# BÀI GIẢNG: ĐỊNH LUẬT BOYLE
## CHUYÊN ĐỀ: KHÍ LÍ TƯỞNG
## MÔN: VẬT LÍ 12
## GIÁO VIÊN: PHẠM QUỐC TOẢN

*Khi thay đổi thể tích của một khối lượng khí xác định ở nhiệt độ không đổi thì áp suất khí thay đổi như thế nào?*

## I. CÁC THÔNG SỐ TRẠNG THÁI CỦA MỘT LƯỢNG KHÍ

- Một lượng khí đựng trong một bình kín được xác định bởi 4 đại lượng là khối lượng $(m)$, thể tích $(V)$, nhiệt độ $(T)$ và áp suất $(p)$.

- Khi thể tích, nhiệt độ và áp suất của một khối lượng khí xác định không thay đổi, ta nói lượng khí ở trạng thái cân bằng. $(V, p, T)$ của lượng khí được gọi là các ***thông số trạng thái.***

- Thể tích $(V)$, đơn vị: $m^3$, $l$ $(lít)$,…

Trong đó: $1m^3 = 1000dm^3; 1l = 1dm^3$

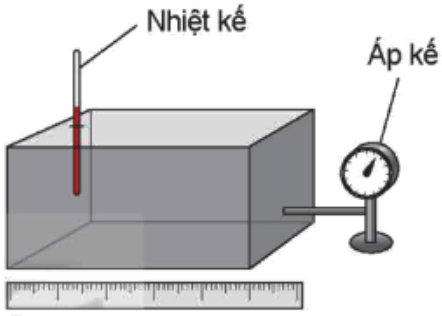
- Áp suất $(p)$, đơn vị: $N/m^2, Pa, atm, mmHg,…$

Trong đó: $1N/m^2 = 1Pa;\ 1atm \approx 10^5 N/m^2; 1atm \approx 760mmHg$

- Nhiệt độ $(T)$, đơn vị: $K$

Trong đó: $T(K) = 273 + t(^0C)$

* Xác định các thông số trạng thái của một lượng khí:



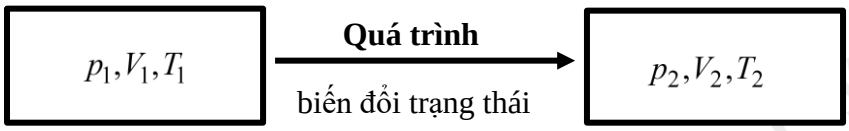

+ Áp kế đo áp suất $p$

+ Nhiệt kế đo nhiệt độ

+ Thước để đo các cạnh của hình hộp chữ nhật từ đó xác định thể tích của bình.

* Quá trình biến đổi trạng thái:

Khí chuyển từ trạng thái này sang trạng thái khác bằng các quá trình biến đổi trạng thái, gọi tắt là quá trình.




*Trạng thái 1* *Trạng thái 2*

## II. ĐỊNH LUẬT BOYLE

### 1 Quá trình đẳng nhiệt

Quá trình biến đổi trạng thái của một lượng khí xác định khi nhiệt độ giữ không đổi gọi là quá trình **đẳng nhiệt.**

$$(p_1, V_1) \xrightarrow{T=const} (p_2, V_2)$$

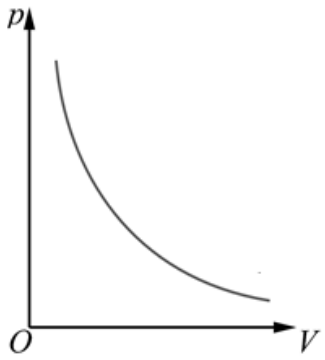
### 2 Định luật Boyle

- Định luật Boyle: Khi nhiệt độ của một khối lượng khi xác định giữ không đổi thì áp suất gây ra bởi khí tỉ lệ nghịch với thể tích của nó.

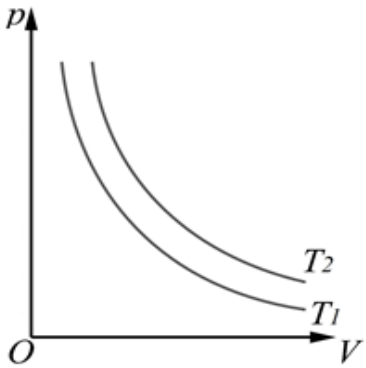
$$p \sim \frac{1}{V} \text{ hay } p.V = \text{ hằng số}$$

Suy ra: $p_1.V_1 = p_2.V_2$

- Đồ thị đường đẳng nhiệt:

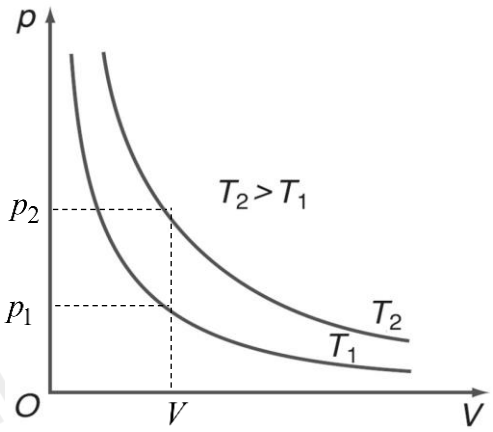



- Đường đẳng nhiệt của cùng một lượng khí ứng với các nhiệt độ khác nhau thì khác nhau $(T_1 < T_2)$.



- Giải thích tại sao $T_1 < T_2$ ?

Biểu diễn các điểm trên hình:




Cùng 1 thể tích V có $p_2 > p_1 \Rightarrow$ vận tốc chuyển động của các phân tử khí $v_2 > v_1 \Rightarrow T_2 > T_1$

## ĐỀ BÀI

**Bài 1:** Một lượng khí có thể tích là 10 lít ở áp suất $10^5 Pa$. Tính thể tích của lượng khí này ở áp suất $1,25.10^5 Pa$. Biết nhiệt độ của khí không đổi.

**Bài 2:** Biểu diễn quá trình đẳng nhiệt trong các hệ (p, T); (V, T)

**Bài 3:** Một quả bóng có chứa $0,04m^3$ khí ở áp suất 120kPa. Nếu giảm thể tích quả bóng xuống còn $0,025m^3$ ở nhiệt độ không đổi thì áp suất khí trong bóng là bao nhiêu?

**Bài 4:** Một bọt khí nổi từ giếng sâu 6m lên mặt nước. Khi lê tới mặt nước, thể tích của bọt khí tăng lên bao nhiêu lần? Coi áp suất khí quyển là $1,013.10^5 Pa$; khối lượng riêng của nước giếng là $1003kg/m^3$ và nhiệt độ của nước giếng không thay đổi theo độ sâu.

**Bài 5:** Nén một khối khí đẳng nhiệt từ thể tích 9 lít xuống thể tích 6 lít thì áp suất tăng thêm một lượng $\Delta p = 50kPa$. Hỏi áp suất ban đầu của khối khí là bao nhiêu?

**Bài 6:** Tính khối lượng riêng của Ôxi trong một bình kín ở $0^0 C$ và áp suất 20tam. Biết rằng ở điều kiện tiêu chuẩn khối lượng riêng của Ôxi là $1,43kg/m^3$.

**Bài 7:** Người ta bơm không khí vào một quả bóng. Mỗi lần bơm được $125cm^3$ không khí ở áp suất $10^5 Pa$ vào quả bóng. Biết rằng sau khi bơm dung tích của quả bóng là 2,5 lít và áp suất $2,7.10^5 Pa$, trước khi bơm trong quả bóng không có không khí và khi bơm nhiệt độ của không khí không thay đổi. Tính số lần bơm?

**Bài 8:** Người ta bơm không khí vào một quả bóng. Mỗi lần bơm được $125cm^3$ không khí ở áp suất $10^5 Pa$ vào quả bóng. Biết rằng sau khi bơm dung tích của quả bóng là 2,5 lít và áp suất $2,7.10^5 Pa$, trước khi bơm trong quả bóng chứa đầy không khí ở áp suất $10^5 Pa$ và khi bơm nhiệt độ của không khí không thay đổi. Tính số lần bơm?

## HƯỚNG DẪN GIẢI

**Bài 1:** Một lượng khí có thể tích là 10 lít ở áp suất $10^5 Pa$. Tính thể tích của lượng khí này ở áp suất $1,25.10^5 Pa$. Biết nhiệt độ của khí không đổi.

**Cách giải:**

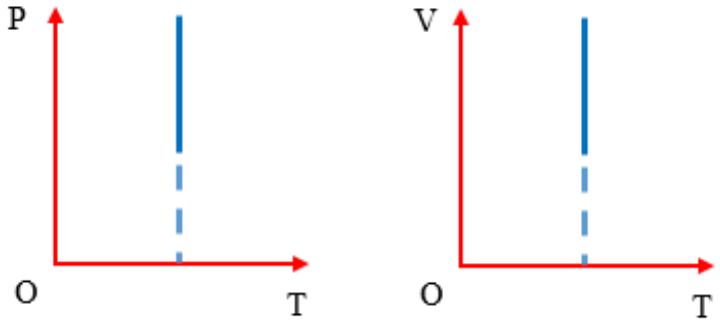
Trạng thái 1: $\begin{cases} p_1 = 10^5 Pa \\ V_1 = 10l \end{cases} \longrightarrow$ Trạng thái 2: $\begin{cases} p_2 = 1,25.10^5 Pa \\ V_2 = ? \end{cases}$

Áp dụng định luật Boyle ta có:

$$p_1.V_1 = p_2.V_2 \Rightarrow V_2 = \frac{p_1.V_1}{p_2} = \frac{10^5.10}{1,25.10^5} = 8\ (l)$$

**Bài 2:** Biểu diễn quá trình đẳng nhiệt trong các hệ (p, T); (V, T)

**Cách giải:**




**Bài 3:** Một quả bóng có chứa $0,04m^3$ khí ở áp suất 120kPa. Nếu giảm thể tích quả bóng xuống còn $0,025m^3$ ở nhiệt độ không đổi thì áp suất khí trong bóng là bao nhiêu?

**Cách giải:**

Trạng thái 1: $\begin{cases} V_1 = 0,04\ m^3 \\ p_1 = 120\ kPa \end{cases} \longrightarrow$ Trạng thái 2: $\begin{cases} V_2 = 0,025\ m^3 \\ p_2 = ? \end{cases}$

Áp dụng định luật Boyle ta có:

$$p_1.V_1 = p_2.V_2 \Rightarrow p_2 = \frac{p_1.V_1}{V_2} = \frac{120.0,04}{0,025} = 192\ (kPa)$$

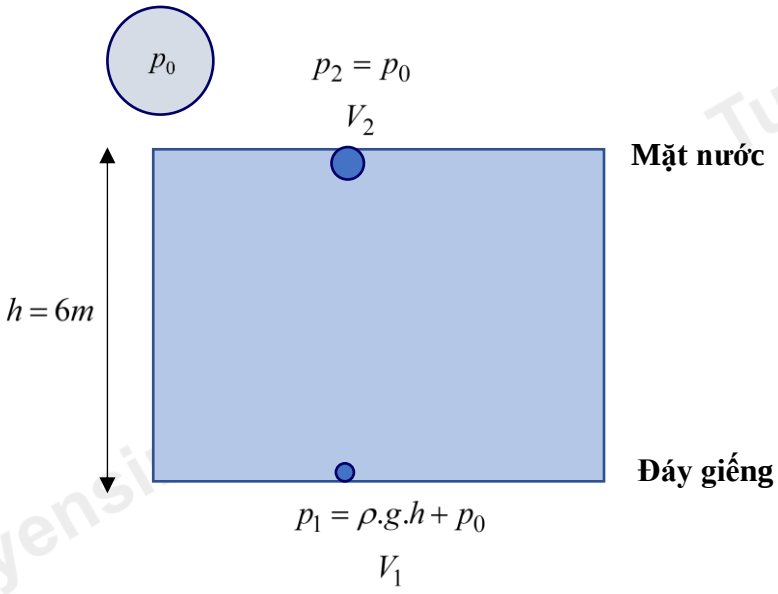
**Bài 4:** Một bọt khí nổi từ giếng sâu 6m lên mặt nước. Khi lê tới mặt nước, thể tích của bọt khí tăng lên bao nhiêu lần? Coi áp suất khí quyển là $1,013.10^5 Pa$; khối lượng riêng của nước giếng là $1003kg/m^3$ và nhiệt độ của nước giếng không thay đổi theo độ sâu.

**Cách giải:**

Giếng sâu: $h = 6m$

Áp suất khí quyển: $p_0 = 1,013.10^5 Pa$

Khối lượng riêng của nước giếng: $\rho = 1003\ kg/m^3$




Áp suất của bọt khí khi ở đáy giếng:

$$p_1 = \rho.g.h + p_0 = 1003.10.6 + 1,013.10^5 = 1,6148.10^5\,(Pa)$$

Trạng thái 1 (ở đáy giếng): $\begin{cases} p_1 = 1,6148.10^5\,(Pa) \\ V_1 \end{cases}$

Trạng thái 2 (ở mặt nước): $\begin{cases} p_2 = 1,013.10^5\,Pa \\ V_2 \end{cases}$

Áp dụng định luật Boyle ta có:

$$p_1V_1 = p_2V_2 \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{p_1}{p_2} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{1,6148.10^5}{1,013.10^5} \approx 1,6$$

$\Rightarrow$ Khi lên tới mặt nước, thể tích của bọt khí tăng lên 1,6 lần.

**Bài 5:** Nén một khối khí đẳng nhiệt từ thể tích 9 lít xuống thể tích 6 lít thì áp suất tăng thêm một lượng $\Delta p = 50kPa$. Hỏi áp suất ban đầu của khối khí là bao nhiêu?

**Cách giải:**

Trạng thái 1: $\begin{cases} p_1 = p \\ V_1 = 9l \end{cases} \longrightarrow$ Trạng thái 2: $\begin{cases} p_2 = p + 50\,kPa \\ V_2 = 6l \end{cases}$

Áp dụng định luật Boyle ta có:

$$p_1V_1 = p_2V_2 \Leftrightarrow p.9 = (p + 50).6$$

$$\Leftrightarrow 3.p = 2.(p + 50) \Leftrightarrow 3.p = 2.p + 100$$

$$\Rightarrow p = 100\ (kPa)$$

Vậy áp suất ban đầu của khối khí là $100\,kPa$.

**Bài 6:** Tính khối lượng riêng của Ôxi trong một bình kín ở $0^0C$ và áp suất 20atm. Biết rằng ở điều kiện tiêu chuẩn khối lượng riêng của Ôxi là $1,43kg/m^3$.

**Cách giải:**

Điều kiện tiêu chuẩn: $0^0C;1atm$

Trạng thái 1: $\begin{cases} m \\ V_1 \\ p_1 = 20atm \\ \rho_1 = ? \end{cases} \longrightarrow$ Trạng thái 2: $\begin{cases} m \\ V_2 \\ p_2 = 1atm \\ \rho_2 = 1,43\ kg/m^3 \end{cases}$

Ta có: $\begin{cases} \rho_2 = \dfrac{m}{V_2} \\ \rho_1 = \dfrac{m}{V_1} \end{cases} \Rightarrow \dfrac{\rho_1}{\rho_2} = \dfrac{V_2}{V_1}$

Áp dụng định luật Boyle ta có: $p_1V_1 = p_2V_2 \Rightarrow \dfrac{V_2}{V_1} = \dfrac{p_1}{p_2} = \dfrac{20}{1} = 20 \Rightarrow \dfrac{\rho_1}{\rho_2} = 20$

$\Rightarrow \rho_1 = 20.\rho_2 = 20.1,43 = 28,6\ \left(kg/m^3\right)$

**Bài 7:** Người ta bơm không khí vào một quả bóng. Mỗi lần bơm được $125cm^3$ không khí ở áp suất $10^5Pa$ vào quả bóng. Biết rằng sau khi bơm dung tích của quả bóng là 2,5 lít và áp suất $2,7.10^5Pa$, trước khi bơm trong quả bóng không có không khí và khi bơm nhiệt độ của không khí không thay đổi. Tính số lần bơm?

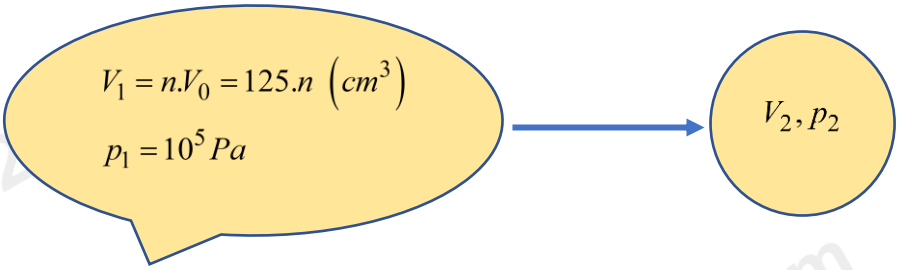
**Cách giải:**

Mỗi lần bơm: $\begin{cases} V_0 = 125cm^3 \\ p_1 = 10^5Pa \end{cases}$

Sau n lần bơm ta có thể tích của lượng khí: $V_1 = n.V_0 = 125.n\ \left(cm^3\right)$

$\Rightarrow$ Trạng thái 1 có: $\begin{cases} V_1 = 125.n\ \left(cm^3\right) \\ p_1 = 10^5Pa \end{cases}$

Trạng thái 2 (Sau khi bơm khí vào bóng): $\begin{cases} V_2 = 2,5l = 2500\ \left(cm^3\right) \\ p_2 = 2,7.10^5Pa \end{cases}$



Áp dụng định luật Boyle cho một lượng khí xác định ta có:

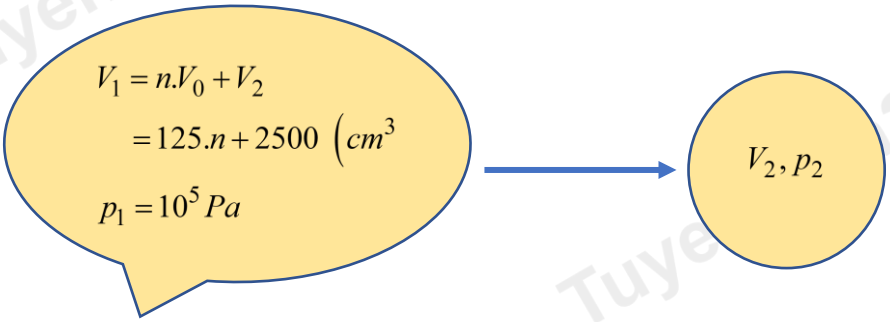
$p_1V_1 = p_2V_2 \Leftrightarrow 10^5.125.n = 2,7.10^5.2500$

$\Leftrightarrow 125.n = 2,7.2500 \Rightarrow n = \dfrac{2,7.2500}{125} = 54$

Vậy số lần bơm là 54.

**Bài 8:** Người ta bơm không khí vào một quả bóng. Mỗi lần bơm được $125cm^3$ không khí ở áp suất $10^5 Pa$ vào quả bóng. Biết rằng sau khi bơm dung tích của quả bóng là 2,5 lít và áp suất $2,7.10^5 Pa$, trước khi bơm trong quả bóng chứa đầy không khí ở áp suất $10^5 Pa$ và khi bơm nhiệt độ của không khí không thay đổi. Tính số lần bơm?

**Cách giải:**




Trạng thái 1 có: $\begin{cases} V_1 = 125.n + 2500\ (cm^3) \\ p_1 = 10^5\ Pa \end{cases}$

Trạng thái 2 có: $\begin{cases} V_2 = 2,5l = 2500\ (cm^3) \\ p_2 = 2,7.10^5\ Pa \end{cases}$

Áp dụng định luật Boyle cho một lượng khí xác định ta có:

$p_1V_1 = p_2V_2 \Leftrightarrow 10^5.(125.n + 2500) = 2,7.10^5.2500$

$\Leftrightarrow 125.n + 2500 = 2,7.2500 \Rightarrow 125.n = 1,7.2500$

$\Rightarrow n = \dfrac{1,7.2500}{125} = 34$

Vậy số lần bơm là 34.