



### Chuyên:

- ✓ Nhận dạy kèm môn Vật lý từ lớp 6 đến lớp 12
- ✓ Luyện thi THPT Quốc Gia môn Vật lý
- ✓ Luyện thi học sinh giỏi, thi chuyên môn Vật lý
- ✓ Giới thiệu gia sư dạy kèm tại nhà tất cả các môn

www.thaytruong.vn

0978.013.019 (Th.Trường)

thaytruongcdspgialai

*Trên con đường thành công không có dấu chân của kẻ lười biếng!*

## CHỦ ĐỀ 5. PHƯƠNG TRÌNH TRẠNG THÁI KHÍ LÝ TƯỞNG

### TÓM TẮT LÝ THUYẾT

#### 1. Khí thực và khí lý tưởng

Các chất khí thực chỉ tuân theo gần đúng các định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ôt và định luật Sáclơ.

Giá trị của tích  $pV$  và thương  $\frac{p}{T}$  thay đổi theo bản chất, nhiệt độ và áp suất của chất khí.

Chỉ có khí lý tưởng là tuân theo đúng các định luật về chất khí đã học.

Vậy khí lý tưởng là khí tuân theo hai định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ôt và định luật Sáclơ.

#### 2. Phương trình trạng thái của khí lý tưởng

Xét một lượng khí chuyển từ trạng thái 1 ( $p_1, V_1, T_1$ ) sang trạng thái 2 ( $p_2, V_2, T_2$ ) qua trạng thái trung gian ( $p', V_2, T_1$ )

- Từ trạng thái (1) sang trạng thái ( $1'$ ) đây là quá trình đẳng nhiệt

$$\text{Ta có } p_1 V_1 = p' V_2 \Rightarrow p' = \frac{p_1 V_1}{V_2} \quad (*)$$

- Từ trạng thái ( $1'$ ) sang trạng thái (2): đây là quá trình đẳng tích:

$$\text{Ta có: } \frac{p'}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \quad (**)$$

$$\text{Thế (*) vào (**): } \frac{p_1 V_1}{V_2 T_1} = \frac{p_2}{T_2} \Rightarrow \frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{pV}{T} = \text{const} \quad (3)$$

(3) gọi là phương trình trạng thái khí lý tưởng.

### PHƯƠNG PHÁP GIẢI

+ Liệt kê hai trạng thái: TT1 ( $p_1, V_1, T_1$ ) và TT2 ( $p_2, V_2, T_2$ )

+ Áp dụng phương trình trạng thái:

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

**Chú ý:** Đổi nhiệt độ  $t^{\circ}\text{C}$  ra nhiệt độ  $T(\text{K})$ :  $T(\text{K}) = t^{\circ}\text{C} + 273$

+ Ta có:  $m = D \cdot V$

+  $D$  là khối lượng riêng của khí.

### VÍ DỤ MINH HỌA

**Câu 1.** Trong xilanh của một động cơ có chứa một lượng khí ở nhiệt độ  $47^{\circ}\text{C}$  và áp suất  $0,7 \text{ atm}$ .

a) Sau khi bị nén thể tích của khí giảm đi 5 lần và áp suất tăng lên tới  $8 \text{ atm}$ . Tính nhiệt độ của khí ở cuối quá trình nén?

b) Người ta tăng nhiệt độ của khí lên đến  $273^{\circ}\text{C}$  và giữ pit-tông cố định thì áp suất của khí khi đó là bao nhiêu?

**Giải**

a) Tính nhiệt độ  $T_2$ .

<b>TT1</b>	<b>TT2</b>
$P_1 = 0,7 \text{ atm}$	$P_2 = 8 \text{ atm}$
$V_1$	$V_2 = V_1/5$
$T_1 = 320 \text{ K}$	$T_2 = ?$

Áp dụng PTTT khí lý tưởng,  
Ta có:

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \Rightarrow T_2 = \frac{8 V_1 \cdot 320}{5 \cdot 0,7 V_1} = 731 \text{ K}$$

b) Vì pít- tông được giữ không đổi nên đó là quá trình đẳng tích:  
Theo định luật Sác – lơ, ta có:

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_3}{T_3} \Rightarrow p_3 = \frac{p_1 \cdot T_3}{T_1} = \frac{546 \cdot 0,7}{320} = 1,19 \text{ atm}$$

**Câu 2.** Tính khối lượng riêng của không khí ở  $100^\circ\text{C}$ , áp suất  $2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ . Biết khối lượng riêng của không khí ở  $0^\circ\text{C}$ , áp suất  $1 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  là  $1,29 \text{ Kg/m}^3$ ?

**Giải**

- Ở điều kiện chuẩn, nhiệt độ  $T_0 = 273 \text{ K}$  và áp suất  $p_0 = 1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$   
1kg không khí có thể tích là

$$V_0 = \frac{m}{\rho_0} = \frac{1}{1,29} = 0,78 \text{ m}^3$$

Ở điều kiện  $T_2 = 373 \text{ K}$ , áp suất  $p_2 = 2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ , 1kg không khí có thể tích là  $V_2$ ,  
Áp dụng phương trình trạng thái,

$$\text{Ta có: } \frac{p_0 \cdot V_0}{T_0} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}$$

$$\Rightarrow V_2 = \frac{p_0 \cdot V_0 \cdot T_2}{T_0 \cdot p_2} = 0,54 \text{ m}^3$$

Vậy khối lượng riêng không khí ở điều kiện này là  $\rho_2 = \frac{1}{0,54} = 1,85 \text{ kg/m}^3$

**Câu 3.** nếu thể tích của một lượng khí giảm đi 1/10, áp suất tăng 1/5 và nhiệt độ tăng thêm  $16^\circ\text{C}$  so với ban đầu.  
Tính nhiệt độ ban đầu của khí.

**Giải**

TT1:  $p_1, V_1, T_1$

TT2:  $p_2 = 1,2 p_1, V_2 = 0,9 V_1, T_2 = T_1 + 16$

Từ phương trình trạng thái khí lý tưởng:  $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \Rightarrow T_1 = 200 \text{ K}$

**Câu 4.** pít tông của một máy nén, sau mỗi lần nén đưa được 4 lít khí ở nhiệt độ  $27^\circ\text{C}$  và áp suất 1 atm vào bình chưa khí ở thể tích  $2 \text{ m}^3$ . Tính áp suất của khí trong bình khi pít tông đã thực hiện 1000 lần nén. Biết nhiệt độ trong bình là  $42^\circ\text{C}$ .

**Giải**

TT1  
 $p_1 = 10 \text{ atm}$

$V_1 = nV = 1000 \cdot 4 = 4000 \text{ l}$

$T_1 = 300 \text{ K}$

Áp dụng phương trình trạng thái:

TT2

$p_2 = ?$

$V_2 = 2 \text{ m}^3 = 2000 \text{ l}$

$T_2 = 315 \text{ K}$

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \Rightarrow p_2 = 2,1 \text{ atm}$$

**Câu 5.** Trong xilanh của một động cơ đốt trong có  $2 \text{ dm}^3$  hỗn hợp khí dưới áp suất 1 atm và nhiệt độ  $47^\circ\text{C}$ . Pít tông nén xuống làm cho thể tích của hỗn hợp khí chỉ còn  $0,2 \text{ dm}^3$  và áp suất tăng lên tới 15 atm. Tính hỗn hợp khí nén.

**Giải**

TT1

TT2

$$p_1 = 1 \text{ atm}$$

$$V_1 = 2 \text{ dm}^3$$

$$T_1 = 320 \text{ K}$$

$$p_2 = 15 \text{ atm}$$

$$V_2 = 0,2 \text{ dm}^3$$

$$T_2 ?$$

Áp dụng phương trình trạng thái:

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \Rightarrow T_2 = 480 \text{ K} \Rightarrow t_2 = 207^\circ \text{ C}$$

**Câu 6.** Tính khối lượng riêng của không khí ở nhiệt độ  $80^\circ \text{C}$  và có áp suất  $2,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ . Biết khối lượng riêng của không khí ở  $0^\circ \text{C}$  là  $1,29 \text{ kg/m}^3$ , và áp suất  $1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ .

**Giải**

+ Áp dụng công thức:  $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$  mà  $m = \rho \cdot V \Rightarrow V = \frac{m}{\rho}$

$$\Rightarrow V_2 = \frac{T_2 p_1 V_1}{T_1 p_2} \Rightarrow \frac{m}{\rho_2} = \frac{T_2 \cdot p_1 \cdot m}{\rho_1 T_1 p_2} \Rightarrow \rho_2 = \frac{\rho_1 T_1 p_2}{T_2 p_1} \Rightarrow \rho = \frac{1,29 \cdot 273 \cdot 2,5 \cdot 10^5}{353 \cdot 1,01 \cdot 10^5} = 2,47 \text{ kg/m}^3$$

**Câu 7.** Trong xilanh của một động cơ đốt trong có  $2 \text{ dm}^3$  hỗn hợp khí dưới áp suất  $175 \text{ atm}$  và nhiệt độ  $47^\circ \text{C}$ . Pit tông nén xuống làm cho thể tích của hỗn hợp khí chỉ còn  $0,2 \text{ dm}^3$  và áp suất tăng lên  $21 \text{ atm}$ . Tính nhiệt độ của hỗn hợp khí nén.

**Giải**

Áp dụng công thức:  $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \Rightarrow T_2 = \frac{p_2 V_2 T_1}{p_1 V_1} = \frac{21 \cdot 0,2 (273 + 47)}{175 \cdot 2} = 448 \text{ K}$

+ Mà  $T_2 = 273 + t_2 \Rightarrow t_2 = 175^\circ \text{ C}$

**Câu 8.** Trong một nhà máy điều chế khí ôxi, người ta bơm khí ôxi ở điều kiện chuẩn vào một bình có thể tích  $5000$  lít. Sau nửa giờ bình chứa đầy khí ở nhiệt độ  $24^\circ \text{C}$  và áp suất  $765 \text{ mmHg}$ . Xác định khối lượng khí bơm vào sau mỗi giây. Coi quá trình bơm diễn ra một cách đều đặn.

**Giải**

Ở điều kiện tiêu chuẩn có  $p_1 = 760 \text{ mmHg}; \rho_1 = 1,29 \text{ kg/m}^3$

$$V_2 = 5000(1) = 5 \text{ m}^3$$

Mà  $m = \rho_1 V_1 = \rho_2 V_2 \Rightarrow V_1 = \frac{m}{\rho_1}; V_2 = \frac{m}{\rho_2}$

+ Áp dụng công thức:  $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 = \frac{T_2 p_1 V_1}{T_1 p_2} \Rightarrow \rho_2 = \frac{\rho_1 T_1 p_2}{T_2 \cdot p_1}$

$$\Rightarrow m = V_2 \cdot \frac{\rho_1 T_1 p_2}{T_2 p_1} = 5 \cdot \frac{1,29 \cdot 273 \cdot 765}{(273 + 24) \cdot 760} = 5,96779 \text{ kg}$$

Đây là khối lượng khí bơm vào bình sau nửa giờ vào bình.

Vậy khối lượng bơm vào sau mỗi giây:  $m' = \frac{m}{1800} = \frac{5,96779}{1800} = 3,3154 \cdot 10^{-3} \text{ (kg)}$

**Câu 9.** Người ta nén  $10$  lít khí ở nhiệt độ  $27^\circ \text{C}$  để cho thể tích của khí chỉ còn  $4$  lít, vì nén nhanh nên khí bị nóng lên đến  $60^\circ \text{C}$ . Khi đó áp suất của khí tăng lên bao nhiêu lần ?

**Giải**

Áp dụng công thức:  $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{p_2}{p_1} = \frac{T_2 V_1}{V_2 T_1} = \frac{(273 + 60) \cdot 10}{4(273 + 27)} = 2,775 \text{ (lần)}$

**Câu 10.** Tính khối lượng riêng của không khí ở đỉnh Phan-xi-păng trong dãy Hoàng Liên Sơn cao  $3140 \text{ m}$  biết mỗi khi lên cao thêm  $10 \text{ m}$ , áp suất khí quyển giảm  $1 \text{ mmHg}$  và nhiệt độ trên đỉnh núi là  $2^\circ \text{C}$ . Khối lượng riêng của không khí chuẩn là  $1,29 \text{ kg/m}^3$ .

**Giải**

Gọi  $m$  là khối lượng khí xác định ở chân núi có thể tích  $V_1$  và ở đỉnh núi có thể tích  $V_2$ .

+ Ta có:  $\rho_1 = \frac{m}{V_1}; \rho_2 = \frac{m}{V_2}$

+ Áp dụng phương trình trạng thái của lí tưởng  $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$

$$\text{Hay } \frac{P_1}{T_1} \cdot \frac{m}{\rho_1} = \frac{P_2}{T_2} \cdot \frac{m}{\rho_2} \Rightarrow \rho_2 = \rho_1 \cdot \frac{P_2}{P_1} \cdot \frac{T_1}{T_2}$$

Trạng thái 1 ở chân núi  $\rho_1 = 1,29 \text{ kg/m}^3$ ;  $P_1 = 760 \text{ mmHg}$  (điều kiện chuẩn)  $T_1 = 273 \text{ K}$ .

Trạng thái 2 ở đỉnh núi:  $P_2 = 760 \text{ mmHg} - \frac{3140}{10} = 446 \text{ mmHg}$ ;  $T_2 = 275^\circ \text{ K}$

$$\Rightarrow \rho_2 = 1,29 \cdot \frac{446}{760} \cdot \frac{273}{275} = 0,75 \text{ kg/m}^3$$

**Câu 11.** Trong xi lanh của một động cơ đốt trong có 2 lít hỗn hợp khí áp dưới áp suất 1,5 atm và nhiệt độ  $27^\circ \text{ C}$ . Pittông nén xuống làm cho thể tích của hỗn hợp khí chỉ còn bằng 0,3 lít và áp suất tăng lên tới 18 atm. Tính nhiệt độ của hỗn hợp khí nén.

**Giải**

$$\begin{aligned} + \text{Trạng thái 1: } & \begin{cases} V_1 = 2\ell \\ p_1 = 1,5 \text{ atm} \\ T_1 = 27 + 273 = 300 \text{ K} \end{cases} & + \text{Trạng thái 2: } & \begin{cases} V_2 = 0,3\ell \\ p_2 = 1,8 \text{ atm} \\ T_2 = ? \end{cases} \end{aligned}$$

$$+ \text{Áp dụng: } \frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \Rightarrow T_2 = \frac{p_2 V_2 T_1}{p_1 V_1} = \frac{18 \cdot 0,3 \cdot 300}{1,5 \cdot 2} = 540 \text{ K}$$

$$+ \text{Mà } T_2 = 273 + t_2 \Rightarrow t_2 = 267^\circ \text{ C}$$

**Câu 12.** Một thùng có thể tích  $40 \text{ dm}^3$  chứa 3,96 kg khí cacbonic, biết rằng bình sẽ bị nổ khi áp suất vượt quá 60 atm. Khối lượng riêng của chất khí ở điều kiện tiêu chuẩn là  $1,98 \text{ kg/m}^3$ . Hỏi ở nhiệt độ nào thì bình bị nổ?

**Giải**

$$\begin{aligned} + \text{Trạng thái 1 là trạng thái khí ở điều kiện tiêu chuẩn: } & \begin{cases} V_1 = \frac{m}{\rho} = \frac{3,96}{1,98} \text{ m}^3 = 2 \text{ m}^3 \\ p_1 = p_0 = 1 \text{ at} \\ T_1 = 0^\circ \text{ C} = 273 \text{ K} \end{cases} \end{aligned}$$

$$+ \text{Trạng thái 2 là trạng thái khí ở điều kiện có thể nổ: } \begin{cases} V_2 = 0,04 \text{ m}^3 \\ p_2 = 60 \text{ at} \\ T_2 = ? \end{cases}$$

$$+ \text{Áp dụng công thức: } \frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \Rightarrow T_2 = \frac{p_2 V_2 T_1}{p_1 V_1} = \frac{60 \cdot 0,04 \cdot 273}{1 \cdot 2} = 327,6 \text{ K}$$

$$+ \text{Mà } T_2 = 273 + t_2 = 327,6 \text{ K} \Rightarrow t_2 = 54,6^\circ \text{ C}$$

**Câu 13.** Trong một khu hội chợ người ta bơm một quả bóng có thể tích 200 lít ở nhiệt độ  $27^\circ \text{ C}$  trên mặt đất. Sau đó bóng được thả bay lên đến độ cao mà ở đó áp suất khí quyển chỉ còn 0,8 lần áp suất khí quyển ở mặt đất và có nhiệt độ  $17^\circ \text{ C}$ . Tính thể tích của quả bóng ở độ cao đó, bỏ qua áp suất phụ gây ra bởi vỏ bóng.

**Giải**

+ Ta có:

$$\begin{aligned} \bullet \text{Trạng thái 1: } & \begin{cases} V_1 = 200\ell \\ p_1 \\ T_1 = 27 + 273 = 300 \text{ K} \end{cases} & \bullet \text{Trạng thái 2: } & \begin{cases} V_2 = ? \\ p_2 = 0,8 p_1 \\ T_2 = 273 + 17 = 290 \text{ K} \end{cases} \end{aligned}$$

$$+ \text{Áp dụng: } \frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 = \frac{p_1 V_1 T_2}{p_2 T_1} = \frac{p_1 \cdot 200 \cdot 290}{0,8 p_1 \cdot 300} = 241,67 (\ell)$$

**Câu 14.** Một lượng khí  $\text{H}_2$  đựng trong một bình có thể tích 2 lít ở áp suất 1,5 atm, nhiệt độ là  $27^\circ \text{ C}$ . Đun nóng khí đến nhiệt độ  $127^\circ \text{ C}$  do bình hở nên một nửa lượng khí thoát ra ngoài. Tính áp suất khí trong bình.

**Giải**

+ Gọi  $v_0$  là thể tích của bình

Ta xét trạng thái của lượng khí còn lại trong bình sau khi nhiệt độ tăng lên  $127^\circ \text{ C}$ . Khi đó nó chiếm thể tích cả bình nhưng khí chưa mã van và nhiệt độ trong bình còn  $27^\circ \text{ C}$  thì nó chiếm một phần hai thể tích cả bình.

$$\text{Khi lượng khí đó ở nhiệt độ } 27^\circ\text{C trạng thái 1} \begin{cases} V_1 = \frac{V_0}{2} \\ p_1 = 1,5\text{atm} \\ T_1 = 27 + 273 = 300\text{K} \end{cases}$$

$$+ \text{ Khi lượng khí ở nhiệt độ } 127^\circ\text{C. Trạng thái 2:} \begin{cases} V_2 = V_0 \\ p_2 = ? \\ T_3 = 273 + 127 = 400\text{K} \end{cases}$$

$$+ \text{ Áp dụng: } \frac{p_1 V_1}{T_1} \cdot \frac{p_2 V_2}{T_2} \Rightarrow p_2 = \frac{p_1 V_1 T_2}{T_1 V_2} = \frac{p_1 T_2}{2 T_1} = \frac{1,5 \cdot 400}{2 \cdot 300} = 1\text{atm}$$

**Câu 15.** Một bình bằng thép dung tích 50 lít chứa khí Hidrô ở áp suất 5MPa và nhiệt độ 37°C. Dùng bình này bơm được bao nhiêu bóng bay? Biết dung tích mỗi quả 10 lít; áp suất mỗi quả  $1,05 \cdot 10^5 \text{Pa}$ , nhiệt độ bóng bay 12°C.

**Giải**

+ Gọi n là số quả bóng bay

+ Ở trạng thái ban đầu khí H<sub>2</sub> trong bình thép:

$$P_1 = 5\text{Mpa} = 5 \cdot 10^6 \text{Pa}; V_1 = 50\ell; T_1 = 273 + 37 = 310^\circ\text{K}$$


Ở trạng thái sau khi bơm vào bóng bay:

$$P_2 = 1,05 \cdot 10^5 \text{pa}; V_2 = 10n; T_2 = 273 + 12 = 285^\circ\text{K}$$

$$+ \text{ Áp dụng: } \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 n V_0}{T_2} \Rightarrow n = \frac{P_1 V_1 T_2}{P_2 V_0 T_1} \Rightarrow n = \frac{5 \cdot 10^6 \cdot 50 \cdot 285}{1,05 \cdot 10^5 \cdot 10 \cdot 310} = \frac{25 \cdot 285}{1,05 \cdot 31} = 218,8$$

Vậy có thể bơm được 218 quả bóng

-----**HẾT**-----



**Thaytruong.vn**  
vi sự nghiệp phát triển  
GIÁO DỤC

**Chuyên:**

- ☑ Nhận dạy kèm môn Vật lý từ lớp 6 đến lớp 12
- ☑ Luyện thi THPT Quốc Gia môn Vật lý
- ☑ Luyện thi học sinh giỏi, thi chuyên môn Vật lý
- ☑ Giới thiệu gia sư dạy kèm tại nhà tất cả các môn

[thaytruong.vn](http://thaytruong.vn)

☎ 0978.013.019 (Th.Trường)

📱 [thaytruongcdspgialai](https://www.facebook.com/thaytruongcdspgialai)

*Trên con đường thành công không có dấu chân của kẻ lười biếng!*