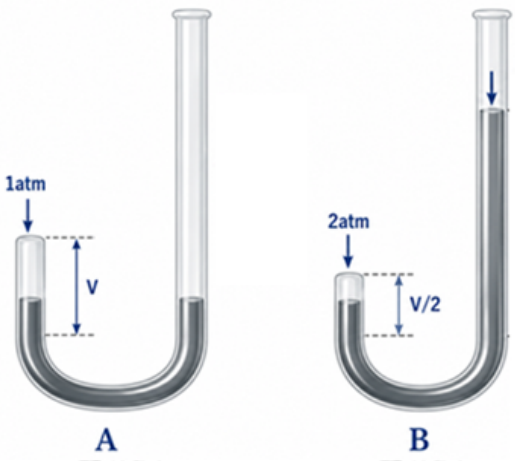
قانون بويل

Boyle’s Law

تجربة بويل:

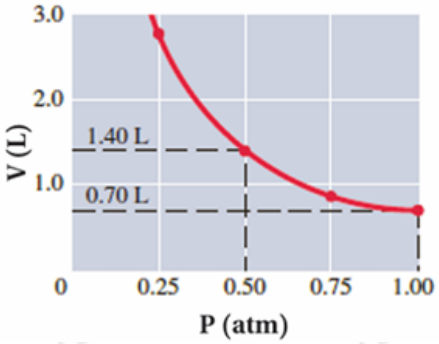


أسكب بويل زئبقاً في أنبوب على شكل حرف () مغلقاً من أحد طرفيه ولاحظ حجم الغاز المحصور، وعند مضاعفة كمية الزئبق (زيادة الضغط) قل حجم الغاز المحصور إلى النصف.

توصل العالم بويل إلى العلاقة بين حجم الغاز والضغط المسلط عليه، عند ثبات درجة حرارته، فلاحظ أن:

- مضاعفة ضغط الغاز المحصور إلى الضعف يقلل حجمه إلى النصف.
- إنقاص ضغط الغاز المحصور إلى النصف يزيد حجمه إلى الضعف.

وبرسم العلاقة بين حجم الغاز المحصور وضغطه عند ثبات درجة الحرارة يلاحظ أنها علاقة عكسية (أسية).

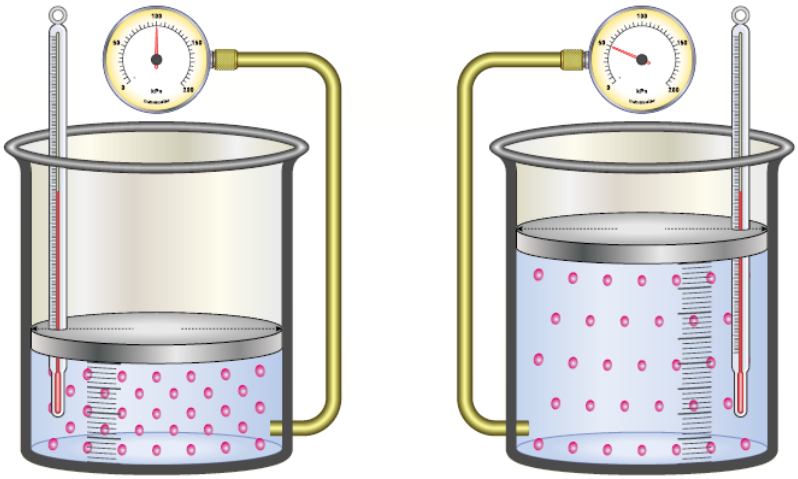


ملاحظة:

العلاقة بين حجم الغاز المحصور ومقلوب ضغطه هي علاقة طردية.

نص قانون بويل:

"حجم كمية محددة من الغاز المحصور يتناسب عكسياً مع الضغط الواقع عليه عند ثبات درجة حرارته".



تفسير قانون بويل باستخدام نظرية الحركة الجزيئية:

زيادة الضغط المؤثر في الغاز المحصور يؤدي إلى تقارب جسيماته فيقل حجمه، ويزداد عدد تصادمات جسيمات الغاز مع جدار الإناء، فيزداد ضغطه عند ثبات درجة حرارته.

ملاحظة:

عند زيادة الضغط على الغاز المحصور لا يتغير عدد مولات الغاز، ولا تتغير كتلته.

اشتقاق القانون:

$$P \times V = constant$$

وعند ظرفين مختلفين:

$$P_1 \times V_1 = constant$$

$$P_2 \times V_2 = constant$$

وبمساواة الحدين نحصل على قانون بويل:

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$$

وعند تطبيق قانون بويل يجب تجانس وحدات الضغط والحجم.

أمثلة محلولة

مثال (1):

mL عينة من غاز حجمها 150وضغطها 0.950 atm، أحسب حجمها بوحدة (mL) حين يصبح ضغطها مساوياً 0.990 atm، عند درجة الحرارة نفسها.

تحليل السؤال (المعطيات):

$V_1 = 150$ mL

$P_1 = 0.950$ atm

$V_2 = ??$

$P_2 = 0.990$ atm

الحل:

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$$

$$0.950 \times 150 = 0.990 \times V_2$$

$$V_2 = 143.94 \text{ mL}$$

مثال (2):

L عينة من غاز محصور حجمها 4 عند ضغط 2 atm، سُمح لها بالتمدد حتى أصبح حجمها 12 L. أحسب ضغطها عند درجة الحرارة نفسها.

تحليل السؤال (المعطيات):

$V_1 = 4$ L

$P_1 = 2$ atm

$V_2 = 12$ L

$P_2 = ??$

الحل:

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$$

$$2 \times 4 = P_2 \times 12$$

$$P_2 = 0.66 \text{ atm}$$

طريقة أخرى للحل:

بما أن حجم الغاز تضاعف (3) مرات فلا بد أن يقل ضغطه بقدار الثلث.

مثال (3):

عينة من غاز ضغطها 3. atm فإذا قل حجمها بمقدار النصف، فكم يصبح ضغطها بفرض بقاء درجة الحرارة ثابتة؟

تحليل السؤال (المعطيات):

$V_2 = 0.5\ V_1$ معنى أن يقل الحجم إلى النصف أن:

$P_1 = 3 \text{ atm}$

$V_1 = V_1$

$V_2 = 0.5\ V_1$

$P_2 = ??$

الحل:

بما أن حجم الغاز يقل إلى النصف فإن الضغط يتضاعف إلى الضعف (العلاقة عكسية بين الحجم والضغط)، فإذا كانت قيمة $P_1 = 3 \text{ atm}$ ()، فإن قيمة ($P_2 = 6 \text{ atm}$).

طريقة أخرى لـلحل:

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$$

$$3 \times V_1 = P_2 \times 0.5\ V_1$$

$$3 = P_2 \times 0.5$$

$$P_2 = 6 \text{ atm}$$

سؤال (1):

عينة من غاز ثاني أكسيد الكبريت SO_2 حجمها 1.53 L عند ضغط 5.6 atm. إذا تغير الضغط إلى 1.5 atm، فكم يصبح حجم الغاز عند درجة الحرارة نفسها؟

Final answer: 5.71 L

سؤال (2):

L عينة من الغاز موضوعة في وعاء حجمه 0.5 وضغطها 3 atm، إذا نقلت الكمية إلى وعاء آخر حجمه 50 mL، فما ضغط الغاز في الوعاء الجديد علماً بأن درجة حرارته لم تتغير؟

Final answer: 30 atm

سؤال (3):

mL تشغل كتلة من غاز الأكسجين حجماً قدره 40 عند 1 atm، أحسب حجمه إذا قل ضغطه بمقدار ضغط 0.2 atm، بفرض بقاء درجة حرارته ثابتة.

Final answer: 50 mL

سؤال (4):

mL علبة بخاخ تحتوي على 400 من الغاز تحت ضغط 5 atm، عند تفريغ الغاز الموجود داخل العلبة في كيس بلاستيكي، انتفخ الكيس إلى حجم 2. L. ما ضغط الغاز داخل الكيس البلاستيكي بافتراض بقاء درجة الحرارة ثابتة؟

Final answer: 1 atm

سؤال (5):

لديك بالونًا مرنًا ومغلقًا بإحكام يحتوي على 2 L من الغاز عند ضغط 1 atm إذا غُمر هذا البالون في بحرٍ عميق حيث يبلغ الضغط 40 atm، فما هو الحجم الجديد للبالون، بافتراض أن درجة الحرارة بقيت ثابتة؟

Final answer: 0.05 L

سؤال (6):

ينفخ غواص وهو على عمق 10m تحت الماء فقاعة هواء حجمها 0.75 L وعندما ارتفعت فقاعة الهواء إلى السطح تغير ضغطها من 2.25 atm إلى 1.03 atm، فما هو حجم فقاعة على السطح، بافتراض أن درجة الحرارة بقيت ثابتة؟