر مما يعني أنها تحتاج إلى حجم أكبر للحفاظ على نفس الضغط.

أما عندما تنخفض درجة الحرارة، فإن طاقة الجزيئات تقل، فينكمش الغاز ويقل حجمه

مسألة 2:

يبلغ حجم عينة غاز 2.58 L عند درجة حرارة 20 C وضغط ثابت, احسب الحجم الذي تشغله هذه العينة عند

40 C

التحويل إلى كلفن:

$$T1 = 20 + 273.15 = 293.15 \text{ K}$$

$$T2 = 40 + 273.15 = 313.15 \text{ K}$$

قانون شارل:

$$V1 / T1 = V2 / T2 \Rightarrow V2 = V1 \times (T2 / T1)$$

التعويض والحساب:

$$V2 = 2.58 \times (313.15 / 293.15) = 2.756... \text{ L}$$

النتيجة بالتقريب إلى رقمين معنويين:

$$V2 \approx 2.76 \text{ L}$$

قانون غاي لوساك:

عند ثبوت حجم الغاز و عدد مولاته فإن ضغط الغاز يتناسب طرديا مع درجة حرارته المطلقة (كلفن).

$$\frac{p}{t} = \text{const}$$

$$\frac{p}{t} = \frac{p_1}{t_1} = \frac{p_2}{t_2} \dots \dots \dots = \text{const}$$

عندما ترتفع درجة حرارة الغاز، تتحرك جزيئاته بسرعة أكبر وتصطدم بجدران الوعاء بقوة وتكرار أكبر، مما يؤدي إلى زيادة الضغط إذا بقي الحجم ثابتاً.

أما إذا انخفضت درجة الحرارة فإن سرعة الجزيئات تقل ويضعف تأثيرها على جدران الوعاء، وبالتالي يقل الضغط.

مسألة 3:

علبة معدنية تحوي غاز البوتان ضغطه 360 kPa عند درجة حرارة 27 c, احسب قيمة الضغط للغاز في العلبة إذا تركت في سيارة و ارتفعت درجة حرارتها إلى 50 C.

الحل:

$$T_1 = 27 + 273.15 = 300.15 \text{ K}$$

$$T_2 = 50 + 273.15 = 323.15 \text{ K}$$

$$P_2 = P_1 \times (T_2 / T_1) \quad P_2 =$$

$$\text{kPa} (300.15 / 323.15) \times 360$$

$$\dots T_2 / T_1 = 1.076628$$

$$P_2 \approx 360 \times 1.076628 = 387.59 \text{ kPa}$$

$$P_2 \approx 388 \text{ kPa}$$

قانون افو غادرو:

الحجوم المتساوية من الغازات المختلفة تحتوي على نفس العدد من الجزيئات إذا كانت عند نفس درجة الحرارة والضغط.

$$V = V_{\text{mol}} \cdot n$$

$$\frac{v_1}{n_1} = \frac{v_2}{n_2} = \dots = \dots = \dots = \text{const}$$

إذا أخذنا لترًا واحدًا من الأكسجين، ولترًا واحدًا من الهيدروجين، ولترًا واحدًا من النيتروجين عند نفس الظروف (درجة الحرارة والضغط)، فإن كل لتر منها سيحتوي على نفس العدد من الجزيئات، رغم اختلاف نوع الغاز وكتلته.

هذا القانون ساعد العلماء على الربط بين الحجم و عدد الجسيمات في الغازات.

مثال توضيحي

إذا كان لدينا 2 لتر من غاز الأكسجين و 2 لتر من غاز النيتروجين عند نفس درجة الحرارة والضغط، فإنهما يحتويان على نفس عدد الجزيئات.

لكن: كتلة 2 لتر من الأكسجين تختلف عن كتلة 2 لتر من النيتروجين بسبب اختلاف الكتلة المولية لكل غاز.

قانون الغازات العام:

$$PV=nRT \text{ :الصيغة}$$

P: ضغط الغاز

V: حجم الغاز

R: ثابت الغازات العام

T: درجة حرارة الغاز

n : عدد مولات الغاز

الوحدة	القيمة
L-atm\mol-K	0.08206
J\mol-K	8.314
cal\mol-K	1.987
m ³ -pa\mol-k	8.314
L-torr\mol-K	62.36

يمكن استخدام قانون الغازات في التعامل مع غاز وحيد او مجموعة غازات

قانون دالتون: الضغط الكلي لمزيج من الغازات يساوي مجموع الضغوط الجزئية لكل غاز من مكونات المزيج, بشرط ان لا يكون بين الغازات تفاعل كيميائي.

$$P_{\text{الكلي}} = P_1 + P_2 + P_3 + \dots$$

العلاقة بين الضغط الجزئي للغاز و الضغط الكلي للغاز في المزيج:

$$RT \text{ المزيج} = n \text{ المزيج} V \text{ المزيج} \cdot P \text{ المزيج} \quad 1.$$

$$RT \text{ الغاز} = n \text{ الغاز} V \text{ الغاز} \cdot P \text{ الغاز} \quad 2.$$

نلاحظ ان الحجم والحرارة و ثابت الغازات العام متماثلين في المعادلتين

نقسم المعادلة 2 على المعادلة 1 و نختصر الحدود المتماثلة :

$$\frac{p_{\text{المزيج}}}{p_{\text{الغاز}}} = \frac{n_{\text{الغاز}}}{n_{\text{المزيج}}} \longrightarrow P = \frac{n_{\text{الغاز}}}{n_{\text{المزيج}}} p_{\text{المزيج}} = X_{\text{الغاز}} p_{\text{المزيج}}$$

$X_{\text{الغاز}}$: الكسر المولي للغاز في المزيج

الكسر المولي: هو النسبة بين عدد مولات أحد الغازات في المزيج إلى عدد المولات الكلية للغازات في المزيج.

الكثافة و الكتلة المولية :

كيف نحدد الكتلة المولية لمادة غازية مجهولة ؟
نعرف أن عدد المولات:

$$n = \frac{pv}{rt} \quad (\text{من قانون الغازات العام})$$

و الكتلة المولية تحسب من العلاقة:

$$M = \frac{m}{n}$$

لو عوضنا قيمة n من قانون الغازات :

$$M = \frac{m}{\frac{pv}{rt}} = \frac{mrt}{pv}$$

الكثافة d هي:

$$d = \frac{m}{v}$$

بعد اختصار الحدود المتشابهة :

$$M = \frac{drt}{p}$$

مسألة :

غاز مجهول له:

$$d = 1.25 \text{ g/L}$$

$$P = 1 \text{ atm}$$

$$T = 273 \text{ K}$$

$$R = 0.0821 \text{ L}\cdot\text{atm} / \text{mol}\cdot\text{K}$$

المطلوب حساب الكتلة المولية M:

الحل:

$$M = \frac{(dRT)}{P}$$

$$= 1 / (273 \times 0.0821 \times 1.25) =$$

$$28 \text{ g/mol}$$

قانون غراهام (الانتشار و التدفق) :

سرعة انتشار أو تدفق الغاز تتناسب عكسياً مع الجذر التربيعي لكتلته المولية.

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{\sqrt{M_2}}{\sqrt{M_1}}$$

إذا عندنا غازين مختلفين (مثلاً: الهيدروجين و الأكسجين).

الغاز الأخف (كتلته المولية أقل) ينتشر أو يتسرب

بسرعة أكبر.

الغاز الأثقل (كتلته المولية أكبر) ينتشر أو يتسرب ببطء أكثر.

مسائل

السؤال 1

غاز محصور في إسطوانة بحجم ابتدائي لتر 2

الخيارات:

أ) 0.5 لتر

ب) 1.0 لتر

ج) 1.333 لتر

د) 2.0 لتر

الإجابة الصحيحة: ج) 1.333 لتر

بإستخدام القانون العام للغازات: $P_1V_1/T_1 = P_2V_2/T_2$ التفسير: $6/300 = (6 \times V_2) / 400$ $0.02 = (6 \times V_2)/400$ $V_2 = (0.02 \times 400)/6 = 8/6 = 1.333$ لتر

السؤال 2

وحجم 6.15 لتر. إذا K ودرجة حرارة 300 atm من غاز الأكسجين عند ضغط 2 mol وعاء يحتوي على 0.5
فما الضغط الجديد إذا بقي الحجم ثابتاً؟ K، من الغاز نفسه مع زيادة درجة الحرارة إلى 350 mol تمت إضافة 0.3

الخيارات

أ) 2.5 atm

ب) 3.2 atm

ج) 3.73 atm

د) 4.1 atm

atm الإجابة الصحيحة: ج) 3.73

لأن $P_1/(n_1T_1) = P_2/(n_2T_2)$ باستخدام الصيغة $n_2 = 0.5 + 0.3 = 0.8 \text{ mol}$: التفسير: عدد المولات الجديد
 $P_2 = 0.01333 \times 280 = 3.73 \text{ atm}$
 $P_2/(0.8 \times 350) = 2/150 = 0.01333 = P_2/280$ ثابت $= P_2/(0.8 \times 350) = 2/150$
 $V) 300 \times 0.5/(2)$

السؤال 3

$\text{CO}_2 = 44 \text{ g/mol}$ الكتلة المولية لـ CO_2 ودرجة حرارة 310 atm عند ضغط 1.5 CO_2 ما هي كثافة غاز

أ) الخيارات: 1.2 g/L

ب) 2.6 g/L

ج) 3.8 g/L

د) 4.5 g/L

الإجابة الصحيحة: ب) 2.6 g/L

بالتفسير: $p = PM/RT$ $R = 0.0821 \text{ L} \cdot \text{atm}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ $p = (1.5 \times 44) / (0.0821 \times 310)$
 $p = 66 / 25.451 = 2.595 \text{ g/L} \approx 2.6 \text{ g/L}$

السؤال 4

تم ضغط الغاز إلى حجم 3 لتر وزيادة $^\circ\text{C}$ ودرجة حرارة 27 atm غاز مثالي حجمه الابتدائي 5 لتر عند ضغط 1
 ما هو الضغط النهائي؟ $^\circ\text{C}$ درجة حرارته إلى 127

الخيارات:

أ) 1.5 atm

ب) 2.22 atm

ج) 2.85 atm

د) 3.33 atm

الإجابة الصحيحة: ب) 2.22 atm

باستخدام $T_1 = 27 + 273 = 300 \text{ K}$, $T_2 = 127 + 273 = 400 \text{ K}$: التفسير: تحويل الدرجات إلى كلفن
القانون العام: $P_1 V_1 / T_1 = P_2 V_2 / T_2$ $(1 \times 5) / 300 = (P_2 \times 3) / 400$ $5 / 300 = 0.01667 = (3P_2) / 400$
 $P_2 = (0.01667 \times 400) / 3 = 6.668 / 3 = 2.222 \text{ atm}$

السؤال 5

فما atm ، غاز مثالي تم ضغطه من حجم 10 لتر إلى 5 لتر عند ثبوت درجة الحرارة. إذا كان الضغط الابتدائي 1
الضغط النهائي؟

الخيارات:

أ) 0.5 atm

ب) 1.0 atm

ج) 1.5 atm

د) 2.0 atm

atm الإجابة الصحيحة: د) 2.0

التفسير: $P_1 V_1 = P_2 V_2$ $1 \times 10 = P_2 \times 5$ $P_2 = 10 / 5 = 2 \text{ atm}$ باستخدام قانون بويل

السؤال 6

ما درجة حرارة الغاز؟ atm . في وعاء حجمه 2.5 لتر عند ضغط 1.2 mol غاز يحتوي على 0.1

الخيارات

أ) 250 K

ب) 300 K

K ج 365)

K د 400)

K الإجابة الصحيحة: ج 365)

