

# CHUYÊN ĐỀ: CẤU TẠO CHẤT. THUYẾT ĐỘNG HỌC PHÂN TỬ CHẤT KHÍ.

## I.LÍ THUYẾT CĂN BẢN.

### 1.Cấu tạo chất.

- + Các chất được cấu tạo từ các hạt riêng biệt là phân tử.
- + Các phân tử chuyển động không ngừng
- + Các phân tử chuyển động càng nhanh thì nhiệt độ của vật càng cao.

### 2.Lực tương tác phân tử.

\*Các vật có thể giữ được hình dạng và thể tích của chúng là do giữa phân tử đồng thời có **lực hút** và **lực đẩy**.

\*Khi khoảng cách giữa các phân tử

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Nhỏ} \Rightarrow F(\text{đẩy}) > F(\text{hút}) \\ \text{Lớn} \Rightarrow F(\text{hút}) > F(\text{đẩy}) \\ \text{Rất lớn} \Rightarrow F \approx 0 \end{array} \right.$$

### 3.Các thể rắn lỏng khí.

\*Độ mạnh giữa các lực tương tác phân tử sẽ quyết định dạng thức của vật thể.

|                       | Thể khí                                                            | Thể lỏng                                                       | Thể rắn                                |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Khoảng cách           | Xa nhau                                                            | Trung gian                                                     | Gần nhau                               |
| Lực tương tác phân tử | Rất nhỏ                                                            | Lớn                                                            | Rất lớn                                |
| Chuyển động phân tử   | Tự do về mọi phía                                                  | Dao động quanh các vị trí cân bằng di chuyển                   | Dao động quanh vị trí cân bằng cố định |
| Thể tích và hình dạng | Không xác định nhưng luôn chiếm toàn bộ thể tích của bình chứa khí | Không có hình dạng riêng (có hình dạng của phần bình chứa nó). | Xác định                               |

### 4.Thuyết động học phân tử chất khí.

- + Chất khí được cấu tạo từ các phân tử riêng rẽ, có kích thước rất nhỏ so với khoảng cách giữa chúng.
- + Các phân tử chuyển động hỗn loạn không ngừng; chuyển động này càng nhanh thì nhiệt độ của chất khí càng cao.
- + Khi chuyển động hỗn loạn các phân tử khí va chạm vào nhau và va chạm vào thành bình.
- + Vô số phân tử khí va chạm vào thành bình tác dụng lên thành bình một lực đáng kể. Lực này gây áp suất của chất khí lên thành bình.

### 5. Khí lý tưởng.

Chất khí trong đó các phân tử được coi là chất điểm và chỉ tương tác với nhau khi va chạm được gọi là khí lý tưởng.

### II. TRẮC NGHIỆM ĐỊNH TÍNH.

Câu 1. Tính chất nào sau đây **không** phải là của phân tử ?

A. chuyển động không ngừng.

B. giữa các phân tử có khoảng cách.

C. có lúc đứng yên có lúc chuyển động.

D. chuyển động càng nhanh thì nhiệt độ của vật càng cao.

Câu 2. Khi khoảng cách giữa các phân tử rất nhỏ thì giữa các phân tử

A. chỉ có lực hút.

B. có cả lực hút và lực đẩy nhưng lực đẩy nhỏ hơn lực hút.

C. có cả lực hút và lực đẩy nhưng lực đẩy lớn hơn lực hút.

D. chỉ có lực đẩy.

Câu 3. Chọn phát biểu **sai** ? Phân tử của vật chất ở thể khí chuyển động

A. hỗn loạn.

B. hỗn loạn và không ngừng.

C. không ngừng.

D. hỗn loạn xung quanh vị trí cân bằng cố định.

Câu 4. Câu nào sau đây nói về chuyển động của phân tử là **không** đúng ?

A. Do lực tương tác phân tử gây ra.

B. Chuyển động không ngừng.

C. Chuyển động càng nhanh khi nhiệt độ của vật càng cao.

D. Khi tốc độ của các phân tử giảm thì nhiệt độ của vật giảm.

Câu 5. Câu nào sau đây nói về chuyển động phân tử ở các thể khác nhau là **không** đúng ? Các phân tử chất

A. rắn dao động xung quanh các vị trí cân bằng xác định.

B. lỏng dao động xung quanh các vị trí cân bằng có thể di chuyển được.

C. khí không dao động xung quanh các vị trí cân bằng.

D. rắn, lỏng và khí đều chuyển động hỗn độn như nhau.

Câu 6. Câu nào sau đây nói về lực tương tác phân tử là **không** đúng ?

A. Lực chỉ đáng kể khi các phân tử ở rất gần nhau.

B. Lực hút có thể lớn hơn lực đẩy phân tử.

C. Lực hút không thể lớn hơn lực đẩy phân tử.

D. Lực có thể bằng lực đẩy phân tử.

Câu 7. Nhận xét nào sau đây về là **không** đúng ? Các phân tử khí lý tưởng có

A. thể tích riêng không đáng kể.

B. lực tương tác không đáng kể khi không va chạm.

C. khối lượng không đáng kể.

D. vận tốc càng lớn khi nhiệt độ phân tử càng cao.

**Câu 8.** Tính chất nào sau đây **không** phải là tính chất của chất ở thể khí ?

**A. Có hình dạng và thể tích riêng.**

B. Có các phân tử chuyển động hoàn toàn hỗn độn.

C. Có thể nén được dễ dàng.

D. Có lực tương tác phân tử nhỏ hơn lực tương tác phân tử ở thể rắn và thể lỏng.

**Câu 9.** Các phân tử khí lí tưởng có các tính chất nào sau đây ?

**A. Như chất điểm, và chuyển động không ngừng.**

B. Như chất điểm, tương tác hút hoặc đẩy với nhau.

C. Chuyển động không ngừng, tương tác hút hoặc đẩy với nhau.

D. Như chất điểm, chuyển động không ngừng, tương tác hút hoặc đẩy với nhau.

**Câu 10.** Các phân tử chất rắn và chất lỏng có các tính chất nào sau đây ?

**A. Như chất điểm, và chuyển động không ngừng.**

B. Như chất điểm, tương tác hút hoặc đẩy với nhau.

**C. Chuyển động không ngừng, tương tác hút, đẩy với nhau.**

D. Như chất điểm, chuyển động không ngừng, tương tác hút, đẩy với nhau.

**Câu 11.** Các tính chất nào sau đây là của phân tử chất khí?

**A. Dao động quanh vị trí cân bằng.**

B. Luôn luôn tương tác với các phân tử khác.

**C. Chuyển động càng nhanh thì nhiệt độ càng cao.**

D. Dao động quanh vị trí cân bằng chuyển động.

**Câu 12.** Chọn phát biểu nào sau đây là **không** đúng? Khí lí tưởng là khí

A. mà thể tích của các phân tử khí có thể bỏ qua.

B. va chạm vào thành bình gây nên áp suất.

C. mà các phân tử khí chỉ tương tác với nhau khi va chạm.

**D. mà khối lượng của các phân tử khí có thể bỏ qua.**

**Câu 13.** Khi các phân tử có khoảng cách sao cho lực hút và lực đẩy phân tử cân bằng, nếu giảm thể tích của vật thì giữa các phân tử

A. chỉ còn lực hút.

B. chỉ còn lực đẩy.

C. có lực hút lớn hơn lực đẩy.

**D. có lực đẩy lớn hơn lực hút.**

**Câu 14.** Tính chất nào sau đây **không** phải là của phân tử ?

**A. Các phân tử có lúc đứng yên có lúc chuyển động.**

B. Các phân tử chuyển động không ngừng.

**CHUYỂN ĐỀ. QUÁ TRÌNH ĐẲNG NHIỆT. ĐỊNH LUẬT BÔI-LƠ – MA-RI-ỐT**

## I. LÝ THUYẾT CĂN BẢN.

### 1. Trạng thái và quá trình biến đổi trạng thái.

- + Trạng thái của một lượng khí được xác định bởi 3 thông số là thể tích  $V$ , áp suất  $p$ , nhiệt độ tuyệt đối  $T$ .
- + Lượng khí có thể chuyển từ trạng thái này sang trạng thái khác bằng các quá trình biến đổi trạng thái, gọi tắt là quá trình.
- + Quá trình biến đổi trạng thái có một thông số không đổi được gọi là đẳng quá trình.

### 2. Quá trình đẳng nhiệt.

- + Quá trình biến đổi trạng thái trong đó nhiệt độ được giữ **không** đổi gọi là quá trình đẳng nhiệt.

### 3. Định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ôt.

- \*Trong quá trình đẳng nhiệt của một lượng khí nhất định, áp suất tỉ lệ nghịch với thể tích.

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

**Lưu ý:** Định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ôt nghiệm đúng cho khí lí tưởng. Trong thực tế ta hay gặp khí thực. Nếu không đòi hỏi độ chính xác cao khi ta xem khí thực là khí lí tưởng để áp dụng định luật.

### 4. Đường đẳng nhiệt.

- + Đường biểu diễn sự biến thiên của áp suất theo thể tích khi nhiệt độ không đổi gọi là đường đẳng nhiệt.
- + Ứng với các nhiệt độ khác nhau của cùng một lượng khí có các đường đẳng nhiệt khác nhau.

## II. TRẮC NGHIỆM ĐỊNH TÍNH.

**Câu 1.** Tập hợp ba thông số nào sau đây xác định trạng thái của một lượng khí xác định?

- A. Áp suất, thể tích, khối lượng.      B. Áp suất, nhiệt độ, thể tích.  
C. Thể tích, trọng lượng, áp suất.      D. Áp suất, nhiệt độ, khối lượng.

**Câu 2.** Quá trình nào sau đây là đẳng quá trình ?

### A. Đun nóng khí trong một bình đậy kín.

B. Không khí trong quả bóng bay bị phơi nắng, nóng lên, nở ra làm căng bóng.

C. Đun nóng khí trong một xilanh, khí nở ra đẩy pit-tông chuyển động.

D. Cả ba quá trình trên đều không phải là đẳng quá trình.

**Câu 3.** Đối với một lượng khí lí tưởng xác định, khi nhiệt độ không đổi thì áp suất

- A. tỉ lệ nghịch với thể tích.      B. tỉ lệ thuận với bình phương thể tích.  
C. tỉ lệ thuận với thể tích.      D. tỉ lệ nghịch với bình phương thể tích.

## Chất khí – Định luật Bôi – lơ- Ma-ri-ốt.

**Câu 4.** Trong hệ tọa độ  $(p,T)$  đường đẳng nhiệt là

- A. đường thẳng kéo dài qua O.      B. đường cong hyperbol.  
C. đường thẳng song song trục OT.      **D. đường thẳng song song trục Op.**

**Câu 5.** Quá trình nào sau đây là đẳng quá trình?

- A. Đun nóng không khí trong một bình kín.**  
B. Đun nóng không khí trong một xi lanh, khí nở ra đẩy pit tông chuyển động.  
C. Cả ba quá trình trên đều không phải đẳng quá trình.  
D. Không khí trong quả bóng bay bị phơi nắng nở ra làm căng bóng.

**Câu 6.** Đẩy pit-tông của một xilanh đủ chậm để nén lượng khí chứa trong xilanh sao cho thể tích của lượng khí này giảm đi 2 lần ở nhiệt độ không đổi. Khi đó áp suất của khí trong xi lanh

- A. giảm đi 2 lần.      **B. tăng lên 2 lần.**  
C. tăng thêm 4 lần.      D. không thay đổi.

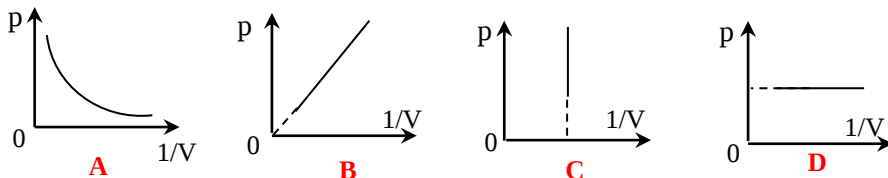
**Câu 7.** Hệ thức nào sau đây là của định luật Bôi-lơ - Ma-ri-ốt ?

- A.  $p_1V_2 = p_2V_1$ .      B.  $p/V = \text{hằng số}$ .  
**C.  $pV = \text{hằng số}$ .**      D.  $V/p = \text{hằng số}$ .

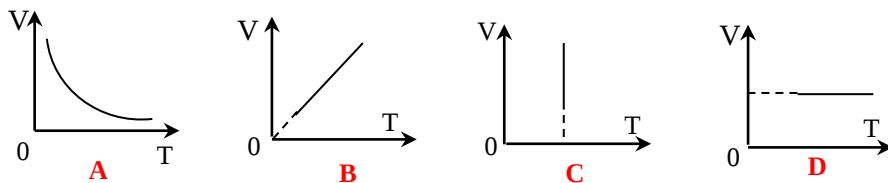
**Câu 8.** Nén khí đẳng nhiệt từ thể tích 10 lít đến thể tích 4 lít thì áp suất của khí tăng lên bao nhiêu lần?

- A. 2,5 lần.**      B. 2 lần.      C. 1,5 lần .      **D. 4 lần.**

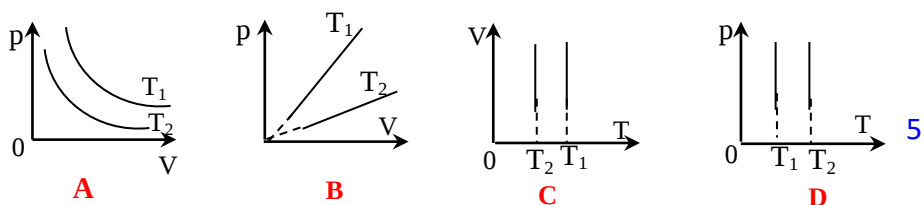
**Câu 9.** Đồ thị nào sau đây biểu diễn đúng định luật Bôilơ – Mariôt?



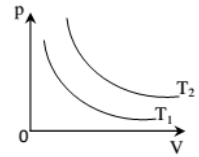
**Câu 10.** Đồ thị nào sau đây biểu diễn đúng định luật Bôilơ – Mariôt?



**Câu 11.** Đồ thị nào sau đây biểu diễn đúng định luật Bôilơ – Mariôt đối với lượng khí xác định ở hai nhiệt độ khác nhau với  $T_2 > T_1$ ?



**Câu 12.** Đồ thị biểu diễn hai đường đẳng nhiệt của cùng một lượng khí lí tưởng biểu diễn như hình vẽ. Mỗi quan hệ về nhiệt độ của hai đường đẳng nhiệt này là



- A.  $T_2 > T_1$  .                      B.  $T_2 = T_1$  .  
C.  $T_2 < T_1$  .                      D.  $T_2 \leq T_1$  .

**Câu 13.** Khí nào sau đây **không** phải là khí lí tưởng ?

- A. Khí mà các phân tử được coi là chất điểm.  
B. Khí mà các phân tử chuyển động càng nhanh khi nhiệt độ càng cao.  
C. Khí không tuân theo đúng định luật Bôi-lơ - Ma-ri-ốt.  
D. Khí mà lực tương tác giữa các phân tử khi không va chạm là không đáng kể.

**Câu 14. (KT HK2 chuyên QH Huế).** Trong quá trình đẳng nhiệt của một lượng khí nhất định, mật độ phân tử khí trong một đơn vị thể tích

- A. chưa đủ dữ kiện để kết luận.                      B. tăng tỉ lệ thuận với áp suất.  
C. giảm tỉ lệ nghịch với áp suất.                      D. luôn không đổi.

#### BẢNG ĐÁP ÁN

|     |     |      |      |      |      |      |
|-----|-----|------|------|------|------|------|
| 1.B | 2.A | 3.A  | 4.D  | 5.A  | 6.B  | 7.C  |
| 8.A | 9.B | 10.C | 11.D | 12.A | 13.C | 14.B |

## II. PHÂN DẠNG BÀI TẬP.

### Dạng 1. Vận dụng định luật Bôi-lơ – Mariốt để giải các bài toán cơ bản.

**Phương pháp.**

#### 1. Đơn vị đo áp suất.

+ Đơn vị của áp suất là Paxcan (Pa). Với  $1\text{Pa} = 1\text{N/m}^2$

+ Ngoài ra áp suất còn được dùng bằng các đơn vị sau đây

Atmôtpe (atm)  $1\text{atm} = 1,013 \cdot 10^5 \text{Pa}$

Torr hay còn gọi là milimet thủy ngân và  $1\text{mmHg} = 1\text{Torr} = 133,3\text{Pa}$

☞ Có thể dùng máy tính cầm tay **fx-580VN** hoặc máy tính khác tương đương để chuyển đổi đơn vị.

Nhấn **[SHIFT]** **[8]** **[▼]** **[2]** khi đó màn hình hiển thị như bên dưới.

Chọn 1 nếu muốn đổi atm sang Pa.

Chọn 2 nếu muốn đổi Pa sang atm

Chọn 3 nếu muốn đổi mmHg sang Pa.

Chọn 4 nếu muốn đổi Pa sang mmHg.

|                             |                            |
|-----------------------------|----------------------------|
| 1: atm→Pa                   | 2: Pa→atm                  |
| 3: mmHg→Pa                  | 4: Pa→mmHg                 |
| 5: kgf/cm <sup>2</sup> →Pa  | 6: Pa→kgf/cm <sup>2</sup>  |
| 7: lbf/in <sup>2</sup> →kPa | 8: kPa→lbf/in <sup>2</sup> |

#### 2. Đổi đơn vị thể tích.

$$1\text{m}^3 = 10^3 \text{ lít} = 10^6 \text{ cm}^3 \Rightarrow \begin{cases} 1 \text{ lít} = 10^{-3} \text{ m}^3 \\ 1 \text{ lít} = 10^3 \text{ cm}^3 \end{cases}$$

**3. Lưu ý khi áp dụng định luật Bôi lơ – Mariốt.**

- Khí áp dụng phải là khí lí tưởng.

*Lưu ý:* Khí lí tưởng chỉ là trên phương diện lí thuyết, trong thực tế luôn tồn tại khí thực, không có khí lí tưởng. Nếu không đòi hỏi độ chính xác cao khi đó ta xem khí thực gần đúng là khí lí tưởng để áp dụng định luật.

- Nhiệt độ không đổi trong quá trình biến đổi trạng thái (Quá trình đẳng nhiệt).
- Áp suất và thể tích ở các trạng thái phải cùng đơn vị.

**Ví dụ 1.** Dưới áp suất  $10^5 \text{Pa}$  một lượng khí có thể tích 10 lít. Nếu nhiệt độ được giữ không đổi và áp suất tăng lên 25% so với ban đầu thì thể tích của lượng khí này là

- A.  $V_2 = 12,5$  lít.      B.  $V_2 = 8$  lít.      C.  $V_2 = 2,5$  lít.      D.  $V_2 = 40$  lít.

**Hướng dẫn**

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \Rightarrow 10^5 (\text{Pa}) \cdot 10 (\text{l}) = (10^5 + 25\% \cdot 10^5) (\text{Pa}) V_2 \Rightarrow V_2 = 8 (\text{l}) \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

**Ví dụ 3.** Để bơm đầy một khí cầu đến thể tích  $100 \text{m}^3$  có áp suất  $0,1 \text{atm}$  ở nhiệt độ không đổi người ta dùng các ống khí hêli có thể tích 50 lít ở áp suất  $100 \text{atm}$ . Số ống khí hêli cần để bơm khí cầu bằng

- A. 1.      B. 2.      C. 3.      D. 4.

**Hướng dẫn**

$$\begin{cases} p_1 V_1 = 0,1 (\text{atm}) \cdot 100 (\text{m}^3) \\ p_2 V_2 = 100 (\text{atm}) \cdot 50 \cdot 10^{-3} (\text{m}^3) \cdot n \end{cases} \xrightarrow{p_1 V_1 = p_2 V_2} n = 2 \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

**Ví dụ 4.** Một khối khí lí tưởng xác định có áp suất  $1 \text{atm}$  được làm tăng áp suất đến  $4 \text{atm}$  ở nhiệt độ không đổi thì thể tích biến đổi một lượng 3 lít. Thể tích ban đầu của khối khí đó là

- A. 4 lít.      B. 8 lít.      C. 12 lít.      D. 16 lít.

**Hướng dẫn**

$$p_2 > p_1 \Rightarrow V_2 < V_1 \Rightarrow V_2 = V_1 - \Delta V \Rightarrow p_1 V_1 = p_2 (V_1 - \Delta V)$$

$$\text{hay } 1 \cdot V_1 = 4(V_1 - 3) \Rightarrow V_1 = 4 \text{ lít} \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

**Ví dụ 5.** Một bình đựng khí bằng thép có dung tích  $6 \cdot 10^{-3} \text{m}^3$  đựng khí áp suất  $2,75 \cdot 10^6 \text{Pa}$ . Người ta dùng khí trong bình để thổi các quả bóng bay sao cho bóng có thể tích  $3,3 \cdot 10^{-3} \text{m}^3$  và khí trong bóng có áp suất  $10^5 \text{Pa}$ . Nếu coi nhiệt độ của khí không đổi thì số lượng bóng thổi được là

- A. 50 quả bóng.      B. 48 quả bóng.      C. 52 quả bóng.      D. 49 quả bóng.

**Hướng dẫn**

\*Áp dụng định luật Bôi lơ – Mariốt (quá trình đẳng nhiệt).

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 = p_2 (n V_{02} + V_1) \Rightarrow 2,75 \cdot 10^6 \cdot 6 \cdot 10^{-3} = 10^5 (n \cdot 3,3 \cdot 10^{-3} + 6 \cdot 10^{-3})$$

$$\Rightarrow n = 48 \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

**Ví dụ 6.** Nếu áp suất của một lượng khí lí tưởng xác định tăng  $2 \cdot 10^5 \text{Pa}$  thì thể tích biến đổi 3 lít. Nếu áp suất của lượng khí trên tăng  $5 \cdot 10^5 \text{Pa}$  thì thể tích biến đổi 5 lít. Biết nhiệt độ không đổi trong các quá trình trên. Áp suất và thể tích ban đầu của khí trên là

A.  $2 \cdot 10^5 \text{Pa}$ , 8 lít.

B.  $4 \cdot 10^5 \text{Pa}$ , 9 lít.

C.  $4 \cdot 10^5 \text{Pa}$ , 12 lít.

D.  $2 \cdot 10^5 \text{Pa}$ , 12 lít.

### Hướng dẫn

$$\text{Trạng thái 1: } \begin{cases} p_1 = p \\ V_1 = V \end{cases} \quad \text{Trạng thái 2: } \begin{cases} p_2 = p + 2(10^5 \text{Pa}) \\ V_2 = V - 3(\text{lít}) \end{cases}$$

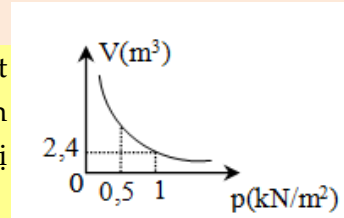
$$\text{Trạng thái 3: } \begin{cases} p_3 = p + 5(10^5 \text{Pa}) \\ V_3 = V - 5(\text{lít}) \end{cases} \quad (\text{Nếu chọn } p \text{ tăng thì } V \text{ phải giảm})$$

$$pV = (p + 2)(V - 3) = (p + 5)(V - 5) \Rightarrow \begin{cases} 2V - 3p = 6 \\ 5V - 5p = 25 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} V = 9 \text{ lít} \\ p = 4(10^5 \text{Pa}) \end{cases}$$

$\Rightarrow$  Chọn B.

**Chú ý:** Nếu áp suất tăng thì thể tích phải giảm.

**Ví dụ 7.** Một khối khí khi đặt ở điều kiện nhiệt độ không đổi thì có sự biến thiên của thể tích theo áp suất như hình vẽ. Khi áp suất có giá trị  $0,5 \text{kN/m}^2$  thì thể tích của khối khí bằng



A.  $3,6 \text{m}^3$ .

B.  $4,8 \text{m}^3$ .

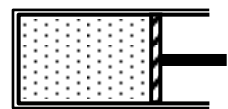
C.  $7,2 \text{m}^3$

D.  $14,4 \text{m}^3$ .

### Hướng dẫn

$$\text{Từ đồ thị } \begin{cases} \text{Trạng thái 1: } \begin{cases} p_1 = 1(\text{kN/m}^2) \\ V_1 = 2,4(\text{m}^3) \end{cases} \\ \text{Trạng thái 2: } \begin{cases} p_2 = 0,5(\text{kN/m}^2) \\ V_2 = ?(\text{m}^3) \end{cases} \end{cases} \Rightarrow V_2 = \frac{p_1 V_1}{p_2} = \frac{1 \cdot 2,4}{0,5} = 4,8 \text{m}^3$$

**Ví dụ 8.** Một xilanh đang chứa một khối khí, khi đó pít - tông cách đáy xilanh một khoảng 15cm. Hỏi phải đẩy pít - tông theo chiều nào, một đoạn bằng bao



## Chất khí – Định luật Bôi – lơ – Ma-ri-ốt.

nhiều để áp suất khí trong xilanh tăng gấp 3 lần? Coi nhiệt độ của khí không đổi trong quá trình trên sang

- A. phải 5cm.      B. trái 5cm.      C. phải 10cm.      D. trái 10cm.

### Hướng dẫn

\*Do áp suất tăng nên suy ra thể tích phải giảm. Do đó pít – tông phải dịch sang trái.

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Trạng thái 1:} \begin{cases} p_1 \\ V_1 = Sl \end{cases} \\ \text{Trạng thái 2:} \begin{cases} p_2 = 3p_1 \\ V_2 = S(l - \Delta l) \end{cases} \end{array} \right. \xrightarrow{p_1 V_1 = p_2 V_2} p_1 Sl = 3p_1 S(l - \Delta l)$$

$$\Rightarrow l = 3(l - \Delta l) \xrightarrow{l=15\text{cm}} \Delta l = 10\text{cm} \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

**Chú ý:** Pít-tông là một bộ phận của động cơ, máy bơm dạng pít-tông, máy nén khí hoặc xi lanh hơi.

**Ví dụ 9..** Biết ở điều kiện chuẩn khối lượng riêng của ôxi là  $1,43 \text{ kg/m}^3$ . Khối lượng khí ôxi đựng trong một bình thể tích 10 lít dưới áp suất 150 atm ở nhiệt độ  $0^\circ\text{C}$  bằng

- A. 2,145 kg.      B. 21,450kg.      C. 1,049kg.      D. 10,49kg.

### Hướng dẫn

\*Xét cùng một lượng khí có khối lượng  $m$  ở hai trạng thái.

\*Áp dụng định luật Bôi lơ – Mariốt (quá trình đẳng nhiệt).

$$pV = p_0 V_0 \Leftrightarrow pV = p_0 \frac{m}{\rho} \Leftrightarrow 150(\text{atm}).10.10^{-3}(\text{m}^3) = 1. \frac{m}{1,43} \Rightarrow m = 2,145\text{kg}$$

$\Rightarrow$  Chọn A.

**Chú ý:** Ở điều kiện tiêu chuẩn ra có áp suất  $p_0 = 1\text{atm}$  và  $\rho = 1,43(\text{kg/m}^3)$ .

**Ví dụ 10. (KSCL THPT Yên Lạc – Vĩnh Phúc).** Dùng ống bơm bơm một quả bóng đang bị xẹp, mỗi lần bơm đẩy được  $50\text{cm}^3$  không khí ở áp suất 1 atm vào quả bóng. Sau 60 lần bơm quả bóng có dung tích 2 lít, coi quá trình bơm nhiệt độ không đổi, áp suất khí trong quả bóng sau khi bơm là

- A. 1,25 atm.      B. 1,5 atm.      C. 2,5 atm.      D. 2 atm.

### Hướng dẫn

\*Đổi đơn vị:  $2 \text{ lít} = 2.10^{-3} \text{ m}^3 = 2.10^3 \text{ cm}^3$

**Trạng thái 1:** Sau 60 lần bơm đã đưa vào quả bóng một lượng khí ở bên

ngoài có 
$$\begin{cases} p_1 = 1(\text{atm}) \\ V_1 = 60.50(\text{cm}^3) = 3.10^3 \text{ cm}^3 \end{cases}$$

**Trạng thái 2:** Khi khí đã vào trong quả bóng lượng khí này có áp suất và thể tích lần lượt là  $\begin{cases} p_2 = ? \\ V_2 = 2.10^3 \text{ cm}^3 \end{cases}$

\*Do nhiệt độ không đổi, áp dụng định luật Bôilơ – Mariốt ta thu được

$$p_2 = \frac{p_1 V_1}{V_2} = \frac{1(\text{atm})50.60(\text{cm}^3)}{2.10^3(\text{cm}^3)} = 1,5(\text{atm}) \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

**Lưu ý:** Thể tích mà lượng khí đưa vào quả bóng là  $V_1 = 60.50 = 3.10^3 \text{ cm}^3 = 3(\text{lít})$  nhưng thực tế sau khi bơm thể tích của quả bóng là 2 lít. Như vậy lượng khí đưa vào đã bị nén nên áp suất của chúng phải tăng.

**Ví dụ 11.** Người ta dùng một bơm tay có ống bơm dài 50 cm và đường kính trong 4 cm để bơm không khí vào một túi cao su sao cho túi phồng lên, có thể tích là 6,28 lít và áp suất không khí trong túi là 4 atm. Biết áp suất khí quyển là 1atm và coi nhiệt độ của không khí được bơm vào túi không đổi. Số lần đẩy bơm là

- A. 126 lần.                      B. 160 lần.                      C. 40 lần.                      D. 10 lần.

**Hướng dẫn**

**Trạng thái 1:**  $\begin{cases} p_1 = p_0 = 1 \text{ atm} \\ V_1 = n.S.l = n \frac{\pi d^2}{4} l \end{cases}$

**Trạng thái 2:**  $\begin{cases} p_2 = 4 \text{ atm} \\ V_2 = 6,28.10^3 (\text{cm}^3) \end{cases}$

\*Do nhiệt độ không đổi nên ta áp dụng định luật Bôilơ – Mariốt

$$p_0.n \frac{\pi d^2}{4} l = p_2 V_2 \Rightarrow n = \frac{4 p_2 V_2}{p_0 \pi d^2 l} = \frac{4.4(\text{atm}).6,28.10^3 (\text{cm}^3)}{1(\text{atm}).\pi.4^2.50(\text{cm}^3)} \approx 40 \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

## **Dạng 2. Bài toán liên quan đến ngoại lực tác dụng lên thể tích bình chứa khí**

### **Phương pháp.**

+ Các phân tử khí chuyển động hỗn loạn, va chạm lên thành bình gây nên áp suất chất khí. Mỗi phân tử khí tác dụng lực lên thành bình với một lực rất nhỏ, nhưng vô số phân tử khí tác dụng lên thành bình thì gây nên một lực đáng kể.

+ Gọi F là áp lực chất khí nén lên thành bình một diện tích S. Khi đó áp suất chất khí được tính bởi công thức:

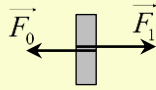
$$\boxed{p = \frac{F}{S}} \Rightarrow F = p.S \quad (F \text{ đơn vị là Niu ton (N) , } S \text{ đơn vị là mét vuông (m}^2\text{)})$$

nên p đơn vị là Paxcan (Pa).

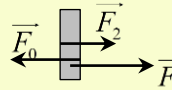
## Chất khí – Định luật Bôi – lơ- Ma-ri-ốt.

\*Lúc đầu áp suất của khí bên trong bình đựng khí là  $p_0$ . Nếu có ngoại lực  $F$  tác dụng vào bình với diện tích tiếp xúc là  $S$  làm thể tích của bình bị thay đổi thì áp suất lúc sau là  $p$ .

\*Ta hãy phân tích lực tác dụng lên pít-tông. Gọi  $\vec{F}$  là lực kéo tác dụng lên pít-tông để rút ra công thức  $\boxed{F = (p_1 - p_2) \cdot S}$  theo một hướng khác.



Lúc đầu



Lúc sau

\*Lúc đầu áp suất khí quyển bên ngoài là  $p_0$  (do lực  $F_0$  tác dụng lên diện tích xi lanh gây ra) và áp suất khí bên trong xi lanh là  $p_1$  (do lực  $F_1$  tác dụng lên diện tích xi lanh gây ra).

\* Lúc sau ta xét ở trạng thái cân bằng. Khi đó:

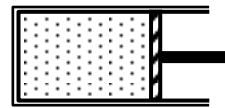
$$0 = F + F_2 - F_0 \Rightarrow F = F_0 - F_2 = F_1 - F_2 \Rightarrow F = S(p_1 - p_2) \Rightarrow \boxed{p_2 = p_1 - \frac{F}{S}}.$$

**Nhận xét:** Đối với bài toán này, ngoại lực tác dụng lên pít-tông làm dãn khí (kí hiệu là  $F_n$ ). Trường hợp pít-tông làm nén khí chúng ta suy ra

$$p_2 = p_1 + \frac{F}{S}.$$

$$p_2 = p_1 \pm \frac{F_n}{S} \rightarrow \begin{cases} \text{Nén khí: } p_2 = p_1 + \frac{F_n}{S} \\ \text{Dãn khí: } p = p_1 - \frac{F_n}{S} \end{cases}$$

**Ví dụ 1.** Một lượng không khí có thể tích  $240\text{cm}^3$  bị giam trong một xi lanh có pít-tông đóng kín như hình vẽ, diện tích của pít – tông là  $24\text{cm}^2$  và áp suất khí trong xi lanh bằng áp suất ngoài là  $100\text{kPa}$ . Bỏ qua mọi ma sát, coi quá trình trên đẳng nhiệt. Để dịch chuyển pít-tông sang phải  $2\text{cm}$  phải cần một lực bằng



A. 20N.

B. 60N .

C. 40N.

D. 80N .

### Hướng dẫn

$$\begin{cases} \text{Trạng thái 1: } \begin{cases} p_1 = 100\text{kPa} \\ V_1 = 240\text{cm}^3 \end{cases} \\ \text{Trạng thái 2: } \begin{cases} p_2 = ? \\ V_2 = V_1 + S l \end{cases} \end{cases} \Rightarrow \underbrace{100 \cdot 240}_{p_1 V_1} = \underbrace{p_2 \cdot (240 + 2 \cdot 24)}_{p_2 V_2}$$

$$p_2 = \frac{250}{3} \text{ kPa} \xrightarrow{p_2 = p_1 - \frac{F}{S}} F = (p_1 - p_2) \cdot S = \underbrace{\left(100 - \frac{250}{3}\right)}_{[Pa]} \cdot \underbrace{10^3 \cdot 24 \cdot 10^{-4}}_{[m^2]} = 40 \text{ N}$$

⇒ Chọn C.

**Ví dụ 2.** Một bơm xe đạp hình trụ có đường kính trong là 3 cm. Người ta dùng ngón tay bịt kín đầu vòi bơm và ấn pit-tông từ từ để nén không khí trong bơm sao cho nhiệt độ không thay đổi. Lấy áp suất khí quyển là  $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$ . Khi thể tích của không khí trong bơm giảm đi 4 lần thì lực tác dụng lên pit-tông bằng

- A. 212N.                      B. 848N.                      C. 71N.                      D. 283N.

### Hướng dẫn

✎ **Nhận xét:** Có ngoại lực  $F$  xuất hiện, đây là dấu hiệu để cho chúng ta áp dụng  $p = p_0 + \frac{F}{S}$  (Do nén khí).

$$p_0 V_0 = pV \Rightarrow \frac{V_0}{V} = \frac{p}{p_0} = \frac{p_0 + \frac{F}{S}}{p_0} = 4 \Rightarrow \frac{F}{Sp_0} = 3 \Rightarrow F = 3Sp_0$$

$$\xrightarrow{\text{Thay số}} F = 3 \cdot \frac{\pi d^2}{4} p_0 = 3 \cdot \frac{\pi \cdot 0,03^2}{4} \cdot 10^5 = 212 \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

**Ví dụ 3.** Người ta dùng bơm có pit-tông diện tích  $8 \text{ cm}^2$  và khoảng chạy  $25 \text{ cm}$  bơm một bánh xe đạp sao cho áp lực của bánh xe đạp lên mặt đường là  $350 \text{ N}$  thì diện tích tiếp xúc là  $50 \text{ cm}^2$ . Ban đầu bánh xe đạp chứa không khí ở áp suất khí quyển  $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$  và có thể tích là  $V_0 = 1500 \text{ cm}^3$ . Giả thiết khi áp suất không khí trong bánh xe đạp vượt quá  $1,5p_0$  thì thể tích của bánh xe đạp là  $2000 \text{ cm}^3$ . Số lần đẩy bơm gần bằng

- A. 17.                      B. 10.                      C. 5.                      D. 15.

### Hướng dẫn

✎ **Nhận xét:** Có ngoại lực  $F$  xuất hiện (lực nén), đây là dấu hiệu để cho chúng ta áp dụng  $p = p_0 + \frac{F}{S}$  (do nén khí).

\*Áp suất trong bánh xe sau khi bơm xong

$$p = p_0 + \frac{F}{S} = 10^5 + \frac{350}{50 \cdot 10^{-4}} = 1,7 \cdot 10^5 > 1,5 p_0 \Rightarrow V = 2000 \text{ cm}^3$$

$$\begin{cases} \text{Trạng thái 1} \left\{ \begin{array}{l} \text{áp suất } p_1 = p_0 \\ \text{thể tích } V_1 = V_0 + n \cdot l \cdot S_0 \end{array} \right. \\ \text{Trạng thái 2} \left\{ \begin{array}{l} \text{áp suất } p_2 = p \\ \text{thể tích } V_2 = 2000 \text{ cm}^3 \end{array} \right. \end{cases}$$

\*Do nhiệt độ không đổi nên ta áp dụng định luật **Bôilô – Mariôt**.

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \Rightarrow p_0 (V_0 + n S_0) = p V_2 \Leftrightarrow 10^5 (1500 + n \cdot 25.8) = 1,7 \cdot 10^5 \cdot 2000 \\ \Rightarrow n = 9,5 \approx 10 \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

**Ví dụ 4.** Một ống nghiệm hình trụ có chứa chất lỏng có độ cao  $h$  và khối lượng riêng là  $\rho$ , phần miệng ống ở trên, bên dưới chất lỏng có chứa một lượng khí. Biết áp suất khí quyển là  $p_0$ . Áp suất của lượng khí bên trong ống có biểu thức là

**A.**  $p = p_0 + \rho gh$ .

**B.**  $p = p_0 - \rho gh$ .

**C.**  $p = p_0 + 2\rho gh$ .

**D.**  $p = p_0 - 2\rho gh$ .



### Hướng dẫn

\*Gọi  $S$  là diện tích đáy của ống hình trụ.

\*Lượng **khí bị nén** bởi trọng lượng của chất lỏng. Do đó ta áp dụng công

$$\text{thức } p = p_0 + \frac{F}{S} \xrightarrow{F=P} p = p_0 + \frac{P}{S} = p_0 + \frac{mg}{S} = p_0 + \frac{\rho Vg}{S} \\ \xrightarrow{V=Sh} p = p_0 + \rho gh \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

**Chú ý:** Nếu miệng ống đặt thẳng đứng hướng xuống dưới (**khí bị dãn**) ta cũng lập luận tương tự và rút ra được áp suất của lượng khí bên trong ống sẽ là  $p = p_0 - \rho gh$ .

✎**Nhận xét:** Dạng toán tính các thông số của lượng khí bị nhốt trong ống thủy tinh có chứa chất lỏng. Ta gặp lại ở dạng 4 của chuyên đề này.

### **Dạng 3. Vận dụng định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ốt cho bài toán ống thủy tinh có chứa chất lỏng.**

#### Phương pháp.

##### **1. Áp suất tính theo độ cao cột thủy ngân.**

\*Từ công thức gốc  $p = p_0 \pm \rho gh$  (Pa) người ta đi thiết lập một thang đo mới của áp suất. Đó là áp suất tính theo mmHg.

$$(\text{khối lượng riêng của thủy ngân sẽ là } \rho = 13,6 \cdot 10^3 \text{ (kg/m}^3 \text{)}).$$

$$\text{Xét } \rho gh = \underbrace{13,6 \cdot 10^3 \cdot 9,8 \cdot h}_{133,3h \text{ (mm)}} (10^{-3} \text{ mm}) = 133,3h \text{ (mm)} = h \text{ (mmHg)}$$

\*Do  $h$  tính theo đơn vị là milimet(mm) nên 133,3 có đơn vị là Paxcan trên milimét (Pa/mm). Để đơn giản ta đặt  $133,3 \left( \frac{\text{Pa}}{\text{mm}} \right) = 1\text{Hg} \Rightarrow \rho gh = h(\text{mmHg})$

$$(\text{đây là lý do tại sao } 1\text{mmHg} = 133,3\text{Pa})$$

$$\Rightarrow \boxed{p = p_0 \pm h(\text{mmHg})}.$$

**Chú ý:** Như vậy nếu  $h(\text{mmHg})$  thì  $p$  và  $p_0$  cũng được tính theo mmHg.

## 2. Áp suất tính theo độ cao cột nước.

\*Xét một lượng nước và một lượng thủy ngân có cùng khối lượng. Ta có  $m_{H_2O} = m_{Hg} \Rightarrow \rho_{H_2O} V_{H_2O} = \rho_{Hg} V_{Hg} \Leftrightarrow \rho_{H_2O} S.h_{H_2O} = \rho_{Hg} S.h_{Hg}$

$$\Rightarrow h_{Hg} = \frac{\rho_{H_2O}}{\rho_{Hg}} . h_{H_2O} = \frac{h_{H_2O} (mmH_2O)}{13,6} \Rightarrow p = p_0 + \frac{h_{H_2O} (mmH_2O)}{13,6} (mmHg)$$

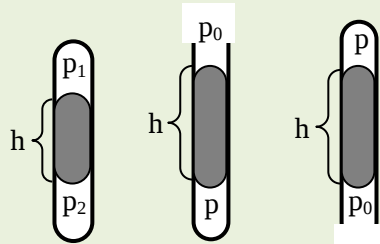
## 3. Những trường hợp thường gặp.

\*Xét ống thủy tinh, trong có chứa thủy ngân có độ cao  $h$ . Áp suất khí quyển là  $p_0$ .

Bịt kín hai đầu  $p_2 = p_1 + h$

Đầu để hở phía trên  $p = p_0 + h$

Đầu để hở phía dưới  $p = p_0 - h$ .



**Ví dụ 1. (KOP).** Nếu dùng chất lỏng là thủy ngân để làm khí áp kế thì khi đo áp suất khí quyển chiều cao cột thủy ngân là 760mm. Biết khối lượng riêng của nước là  $10^3 kg/m^3$ . Nếu thay thủy ngân bằng một lượng nước đúng bằng lượng thủy ngân ban đầu thì khi đo áp suất khí quyển chiều cao cột nước là

A. 1036mm.

B. 10,336m.

C. 760mm.

D. 55,882mm.

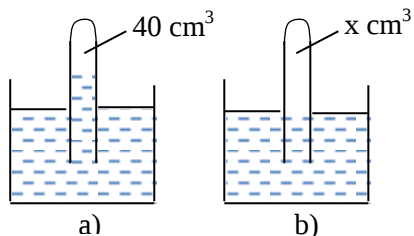
### Hướng dẫn

\*Áp dụng mối liên hệ giữa chiều cao cột thủy ngân và chiều cao cột nước.

$$h(mmHg) = \frac{h(mmH_2O)}{13,6} \Rightarrow h(mmH_2O) = 13,6h(mmHg)$$

Thay số:  $h(mmH_2O) = 13,6.760 = 10336mm = 10,336m \Rightarrow$  **Chọn B.**

**Ví dụ 2.** Một ống thủy tinh được cắm lộn ngược vào một chậu chứa thủy ngân, bên trong ống chứa  $40 cm^3$  không khí và một cột thủy ngân cao 8 cm so với mực thủy ngân trong chậu (Hình a). Người ta ấn sâu ống thủy tinh vào thủy ngân cho tới khi mực thủy ngân ở bên trong và bên ngoài ống bằng nhau (Hình b). Biết áp suất khí quyển là 75 cmHg. Thể tích của không khí còn lại bên trong ống thủy tinh bằng



A.  $44,3cm^3$ .

B.  $35,7cm^3$ .

C.  $32,3cm^3$ .

D.  $49,6cm^3$ .

**Hướng dẫn**

\*Ở hình a ta có áp suất và thể tích của lượng khí lần lượt là

$$p_1 = p_0 - h_1 \text{ và } V_1 = 40 \text{ cm}^3$$

\*Ở hình b ta có áp suất và thể tích của lượng khí lần lượt là

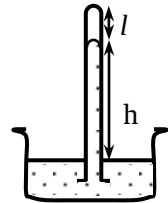
$$p_2 = p_0 - h_2 \xrightarrow{h_2=0} p_2 = p_0 \text{ và } V_2 = x (\text{cm}^3)$$

\*Do nhiệt độ không thay đổi nên ta áp dụng định luật **Bôilơ – Mariốt**

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \Rightarrow (p_0 - h_1) V_1 = p_0 x \Rightarrow x = \frac{p_0 - h}{p_0} V_1 = \frac{75 - 8}{75} \cdot 40 = 35,7 \text{ cm}^3$$

$\Rightarrow$  Chọn B.

**Ví dụ 3.** Một ống thủy tinh úp vào trong chậu thủy ngân như hình vẽ làm một cột không khí bị nhốt ở phần đáy trên có chiều dài  $l = 56 \text{ mm}$ , làm cột thủy ngân dâng lên  $h = 748 \text{ mmHg}$ , áp suất khí quyển khi đó là  $768 \text{ mmHg}$ . Thay đổi áp suất khí quyển làm cột thủy ngân tụt xuống, coi nhiệt độ không đổi. Áp suất khí quyển khi cột thủy ngân chỉ dâng lên  $h' = 734 \text{ mmHg}$  là



A.  $760 \text{ mmHg}$ .      B.  $756 \text{ mmHg}$ .      C.  $750 \text{ mmHg}$ .      D.  $746 \text{ mmHg}$ .

**Hướng dẫn**

\*Lúc đầu áp suất ở phần trên đáy  $p_1 = p_{01} - h_1$  và thể tích  $V_1 = S.l$

\*Lúc sau áp suất ở phần trên đáy  $p_2 = p_{02} - h_2$  và thể tích  $V_2 = S(l + \Delta h)$

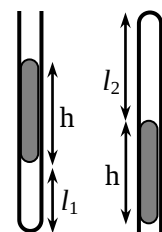
**\*Áp dụng định luật Bôilơ – Mariốt ta thu được**

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \Leftrightarrow (p_{01} - h_1) S l = (p_{02} - h_2) S (l + h_1 - h_2)$$

$$\text{hay } (768 - 748) \cdot 56 = (p_{02} - 734)(56 + 748 - 734) \Rightarrow p_{02} = 750 \text{ mmHg}$$

$\Rightarrow$  Chọn C.

**Ví dụ 4. (KTĐK THPT Nguyễn Huệ - TT Huế).** Một ống thủy tinh tiết diện đều  $S$ , một đầu kín một đầu hở, chứa một cột thủy ngân dài  $h = 14 \text{ cm}$ . Khi đặt ống thẳng đứng, đầu hở ở trên thì chiều dài của cột không khí là  $l_1 = 10 \text{ cm}$ , áp suất khí quyển bằng  $p_0 = 76 \text{ cmHg}$ . Khi đặt ống thủy tinh thẳng đứng đầu hở ở dưới thì cột không khí trong ống có chiều dài  $l_2$  gần giá trị nào nhất sau đây?



A.  $20 \text{ cm}$       B.  $16 \text{ cm}$ .      C.  $12 \text{ cm}$ .      D.  $14 \text{ cm}$ .

**Hướng dẫn**

Xét áp suất và thể tích của lượng khí ở phần đáy của ống (đầu kín).

\*Khi đặt ống thẳng đứng có đầu hở lên phía trên thì

Áp suất  $p_1 = p_0 + h$ , thể tích  $V_1 = S.l_1$

\*Khi đặt ống thẳng đứng có đầu hở xuống phía dưới

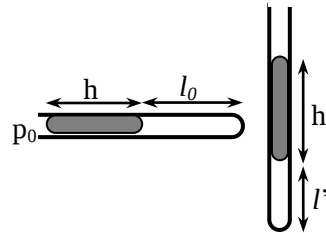
Áp suất  $p_2 = p_0 - h$ , thể tích  $V_2 = S.l_2$

**\*Áp dụng định luật Bôilơ – Mariôt ta thu được**

$$(p_0 + h)l_1 = (p_0 - h)l_2 \Rightarrow l_2 = \frac{p_0 + h}{p_0 - h}l_1 = \frac{76 + 14}{76 - 14} \cdot 10 = 14,5\text{cm} \Rightarrow \text{Gần đáp án D}$$

nhất  $\Rightarrow$  **Chọn D.**

**Ví dụ 5.** Một lượng không khí bị giam trong ống thủy tinh nằm ngang bởi một cột thủy ngân có chiều dài  $h$  (mmHg) như hình vẽ, phần cột khí bị giam trong ống có chiều dài là  $l_0$ ,  $p_0$  là áp suất khí quyển có đơn vị mmHg. Đặt ống thẳng đứng, miệng ống hướng lên trên thì chiều dài cột khí trong ống là



**A.**  $\frac{l_0}{1 + \frac{h}{p_0}}$

**B.**  $\frac{l_0}{1 - \frac{h}{p_0}}$

**C.**  $\frac{l_0}{1 - \frac{h}{2p_0}}$

**D.**  $\frac{l_0}{1 - \frac{2h}{p_0}}$

### Hướng dẫn

(Xét 2 thông số áp suất và thể tích của lượng khí bị giam trong ống thủy tinh).

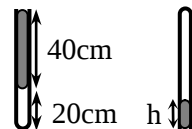
\*Khi ống nằm ngang:  $p_1 = p_0$  và  $V_1 = S.l_0$

\*Khi ống thẳng đứng (miệng ống hướng lên):  $p_2 = p_0 + h$  và  $V_2 = S.l'$

**\*Áp dụng định luật Bôilơ – Mariôt ta thu được**

$$p_1V_1 = p_2V_2 \Rightarrow p_0l_0 = (p_0 + h)l' \Rightarrow l' = \frac{l_0}{1 + \frac{h}{p_0}} \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

**Ví dụ 6.** Ống thủy tinh dài 60cm đặt thẳng đứng đầu hở ở trên, đầu kín ở dưới. Một cột không khí cao 20cm bị giam trong ống bởi một cột thủy ngân cao 40cm. Biết áp suất khí quyển là 80cmHg, lật ngược ống lại để đầu kín ở trên, đầu hở ở dưới, coi nhiệt độ không đổi, một phần thủy ngân bị chảy ra ngoài. Hỏi thủy ngân còn lại trong ống có độ cao bao nhiêu?



**A.** 10cm.

**B.** 15cm.

**C.** 20cm.

**D.** 25cm.

**Hướng dẫn**

\*Đầu hở ở trên, lượng khí trong ống có  $\begin{cases} p_1 = p_0 + 40(\text{cmHg}) \\ V_1 = 20S(\text{cm}^3) \end{cases}$

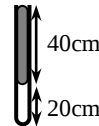
\*Đầu hở ở dưới, lượng khí trong ống có  $\begin{cases} p_2 = p_0 - h \\ V_2 = (l - h)S \end{cases}$

**\*Áp dụng định luật Bôilơ – Mariôt:**

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \Rightarrow (p_0 + 40) \cdot 20S = (p_0 - h)(l - h)S$$

Thay số:  $(80 + 40) \cdot 20 = (80 - h)(60 - h) \xrightarrow{h < l = 60\text{cm}} h = 20\text{cm} \Rightarrow \text{Chọn C.}$

**Ví dụ 7.** Ống thủy tinh đặt thẳng đứng đầu hở ở trên, đầu kín ở dưới. Một cột không khí cao 20cm bị giam trong ống bởi một cột thủy ngân cao 40cm. Biết áp suất khí quyển là 80cmHg, lật ngược ống lại để đầu kín ở trên, đầu hở ở dưới, coi nhiệt độ không đổi, nếu muốn lượng thủy ngân ban đầu không chảy ra ngoài thì chiều dài tối thiểu của ống phải là bao nhiêu?



- A. 80cm.      B. 90cm.      **C. 100cm.**      D. 120cm.

**Hướng dẫn**

\*Đầu hở ở trên, lượng khí trong ống có  $\begin{cases} p_1 = p_0 + 40(\text{cmHg}) \\ V_1 = 20S(\text{cm}^3) \end{cases}$

\*Đầu hở ở dưới, lượng khí trong ống có  $\begin{cases} p_2 = p_0 - 40 \\ V_2 = (l - 40)S \end{cases}$

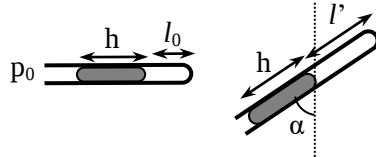
**\*Áp dụng định luật Bôilơ – Mariôt:**

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \Rightarrow (p_0 + 40) \cdot 20S = (p_0 - 40)(l - 40)S \xrightarrow{p_0 = 80\text{cmHg}} l = 100\text{cm}$$

Muốn lượng thủy ngân không bị chảy ra ngoài khi

$$l \geq 100\text{cm} \Rightarrow l_{\min} = 100\text{cm} \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

**Ví dụ 8.** Một lượng không khí bị giam trong ống thủy tinh nằm ngang bởi một cột thủy ngân có chiều dài h (mmHg), phần cột khí bị giam trong ống có chiều dài là  $l_0$ ,  $p_0$  là áp suất khí quyển có đơn



vị mmHg. Đặt ống nghiêng góc  $\alpha = 60^\circ$  so với phương thẳng đứng, miệng ống hướng xuống, giả sử thủy ngân không chảy ra ngoài thì chiều dài cột khí trong ống là

**A.**  $\frac{l_0}{1 + \frac{h}{p_0}}$

**B.**  $\frac{l_0}{1 - \frac{h}{p_0}}$

**C.**  $\frac{l_0}{1 - \frac{h}{2p_0}}$

**D.**  $\frac{l_0}{1 + \frac{2h}{p_0}}$

### Hướng dẫn

(Xét 2 thông số áp suất và thể tích của lượng khí bị giam trong ống thủy tinh).

\*Khi ống nằm ngang:  $p_1 = p_0$  và  $V_1 = S.l_0$

\*Khi ống nằm nghiêng (miệng ống hướng xuống):  $p_2 = p_0 - h \cos \alpha$  và  $V_2 = S.l'$

**\*Áp dụng định luật Bôilơ – Mariôt ta thu được**

$$p_0 l_0 = (p_0 - h \cos \alpha) l' \Rightarrow l' = \frac{l_0}{1 - \frac{h \cos \alpha}{p_0}} = \frac{l_0}{1 - \frac{h \cos 60^\circ}{p_0}} = \frac{l_0}{1 - \frac{h}{2p_0}} \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

**Ví dụ 9. (KSCL THPT Yên Lạc – Vĩnh Phúc).** Một ống thủy tinh tiết diện đều S, một đầu kín một đầu hở, chứa một cột thủy ngân dài  $h = 16\text{cm}$ . Khi đặt ống thẳng đứng, đầu hở ở trên thì chiều dài của cột không khí là  $l_1 = 15\text{cm}$ , áp suất khí quyển bằng  $p_0 = 76\text{ cmHg}$ . Khi đặt ống thủy tinh nghiêng một góc  $\alpha = 30^\circ$  so với phương thẳng đứng, đầu hở ở trên thì chiều cao của cột không khí trong ống bằng

**A. 15,4cm.**

**B. 16,4cm.**

**C. 23,0cm.**

**D. 20,0cm.**

### Hướng dẫn

\*Khi đặt ống thẳng đứng, đầu hở ở trên thì áp suất và thể tích của khí lần lượt là  $p_1 = p_0 + h$  và  $V_2 = l_0 S$ .

\*Khi đặt ống thủy tinh nghiêng một góc  $\alpha = 30^\circ$  so với phương thẳng đứng

thì áp suất và thể tích của khí lần lượt là

$p_2 = p_0 + h \sin \alpha$  và  $V_2 = l_0 S$ . Áp dụng định luật Bôilơ - Mariôt.

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \Leftrightarrow (p_0 + h) S l_1 = (p_0 + h \sin \alpha) S l_0 \Rightarrow l_0 = \frac{p_0 + h}{p_0 + h \sin \alpha} l_1$$

Thay số  $l_0 = \frac{76 + 16}{76 + 16 \sin 60^\circ} \cdot 15 = 15,4\text{cm} \Rightarrow \text{Chọn A.}$

**Chú ý:**  $\alpha$  là góc hợp bởi ống thủy tinh so với phương nằm ngang.

**Ví dụ 10. (KSCL THPT Yên Lạc – Vĩnh Phúc).** Phía trên cột thủy ngân của áp kế có lọt một khối lượng nhỏ không khí, nên áp kế đó chỉ áp suất nhỏ hơn áp suất khí quyển. Khi áp suất khí quyển là 768mmHg thì áp kế chỉ 748mmHg, chiều dài khoảng chân không khí đó là 80mm. Coi nhiệt

## Chất khí – Định luật Bôil – lơ- Ma-ri-ốt.

độ trong hai lần đo là như nhau. Nếu áp kế chỉ 734mmHg thì áp suất khí quyển thực là

A. 751mmHg.      B. 754 mmHg.      C. 742 mmHg.      D. 766 mmHg.

### Hướng dẫn

Gọi  $l$  là chiều dài của ống,  $x$  là chiều dài của ống chứa không khí.

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Trạng thái 1:} \begin{cases} p_1 = p_{01} - h_1 \\ V_1 = S \cdot x_1 \end{cases} \\ \text{Trạng thái 2:} \begin{cases} p_2 = p_{02} - h_2 \\ V_2 = Sx_2 = S(l - h_2) \end{cases} \end{array} \right. \Rightarrow \underbrace{(p_{01} - h_1) S \cdot x_1}_{p_1 V_1} = \underbrace{(p_{02} - h_2) S(l - h_2)}_{p_2 V_2}$$

$$(\text{Chiều dài ống } l = x_1 + h_1 = 80 + 748 = 828\text{mm})$$

$$\xrightarrow{\text{Thay số}} (768 - 748) \cdot 80 = (p_{02} - 734)(828 - 734) \Rightarrow p_{02} = 751\text{mmHg}$$

$\Rightarrow$  Chọn A.

**Chú ý:** Số chỉ của áp kế chính bằng độ cao của cột thủy ngân.

**Ví dụ 11\*.** Ở chính giữa một ống thủy tinh nằm ngang, tiết diện nhỏ, chiều dài  $L = 100$  cm, hai đầu bịt kín có một cột thủy ngân dài  $h = 20$  cm. Trong ống có không khí. Khi đặt ống thẳng đứng, cột thủy ngân dịch chuyển xuống dưới một đoạn  $l = 10$  cm. Coi nhiệt độ của không khí trong ống không đổi và khối lượng riêng của thủy ngân là  $\rho = 1,36 \cdot 10^4 \text{ kg/m}^3$ . Áp suất của không khí trong ống khi ống đặt nằm ngang bằng

A. 60cmHg.      B. 750cmHg.      C. 37,5mmHg.      D. 37,5cmHg.

### Hướng dẫn

\*Khi ống nằm ngang, áp suất và thể tích của hai lượng khí ở hai bên ống đều bằng nhau, tích  $pV$  chính bằng  $p_1 V_1 = p_1 \frac{L-h}{2} S$ .

$$\text{*Khi ống đặt thẳng đứng: Tích } pV \left\{ \begin{array}{l} \text{Khí ở trên: } p_2 \left( \frac{L-h}{2} + l \right) S \\ \text{Khí ở dưới: } (p_2 + h) \left( \frac{L-h}{2} - l \right) S \end{array} \right.$$

\*Do nhiệt độ không thay đổi, do đó ta hoàn toàn áp dụng được định luật Bôilơ - Mariốt.

$$\text{Do đó: } p_1 \frac{L-h}{2} S = p_2 \left( \frac{L-h}{2} + l \right) S = (p_2 + h) \left( \frac{L-h}{2} - l \right) S$$

$$\text{Đặt } x = \frac{L-h}{2} = \frac{100-20}{2} = 40\text{cm}$$

$$p_1 x = p_2 (x + l) = (p_2 + h)(x - l) \Rightarrow \begin{cases} p_2 = \frac{h}{2} \left( \frac{x}{l} - 1 \right) \\ p_1 = \frac{p_2}{x} (x + l) \end{cases} \Rightarrow p_1 = \frac{h}{2x} \left( \frac{x}{l} - 1 \right) (x + l)$$

$$\xrightarrow{\text{Thay số}} p_1 = \frac{20}{2 \cdot 40} \left( \frac{40}{10} - 1 \right) (40 + 10) = 37,5 \text{ cmHg} \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

**Ví dụ 12\*.** Ở chính giữa một ống thủy tinh nằm ngang, kín cả hai đầu có một cột thủy ngân dài  $h = 19,6 \text{ mm}$ . Nếu đặt ống nghiêng một góc  $30^\circ$  so với phương nằm ngang thì cột thủy ngân dịch chuyển một đoạn  $\Delta l_1 = 20 \text{ mm}$ . Nếu đặt ống thẳng đứng thì cột thủy ngân dịch chuyển một đoạn  $\Delta l_2 = 30 \text{ mm}$ . Áp suất của không khí trong ống khi ống nằm ngang gần bằng

A. 19 mmHg.      B. 6 mmHg.      **C. 10 mmHg.**      D. 30 mmHg.

### Hướng dẫn

\* Khi ống nằm ngang, áp suất và thể tích của hai lượng khí ở hai bên ống đều bằng nhau, tích  $pV$  chính bằng  $p_1 V_1 = p_1 \frac{L-h}{2} S = p_1 x S$ .

Khi ống đặt nghiêng góc  $30^\circ$ . Tích  $p.V \begin{cases} \text{Khí ở trên: } p_2 (x + \Delta l_1) S \\ \text{Khí ở dưới: } (p_2 + 0,5h)(x - \Delta l_1) S \end{cases}$

Khi ống đặt thẳng đứng: Tích  $p.V \begin{cases} \text{Khí ở trên: } p_3 (x + \Delta l_2) S \\ \text{Khí ở dưới: } (p_3 + h)(x - \Delta l_2) S \end{cases}$

⇒ Áp dụng định luật Bôilơ - Mariốt.

$$p_1 x = \underbrace{p_2 (x + \Delta l_1)}_{(1)} = \underbrace{(p_2 + 0,5h)(x - \Delta l_1)}_{(2)} = \underbrace{p_3 (x + \Delta l_2)}_{(3)} = \underbrace{(p_3 + h)(x - \Delta l_2)}_{(4)}$$

$$* \text{Từ } \begin{cases} (1) \text{ và } (2) \Rightarrow p_2 = \frac{h}{4} \left( \frac{x}{\Delta l_1} - 1 \right) \\ (3) \text{ và } (4) \Rightarrow p_3 = \frac{h}{2} \left( \frac{x}{\Delta l_2} - 1 \right) \end{cases} \Rightarrow \frac{p_2}{p_3} = \frac{1}{2} \cdot \frac{\frac{x}{\Delta l_1} - 1}{\frac{x}{\Delta l_2} - 1} = \frac{x + \Delta l_2}{x + \Delta l_1} \Rightarrow x \approx 49 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow p_2 = 7 \text{ mmHg} \Rightarrow p_1 = \frac{p_2 (x + \Delta l_1)}{x} = \frac{7(49 + 20)}{49} \approx 10 \text{ mmHg} \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

**Chú ý:** Áp suất khí ở dưới  $p_2' = p_2 + h \sin 30^\circ = p_2 + 0,5h$

**Ví dụ 13.** Một ống hình chữ U tiết diện  $1 \text{ cm}^2$  có một đầu kín. Đổ một lượng thủy ngân vào ống thì đoạn ống chứa không khí bị giảm có độ dài  $l_0 = 30 \text{ cm}$  và hai mực thủy ngân ở hai nhánh chênh nhau  $h_0 = 11 \text{ cm}$ . Đổ thêm thủy ngân thì đoạn chứa không khí có độ dài  $29 \text{ cm}$ . Áp suất khí

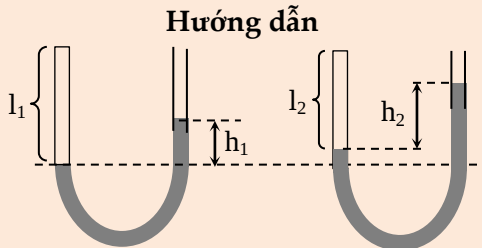
quyển  $p_0 = 76\text{cmHg}$  và nhiệt độ không đổi. Thể tích thủy ngân đã đổ thêm bằng

A.  $4\text{cm}^3$ .

B.  $15\text{cm}^3$ .

C.  $14\text{cm}^3$ .

**D.  $5\text{cm}^3$ .**



\*Xét lượng khí bên trong ống trước và sau khi đổ thêm thủy ngân

$$\begin{cases} \text{Trước: } p_1 V_1 = (p_0 + h_1) \cdot S l_1 \\ \text{Sau: } p_2 V_2 = (p_0 + h_2) \cdot S l_2 \end{cases} \xrightarrow{p_1 V_1 = p_2 V_2} (p_0 + h_1) l_1 = (p_0 + h_2) l_2$$

$$\xrightarrow{\text{Thay số}} (76 + 11) \cdot 30 = (76 + h_2) \cdot 29 \Rightarrow h_2 = 14\text{cm}$$

\*Thể tích thủy ngân đã đổ thêm

$$\Delta V = S \{ 2(l_1 - l_2) + h_2 - h_1 \} = 1(2 \cdot 1 + 14 - 11) = 5\text{cm}^3 \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

#### Dạng 4. Bài toán liên quan đến áp suất thủy tĩnh

**Phương pháp.**

\*Mẫu chốt của dạng toán này là xác định được áp suất và thể tích ở từng trạng thái.

##### 1. Áp suất chất lỏng.

\* Xét vật đặt ở một độ sâu nhất định trong chất lỏng. Gọi  $F$  là áp lực chất lỏng nén lên vật một diện tích  $S$ . Khi đó áp suất trung bình của chất lỏng tại độ sâu được tính bằng công thức.

$$\boxed{p = \frac{F}{S}} \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \frac{F(N)}{S(m^2)} \Rightarrow p\left(\frac{N}{m^2}\right) = p(Pa) \end{array} \right.$$

\* Đặc điểm áp suất: Tại mỗi điểm của chất lỏng áp suất theo mọi phương là như nhau. Áp suất ở những điểm có độ sâu khác nhau thì khác nhau.

##### 2. Áp suất thủy tĩnh.

+ Gọi  $p$  là áp suất của chất lỏng ở độ sâu  $h$  so với mặt thoáng. Khi đó:

$$p = p_0 + \rho gh \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \rho \text{ là khối lượng riêng của chất lỏng (kg/m}^3\text{)} \\ h \text{ là độ sâu so với mặt thoáng (m)} \\ p_0 \text{ là áp suất so với mặt thoáng (Pa)} \end{array} \right.$$

##### 3. Thể tích thường gặp.

\*Thể tích hình trụ  $V = [\text{Diện tích đáy}] \cdot [\text{Chiều cao}] = S \cdot h$

$$\text{Đổi đơn vị thể tích: } 1\text{m}^3 = 10^3 \text{ lít} = 10^6 \text{ cm}^3 \Rightarrow \begin{cases} 1 \text{ lít} = 10^{-3} \text{ m}^3 \\ 1 \text{ lít} = 10^3 \text{ cm}^3 \end{cases}$$

**Ví dụ 1.** Một người thợ lặn dùng áp kế để đo áp suất trong quá trình lặn. Khi ở trên mặt nước thì áp kế chỉ  $p_1 = 1,03 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ; khi thợ lặn ở đáy hồ thì áp kế chỉ  $p_2 = 2,99 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ . Biết khối lượng riêng của nước là  $10^3 (\text{kg/m}^3)$ . Độ sâu của đáy hồ là

- A. 20m.                      B. 30,5m.                      C. 41,02m.                      D. 10,5m.

**Hướng dẫn**

$$p_2 = p_1 + \rho gh \Rightarrow h = \frac{p_2 - p_1}{\rho g} = \frac{2,99 \cdot 10^5 - 1,03 \cdot 10^5}{10^3 \cdot 9,8} = 20\text{m} \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

**Ví dụ 2. (KSCL THPT Yên Lạc – Vĩnh Phúc).** Một phiến đá mỏng nằm ngang dưới đáy một hồ sâu 20 m, diện tích mặt ngang là  $2 \text{ m}^2$ . Cho khối lượng riêng của nước là  $10^3 \text{ kg/m}^3$  và áp suất khí quyển là  $p_a = 10^5 \text{ N/m}^2$ . Lấy  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Áp lực lên diện tích ngang của phiến đá là

- A.  $6 \cdot 10^4 \text{ N}$ .                      B.  $8 \cdot 10^5 \text{ N}$ .                      C.  $8 \cdot 10^4 \text{ N}$ .                      D.  $6 \cdot 10^5 \text{ N}$ .

**Hướng dẫn**

$$p = p_a + \rho gh \Rightarrow F = p \cdot S = S(p_a + \rho gh) = 2(10^5 + 10^3 \cdot 10 \cdot 20) = 6 \cdot 10^5 \text{ N}$$

$\Rightarrow$  Chọn D.

**Ví dụ 3.** Một hồ nước có độ sâu h tính theo m, nhiệt độ nước như nhau ở mọi nơi. Biết  $p_0$  là áp suất khí quyển tính theo Pa,  $\rho$  là khối lượng riêng của nước tính theo  $\text{kg/m}^3$ . Một bọt khí ở đáy hồ nổi lên mặt hồ thì thể tích của nó tăng lên

- A.  $\frac{p_0}{\rho gh}$  lần.                      B.  $(p_0 + \rho gh)$  lần.                      C.  $\left(1 + \frac{\rho gh}{p_0}\right)$  lần.                      D.  $\left(1 - \frac{\rho gh}{p_0}\right)$  lần.

**Hướng dẫn**

$$\text{Bọt khí} \begin{cases} \text{Mặt hồ:} \begin{cases} \text{áp suất } p_0 \\ \text{thể tích } V_0 \end{cases} \\ \text{Đáy hồ:} \begin{cases} p = p_0 + \rho gh \\ \text{thể tích } V \end{cases} \end{cases} \Rightarrow p_0 V_0 = (p_0 + \rho gh) V \Rightarrow \frac{V_0}{V} = \left(1 + \frac{\rho gh}{p_0}\right)$$

$\Rightarrow$  Chọn C.

**Ví dụ 4.** Ở mặt hồ, áp suất khí quyển  $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$ . Giả sử nhiệt độ ở đáy hồ và mặt hồ là như nhau, khối lượng riêng của nước là  $10^3 \text{ kg/m}^3$ ,  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$  thì một bọt khí ở đáy hồ sâu 5m nổi lên mặt nước thì thể tích của bọt khí tăng lên

**A. 2,98 lần.****B. 1,49 lần.****C. 1,8 lần.****D. 2 lần.****Hướng dẫn**

\*Áp dụng công thức  $\frac{V_0}{V} = 1 + \frac{\rho gh}{p_0} = 1 + \frac{10^3 \cdot 9,8 \cdot 5}{10^5} = 1,49 \Rightarrow \text{Chọn B.}$

**Ví dụ 5. (KSCL THPT Yên Lạc – Vĩnh Phúc).** Nhà bác học Pa-xcan đã làm một khí áp kế kiểu Tô-ri-xen-li dùng rượu vang làm chất lỏng thay cho thủy ngân. Biết áp suất khí quyển ở điều kiện tiêu chuẩn là  $1,013 \cdot 10^5$  Pa và khối lượng riêng của rượu vang là  $0,984 \cdot 10^3$  (kg/m<sup>3</sup>). Khi đó, chiều cao cột rượu vang là

**A. 12,5m.****B. 13,6m.****C. 11,5m.****D. 10,5m.****Hướng dẫn**

Áp dụng công thức  $p_0 = \rho gh \Rightarrow h = \frac{p_0}{\rho g} = \frac{1,013 \cdot 10^5}{0,984 \cdot 10^3 \cdot 9,8} = 10,5m$

**Chú ý:** Trong khí áp kế xét tại điểm cao nhất là môi trường chân không ( $p = 0$ ).

$p = p_0 - \rho gh = 0 \Rightarrow \boxed{p_0 = \rho gh}.$

**IV. VẬN DỤNG.****1. Trắc nghiệm.**

**Câu 1.** Một lượng khí có thể tích 1m<sup>3</sup> và áp suất 1atm. Người ta nén đẳng nhiệt khí tới áp suất 3,5atm. Thể tích của khí nén là

**A. 2,86m<sup>3</sup>.****B. 2,5m<sup>3</sup>.****C. 0,286m<sup>3</sup>.****D. 0,35m<sup>3</sup>.**

**Câu 2.** Nén khí đẳng nhiệt từ thể tích 10 lít đến thể tích 4 lít thì áp suất của khí tăng lên bao nhiêu lần?

**A. 2,5 lần.****B. 2 lần.****C. 1,5 lần.****D. 4 lần.**

**Câu 3.** Một khối khí lí tưởng xác định có áp suất 1 atm được làm tăng áp suất đến 4 atm ở nhiệt độ không đổi thì thể tích biến đổi một lượng 6 lít. Thể tích ban đầu của khối khí đó có giá trị là

**A. 4 lít.****B. 8 lít.****C. 12 lít.****D. 16 lít.**

**Câu 4.** Người ta điều chế khí hiđrô và chứa vào một bình lớn dưới áp suất 1 atm, ở nhiệt độ 20°C. Coi nhiệt độ không đổi. Thể tích khí phải lấy từ bình lớn ra để nạp vào một bình nhỏ thể tích 20 lít dưới áp suất 25 atm là

**A. 500 lít.****B. 20 lít.****C. 250lít.****D. 50 lít.**

**Câu 5.** Nén khí đẳng nhiệt từ thể tích 9 lít đến thể tích 6 lít thì áp suất tăng một lượng  $\Delta p = 50kPa$ . Áp suất ban đầu của khí đó là

**A. 40kPa.****B. 60kPa.****C. 80kPa .****D. 100kPa.**

**Câu 6.** Người ta dùng bơm có pit-tông diện tích  $8 \text{ cm}^2$  và khoảng chạy  $25 \text{ cm}$  bơm một quả bóng. Ban đầu quả bóng chứa không khí ở áp suất khí quyển  $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$  và có thể tích là  $V_0 = 1500 \text{ cm}^3$ . Sau 10 lần bơm thì thể tích của quả bóng là  $2000 \text{ cm}^3$ . Coi quá trình bơm nhiệt độ không đổi, áp suất khí trong quả bóng sau khi bơm bằng bao nhiêu ?

**Câu 7.** Người ta dùng một bơm tay có ống bơm dạng hình trụ dài  $50 \text{ cm}$  và bán kính trong  $4 \text{ cm}$  để bơm không khí vào một túi cao su sao cho túi phồng lên, có thể tích là  $6,28 \text{ lít}$  và áp suất không khí trong túi là  $4 \text{ atm}$ . Biết áp suất khí quyển là  $1 \text{ atm}$  và coi nhiệt độ của không khí được bơm vào túi không đổi. Số lần đẩy bơm bằng bao nhiêu?

A.  $10^5 \text{ Pa}$ .                      B.  $7,5 \cdot 10^4 \text{ Pa}$ .                      C.  $17,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ .                      D.  $1,75 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ .

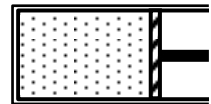
**Câu 7.** Người ta dùng một bơm tay có ống bơm dạng hình trụ dài  $50 \text{ cm}$  và bán kính trong  $4 \text{ cm}$  để bơm không khí vào một túi cao su sao cho túi phồng lên, có thể tích là  $6,28 \text{ lít}$  và áp suất không khí trong túi là  $4 \text{ atm}$ . Biết áp suất khí quyển là  $1 \text{ atm}$  và coi nhiệt độ của không khí được bơm vào túi không đổi. Số lần đẩy bơm là

A. 126 lần.                      B. 160 lần.                      C. 40 lần.                      D. 10 lần.

**Câu 8.** Người ta dùng bơm để bơm một bánh xe đạp sao cho áp lực của bánh xe đạp lên mặt đường là  $350 \text{ N}$  thì diện tích tiếp xúc là  $50 \text{ cm}^2$ . Ban đầu bánh xe đạp chứa không khí ở áp suất khí quyển  $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$  và có thể tích là  $V_0 = 1500 \text{ cm}^3$ . Giả thiết khi áp suất không khí trong bánh xe đạp vượt quá  $1,5p_0$  thì thể tích của bánh xe đạp là  $2000 \text{ cm}^3$ . Nếu mỗi lần đẩy bơm chỉ đưa được  $100 \text{ cm}^3$  không khí vào bánh xe thì phải đẩy bao nhiêu lần ?

A. 34.                      B. 19.                      C. 17.                      D. 10.

**Câu 9. (KTĐK Chuyên QH Huế 2017-2018).** Một lượng không khí có thể tích  $240 \text{ cm}^3$  bị giam trong một xilanh có pít – tông đóng kín như hình vẽ, diện tích của pít – tông là  $20 \text{ cm}^2$ , áp suất khí trong xilanh bằng áp suất ngoài là  $100 \text{ kPa}$ . Bỏ qua mọi ma sát, coi quá trình trên là đẳng nhiệt. Để pít – tông dịch chuyển sang trái  $4 \text{ cm}$  thì cần tác dụng lên pít – tông một lực có độ lớn



A.  $50 \text{ N}$ .                      B.  $150 \text{ N}$ .                      C.  $300 \text{ N}$ .                      D.  $100 \text{ N}$ .

**Câu 10.** Một lượng không khí bị giam trong ống thủy tinh nằm ngang bởi một cột thủy ngân có chiều dài  $h$  (mmHg), phần cột khí bị giam trong ống có chiều dài là  $l_0$ ,  $p_0$  là áp suất khí quyển có đơn vị mmHg. Dựng ống thẳng đứng, miệng ống hướng xuống dưới, giả sử thủy ngân không chảy khỏi ống thì chiều dài cột khí trong ống là

**A.**  $\frac{l_0}{1 + \frac{h}{p_0}}$

**B.**  $\frac{l_0}{1 - \frac{h}{p_0}}$

**C.**  $\frac{l_0}{1 - \frac{h}{2p_0}}$

**D.**  $\frac{l_0}{1 - \frac{2h}{p_0}}$

**Câu 11.** Một bọt khí có thể tích  $1,5\text{cm}^3$  được tạo ra từ khoang tàu ngầm đang lặn ở độ sâu 100m dưới mực nước biển. Giả sử nhiệt độ của bọt khí là không đổi, biết khối lượng riêng của nước biển là  $10^3\text{kg/m}^3$ , áp suất khí quyển là  $p_0 = 10^5\text{Pa}$  và  $g = 10\text{m/s}^2$ . Khi bọt khí này nổi lên mặt nước thì sẽ có thể tích bằng

**A.**  $15\text{cm}^3$ .

**B.**  $15,5\text{cm}^3$ .

**C.**  $16\text{cm}^3$ .

**D.**  $16,5\text{cm}^3$ .

**Câu 12.** Một ống thủy tinh tiết diện đều  $S$ , một đầu kín một đầu hở, chứa một cột thủy ngân dài  $h = 16\text{cm}$ . Khi đặt ống thẳng đứng, đầu hở ở trên thì chiều dài của cột không khí là  $l_1 = 15\text{cm}$ , áp suất khí quyển bằng  $p_0 = 76\text{ cmHg}$ . Khi đặt ống thủy tinh theo phương thẳng đứng, đầu hở ở dưới thì chiều cao của cột không khí trong ống bằng

**A.** 23cm.

**B.** 15cm.

**C.** 22cm.

**D.** 9,8cm.

**Câu 13. (KOP).** Nếu dùng chất lỏng là thủy ngân để làm khí áp kế thì khi đo áp suất khí quyển chiều cao cột thủy ngân là 760mm. Nếu thay thủy ngân bằng rượu vang có khối lượng đúng bằng khối lượng thủy ngân ban đầu thì khi đo áp suất khí quyển chiều cao cột rượu vang là bao nhiêu? Biết khối lượng riêng của rượu vang và thủy ngân lần lượt là  $0,984 \cdot 10^3 (\text{kg/m}^3)$  và  $13,6 \cdot 10^3 (\text{kg/m}^3)$ .

**A.** 12,5m.

**B.** 13,6m.

**C.** 11,5m.

**D.** 10,5m.

**Câu 14. (KTĐK Chuyên QH Huế 2017-2018).** Một cột không khí chứa trong một ống nhỏ, dài, tiết diện đều. Cột không khí được ngăn cách với khí quyển bởi một cột thủy ngân có chiều dài  $h = 150\text{ mm}$ . Áp suất khí quyển là  $p_0 = 750\text{ mmHg}$ . Chiều dài cột không khí khi ống nằm ngang là  $l_0 = 120\text{ mm}$ . Chiều dài cột không khí khi ống đặt nghiêng góc  $30^\circ$  so với phương ngang, miệng ống ở dưới có giá trị là

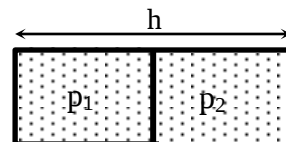
**A.** 133,3 mm.

**B.** 109,1 mm.

**C.** 100 mm.

**D.** 150 mm.

**Câu 15. (HK2 Chuyên Quốc Học Huế).** Một bình hình trụ kín hai đầu, có độ cao  $h = 40\text{cm}$  được đặt nằm ngang, bên trong có một pit-tông có thể chuyển động không ma sát trong bình. Lúc đầu pit-tông được giữ cố định ở chính giữa



bình. Hai bên pit-tông đều có khí cùng loại có khối lượng bằng nhau nhưng áp suất khí bên phải lớn gấp 3 lần áp suất khí bên trái (Xem nhiệt

độ của hệ không đổi), nếu bây giờ ta để pit-tông tự do thì pit-tông dịch chuyển sang

A. trái 10cm.

B. phải 10cm.

C. trái 15cm.

D. phải 15cm.

**BẢNG ĐÁP ÁN**

|      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|
| 1.C  | 2.A  | 3.C  | 4.A  | 5.D  | 6.D  |
| 7.D  | 8.B  | 9.B  | 10.B | 11.D | 12.A |
| 13.D | 14.A | 15.A |      |      |      |

**2.Hướng dẫn giải.**

Câu 1.  $V_2 = \frac{p_1 V_1}{p_2} = \frac{1(atm).1(m^3)}{3,5(atm)} = 0,286m^3 \Rightarrow \text{Chọn C.}$

Câu 2.  $p_1 V_1 = p_2 V_2 \Rightarrow \frac{p_2}{p_1} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{10}{4} = 2,5 \Rightarrow \text{Chọn A.}$

Câu 3.  $p_2 > p_1 \Rightarrow V_2 < V_1 \Rightarrow V_2 = V_1 - 6(lít)$

$p_1 V_1 = p_2 (V_1 - 6) \Leftrightarrow 1.V_1 = 4.(V_1 - 6) \Rightarrow V_1 = 8 lít \Rightarrow \text{Chọn B.}$

Câu 4.  $V_1 = \frac{p_2 V_2}{p_1} = \frac{25(atm).20(lít)}{1(atm)} = 500(lít) \Rightarrow \text{Chọn A.}$

Câu 5.  $V_2 < V_1 \Rightarrow p_2 > p_1 \Rightarrow \Delta p = p_2 - p_1 \Rightarrow p_1 V_1 = (p_1 + \Delta p) V_2$

$\Rightarrow p_1 = \frac{\Delta p V_2}{V_1 - V_2} = \frac{50(kPa).6(lít)}{(9-6)(lít)} = 100(kPa) \Rightarrow \text{Chọn D.}$

**Câu 6.**

**Trạng thái 1:** Sau  $n = 10$  lần bơm đã đưa vào quả bóng một lượng khí ở

bên ngoài có 
$$\begin{cases} p_1 = p_0 = 10^5 Pa \\ V_1 = V_0 + n.S.l = 1500 + 10.8.25(cm^3) \end{cases}$$

**Trạng thái 2:** Khi khí đã vào trong quả bóng lượng khí này có áp suất và

thể tích lần lượt là 
$$\begin{cases} p_2 = ? \\ V_2 = 2.10^3 cm^3 \end{cases}$$

\*Do nhiệt độ không đổi, áp dụng định luật Bôilơ – Mariốt ta thu được

$$p_2 = \frac{p_1 V_1}{V_2} = \frac{10^5 (Pa).3500(cm^3)}{2.10^3 (cm^3)} = 175.10^3 (Pa) \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

**Câu 7.**

\*Trạng thái 1: 
$$\begin{cases} p_1 = p_0 = 1 atm \\ V_1 = n.S.l = n.\pi r^2.l \end{cases}$$

\*Trạng thái 2: 
$$\begin{cases} p_2 = 4 atm \\ V_2 = 6,28.10^3 (cm^3) \end{cases}$$

## Chất khí – Định luật Bôil – lơ- Ma-ri-ốt.

\*Do nhiệt độ không đổi nên ta áp dụng định luật **Bôilô – Mariôt**

$$p_0 \cdot n \cdot \pi r^2 l = p_2 V_2 \Rightarrow n = \frac{p_2 V_2}{p_0 \pi \cdot r^2 l} = \frac{4(\text{atm}) \cdot 6,28 \cdot 10^3 (\text{cm}^3)}{1(\text{atm}) \cdot \pi \cdot 4^2 \cdot 50 (\text{cm}^3)} \approx 10 \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

**Câu 8.** Áp suất trong bánh xe sau khi bơm xong

$$p = \frac{F}{S} + p_0 = \frac{350}{50 \cdot 10^{-4}} + 10^5 = 1,7 \cdot 10^5 > 1,5 p_0 \Rightarrow V = 2000 \text{cm}^3$$

$$\begin{cases} \text{Trạng thái 1} \begin{cases} \text{áp suất } p_1 = p_0 \\ \text{thể tích } V_1 = V_0 + 100n (\text{cm}^3) \end{cases} \\ \text{Trạng thái 2} \begin{cases} \text{áp suất } p_2 = p \\ \text{thể tích } V_2 = 2000 \text{cm}^3 \end{cases} \end{cases}$$

\*Do nhiệt độ không đổi nên ta áp dụng định luật **Bôilô – Mariôt**.

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \Rightarrow p_0 (V_0 + n l S) = p V_2 \Leftrightarrow 10^5 (1500 + n \cdot 100) = 1,7 \cdot 10^5 \cdot 2000 \\ \Rightarrow n = 19 \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

**Câu 9.** Khi piston – tổng dịch chuyển sang trái thì khí sẽ nén.

$$\begin{cases} \text{Trạng thái 1:} \begin{cases} p_1 = 100 \text{kPa} \\ V_1 = 240 \text{cm}^3 \end{cases} \\ \text{Trạng thái 2:} \begin{cases} p_2 = ? \\ V_2 = V_1 - S l \end{cases} \end{cases} \Rightarrow \underbrace{100 \cdot 240}_{p_1 V_1} = \underbrace{p_2 \cdot (240 - 4 \cdot 20)}_{p_2 V_2}$$

$$p_2 = 150 \text{kPa} \xrightarrow{p_2 = p_1 + \frac{F}{S}} F = (p_2 - p_1) \cdot S = \underbrace{(150 - 100)}_{[Pa]} \cdot \underbrace{20 \cdot 10^{-4}}_{[m^2]} = 100 \text{N}$$

$\Rightarrow$  Chọn D.

**Câu 10.**

(Xét 2 thông số áp suất và thể tích của lượng khí bị giam trong ống thủy tinh).

\*Khi ống nằm ngang:  $p_1 = p_0$  và  $V_1 = S \cdot l_0$

\*Khi ống thẳng đứng (miệng ống hướng xuống dưới):  $p_2 = p_0 - h$  và  $V_2 = S \cdot l'$

**\*Áp dụng định luật Bôilô – Mariôt ta thu được**

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \Rightarrow p_0 l_0 = (p_0 - h) l' \Rightarrow \boxed{l' = \frac{l_0}{1 - \frac{h}{p_0}}} \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

**Câu 11.**

$$\text{Từ } \frac{V_0}{V} = 1 + \frac{\rho g h}{p_0} \Rightarrow V_0 = V \left( 1 + \frac{\rho g h}{p_0} \right) = 1,5 \left( 1 + \frac{10^3 \cdot 10 \cdot 100}{10^5} \right) = 16,5 \text{cm}^3$$

⇒ Chọn D.

**Câu 12.** \*Khi đặt ống thẳng đứng, đầu hở ở trên thì áp suất và thể tích của khí ở trong ống lần lượt là  $p_1 = p_0 + h$  và  $V_1 = S.l_1$ .

\*Khi đặt ống thủy tinh theo phương thẳng đứng, đầu hở ở dưới thì áp suất và thể tích của khí trong ống lần lượt là

$p_2 = p_0 - h$  và  $V_2 = l_0 S$ . Áp dụng định luật Bôi lơ - Ma ri ốt.

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \Leftrightarrow (p_0 + h) S l_1 = (p_0 - h) S l_0 \Rightarrow l_0 = \frac{p_0 + h}{p_0 - h} l_1 = \frac{76 + 16}{76 - 16} \cdot 15 = 23 \text{ cm}$$

⇒ Chọn A.

**Câu 13.**

\*Xét một lượng rượu vang và một lượng thủy ngân có cùng khối lượng.

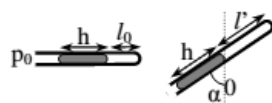
$$m_R = m_{Hg} \Rightarrow \rho_R V_R = \rho_{Hg} V_{Hg} \Leftrightarrow \rho_R S \cdot h_R = \rho_{Hg} \cdot S \cdot h_{Hg}$$

$$\Rightarrow h_{Hg} = \frac{\rho_R}{\rho_{Hg}} \cdot h_R = \frac{h_R (mmR)}{13,6} \Rightarrow h_{Hg} = \frac{h_R (mmR)}{13,8} (mmHg)$$

$$h(mmH_2O) = 13,8 h_{Hg} (mmHg) = 13,8 \cdot 760 \approx 10,5m \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

**Câu 14.**

(Xét 2 thông số áp suất và thể tích của lượng khí bị giam trong ống thủy tinh).



\*Khi ống nằm ngang:  $p_1 = p_0$  và  $V_1 = S.l_0$

\*Khi ống nằm nghiêng (miệng ống hướng xuống):  $p_2 = p_0 - h \cos \alpha$  và  $V_2 = S.l'$

**\*Áp dụng định luật Bôi lơ – Mariôt ta thu được**

$$p_0 l_0 = (p_0 - h \cos \alpha) l' \Rightarrow l' = \frac{l_0}{1 - \frac{h \cos \alpha}{p_0}} = \frac{l_0}{1 - \frac{h \cos 60^\circ}{p_0}} = \frac{120}{1 - \frac{150}{2.750}} = 133,3m$$

⇒ Chọn A.

**Câu 15.**

$$\left. \begin{array}{l} TT_1 \left\{ \begin{array}{l} \text{Khí bên trái: } p_1 \frac{Sh}{2} \\ \text{Khí bên phải: } 3p_1 \frac{Sh}{2} \end{array} \right. \\ TT_2 \left\{ \begin{array}{l} \text{Khí bên trái: } p \left( \frac{Sh}{2} - Sl_0 \right) \\ \text{Khí bên phải: } p \left( \frac{Sh}{2} + l_0 \right) \end{array} \right. \end{array} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} p_1 \frac{Sh}{2} = p \left( \frac{Sh}{2} - Sl_0 \right) \\ 3p_1 \frac{Sh}{2} = p \left( \frac{Sh}{2} + Sl_0 \right) \end{array} \right. \Rightarrow 3 = \frac{0,5h + l_0}{0,5h - l_0}$$

$h=40\text{cm}$   $\rightarrow l_0 = 10\text{cm} \Rightarrow$  **Chọn A.**

**Chú ý:** Do áp suất bên phải lớn hơn bên trái nên pit-tông sẽ dịch chuyển sang trái một đoạn 10cm và dừng lại, khi dừng lại tức là áp suất khí hai bên bằng nhau và bằng p.

## CHUYÊN ĐỀ: QUÁ TRÌNH ĐẲNG TÍCH

### I. LÝ THUYẾT CĂN BẢN.

#### 1. Quá trình đẳng tích.

Quá trình biến đổi trạng thái khi thể tích không đổi.

#### 2. Định luật Sác-lơ.

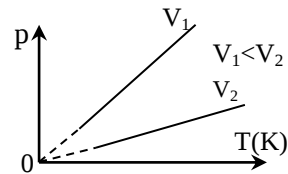
Trong quá trình đẳng tích của một lượng khí nhất định, áp suất tỉ lệ thuận với nhiệt độ tuyệt đối.

$$\frac{p}{T} = \text{hằng số} \Rightarrow \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} = \dots$$

#### 3. Đường đẳng tích.

Đường biểu diễn sự biến thiên áp suất theo nhiệt độ khi thể tích không đổi.

**Chú ý:** Cùng một lượng khí, ứng với các thể tích khác nhau thì có các đường đẳng tích khác nhau.



### II. TRẮC NGHIỆM ĐỊNH TÍNH.

**Câu 1.** Hệ thức nào dưới đây **không** phù hợp với nội dung định luật Sác-lơ?

- A.  $p/T = \text{hằng số}$ .      B.  $p \sim 1/T$ .      C.  $p \sim T$ .      D.  $p_1/T_1 = p_2/T_2$

**Câu 2.** Quá trình nào sau đây có liên quan tới định luật Sác-lơ ?

- A. Quả bóng bàn bị bẹp nhúng vào nước nóng, phồng lên như cũ.  
B. Thổi không khí vào một quả bóng bay.  
C. Đun nóng khí trong một xilanh kín.  
D. Đun nóng khí trong một xilanh hở.

**Câu 3.**

**Câu 4.** Trong hệ tọa độ (p,T), đường biểu diễn nào sau đây là đường đẳng tích?

- A. Đường Hypebol.  
B. Đường thẳng kéo dài đi qua gốc tọa độ.  
C. Đường thẳng không đi qua gốc tọa độ.  
D. Đường thẳng cắt trục p tại điểm  $p_0$ .

**Câu 5.** Khi làm nóng một lượng khí đẳng tích thì

- A. Áp suất khí không đổi.  
B. Số phân tử trong một đơn vị thể tích không đổi.  
C. số phân tử khí trong một đơn vị thể tích tăng tỉ lệ thuận với nhiệt độ.  
D. số phân tử khí trong một đơn vị thể tích giảm tỉ lệ nghịch với nhiệt độ.

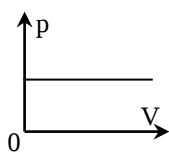
**Câu 6.** Một khối khí lí tưởng nhốt trong bình kín. Tăng nhiệt độ của khối khí từ  $100^\circ\text{C}$  lên  $200^\circ\text{C}$  thì áp suất trong bình sẽ

- A.** Có thể tăng hoặc giảm                      **B.** tăng lên hơn 2 lần áp suất cũ  
**C.** tăng lên ít hơn 2 lần áp suất cũ.    **D.** tăng lên đúng bằng 2 lần áp suất cũ.

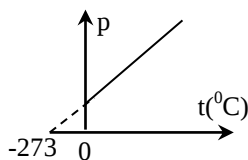
**Câu 7.** Đốt nóng một lượng khí chứa trong một bình kín gần như không nở vì nhiệt sao cho nhiệt độ tuyệt đối của khí tăng lên 1,5 lần. Khi đó áp suất của khí trong bình

- A.** tăng lên 3 lần.                                      **B.** giảm đi 3 lần.  
**C.** tăng lên 1,5 lần.                                  **D.** giảm đi 1,5 lần.

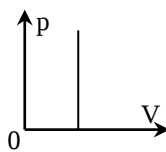
**Câu 8.** Đường biểu diễn nào sau đây **không** phù hợp với quá trình đẳng tích ?



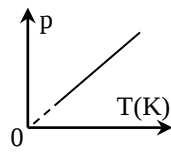
Hình a



Hình b



Hình c

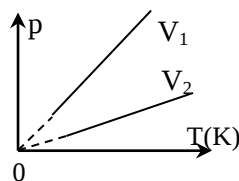


Hình d

- A.**Hình a.                      **B.** Hình b.                      **C.** Hình c.                      **D.** Hình d.

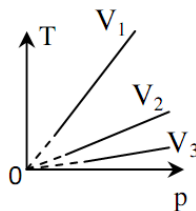
**Câu 9. (KTĐK Chuyên QH Huế).** Cho đồ thị  $p - T$  biểu diễn hai đường đẳng tích của cùng một khối khí xác định như hình vẽ. Đáp án nào sau đây biểu diễn đúng mối quan hệ về thể tích.

- A.**  $V_1 > V_2$                                       **B.**  $V_1 < V_2$   
**C.**  $V_1 = V_2$                                       **D.**  $V_1 \geq V_2$ .



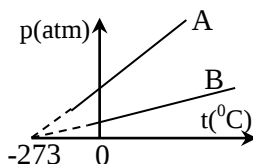
**Câu 10.** Cùng một khối lượng khí đựng trong 3 bình kín có thể tích khác nhau, đồ thị thay đổi áp suất theo nhiệt độ của 3 khối khí ở 3 bình được mô tả như hình vẽ. Quan hệ về thể tích của 3 bình đó là

- A.**  $V_3 > V_2 > V_1$  .                                      **B.**  $V_3 = V_2 = V_1$ .  
**C.**  $V_3 < V_2 < V_1$  .                                      **D.**  $V_3 \geq V_2 \geq V_1$ .



**Câu 11.** Cho đồ thị của áp suất theo nhiệt độ của hai khối khí A và B có thể tích không đổi như hình vẽ. Nhận xét nào sau đây là **sai**?

- A.** Hai đường biểu diễn đều cắt trục hoành tại điểm  $-273^\circ\text{C}$ .  
**B.** Khi  $t = 0^\circ\text{C}$ , áp suất của khối khí A lớn hơn áp suất của khối khí B.  
**C.** Áp suất của khối khí A luôn lớn hơn áp suất của khối khí B tại mọi nhiệt độ.



D. Khi tăng nhiệt độ, áp suất của khối khí B tăng nhanh hơn áp suất của khối khí A.

BẢNG ĐÁP ÁN

|      |     |     |     |      |
|------|-----|-----|-----|------|
| 1.C  | 2.C | 3.  | 4.B | 5.B  |
| 6.C  | 7.C | 8.A | 9.B | 10.C |
| 11.D | 12. |     |     |      |

III. PHÂN DẠNG BÀI TẬP.

Dạng 1. Vận dụng định luật Sác-lơ để giải các bài toán đại cương.

Phương pháp.

\*Dấu hiệu để áp dụng định luật Sác-lơ khi quá trình biến đổi trạng thái mà thể tích được giữ không đổi.

\*Thực tế những bài toán như đun nóng khí trong bình đầy kín, lượng khí trong bóng đèn nóng lên sau một thời gian thấp sáng là những ví dụ về quá trình đẳng tích.

Định luật:  $\frac{p}{T} = \text{hằng số} \Rightarrow \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \Rightarrow \frac{p_1}{t_1^0C + 273} = \frac{p_2}{t_2^0C + 273}$

**Ví dụ 1.** Một bình kín chứa khí ôxi ở nhiệt độ 20°C và áp suất 10<sup>5</sup> Pa. Nếu đem bình phơi nắng ở nhiệt độ 40°C thì áp suất trong bình bằng

- A. 2.10<sup>5</sup>Pa.      B. 1,068.10<sup>5</sup>Pa.      C. 20.10<sup>5</sup>Pa.      D. 10,68.10<sup>5</sup>Pa.

Hướng dẫn

Áp dụng:  $\frac{p_1}{t_1^0 + 273} = \frac{p_2}{t_2^0 + 273} \Rightarrow p_2 = p_1 \frac{t_2^0 + 273}{t_1^0 + 273} = 10^5 \cdot \frac{40 + 273}{20 + 273} = 1,068 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

⇒ Chọn B.

**Ví dụ 1.** Khi ở 7°C áp suất của một khối khí bằng 0,875atm, coi thể tích khí không đổi. Khi áp suất khối khí tăng đến 1,75atm thì nhiệt độ của nó tăng thêm là

- A. 560K.      B. 287K.      C. 280°C.      D. 287°C.

**Ví dụ 2.** Khi đun nóng đẳng tích một khối khí thêm 1°C thì áp suất khối khí tăng thêm 1/360 áp suất ban đầu. Nhiệt độ ban đầu của khối khí đó là

- A. 361°C.      B. 350°C.      C. 87°C.      D. 360°C.

Hướng dẫn

$\frac{p_1}{t_1 + 273} = \frac{p_1 + \frac{p_1}{360}}{t_1 + 1 + 273} \Rightarrow t_1 = 87^0C \Rightarrow \text{Chọn C.}$

**Câu 30.** Khi đun nóng đẳng tích một khối khí thêm 1° C thì áp suất khối khí tăng thêm 1/350 áp suất ban đầu. Nhiệt độ ban đầu của khối khí đó là

**A. 77 °C**

**B. 360 °C**

**C. 350 °C.**

**D. 361 °C**

**Hướng dẫn**

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \Rightarrow \frac{p_1}{t_1 + 273} = \frac{p_1 + \frac{p_1}{350}}{t_1 + 274} \Rightarrow t_1 = 77^\circ C \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

**Ví dụ 3.** Một bình thủy tinh kín chịu nhiệt chứa không khí ở điều kiện chuẩn. Nung nóng bình lên tới 200°C. Coi sự nở vì nhiệt của bình là không đáng kể. Áp suất không khí trong bình là

**A. 7,4.10<sup>4</sup>Pa.**

**B. 1,755.10<sup>5</sup>Pa.**

**C. 1,28.10<sup>5</sup>Pa.**

**D. 58467Pa.**

**Hướng dẫn**

\*Không khí ở điều kiện tiêu chuẩn, tức là áp suất bằng áp suất khí quyển  $p_0 = 1,013.10^5 Pa$  và nhiệt độ là  $0^\circ C = 273K$

Do thể tích không thay đổi, ta áp dụng định luật Sác-lơ.

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \Rightarrow p_2 = p_1 \frac{T_2}{T_1} = 1,013.10^5 \cdot \frac{200 + 273}{273} = 1,755.10^5 Pa \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

**Ví dụ 4.** Không khí bên trong một ruột xe có áp suất  $p_1$  khi đang ở nhiệt độ 25°C. Nếu để xe ngoài nắng có nhiệt độ lên đến 50°C thì áp suất khối khí bên trong ruột xe tăng thêm (coi thể tích không đổi)

**A. 5,0%.**

**B. 8,4%.**

**C. 50%.**

**D. 100%.**

**Hướng dẫn**

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \Rightarrow p_2 = p_1 \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \frac{\Delta p}{p_1} \% = \frac{p_2 - p_1}{p_1} \cdot 100 = \frac{p_1 \frac{T_2}{T_1} - p_1}{p_1} \cdot 100 = \left( \frac{T_2}{T_1} - 1 \right) \cdot 100$$

$$\frac{\Delta p}{p_1} \% = \left( \frac{t_2^0 + 273}{t_1^0 + 273} - 1 \right) \cdot 100 = \left( \frac{50 + 273}{25 + 273} - 1 \right) \cdot 100 = 8,4\% \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

**Ví dụ 5.** Một sấm xe máy được bơm căng không khí ở nhiệt độ 20°C và áp suất 2 atm. Coi sự tăng thể tích của sấm là không đáng kể và biết sấm chỉ chịu được áp suất tối đa là 2,5 atm. Sấm sẽ bị nổ khi để ngoài nắng có nhiệt độ là

**A. trên 45°C.**

**B. dưới 45°C.**

**C. trên 93°C.**

**D. dưới 46°C.**

**Hướng dẫn**

$$\frac{p_1}{t_1^0 + 273} = \frac{p_2}{t_2^0 + 273} \Leftrightarrow \frac{2}{20 + 273} = \frac{2,5}{t_2^0 + 273} \Rightarrow t_2^0 = 93,25^\circ C \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

**Dạng 2. Bài toán mở nắp chai của bình chứa khí.**

**Phương pháp:**

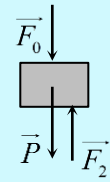
**Ví dụ 1.** Một bình hình trụ đặt thẳng đứng có đường kính trong 20 cm, được đầy kín bằng một nắp có trọng lượng 20N. Trong bình chứa khí ở

**Chuyên đề: Phương trình trạng thái khí lí tưởng**

nhiệt độ  $100^{\circ}\text{C}$  dưới áp suất bằng áp suất khí quyển  $10^5 \text{ N/m}^2$ . Khi nhiệt độ trong bình giảm xuống còn  $20^{\circ}\text{C}$  nếu muốn mở nắp bình cần một lực tối thiểu bằng

**A. 692N.****B. 2709N.****C. 234N.****D. 672N.****Hướng dẫn**

\*Xét lượng khí trong bình

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Trạng thái 1} \left\{ \begin{array}{l} p_1 = p_0 = 10^5 \text{ (Pa)} \\ T_1 = 373\text{K} \end{array} \right. \\ \text{Trạng thái 2} \left\{ \begin{array}{l} p_2 = ? \text{ (Pa)} \\ T_2 = 293\text{K} \end{array} \right. \end{array} \right.$$


\*Khi nắp bình chưa mở, thể tích không đổi, áp dụng định luật **Sác-lơ**

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \Rightarrow p_2 = \frac{T_2}{T_1} p_1 = \frac{293}{373} \cdot 10^5 = 7,86 \cdot 10^4 \left( \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right)$$

\*Muốn mở được nắp bình thì lực tác dụng  $F \geq \sum F$  (tác dụng lên nắp).

$$F \geq \underset{F_0}{p_0 S} + \underset{F_2}{P} - p_2 S = S(p_0 + p_2) + mg = \frac{\pi d^2}{4} (p_0 - p_2) + mg = 692\text{N}$$

**Câu 13.** Một bình đầy không khí ở điều kiện tiêu chuẩn ( $0^{\circ}\text{C}$ ;  $1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ) được đẩy bằng một nắp có trọng lượng  $20\text{N}$ . Biết áp suất khí quyển là  $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$  và tiết diện của miệng bình  $10\text{cm}^2$ . Nhiệt độ lớn nhất của không khí trong bình để không khí **không** đẩy được nắp bình lên và thoát ra ngoài bằng

**A.  $323,4^{\circ}\text{C}$ .****B.  $54,6^{\circ}\text{C}$ .****C.  $115^{\circ}\text{C}$ .****D.  $50,4^{\circ}\text{C}$ .****Hướng dẫn**

\*Nắp bình không mở ra khi áp lực trong bình tác dụng lên nắp bình phải nhỏ hơn hoặc bằng trọng lực + áp lực khí quyển.

$$F_0 + P = F_2 \Rightarrow p_0 S + P = S \cdot p_2 \Rightarrow p_2 = p_0 + \frac{P}{S}$$

\*Xét lượng khí trong bình

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Trạng thái 1} \left\{ \begin{array}{l} p_1 = 1,013 \cdot 10^5 \text{ (Pa)} \\ T_1 = 273\text{K} \end{array} \right. \\ \text{Trạng thái 2} \left\{ \begin{array}{l} p_2 = ? \text{ (Pa)} \\ T_2 = ? \text{ K} \end{array} \right. \end{array} \right.$$

\*Khi nắp bình chưa mở, thể tích không đổi, áp dụng định luật **Sác-lơ**

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \Rightarrow T_2 = T_1 \frac{p_2}{p_1} = T_1 \frac{p_0 + \frac{P}{S}}{p_1} = \frac{T_1}{p_1} \left( p_0 + \frac{mg}{S} \right)$$

$$\xrightarrow{\text{Thay số}} T_2 = \frac{273}{1,013 \cdot 10^5} \left( 10^5 + \frac{2 \cdot 10}{10 \cdot 10^{-4}} \right) = 323,4K \Rightarrow t_2 = 50,4^\circ C$$

**⇒ Chọn D.**

**Câu 14.** Một nồi áp suất có van có trọng lượng không đáng kể và có một lỗ tròn diện tích  $1\text{cm}^2$  luôn được áp chặt bởi một lò xo có độ cứng  $k = 1300\text{N/m}$  và luôn bị nén  $1\text{cm}$ . Bỏ qua mọi ma sát. Hỏi khi đun khí ban đầu ở áp suất khí quyển  $p_0 = 10^5\text{Pa}$ , có nhiệt độ  $27^\circ\text{C}$  thì đến nhiệt độ bao nhiêu van sẽ mở ra?

**A.**  $390^\circ\text{C}$ .                      **B.**  $117^\circ\text{C}$ .                      **C.**  $417^\circ\text{C}$ .                      **D.**  $351^\circ\text{C}$ .

#### **Hướng dẫn**

\*Tại thời điểm van chưa mở ra thể tích khí trong bình là không đổi.

$$*\text{Xét lượng khí trong nồi} \begin{cases} \text{Trạng thái 1} \left\{ \begin{array}{l} p_1 = p_0 = 10^5 \text{ (Pa)} \\ T_1 = 300\text{K} \end{array} \right. \\ \text{Trạng thái 2} \left\{ \begin{array}{l} p_2 = ? \text{ (Pa)} \\ T_2 = ? \text{ K} \end{array} \right. \end{cases}$$

\*Van bắt đầu bị mở ra khi áp lực trong nồi tác dụng lên van bằng lực đàn hồi + áp lực khí quyển.

$$F_0 + F_{dh} = F_2 \Rightarrow p_0 S + k\Delta l = S \cdot p_2 \Rightarrow \boxed{p_2 = p_0 + \frac{k\Delta l}{S}}$$

\*Áp dụng định luật Sác – lơ cho hai trạng thái.

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \Rightarrow T_2 = T_1 \frac{p_2}{p_1} = T_1 \frac{p_0 + \frac{k\Delta l}{S}}{p_0} = T_1 \left( 1 + \frac{k\Delta l}{Sp_0} \right) = 300 \left( 1 + \frac{1300 \cdot 0,01}{10^{-4} \cdot 10^5} \right) = 690\text{K}$$

$$\Rightarrow t_2 = 690 - 273 = 417^\circ\text{C}$$

**Ví dụ 4.** Một chai chứa không khí được nút kín bằng một nút có trọng lượng không đáng kể, tiết diện  $2,5\text{ cm}^2$ . Hỏi phải đun nóng không khí trong chai lên tới nhiệt độ tối thiểu bằng bao nhiêu để nút bật ra? Biết lực ma sát giữa nút và chai có độ lớn là  $12\text{ N}$ , áp suất ban đầu của không khí trong chai bằng áp suất khí quyển và bằng  $9,8 \cdot 10^4\text{ Pa}$ , nhiệt độ ban đầu của không khí trong chai là  $-3^\circ\text{C}$ .

**A.**  $402^\circ\text{C}$ .                      **B.**  $132\text{K}$ .                      **C.**  $129^\circ\text{C}$ .                      **D.**  $271\text{K}$ .

#### **Hướng dẫn**

\*Tại thời điểm nút chai chưa mở ra thể tích khí trong bình là không đổi.

## Chuyên đề: Phương trình trạng thái khí lí tưởng

\*Xét lượng khí trong chai

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Trạng thái 1} \left\{ \begin{array}{l} p_1 = p_0 = 9,8.10^4 \text{ (Pa)} \\ T_1 = 270K \end{array} \right. \\ \text{Trạng thái 2} \left\{ \begin{array}{l} p_2 = ? \text{ (Pa)} \\ T_2 = ?K \end{array} \right. \end{array} \right.$$

\*Nút chai bắt đầu bị mở ra khi áp lực trong chai tác dụng lên nút chai tối thiểu phải bằng lực ma sát + áp lực khí quyển.

$$F_0 + F_{ms} = F_2 \Rightarrow p_0 S + F_{ms} = S \cdot p_2 \Rightarrow p_2 = p_0 + \frac{F_{ms}}{S}$$

\*Áp dụng định luật Sác – lơ cho hai trạng thái.

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \Rightarrow T_2 = T_1 \frac{p_2}{p_1} = T_1 \frac{p_0 + \frac{F_{ms}}{S}}{p_0} = T_1 \left( 1 + \frac{F_{ms}}{Sp_0} \right)$$

$$T_2 = 270 \left( 1 + \frac{12}{2,5.10^{-4} \cdot 9,8.10^4} \right) = 402K \Rightarrow t_2 = 129^\circ C \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

## CHUYÊN ĐỀ: PHƯƠNG TRÌNH TRẠNG THÁI KHÍ LÍ TƯỜNG

### I. LÝ THUYẾT CĂN BẢN.

#### 1. Khí thực và khí lí tưởng.

+ Chỉ có khí lí tưởng mới tuân theo đúng định luật về chất khí.

+ Ở nhiệt độ và áp suất thông thường ta xem khí thực là khí lí tưởng để áp dụng các định luật về chất khí.

#### 2. Phương trình trạng thái khí lí tưởng.

Lượng khí chuyển từ trạng thái 1 ( $p_1, V_1, T_1$ ) sang trạng thái 2 ( $p_2, V_2, T_2$ ).

Khi đó:  $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{pV}{T} = \text{hằng số}$

**Chú ý:** Ứng với mỗi lượng khí các nhau thì sẽ thu được các hằng số khác nhau.

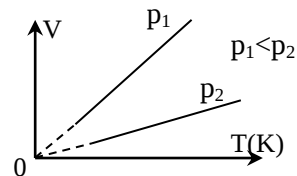
#### 3. Quá trình đẳng áp.

**Định nghĩa:** Quá trình biến đổi trạng thái khi áp suất không đổi.

**Biểu thức:**  $\frac{V}{T} = \text{hằng số}$

**Phát biểu:** Trong quá trình đẳng áp của một lượng khí nhất định thể tích tỉ lệ thuận với nhiệt độ tuyệt đối.

**Đường đẳng áp:** Đường biểu diễn sự biến thiên của thể tích theo nhiệt độ khi áp suất không đổi.



**Chú ý:** Cùng một lượng khí, ứng với các áp suất khác nhau thì có các đường đẳng áp khác nhau.

#### 4. Độ không tuyệt đối.

+ Ý nghĩa: Khi  $T = 0K \Rightarrow p = 0$  và  $V = 0$ . Điều này thực tế chỉ gần đạt được. Vì nếu đạt được thì vật chất hoạt động, trái với quy luật vận động của vật chất.

+ Nhiệt giai bắt đầu từ 0 K gọi là độ không tuyệt đối. Các nhiệt độ trong nhiệt giai Ken-vin đều có giá trị dương và mỗi độ chia trong nhiệt giai này cũng bằng mỗi độ chia trong nhiệt giai Xen-xi-út (Celsius)

+ Mối liên hệ giữa nhiệt giai Ken -vin và nhiệt giai Xen-xi-út là

$$T(K) = t^{\circ}C + 273$$

## II. TRẮC NGHIỆM ĐỊNH TÍNH.

**Câu 1.** Theo quan điểm chất khí thì không khí mà chúng ta đang hít thở là

A. khí lý tưởng.

B. khí thực.

C. gần là khí lý tưởng.

D. khí ôxi.

**Câu 2.** Trong quá trình nào sau đây, cả ba thông số trạng thái của một lượng khí xác định đều thay đổi ?

A. Không khí bị nung nóng trong một bình đậy kín.

B. Không khí trong một quả bóng bàn bị một học sinh dùng tay bóp bẹp.

C. Không khí trong một xi lanh được nung nóng, dẫn nở và đẩy pit tông dịch chuyển.

D. Trong cả ba hiện tượng trên.

**Câu 3.** Hệ thức nào sau đây **không** phù hợp với phương trình trạng thái của khí lý tưởng?

A.  $pV/T = \text{hằng số}$ .

B.  $p_1V_1 = p_2V_2$ .

C.  $pV \sim T$ .

D.  $pT/V = \text{hằng số}$ .

**Câu 4.** Hệ thức nào sau đây **không** phù hợp với quá trình đẳng áp?

A.  $V/T = \text{hằng số}$ .

B.  $V \sim 1/T$ .

C.  $V \sim T$ .

D.  $V_1/T_1 = V_2/T_2$ .

**Câu 5.** Đối với một lượng khí xác định, quá trình đẳng áp khi nhiệt độ

A. tăng, thể tích tăng.

B. giảm, thể tích tăng tỉ lệ nghịch với nhiệt độ tuyệt đối.

C. tăng, thể tích tăng tỉ lệ thuận với nhiệt độ tuyệt đối.

D. nhiệt độ không đổi, thể tích giảm.

**Câu 6.** Một khối khí lý tưởng nhốt trong bình kín. Tăng nhiệt độ của khối khí từ  $100^{\circ}C$  lên  $200^{\circ}C$  thì áp suất trong bình sẽ

A. Có thể tăng hoặc giảm.

B. tăng lên hơn 2 lần áp suất cũ.

C. tăng lên ít hơn 2 lần áp suất cũ.

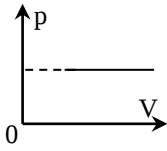
D. tăng lên đúng bằng 2 lần áp suất cũ.

## Chuyên đề: Phương trình trạng thái khí lí tưởng

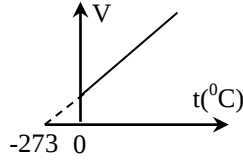
Câu 7. Nhiệt độ không tuyệt đối là nhiệt độ tại đó

- A. Nước đông đặc thành đá.
- B. tất cả các chất khí hóa lỏng
- C. tất cả các chất khí hóa rắn.
- D. chuyển động nhiệt phân tử hầu như dừng lại.

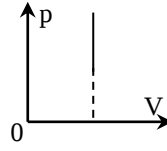
Câu 8. Đồ thị nào sau đây **không** phù hợp với quá trình đẳng áp?



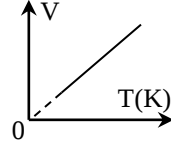
Hình a



Hình b



Hình c

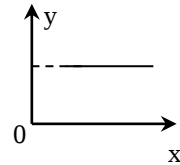


Hình d

- A. Hình b.                      B. Hình d.                      C. Hình a.                      D. Hình c.

Câu 9. Nếu đồ thị hình bên biểu diễn quá trình đẳng áp thì hệ tọa độ (y; x) là hệ tọa độ

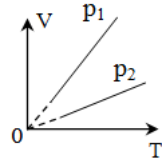
- A. (p; T) .                      B. (p; V).  
C. (p; T) hoặc (p; V).



D. đồ thị đó không thể biểu diễn quá trình đẳng áp.

Câu 10. Cho đồ thị hai đường đẳng áp của cùng một khối khí xác định như hình vẽ. Đáp án nào sau đây đúng?

- A.  $p_1 > p_2$                       B.  $p_1 < p_2$                       C.  $p_1 = p_2$                       D.  $p_1 \geq p_2$  .



Câu 11. (HK2 THPT Hai Bà Trưng – TT Huế). Khi nhiệt độ tuyệt đối tăng thêm 6K thì

- A. Nhiệt độ Xen-xi-út tăng thêm hơn 6°C.  
B. Nhiệt độ Xen-xi-út tăng thêm 279°C.  
C. Nhiệt độ Xen-xi-út tăng thêm 6°C.  
D. Nhiệt độ Xen-xi-út tăng thêm 267°C.

### BẢNG ĐÁP ÁN

|     |     |     |     |      |
|-----|-----|-----|-----|------|
| 1.B | 2.D | 3.D | 4.B | 5.C  |
| 6.C | 7.D | 8.D | 9.C | 10.B |

### Dạng 1. Bài toán liên quan đến quá trình đẳng áp- Định luật Gay-Luy xác.

Phương pháp:

$$\frac{V}{T} = \text{hằng số} \Rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{V_1}{t_1^0 C + 273} = \frac{V_2}{t_2^0 C + 273}$$

\*Cùng một lượng khí m nếu thể tích khác nhau dẫn đến sẽ có các khối

lượng riêng tương ứng. 
$$\begin{cases} \rho_1 = \frac{m}{V_1} \\ \rho_2 = \frac{m}{V_2} \end{cases} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1}.$$

\*Ở điều kiện tiêu chuẩn (đktc) 1 mol khí chứa 22,4 lít. Nếu ở đktc có n(mol) khí thì thể tích tương ứng  $V = n.22,4(\text{lít})$ .

Công thức tính số mol ở đktc: 
$$n(\text{mol}) = \frac{V(\text{l})}{22,4\left(\frac{\text{l}}{\text{mol}}\right)} = \frac{m(\text{g})}{\mu(\text{g/mol})}$$

$$\Rightarrow \text{Khối lượng riêng} = \rho\left(\frac{\text{g}}{\text{l}}\right) = \frac{m(\text{g})}{V(\text{l})} = \frac{\mu(\text{g/mol})}{22,4\left(\frac{\text{l}}{\text{mol}}\right)} = \frac{\mu}{22,4}\left(\frac{\text{g}}{\text{l}}\right) = \frac{\mu}{22,4}\left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)$$

**Ví dụ 1.** Ở 27°C thể tích của một lượng khí là 6 lít. Thể tích của lượng khí đó ở nhiệt độ 227°C khi áp suất không đổi là

- A. 8 lít.                      **B. 10 lít.**                      C. 15 lít.                      D. 50 lít.

**Hướng dẫn**

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 = V_1 \frac{T_2}{T_1} = 6(\text{l}) \cdot \frac{227 + 273}{27 + 273} = 10(\text{l}) \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

**Ví dụ 2.** Biết 12g khí chiếm thể tích 4 lít ở 7°C. Sau khi nung nóng đẳng áp, khối lượng riêng của khí là 1,2g/lít. Nhiệt độ của khối khí sau khi nung nóng là

- A.** 327°C.                      **B.** 387°C.                      **C.** 427°C.                      **D.** 17,5°C.

**Hướng dẫn**

**Cách 1.**

\*Sau khi đun nóng ta có thể tích 
$$V_2 = \frac{m}{\rho_2} = \frac{12(\text{g})}{1,2\left(\frac{\text{g}}{\text{l}}\right)} = 10(\text{l})$$

\*Áp dụng: 
$$\frac{V_1}{t_1^0 + 273} = \frac{V_2}{t_2^0 + 273} \Leftrightarrow \frac{4}{7 + 273} = \frac{10}{t_2^0 + 273} \Rightarrow t_2^0 = 427^\circ\text{C}$$

$\Rightarrow$  **Chọn C.**

**Cách 2.**

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{t_2^0 + 273}{t_1^0 + 273} \Rightarrow t_2^0 = (t_1^0 + 273) \frac{\rho_1}{\rho_2} - 273$$

### Chuyên đề: Phương trình trạng thái khí lí tưởng

$$\Rightarrow t_2^0 = (7 + 273) \frac{3(g/l)}{1,2(g/l)} - 273 = 427^0 C \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

**Chú ý:**  $\rho_1 = \frac{m_1}{V} = \frac{12(g)}{4(l)} = 3\left(\frac{g}{l}\right)$ .

**Ví dụ 3.** Cho khối lượng riêng của không khí ở điều kiện tiêu chuẩn là  $1,29\text{kg/m}^3$ . Coi không khí như một chất khí thuần nhất. Khối lượng mol của không khí **xấp xỉ** là

A.  $18\text{g/mol}$ .                      B.  $28\text{g/mol}$ .                      **C.  $29\text{g/mol}$ .**                      D.  $30\text{g/mol}$ .

**Hướng dẫn**

$$n(\text{mol}) = \frac{V(l)}{22,4(l/\text{mol})} = \frac{m(g)}{\mu(g/\text{mol})} \Rightarrow \rho\left(\frac{g}{l}\right) = \frac{m}{V} = \frac{\mu(g/l)}{22,4(l/\text{mol})}$$

$$\Rightarrow \mu = 22,4\left(\frac{l}{\text{mol}}\right)\rho\left(\frac{g}{l}\right) = 22,4 \cdot 1,29 \approx 29\left(\frac{g}{\text{mol}}\right) \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

**Ví dụ 4.** Biết không khí bên ngoài có nhiệt độ  $27^0\text{C}$  và áp suất  $1\text{ atm}$ ; khối lượng mol của không khí ở điều kiện chuẩn là  $29 \cdot 10^{-3}\text{kg/mol}$ . Khối lượng riêng của không khí ở nhiệt độ  $27^0\text{C}$  bằng

A.  $1,290\text{kg/m}^3$ .                      **B.  $1,178\text{kg/m}^3$ .**                      C.  $1,187\text{kg/m}^3$ .                      D.  $1,920\text{kg/m}^3$ .

**Hướng dẫn**

\*Ở điều kiện chuẩn:

$$n(\text{mol}) = \frac{V(l)}{22,4(l/\text{mol})} = \frac{m(g)}{\mu(g/\text{mol})} \Rightarrow \rho_0 = \frac{m}{V} = \frac{\mu(g/\text{mol})}{22,4(l/\text{mol})} = \frac{29}{22,4} = 1,295\left(\frac{g}{l}\right)$$

$$(\text{Chú ý: } \rho_0 = 1,129(g/l) = 1,129(kg/m^3)).$$

\*Xét các quá trình đẳng áp.

$$\frac{V_0}{T_0} = \frac{V_1}{T_1} \Rightarrow \frac{V_0}{V_1} = \frac{T_0}{T_1} = \frac{\rho_1}{\rho_0} \Rightarrow \rho_1 = \rho_0 \frac{T_0}{T_1} = 1,295 \frac{273}{300} = 1,178\left(\frac{kg}{m^3}\right) \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

**Ví dụ 5. (HK2 Chuyên QH Huế).** Một lượng khí ở trong một xilanh thẳng đứng có pit-tông ở bên trong. Khí có thể tích  $3\text{ lít}$  ở  $27^0\text{C}$ . Biết diện tích tiết diện pit-tông  $S=150\text{cm}^2$ , không có ma sát giữa pit-tông và xilanh, pit-tông vẫn ở trong xilanh và trong quá trình áp suất không đổi. Khi đun nóng đến  $150^0\text{C}$  thì pit-tông được nâng lên một đoạn là

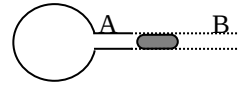
A.  $4,86\text{cm}$ .                      B.  $28,20\text{cm}$ .                      C.  $24,86\text{cm}$ .                      **D.  $8,20\text{cm}$ .**

**Hướng dẫn**

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_1 + Sl}{T_2} \Rightarrow \frac{3 \cdot 10^3}{27 + 273} = \frac{3 \cdot 10^3 + 150 \cdot x}{150 + 273} \Rightarrow x = 8,2\text{cm} \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

**Chú ý:**  $1\text{ lít} = 10^3\text{cm}^3$

**Ví dụ 7.** Một áp kế gồm một bình cầu thủy tinh có thể tích  $270\text{cm}^3$  gắn với ống nhỏ AB nằm ngang có tiết diện  $0,1\text{cm}^2$ . Trong ống có một giọt thủy ngân. Ở  $0^\circ\text{C}$  giọt thủy ngân cách A  $30\text{cm}$ , hỏi khi nung bình đến  $10^\circ\text{C}$  thì giọt thủy ngân di chuyển một khoảng bao nhiêu? Coi dung tích của bình không đổi, ống AB đủ dài để giọt thủy ngân không chảy ra ngoài.



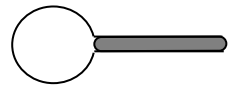
- A.  $130\text{cm}$ .      B.  $30\text{cm}$ .      C.  $60\text{cm}$ .      D.  $100\text{cm}$ .

**Hướng dẫn**

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Trạng thái 1:} \begin{cases} V_1 = V_0 + Sl \text{ (cm}^3\text{)} \\ T_1 = 273 \text{ (K)} \end{cases} \quad \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \rightarrow \frac{V_0 + Sl}{T_1} = \frac{V_0 + S(l + \Delta l)}{T_2} \\ \text{Trạng thái 2:} \begin{cases} V_2 = V_0 + S(l + \Delta l) \\ T_2 = 283 \text{ (K)} \end{cases} \end{array} \right.$$

$$\xrightarrow{\text{Thay số}} \frac{270 + 0,1 \cdot 30}{273} = \frac{270 + 0,1(30 + \Delta l)}{283} \Rightarrow \Delta l = 100\text{cm} \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

**Ví dụ 8.** Một bình có dung tích  $V = 15\text{cm}^3$  chứa không khí ở nhiệt độ  $t_1 = 177^\circ\text{C}$  được nối với một ống nằm ngang chứa đầy thủy ngân, đầu kia của ống thông với khí quyển. Biết khối lượng riêng thủy ngân là  $\rho = 13,6 \text{ (g/cm}^3\text{)}$ . Khi không khí trong bình được làm lạnh đến nhiệt độ  $t_2 = 27^\circ\text{C}$  thì khối lượng thủy ngân chảy vào bình bằng



- A.  $6,8\text{g}$ .      B.  $68\text{g}$ .      C.  $34\text{g}$ .      D.  $173\text{g}$ .

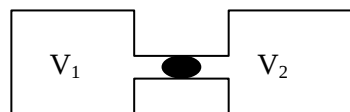
**Hướng dẫn**

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Trạng thái 1} \begin{cases} V_1 = V_0 \\ T_1 = t_1^0\text{C} + 273 \end{cases} \quad \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \rightarrow \frac{V_0}{t_1^0 + 273} = \frac{V_0 - V_{Hg}}{t_2^0 + 273} \\ \text{Trạng thái 2} \begin{cases} V_2 = V_0 - V_{Hg} \\ T_2 = t_2^0\text{C} + 273 \end{cases} \end{array} \right.$$

$$\xrightarrow{\text{Thay số}} \frac{15}{177 + 273} = \frac{15 - V_{Hg}}{27 + 273} \Rightarrow V_{Hg} = 5\text{cm}^3 \Rightarrow m = \rho V = 68\text{g} \Rightarrow \text{Chọn B}$$

**Lưu ý:** Khi thủy ngân chảy vào bình thì thể tích khí bị giảm. Do đó thể tích khí lúc sau là  $V_2 = V_1 - V_{Hg}$ .

**Ví dụ 8.** Hai bình giống nhau được nối với nhau bằng một ống nằm ngang đủ dài có tiết diện  $20 \text{ mm}^2$  (Hình vẽ). ở  $0^\circ\text{C}$  giữa ống



### Chuyên đề: Phương trình trạng thái khí lí tưởng

có một giọt thủy ngân ngăn không khí ở hai bên (lượng khí hai bên bằng nhau). Thể tích mỗi bình là  $V_0 = 200 \text{ cm}^3$ . Nếu nhiệt độ một bình là  $t^\circ\text{C}$  bình kia là  $-t^\circ\text{C}$  thì giọt thủy ngân dịch chuyển 10 cm sau đó dừng lại. Nhiệt độ ( $t$ ) nhận giá trị nào sau đây?

- A.  $-270,27^\circ\text{C}$ .      B.  $27,3^\circ\text{C}$ .      C.  $2,73^\circ\text{C}$ .      D.  $3,72^\circ\text{C}$ .

#### Hướng dẫn

\*Lượng khí trong hai bình là như nhau. Giả sử giọt thủy ngân dịch sang trái. Khi đó:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Trạng thái 1 (khí bên trái)} \left\{ \begin{array}{l} V_1 = V_0 - Sl \\ T_1 = -t^0 + 273 \end{array} \right. \\ \text{Trạng thái 2 (khí bên phải)} \left\{ \begin{array}{l} V_2 = V_0 + Sl \\ T_2 = t^0 + 273 \end{array} \right. \end{array} \right. \Rightarrow \frac{V_0 - Sl}{\frac{-t^0 + 273}{V_1/T_1}} = \frac{V_0 + Sl}{\frac{t^0 + 273}{V_2/T_2}}$$
$$\xrightarrow{\text{Thay số}} \frac{200 - 0,2 \cdot 10}{-t^0 + 273} = \frac{200 + 0,2 \cdot 10}{t^0 + 273} \Rightarrow t = 2,73^\circ\text{C} \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

**Chú ý:** Do giọt thủy ngân cân bằng nên áp suất ở hai bình là như nhau, đây là quá trình đẳng áp.

**Ví dụ 9. (KSCL THPT Yên Lạc – Vĩnh Phúc).** Một xi lanh kín cách nhiệt được chia làm hai phần bằng nhau bởi một pít tông cách nhiệt. Mỗi phần có chiều dài  $l_0 = 20 \text{ cm}$  chứa một lượng khí giống nhau ở nhiệt độ  $27^\circ\text{C}$ . Đun nóng phần 1 pít tông dịch chuyển không ma sát về phía phần 2. Khi pít tông dịch chuyển một đoạn 2cm thì nhiệt độ mỗi phần đều thay đổi một lượng  $\Delta T$ . Nhiệt độ khí ở phần 1 khi đó là

- A.  $30^\circ\text{C}$ .      B.  $330^\circ\text{C}$ .      C.  $2,7^\circ\text{C}$ .      D.  $57^\circ\text{C}$ .

#### Hướng dẫn

\*Do lượng khí ở hai phần là như nhau, khi pít-tông dịch chuyển ta xem hai khí ở 2 phần ứng với hai trạng thái.

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Khí bên trái} \left\{ \begin{array}{l} V_1 = S(l_0 + \Delta l) \\ T_1 = T_0 + \Delta T \end{array} \right. \\ \text{Khí bên phải} \left\{ \begin{array}{l} V_2 = S(l_0 - \Delta l) \\ T_2 = T_0 - \Delta T \end{array} \right. \end{array} \right. \xrightarrow{\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}} \frac{S(l_0 + \Delta l)}{T_0 + \Delta T} = \frac{S(l_0 - \Delta l)}{T_0 - \Delta T}$$

$$\text{Thay số: } \frac{20 + 2}{300 + \Delta T} = \frac{20 - 2}{300 - \Delta T} \Rightarrow \Delta T = 30\text{K} \Rightarrow T_1 = 330\text{K} = 57^\circ\text{C} \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

**Chú ý:** Lúc sau pít-tông dịch chuyển một đoạn 2cm rồi dừng lại nên áp suất ở hai phần đều bằng nhau (đây là quá trình đẳng áp).

### Dạng 2. Phương trình trạng thái khí lí tưởng.

#### Phương pháp.

Các định luật chất khí chỉ đúng cho khí lí tưởng. Nếu không đòi hỏi độ chính xác cao ta thường áp dụng các định luật chất khí cho khí thực một cách gần đúng. Tuy nhiên nếu áp dụng các định luật chất khí cho khí thực ở nhiệt độ và áp suất cao thì dẫn đến kết quả sai lệch một cách đáng kể.

$$\frac{pV}{T} = \text{hằng số} \Rightarrow \boxed{\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}} \Rightarrow \boxed{\frac{p_1 V_1}{t_1^0 C + 273} = \frac{p_2 V_2}{t_2^0 C + 273}}$$

**Lưu ý:** Áp suất, thể tích, nhiệt độ ở các trạng thái phải cùng đơn vị.

**Ví dụ 1.** Nén 10 lít khí ở nhiệt độ 27°C để thể tích của nó giảm chỉ còn 4 lít, quá trình nén nhanh nên nhiệt độ tăng đến 60°C. Áp suất khí đã tăng bao nhiêu lần?

- A.** 2,78.                      **B.** 2,24.                      **C.** 2,85.                      **D.** 3,2.

**Hướng dẫn**

Từ  $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \rightarrow \frac{p_2}{p_1} = \frac{V_1}{V_2} \cdot \frac{T_2}{T_1} = \frac{10}{4} \cdot \frac{60 + 273}{27 + 273} = 2,78 \Rightarrow \text{Chọn A.}$

**Ví dụ 2.** Một lượng khí có thể tích 200 cm<sup>3</sup> ở nhiệt độ 16°C và áp suất 740 mmHg. Thể tích của lượng khí này ở điều kiện chuẩn là

- A.** V<sub>0</sub> = 18,4 cm<sup>3</sup>.      **B.** V<sub>0</sub> = 1,84 m<sup>3</sup>.      **C.** V<sub>0</sub> = 184 cm<sup>3</sup>.      **D.** V<sub>0</sub> = 1,02 m<sup>3</sup>.

**Hướng dẫn**

$$\frac{pV}{T} = \frac{p_0 V_0}{T_0} \Leftrightarrow \frac{740(\text{mmHg}) \cdot 200(\text{cm}^3)}{(16 + 273)(\text{K})} = \frac{760(\text{mmHg}) \cdot V_0}{273(\text{K})} \Rightarrow V_0 = 184 \text{cm}^3$$

$\Rightarrow$  **Chọn C.**

**Ví dụ 3.** Ở thời kì nén của một động cơ đốt trong 4 kì, nhiệt độ của hỗn hợp khí tăng từ 47°C đến 367°C, còn thể tích của khí giảm từ 1,8 lít đến 0,3 lít. Áp suất của khí lúc bắt đầu nén là 100kPa. Coi hỗn hợp khí như chất khí thuần nhất, áp suất cuối thời kì nén là

- A.** 1,5.10<sup>6</sup>Pa.                      **B.** 1,2.10<sup>6</sup>Pa.                      **C.** 1,8.10<sup>6</sup>Pa.                      **D.** 2,4.10<sup>6</sup>Pa.

**Hướng dẫn**

\*Từ  $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \Rightarrow p_2 = p_1 \cdot \frac{V_1}{V_2} \cdot \frac{T_2}{T_1} = 100 \cdot 10^3 \cdot \frac{1,8}{0,3} \cdot \frac{376 + 273}{47 + 273} = 1,2 \cdot 10^6 \text{ Pa}$

$\Rightarrow$  **Chọn B.**

**Ví dụ 4. (HK2 THPT Nguyễn Huệ - TT Huế).** Trong một động cơ điêzen, khối khí có nhiệt độ ban đầu là 627°C được nén để thể tích giảm bằng 1/3 thể tích ban đầu và áp suất tăng 20% so với áp suất ban đầu. Nhiệt độ của khối khí sau khi nén bằng

- A.** 360°C.                      **B.** 87°C.                      **C.** 267°C.                      **D.** 251°C.

**Chuyên đề: Phương trình trạng thái khí lí tưởng**

**Hướng dẫn**

\*Theo đề ta có 
$$\begin{cases} V_2 = \frac{V_1}{3} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{1}{3} \\ p_2 = p_1 + 20\% p_1 = 1,2 p_1 \end{cases}$$

\*Từ 
$$\frac{p_1 V_1}{t_1^0 + 273} = \frac{p_2 V_2}{t_2^0 + 273} \Rightarrow \frac{t_2^0 + 273}{t_1^0 + 273} = \frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} = 1,2 \cdot \frac{1}{3} = 0,4 \xrightarrow{t_1^0 = 627} t_2^0 = 87^0 C$$

$\Rightarrow$  **Chọn B.**

**Ví dụ 6.** Một bình cầu dung tích 20 lít chứa ôxi ở nhiệt độ  $16^0C$  và áp suất 100 atm. Kết quả tính được dựa theo phương trình trạng thái khí lí tưởng chỉ là gần đúng vì áp suất khí thực quá lớn. Vậy dựa theo phương trình trạng thái khí lí tưởng thì thể tích của lượng khí này ở điều kiện chuẩn tính được là

**A.1889(lít).**      **B. 1889(lít).**      **C. 34125 (lít).**      **D. 34125 (lít).**

**Hướng dẫn**

|                               | Áp suất        | Thể tích     | Nhiệt độ     |
|-------------------------------|----------------|--------------|--------------|
| <b>Trạng thái 1</b><br>(đktc) | $p_0 = 1(atm)$ | $V_0 = ?(l)$ | $T_1 = 273K$ |
| <b>Trạng thái 2</b>           | $p = 100(atm)$ | $V = 20(l)$  | $T_2 = 289K$ |

\*Áp dụng phương trình trạng thái khí lí tưởng cho hai trạng thái. Ta được:

$$\frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{pV}{T} \Leftrightarrow \frac{1(atm).V_0}{273(K)} = \frac{100(atm).20(l)}{289(K)} \Rightarrow V_0 = 1889(l) \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

**Ví dụ 4.** Thực hiện quá trình biến đổi trạng thái của một nửa mol khí Helium ( ${}^4_2He$ ) từ điều kiện tiêu chuẩn đến trạng thái có nhiệt độ  $273^0C$ , áp suất 3,5atm. Thể tích khí Helium ở trạng thái đó là

**A.12,8 lít.**      **B. 12,8m<sup>3</sup>.**      **C. 6,4 lít.**      **D. 6,4m<sup>3</sup>.**

**Hướng dẫn**

\*Ở đktc ta có 1 mol khí chứa 22,4 lít (tức là  $V = n.22,4$ ).

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Trạng thái 1} \left\{ \begin{array}{l} p_0 = 1atm \\ T_0 = 273(K) \\ V_0 = 0,5.22,4 = 11,2l \end{array} \right. \\ \text{Trạng thái 2} \left\{ \begin{array}{l} p = 3,5atm \\ T = 546(K) \\ V = ?(l) \end{array} \right. \end{array} \right. \xrightarrow{\frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{pV}{T}} \frac{1.11,2}{273} = \frac{3,5.V(l)}{546}$$

$\Rightarrow V = 6,4(l) \Rightarrow$  **Chọn C.**

**Ví dụ 7.** Một bóng thám được chế tạo để có thể tăng bán kính lên tới 10 m bay ở tầng khí quyển có áp suất 0,03 atm và nhiệt độ 200K. Biết bóng được bơm khí ở áp suất 1 atm và nhiệt độ 300K, bán kính của bóng khi bơm bằng

- A. 2,12m.                      B. 2,71m.                      **C. 3,56m.**                      D. 1,78m.

**Hướng dẫn**

|                     | <b>Áp suất</b>    | <b>Thể tích</b>              | <b>Nhiệt độ</b> |
|---------------------|-------------------|------------------------------|-----------------|
| <b>Trạng thái 1</b> | $p_1 = 0,03(atm)$ | $V_1 = \frac{4}{3}\pi R_1^3$ | $T_1 = 200K$    |
| <b>Trạng thái 2</b> | $p_2 = 1(atm)$    | $V_2 = \frac{4}{3}\pi R_2^3$ | $T_2 = 300K$    |

\*Áp dụng phương trình trạng thái khí lí tưởng cho hai trạng thái.

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{R_2^3}{R_1^3} = \frac{p_1 T_2}{p_2 T_1} \Rightarrow R_2 = R_1 \cdot \sqrt[3]{\frac{p_1 T_2}{p_2 T_1}} = 10 \sqrt[3]{\frac{0,03 \cdot 300}{1 \cdot 200}} = 3,56m$$

⇒ **Chọn C.**

**Ví dụ 8.** Biết khối lượng riêng của không khí ở 0°C và áp suất 1,01.10<sup>5</sup>Pa là 1,29kg/m<sup>3</sup>. Khối lượng riêng của không khí ở 100°C và áp suất 2.10<sup>5</sup>Pa bằng

- A. 1,87kg/m<sup>3</sup>.**                      B. 1,85kg/m<sup>3</sup>.                      C. 3,49kg/m<sup>3</sup>.                      D. 6,97kg/m<sup>3</sup>.

**Hướng dẫn**

Xét cùng một lượng khí, ta có  $m = \rho_0 V_0 = \rho V \Rightarrow \frac{V_0}{V} = \frac{\rho}{\rho_0}$

$$\frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{p V}{T} \Rightarrow \frac{V_0}{V} = \frac{\rho}{\rho_0} = \frac{p}{p_0} \cdot \frac{T_0}{T} \Rightarrow \rho = \rho_0 \frac{p}{p_0} \cdot \frac{T_0}{T} = 1,29 \cdot \frac{2 \cdot 10^5}{1,01 \cdot 10^5} \cdot \frac{273}{373} = 1,87$$

⇒ **Chọn A.**

**Ví dụ 9. (KTĐK Chuyên QH Huế 2017-2018).** Trong một động cơ điêzen, khối khí có nhiệt độ ban đầu là 32 °C được nén để thể tích giảm bằng 1/16 thể tích ban đầu và áp suất tăng 48,5 lần áp suất ban đầu. Nhiệt độ khối khí sau khi nén có giá trị là

- A. 97 °C.                      **B. 652°C.**                      C. 1552°C.                      D. 132°C.

**Hướng dẫn**

$$\left\{ \begin{array}{l} V_2 = \frac{V_1}{16} \\ p_2 = 48,5 p_1 \end{array} \right. \xrightarrow{\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}} \frac{p_1 V_1}{32 + 273} = \frac{48,5 p_1 \frac{V_1}{16}}{t_2 + 273} \Rightarrow t_2 = 652^\circ C \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

**Ví dụ 10. (KSCL THPT Yên Lạc – Vĩnh Phúc).** Nén 10 lít khí ở nhiệt độ 27°C để thể tích của nó giảm chỉ còn 4 lít, quá trình nén nhanh nên nhiệt độ tăng đến 60°C. Sau khi nén áp suất khí đã tăng lên

- A. 2,78 lần.                      **B. 2,25 lần.**                      C. 2,85 lần.                      D. 5,56lần.

## Chuyên đề: Phương trình trạng thái khí lí tưởng

### Hướng dẫn

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{p_2}{p_1} = \frac{V_1}{V_2} \cdot \frac{T_1}{T_2} = \frac{10(l)}{4(l)} \cdot \frac{300(K)}{333(K)} = 2,25 \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

**Ví dụ 11. (KSCL THPT Yên Lạc – Vĩnh Phúc).** Một bình bằng thép dung tích 30l chứa khí Hidrô ở áp suất 6MPa và nhiệt độ 37°C. Dùng bình này bơm để bơm các quả bóng bay dung tích mỗi quả 1,5l, áp suất và nhiệt độ khí trong mỗi quả bóng là  $1,05 \cdot 10^5$  Pa và 12°C. Số quả bóng bay bơm được là

- A. 525 quả.                      B. 1050 quả.                      C. 515 quả.                      **D. 1030 quả.**

### Hướng dẫn

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 (V_1 + V_0 \cdot n)}{T_2} \Leftrightarrow \frac{6 \cdot 10^6 \cdot 30}{37 + 273} = \frac{1,05 \cdot 10^5 \cdot (30 + 1,5n)}{12 + 273} \Rightarrow n = 1030 \text{ quả.}$$

$\Rightarrow$  Chọn A.

**Ví dụ 12. (KSCL THPT Yên Lạc – Vĩnh Phúc).** Ở điều kiện tiêu chuẩn: 1 mol khí ở 0°C có áp suất 1atm và thể tích là 22,4 lít. Một bình có dung tích 5 lít chứa 0,5 mol khí ở nhiệt độ 0°C có áp suất bằng

- A. 1,12 atm.                      B. 2,04 atm.                      **C. 2,24 atm.**                      D. 2,56 atm.

### Hướng dẫn

\*Cùng một lượng khí (tương ứng 0,5mol) ta xét hai trạng thái khác nhau

**Trạng thái 1:** Trạng thái ở điều kiện tiêu chuẩn.

$$V_1 = n \cdot 22,4 = 0,5 \cdot 22,4 = 11,2(l) \text{ và } p_1 = 1(atm).$$

**Trạng thái 2:** Trạng thái bất kì.

$$V_2 = 5(l) \text{ và } p_2 = ?$$

Do nhiệt độ không thay đổi, áp dụng định luật **Bôi-lơ – Ma-ri-ốt**.

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \Rightarrow p_2 = \frac{p_1 V_1}{V_2} = \frac{1(atm) \cdot 11,2(l)}{5(l)} = 2,24(atm) \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

**Ví dụ 13.** Trong một bình kín dung tích 20 lít có chứa 4,4 kg khí cacbonic ở nhiệt độ 27°C. Biết thể tích của một mol khí ở điều kiện chuẩn là  $V_0 = 22,4$  lít. Áp suất của khí trong bình **xấp xỉ** bằng

- A.  $1,013 \cdot 10^5$  Pa.                      **B.  $125 \cdot 10^5$  Pa.**                      C.  $25 \cdot 10^3$  Pa.                      D.  $11,2 \cdot 10^5$  Pa.

### Hướng dẫn

\*Cùng một lượng khí 4,4kg ta xét ở hai trạng thái khác nhau.

**Trạng thái 1:** Ở điều kiện tiêu chuẩn.

$$V_1 = n V_0 = \frac{m}{\mu} V_0 = \frac{4,4 \cdot 10^3}{44} \cdot 22,4 = 2240(l); \quad p_1 = 1(atm) \text{ và } T_1 = 273K.$$

**Trạng thái 2:** Lượng khí ở trong bình dung tích 20 lít.

$$V_2 = 20(l); \quad p_2 = ? \text{ và } T_2 = 27 + 273 = 300K$$

\*Áp dụng phương trình trạng thái khí lí tưởng

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \Leftrightarrow \frac{1(atm) \cdot 2240(l)}{273(K)} = \frac{p_2 \cdot 20(l)}{300(K)} \Rightarrow p_2 = 123,1(atm) \approx 125 \cdot 10^5 Pa$$

**Ví dụ 14. (KSCL THPT Yên Lạc – Vĩnh Phúc).** Một khí lí tưởng có thể tích 10 lít ở 27°C áp suất 1atm, biến đổi qua hai quá trình: quá trình đẳng tích áp suất tăng gấp 2 lần; rồi quá trình đẳng áp, thể tích sau cùng là 15 lít. Nhiệt độ sau cùng của khối khí là

- A. 627°C.                      B. 427°C.                      C. 81°C.                      D. 900°C.**

**Hướng dẫn**

\*Xét quá trình đẳng tích:

$$p_2 = 2p_1 = 2(atm) \text{ và } T_2 = 2T_1 = 600(K) \text{ và } V_2 = V_3 = 10(l)$$

\*Xét quá trình đẳng áp:  $\frac{V_2}{T_2} = \frac{V_3}{T_3} \Rightarrow T_3 = \frac{V_2}{V_3} T_2 = \frac{15}{10} \cdot 600 = 900(K) = 627^\circ C$

$\Rightarrow$  **Chọn A.**

**Ví dụ 15.** Một phòng có kích thước 8m x 5m x 4m. Ban đầu không khí trong phòng ở điều kiện chuẩn, sau đó nhiệt độ của không khí tăng lên tới 10°C, trong khi áp suất là 78 cmHg. Thể tích của lượng không khí đã ra khỏi phòng là

- A. 161,6m<sup>3</sup>.                      B. 1,6m<sup>3</sup>.                      C. 53,0m<sup>3</sup>.                      D. 10,0m<sup>3</sup>.**

**Hướng dẫn**

|                               | <b>Áp suất</b>   | <b>Thể tích</b>          | <b>Nhiệt độ</b> |
|-------------------------------|------------------|--------------------------|-----------------|
| <b>Trạng thái 1</b><br>(đktc) | $p_0 = 76(cmHg)$ | $V_0 = 8.5.4 = 160(m^3)$ | $T_0 = 273K$    |
| <b>Trạng thái 2</b>           | $p = 78(cmHg)$   | $V = ?(m^3)$             | $T = 283K$      |

\*Áp dụng phương trình trạng thái khí lí tưởng cho hai trạng thái.

$$\frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{pV}{T} \Leftrightarrow \frac{76(cmHg) \cdot 160(m^3)}{273(K)} = \frac{78(cmHg) \cdot V}{283(K)} \Rightarrow V = 161,6m^3$$

\*Căn phòng không kín nên khí đã thoát ra bên ngoài với thể tích  $\Delta V$ . Với  $\Delta V = V - V_0 = 1,6m^3 \Rightarrow$  **Chọn B.**

**Bình luận:** Khi nhiệt độ tăng đồng nghĩa thể tích của lượng khí cũng tăng. Thể tích của căn phòng là cố định, do đó lượng khí bị tăng thêm đã thoát ra khỏi phòng.

**Ví dụ 16.** Người ta bơm khí ôxi ở điều kiện chuẩn vào một bình có thể tích 5000lít. Sau nửa giờ bình chứa đầy khí ở nhiệt độ 24°C và áp suất 765 mmHg. Biết khối lượng riêng của khí ôxi ở điều kiện chuẩn là 1,29kg/m<sup>3</sup>. Coi quá trình bơm diễn ra một cách đều đặn. Khối lượng khí bơm vào sau mỗi giây bằng

- A. 3,6g/s.                      B. 2,3g/s.                      C. 3,3g/s.                      D. 1,66g/s.**

**Hướng dẫn**

**Chuyên đề: Phương trình trạng thái khí lí tưởng**

|                               | Áp suất           | Thể tích        | Nhiệt độ     |
|-------------------------------|-------------------|-----------------|--------------|
| <b>Trạng thái 1</b><br>(đktc) | $p_0 = 760(mmHg)$ | $V_0 = ?(l)$    | $T_1 = 273K$ |
| <b>Trạng thái 2</b>           | $p = 765(mmHg)$   | $V = 5.10^3(l)$ | $T_2 = 297K$ |

(Sau nửa giờ bơm lượng khí đã chuyển sang trạng thái 2).

\*Áp dụng phương trình trạng thái khí lí tưởng cho hai trạng thái

$$\frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{pV}{T} \Leftrightarrow \frac{760(mmHg).V_0}{273(K)} = \frac{765(mmHg).5.10^3(l)}{297(K)} \Rightarrow V_0 = 4626(l)$$

\*Khối lượng khí bơm vào sau mỗi giây bằng

$$x\left(\frac{kg}{s}\right) = \frac{m}{t} = \frac{\rho_0 V_0}{t} = \frac{1,29.4626.10^{-3}(kg)}{1800(s)} = 3,3.10^{-3}\left(\frac{kg}{s}\right) = 3,3\left(\frac{g}{s}\right)$$

$\Rightarrow$  **Chọn C.**

**Ví dụ 11.** Một xilanh có pit-tông cách nhiệt đặt nằm ngang. Pit-tông ở vị trí chia xilanh thành hai phần bằng nhau, chiều dài của mỗi phần là 30 cm. Mỗi phần chứa một lượng khí như nhau ở nhiệt độ  $17^{\circ}C$  và áp suất 2 atm. Muốn pit-tông dịch chuyển 2 cm thì phải đun nóng khí ở một phần lên thêm bao nhiêu độ ? Áp suất của khí khi pit-tông đã dịch chuyển là bao nhiêu ?

A. 41,00K và 2,14atm.

B. 331,4K và 2,14atm.

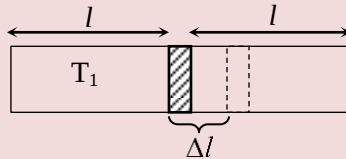
C. 314,4K và 1,88atm.

**D. 41,4K và 2,14atm.**

**Hướng dẫn**

|                            |                                   | Áp suất         | Thể tích                | Nhiệt độ     |
|----------------------------|-----------------------------------|-----------------|-------------------------|--------------|
| Lúc đầu (TT <sub>1</sub> ) |                                   | $p_1 = 2atm$    | $V_1 = Sl$              | $T_1 = 290K$ |
| Lúc sau                    | Khí ở bên trái (TT <sub>2</sub> ) | $p_2 = ?(atm)$  | $V_2 = S(l - \Delta l)$ | $T_2 = ?(K)$ |
|                            | Khí ở bên phải (TT <sub>3</sub> ) | $p_3 = p_2 = ?$ | $V_3 = S(l + \Delta l)$ | $T_3 = T_1$  |

\*Lúc sau pít – tông cân bằng nên  $p_2 = p_3$  và pít-tông cách nhiệt nên  $T_3 = T_1$



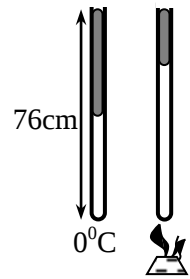
$$\frac{p_1.Sl_1}{T_1} = \frac{p_2.S(l_1 + \Delta l)}{T_2} = \frac{p_2.S(l_2 - \Delta l)}{T_1} \Leftrightarrow \frac{2.30}{290} = \frac{p_2(30+2)}{T_2} = \frac{p_2(30-2)}{290}$$

(1)
(2)
(3)

Từ  $\begin{cases} (1) \text{ và } (3) \Rightarrow p_2 = \frac{15}{7} \approx 2,14(\text{atm}) \Rightarrow \Delta T = T_2 - T_1 = 41,4(K) \Rightarrow \text{Chọn A.} \\ (1) \text{ và } (2) \Rightarrow T_2 = 331,4(K) \end{cases}$

**Chú ý:** Giả sử pít – tông dịch sang phải. Trạng thái được ghi tắt (TT).

**Câu 26.** Một ống nghiệm tiết diện đều có chiều dài 76cm, đặt thẳng đứng chứa một khối khí đến nửa ống, phía trên của ống là một cột thủy ngân. Nhiệt độ lúc đầu của khối khí là  $0^\circ\text{C}$ . Áp suất khí quyển là 76cmHg. Để một nửa cột thủy ngân trào ra ngoài thì phải đun nóng khối khí lên đến nhiệt độ



A.  $30,25^\circ\text{C}$ .

B.  $50,25^\circ\text{C}$ .

C.  $68,25^\circ\text{C}$ .

D.  $90^\circ\text{C}$ .

### Hướng dẫn

\*Xét 2 trạng thái của lượng khí trong ống nghiệm.

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Trạng thái 1} \left\{ \begin{array}{l} p_1 = p_0 + h \\ V_1 = S(l - h) \\ T_1 = 273K \end{array} \right. \\ \text{Trạng thái 2} \left\{ \begin{array}{l} p_2 = p_0 + \frac{h}{2} \\ V_2 = S\left(l - \frac{h}{2}\right) \\ T_2 = ?K \end{array} \right. \end{array} \right. \xrightarrow{\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}} \frac{(p_0 + h)(l - h)}{T_1} = \frac{\left(p_0 + \frac{h}{2}\right)\left(l - \frac{h}{2}\right)}{T_2}$$

$$\Rightarrow \frac{(76 + 38)(76 - 38)}{273} = \frac{\left(76 + \frac{38}{2}\right)\left(76 - \frac{38}{2}\right)}{T_2} \Rightarrow T_2 = 341,25K \Rightarrow t_2 = 68,25^\circ\text{C}$$

Gần đáp án C  $\Rightarrow$  **Chọn C.**

**Ví dụ 25. (KSCL THPT Yên Lạc – Vĩnh Phúc).** Một cột không khí được chứa trong ống nghiệm hình trụ thẳng đứng có đầu kín ở phía dưới, ngăn cách với bên ngoài bằng 1 cột thủy ngân cao  $h = 74\text{ cm}$  và đầy tới miệng ống, cột không khí có chiều cao  $l = 50\text{cm}$  ở nhiệt độ  $t_1 = 27^\circ\text{C}$ . Biết áp suất khí quyển  $p_0 = 76\text{ cmHg}$ . Để toàn bộ thủy ngân tràn hết ra ngoài thì phải đun ống đến nhiệt độ là

A.  $367,5\text{K}$ .

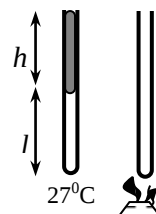
B.  $377\text{K}$ .

C.  $312,5\text{K}$ .

D.  $400\text{K}$ .

### Hướng dẫn

\*Xét 2 trạng thái của lượng khí trong ống nghiệm.



## Chuyên đề: Phương trình trạng thái khí lí tưởng

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Trạng thái 1} \left\{ \begin{array}{l} p_1 = p_0 + h = 150(\text{cmHg}) \\ V_1 = l.S = 50S(\text{cm}^3) \\ T_1 = 300\text{K} \end{array} \right. \\ \text{Trạng thái 2} \left\{ \begin{array}{l} p_2 = p_0 = 76(\text{cmHg}) \\ V_2 = S(l + h) = 124S(\text{cm}^3) \\ T_2 = ?\text{K} \end{array} \right. \end{array} \right.$$

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \rightarrow \frac{150.50S}{300} = \frac{76.124S}{T_2} \Rightarrow T_2 = 377\text{K} \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

**Ví dụ 26.** Một khí cầu có thể tích  $V = 336 \text{ m}^3$  và khối lượng vỏ  $m = 84 \text{ kg}$  được bơm không khí nóng tới áp suất bằng áp suất không khí bên ngoài. Biết không khí bên ngoài có nhiệt độ  $27^\circ\text{C}$  và áp suất  $1 \text{ atm}$ ; khối lượng mol của không khí ở điều kiện chuẩn là  $29.10^{-3} \text{ kg/mol}$ . Để khí cầu bắt đầu bay lên thì không khí nóng phải có nhiệt độ bằng bao nhiêu ?

A.  $105^\circ\text{C}$ .                      B.  $108^\circ\text{C}$ .                      C.  $381^\circ\text{C}$ .                      D.  $378^\circ\text{C}$ .

### Hướng dẫn

\*Ở điều kiện tiêu chuẩn:

$$\rho_0 = \frac{m}{V} = \frac{\mu(\text{g/mol})}{22,4(\text{l/mol})} = \frac{29}{22,4} = 1,295 \left( \frac{\text{g}}{\text{l}} \right) \text{ với } \rho_0 = 1,295 (\text{g/l}) = 1,295 \text{ kg/m}^3.$$

\*Gọi  $\rho_0$ ;  $\rho_1$  và  $\rho_2$  lần lượt là khối lượng riêng của không khí ở điều kiện tiêu chuẩn nhiệt độ  $T_0 = 273\text{K}$ , không khí bên ngoài ở nhiệt độ  $T_1 = 300\text{K}$  và không khí nóng bên trong khí cầu  $T_2$

\*Điều kiện tối thiểu để khí cầu có thể bay lên là

$$F_A(\text{Acsimét}) = P(\text{vỏ}) + P(\text{khí nóng}) \Rightarrow \rho_1 V g = g(m_{\text{vỏ}} + \rho_2 V).$$

$$\Rightarrow \rho_1 - \rho_2 = \frac{m_{\text{vỏ}}}{V} = \frac{84}{336} = 0,25 \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) \quad (1).$$

\*Xét quá trình đẳng áp.

$$\frac{V_0}{T_0} = \frac{V_1}{T_1} \Rightarrow \frac{V_0}{V_1} = \frac{T_0}{T_1} = \frac{\rho_1}{\rho_0} \Rightarrow \rho_1 = \rho_0 \frac{T_0}{T_1} = 1,295 \frac{273}{300} = 1,178 \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)$$

$$\xrightarrow{(1)} \rho_2 = 0,928 \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) \xrightarrow{\frac{T_2}{T_0} = \frac{\rho_0}{\rho_2}} T_2 = T_0 \frac{\rho_0}{\rho_2} = 273 \frac{1,295}{0,928} = 381\text{K} = 108^\circ\text{C}$$

**Chú ý:** Do cùng một lượng khí nên  $m = \rho_0 V_0 = \rho_1 V_1 = \rho_2 V_2$ .

### Dạng 3. Ứng dụng phương trình Cla-pê-rôn – Men-đê-lê-ép.

**Phương pháp.**

\*Phương trình  $pV = nRT = \frac{m}{\mu}RT$

$m$  là khối lượng chất khí (g) ;  $\mu$  là khối lượng mol của chất khí (g/mol) ;  
 $n$  là số mol của chất khí ;  $T$  là nhiệt độ tuyệt đối (K) ;  $p$  là áp suất (Pa hoặc N/m<sup>2</sup>) ;  $V$  là thể tích (m<sup>3</sup>) ;  $R$  là hằng số chất khí ( $R = 8,31\text{J/mol.K}$ ).

**Chú ý:** Trong trường hợp  $p(\text{atm})$  và  $V(\text{lít})$  thì  $R = 0,082\text{atm.l/mol.K}$

**Ví dụ 1.** Một bình chứa khí ôxi dung tích 10 lít ở áp suất 250kPa và nhiệt độ 27°C. khối lượng khí ôxi trong bình là

- A.32,1g.**                      **B. 25,8g.**                      **C. 12,6g.**                      **D. 22,4 g.**

**Hướng dẫn**

$$pV = \frac{m}{\mu}RT \Rightarrow m = \frac{\mu pV}{RT} = \frac{32\left(\frac{\text{g}}{\text{mol}}\right).250.10^3\left(\frac{\text{N}}{\text{m}^2}\right).10.10^{-3}\left(\text{m}^3\right)}{8,31\left(\frac{\text{J}}{\text{K.mol}}\right).(27 + 273)(\text{K})} = 32,1\text{g}$$

$\Rightarrow$  **Chọn A.**

**Ví dụ 2.** Một bình dung tích 5 lít chứa 7g nito(N<sub>2</sub>) ở 2°C. Áp suất khí trong bình là

- A.2,26 atm.**                      **B. 1,28atm.**                      **C. 3,27atm.**                      **D. 1,1atm.**

**Hướng dẫn**

$$pV = nRT = \frac{m}{\mu}RT \Rightarrow p = \frac{mRT}{\mu V} = \frac{7.8,31.(2 + 273)}{28.5.10^{-3}}\left(\frac{1}{1,013}\text{atm}\right) = 1,1(\text{atm})$$

$\Rightarrow$  **Chọn D.**

**Ví dụ 3.** Có 14g chất khí lí tưởng đựng trong bình kín có thể tích 1 lít. Đun nóng đến 127°C, áp suất trong bình là 16,62. 10<sup>5</sup>Pa. Khí đó là khí

- A. Ôxi.**                      **B. Nito .**                      **C. Hêli .**                      **D. Hiđrô.**

**Hướng dẫn**

$$pV = \frac{m}{\mu}RT \Rightarrow \mu = \frac{mRT}{pV} = \frac{14(\text{g}).8,31\left(\frac{\text{J}}{\text{K.mol}}\right).(127 + 273)(\text{K})}{16,62.10^5(\text{Pa}).1.10^{-3}\left(\text{m}^3\right)} = 28\left(\frac{\text{g}}{\text{mol}}\right)$$

$\Rightarrow$  Khí Nito  $\Rightarrow$  **Chọn B.**

**Ví dụ 5.** Ở điều kiện tiêu chuẩn: 1 mol khí ở 0°C có áp suất 1atm và thể tích là 22,4 lít. Một bình có dung tích 5 lít chứa 0,5 mol khí ở nhiệt độ 0°C có áp suất là

- A.2,24 atm.**                      **B. 2,56 atm.**                      **C. 4,48 atm.**                      **D. 1,12 atm.**

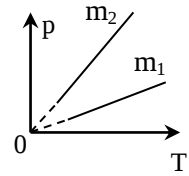
**Hướng dẫn**

$$p_0V_0 = nRT \Rightarrow R = \frac{p_0V_0}{nT} = \frac{1(\text{atm}).22,4(\text{l})}{1(\text{mol}).273(\text{K})} = 0,082\left(\frac{\text{atm.l}}{\text{mol.K}}\right).$$

### Chuyên đề: Phương trình trạng thái khí lí tưởng

$$p = \frac{nRT}{V} = \frac{0,5 \cdot 0,082 \cdot 273}{5} = 2,24 \text{ atm} \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

**Ví dụ 6.** Hai bình cùng dung tích chứa cùng một loại khí với khối lượng  $m_1$  và  $m_2$  có đồ thị biến đổi áp suất theo nhiệt độ như hình bên. Mối quan hệ giữa  $m_1$  và  $m_2$  như thế nào ?



A.  $m_1 > m_2$ .

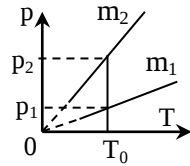
B.  $m_1 < m_2$ .

C.  $m_1 = m_2$ .

D.  $m_1 \leq m_2$ .

#### Hướng dẫn

\*Tại nhiệt độ  $T_0$  dựng đường thẳng vuông góc với OT cắt hai đường  $m_1$  và  $m_2$  tại hai điểm. Khi đó ta có  $p_1 < p_2$



$$\text{*Mặt khác} \begin{cases} p_1 V = \frac{m_1}{\mu} RT_0 \\ p_2 = \frac{m_2}{\mu} RT_0 \end{cases} \xrightarrow{p_1 < p_2} m_1 < m_2 \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

**Ví dụ 7.** Một lượng khí Hidrô đựng trong bình ở áp suất 3atm, nhiệt độ  $27^\circ\text{C}$ . Đun nóng khí đến  $127^\circ\text{C}$ . Do bình hở nên  $3/4$  lượng khí thoát ra. Áp suất khí trong bình bây giờ là

A. 2atm.

B. 0,75atm.

C. 1atm.

D. 4atm.

#### Hướng dẫn

$$\text{Theo đề: } m_2 = m_1 - \frac{3}{4}m_1 = \frac{m_1}{4} \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = 4$$

$$\begin{cases} p_1 V_1 = \frac{m_1}{\mu} RT_1 \\ p_2 V_2 = \frac{m_2}{\mu} RT_2 \end{cases} \xrightarrow{V_1 = V_2} \frac{p_1}{p_2} = \frac{m_1}{m_2} \cdot \frac{T_1}{T_2} \Leftrightarrow \frac{3}{p_2} = 4 \cdot \frac{27 + 273}{127 + 273} \Rightarrow p_2 = 1(\text{atm})$$

$\Rightarrow$  Chọn C.

**Ví dụ 8.** Một bình chứa một lượng khí ở nhiệt độ  $27^\circ\text{C}$  và áp suất 40 atm. Nếu giảm nhiệt độ xuống tới  $12^\circ\text{C}$  và để một nửa lượng khí thoát ra ngoài thì áp suất khí còn lại trong bình bằng

A. 19atm.

B. 45atm.

C. 76atm.

D. 8,9atm.

#### Hướng dẫn

$$\begin{cases} p_1 V = \frac{m_1}{\mu} RT_1 \\ p_2 V = \frac{m_2}{\mu} RT_2 \end{cases} \Rightarrow \frac{p_2}{p_1} = \frac{m_2}{m_1} \cdot \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow p_2 = p_1 \cdot \frac{m_2}{m_1} \cdot \frac{T_2}{T_1} = 40 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{12 + 273}{27 + 273} = 19 \text{ atm}$$

$\Rightarrow$  Chọn A.

**Câu 5. (KSCL THPT Yên Lạc – Vĩnh Phúc).** Hai bình khí lí tưởng cùng nhiệt độ. Bình 2 có dung tích gấp đôi bình 1, có số phân tử bằng nửa bình 1. Mỗi phân tử khí trong bình 2 có khối lượng gấp đôi khối lượng mỗi phân tử bình 1. Áp suất khí trong bình 2 so với bình 1 là

- A. bằng một nửa. B. gấp đôi. C. bằng  $\frac{1}{4}$ . D. Bằng nhau.

**Hướng dẫn**

\*Số phân tử khí  $N = n \cdot N_A \Rightarrow n = \frac{N}{N_A} = \frac{m}{\mu}$  (m là khối lượng của khí, không phải là khối lượng của mỗi phân tử khí).

$$\begin{cases} p_1 V_1 = n_1 RT \\ p_2 V_2 = n_2 RT \end{cases} \Rightarrow \frac{p_2}{p_1} = \frac{V_1}{V_2} \cdot \frac{n_2}{n_1} = \frac{V_1}{V_2} \cdot \frac{N_2}{N_1} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{4} \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

**Chú ý:** Khối lượng của mỗi phân tử khí **khác** khối lượng của một lượng khí (lượng khí chứa rất nhiều phân tử khí).

**Ví dụ 10.** Một phòng có kích thước 8m x 5m x 4m. Ban đầu không khí trong phòng ở điều kiện chuẩn, sau đó nhiệt độ của không khí tăng lên tới 10°C, trong khi áp suất là 78 cmHg. Biết khối lượng riêng của không khí ở điều kiện chuẩn là 1,29(kg/m³). Khối lượng không khí còn lại trong phòng bằng

- A. 208,5kg. B. 206,4kg. C. 204,3kg. D. 161,6kg.

**Hướng dẫn**

**Cách 1. Sử dụng phương trình Cla-pê-rôn – Men-đê-lê-ép.**

\*Xét lượng khí trong phòng trước và sau tăng nhiệt độ.

$$\begin{cases} p_1 V = \frac{m_1}{\mu} RT_1 \\ p_2 V = \frac{m_2}{\mu} RT_2 \end{cases} \Rightarrow \frac{p_1}{p_2} = \frac{m_1}{m_2} \cdot \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow m_2 = m_1 \cdot \frac{T_1}{T_2} \cdot \frac{p_2}{p_1}$$

$$\Rightarrow m_2 = \rho_1 V \cdot \frac{T_1}{T_2} \cdot \frac{p_2}{p_1} = 1,29 \cdot (8 \cdot 5 \cdot 4) \cdot \frac{273}{283} \cdot \frac{78}{76} = 204,3 \text{ kg} \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

**Cách 2. Sử dụng phương trình trạng thái khí lí tưởng ở hai trạng thái.**

|                               | Áp suất                 | Thể tích                                    | Nhiệt độ            |
|-------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------|---------------------|
| <b>Trạng thái 1</b><br>(đktc) | $p_0 = 76(\text{cmHg})$ | $V_0 = 8 \cdot 6 \cdot 4 = 160(\text{m}^3)$ | $T_0 = 273\text{K}$ |
| <b>Trạng thái 2</b>           | $p = 78(\text{cmHg})$   | $V = ?(\text{m}^3)$                         | $T = 283\text{K}$   |

\*Áp dụng phương trình trạng thái khí lí tưởng cho lượng khí trong phòng ta được:

$$\frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{pV}{T} \Leftrightarrow \frac{76(\text{cmHg}) \cdot 160(\text{m}^3)}{273(\text{K})} = \frac{78(\text{cmHg}) \cdot V}{283(\text{K})} \Rightarrow V = 161,6 \text{ m}^3.$$

\*Căn phòng **không** kín nên thể tích khí đã thoát ra bên ngoài là

### Chuyên đề: Phương trình trạng thái khí lí tưởng

$\Delta V = V - V_0 = 1,6m^3$  (tương ứng với một lượng khí nhất định ở  $10^\circ C$ ).

\*Áp dụng phương trình trạng thái khí lí tưởng cho lượng khí thoát ra ở hai trạng thái khác nhau. Trạng thái ở điều kiện chuẩn và trạng thái ở  $10^\circ C$ .

(Gọi  $\Delta V_0$  là thể tích lượng khí thoát ra tính ở điều kiện chuẩn).

$$\frac{p_0 \Delta V_0}{T_0} = \frac{p \Delta V}{T} \Rightarrow \Delta V_0 = \frac{p}{p_0} \cdot \frac{T_0}{T} \Delta V = \frac{78}{76} \cdot \frac{273}{283} \cdot 1,6 = 1,58m^3$$

\*Khối lượng không khí còn lại trong phòng là

$$m = m_0 - \Delta m = \rho_0 V_0 - \rho_0 \cdot \Delta V_0 = \rho_0 (V_0 - \Delta V) = 1,29(160 - 1,58) = 204,4kg.$$

$\Rightarrow$  **Chọn C.**

**Ví dụ 11. (KSCL THPT Yên Lạc – Vĩnh Phúc).** Một bình kín có van điều áp chứa 1 mol khí ôxi. Nung bình đến khi áp suất khí là  $5 \cdot 10^5 N/m^2$ , khi đó van điều áp mở ra và một lượng khí thoát ra ngoài, nhiệt độ vẫn giữ không đổi khi khí thoát. Sau đó áp suất giảm còn  $4 \cdot 10^5 N/m^2$ . Số mol khí thoát ra là

- A. 0,1mol.                      **B. 0,2 mol.**                      C. 0,8 mol.                      D. 0,4 mol.

**Hướng dẫn**

$$\begin{cases} p_1 V = n_1 RT \\ p_2 V = n_2 RT \end{cases} \Rightarrow \frac{p_1}{p_2} = \frac{n_1}{n_2} \Rightarrow n_2 = n_1 \frac{p_2}{p_1} = 1(mol) \cdot \frac{4 \cdot 10^5}{5 \cdot 10^5} = 0,8mol$$

$$\Delta n = n_1 - n_2 = 1 - 0,8 = 0,2mol \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

**Ví dụ 12.** Hỗn hợp khí gồm 2,8kg nito và 3,2kg ôxi ở nhiệt độ  $17^\circ C$  có áp suất  $4 \cdot 10^5 N/m^2$ . Thể tích của hỗn hợp khí bằng

- A.** 4,8 m<sup>3</sup>.                      **B.** 0,6 m<sup>3</sup>.                      **C.** 1,2m<sup>3</sup>.                      **D.** 2,4 m<sup>3</sup>.

**Hướng dẫn**

$$\begin{cases} pV_1 = \frac{m_1}{\mu_1} RT \\ pV_2 = \frac{m_2}{\mu_2} RT \end{cases} \Rightarrow V_1 + V_2 = \frac{RT}{p} \left( \frac{m_1}{\mu_1} + \frac{m_2}{\mu_2} \right) = \frac{R(t^0 + 273)}{p} \left( \frac{m_1}{\mu_1} + \frac{m_2}{\mu_2} \right).$$

$$\Rightarrow V_1 + V_2 = \frac{8,31 \cdot (17 + 273)}{4 \cdot 10^5} \left( \frac{2,8 \cdot 10^3}{28} + \frac{3,2 \cdot 10^3}{32} \right) = 1,2m^3 \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

**Ví dụ 13.** bình chứa được 7g khí nito ở nhiệt độ  $27^\circ C$  dưới áp suất  $5,11 \cdot 10^5 N/m^2$ . Người ta thay khí nito bằng khí X khác. Lúc này nhiệt độ là  $53^\circ C$  bình chỉ chứa được 4 g khí đó dưới áp suất  $44,4 \cdot 10^5 N/m^2$ . X là khí

- A.** Hidrô.                      **B.** Hêli.                      **C.** Ôxi .                      **D.** Cacbonic.

**Hướng dẫn**

$$\begin{cases} p_1 V_1 = \frac{m_1}{\mu_1} RT_1 \\ p_2 V_2 = \frac{m_2}{\mu_2} RT_2 \end{cases} \Rightarrow \frac{p_2}{p_1} = \frac{m_2}{m_1} \cdot \frac{\mu_1}{\mu_2} \cdot \frac{T_2}{T_1} \Leftrightarrow \frac{44,4 \cdot 10^5}{5,11 \cdot 10^5} = \frac{4}{7} \cdot \frac{28}{\mu_2} \cdot \frac{53 + 273}{27 + 273}$$

$$\Rightarrow \mu_2 = 2 \left( \frac{g}{mol} \right) \Rightarrow X(H_2) \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

**Ví dụ 14.** Ở độ cao 10km cách mặt đất thì áp suất không khí vào khoảng 30,6kPa và nhiệt độ vào khoảng 320K. Coi không khí như một chất khí thuần nhất có khối lượng mol là 28,8 g/mol. Lấy hằng số A-vô-ga-đrô là  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$  (mol<sup>-1</sup>). Khối lượng riêng và mật độ phân tử của không khí tại độ cao đó lần lượt là

**A.** 0,33kg/m<sup>3</sup> và  $6,9 \cdot 10^{24}$  phân tử/m<sup>3</sup>. **B.** 0,26kg/m<sup>3</sup> và  $8,6 \cdot 10^{24}$  phân tử/m<sup>3</sup>  
**C.** 0,64kg/m<sup>3</sup> và  $8,3 \cdot 10^{24}$  phân tử/m<sup>3</sup>. **D.** 0,36kg/m<sup>3</sup> và  $8,84 \cdot 10^{24}$  phân tử/m<sup>3</sup>

**Hướng dẫn**

$$m = \frac{pV\mu}{RT} \begin{cases} \rho = \frac{m}{V} = \frac{p\mu}{RT} = \frac{30,6 \cdot 10^3 \cdot 28,8 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 320} = 0,33 \left( \frac{kg}{m^3} \right) \\ n_0 = \frac{m}{\mu V} \cdot N_A = \frac{p}{RT} \cdot N_A = \frac{30,6 \cdot 10^3}{8,31 \cdot 320} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 6,9 \cdot 10^{24} \left( \frac{\text{phân tử}}{m^3} \right) \end{cases}$$

$\Rightarrow$  **Chọn A.**

**Chú ý:**

$$\text{Mật độ phân tử } (n_0) = \frac{\text{Số phân tử}}{\text{Thể tích}} = \frac{n \cdot N_A}{V} = \frac{\frac{m}{\mu} \cdot N_A}{V} = \frac{m N_A}{\mu V} = \frac{p}{RT} \cdot N_A$$

**Câu 7.** Cho 4 bình có dung tích như nhau và cùng nhiệt độ, đựng các khí khác nhau, bình 1 đựng 4g hiđro, bình hai đựng 22g khí cacbonic, bình 3 đựng 7g khí nito, bình 4 đựng 4g oxi. Bình khí có áp suất lớn nhất là

**A.** Bình 1. **B.** bình 2. **C.** bình 3. **D.** Bình 4.

**Hướng dẫn**

$$pV = \frac{m}{\mu} RT \Rightarrow p = \frac{m}{\mu} \cdot \frac{RT}{V} \Rightarrow \begin{cases} \text{Bình 1: } p_1 = \frac{m_1}{\mu_1} \cdot a = \frac{4(g)}{2(g/mol)} \cdot c = 2c(Pa) \\ \text{Bình 2: } p_2 = \frac{m_2}{\mu_2} \cdot a = \frac{22(g)}{44(g/mol)} \cdot c = \frac{c}{2}(Pa) \\ \text{Bình 3: } p_3 = \frac{m_3}{\mu_3} \cdot a = \frac{7(g)}{28(g/mol)} \cdot c = \frac{c}{4}(Pa) \end{cases}$$

*hằng số c*

$\Rightarrow p_1 > p_2 > p_3 \Rightarrow$  **Chọn A.**

**Chú ý:** Do nhiệt độ và thể tích không đổi nên ta đặt hằng số  $c \left( \frac{Pa}{mol} \right)$ .

## Chuyên đề: Phương trình trạng thái khí lí tưởng

**Câu 8.** Một bình chứa ôxi ( $O_2$ ) nén ở áp suất  $p_1 = 15\text{MPa}$  và nhiệt độ  $t_1 = 37^\circ\text{C}$  có khối lượng (bình và khí)  $M_1 = 50\text{kg}$ . Dùng khí một thời gian, áp suất khí là  $p_2 = 5\text{MPa}$  nhiệt độ  $t_2 = 7^\circ\text{C}$ , khối lượng của bình và khí là  $M_2 = 49\text{kg}$ . Khối lượng khí còn lại trong bình **xấp xỉ** bằng

**A.** 0,58kg.                      **B.** 1,58kg.                      **C.** 1,43kg.                      **D.** 0,43kg.

### Hướng dẫn

\*Gọi khối lượng của bình là  $M_0$  khi đó khối lượng của khí tại 2 trạng thái

$$\text{sẽ là } \begin{cases} m_1 = M_1 - M_0 \\ m_2 = M_2 - M_0 \end{cases} \Rightarrow m_1 - m_2 = M_1 - M_2 = 1(\text{kg})$$

$$\begin{cases} p_1 V = \frac{m_1}{\mu_1} RT_1 \\ p_2 V = \frac{m_2}{\mu_2} RT_2 \end{cases} \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{p_1}{p_2} \cdot \frac{T_2}{T_1} = \frac{15}{5} \cdot \frac{7 + 273}{37 + 273} = \frac{84}{31} \Rightarrow 31m_1 - 84m_2 = 0$$

$$\Rightarrow \begin{cases} m_1 - m_2 = 1\text{kg} \\ 31m_1 - 84m_2 = 0\text{kg} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} m_1 \approx 1,58\text{kg} \\ m_2 \approx 0,58\text{kg} \end{cases} \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

**Câu 9. (KTĐK Chuyên QH Huế).** Bơm không khí có áp suất  $p = 1\text{ atm}$  vào một quả bóng có dung tích không đổi là  $V = 2,5\text{ lít}$ . Mỗi lần bơm, ta đưa được  $125\text{ cm}^3$  không khí vào trong quả bóng đó. Biết rằng trước khi bơm, bóng chứa khí ở áp suất  $0,8\text{ atm}$  và nhiệt độ không đổi. Sau khi bơm 40 lần, áp suất bên trong quả bóng có giá trị là

**A.** 2,4 atm.                      **B.** 1,6 atm.                      **C.** 2 atm.                      **D.** 2,8 atm.

### Hướng dẫn

#### Cách 1.

\***Trạng thái 1:** Khí đưa vào  $\begin{cases} p_1 = 1\text{atm} \\ V_1 = 125 \cdot 40 = 5000\text{cm}^3 = 5(\text{l}) \end{cases}$

\***Trạng thái 2:** Khí nằm trong bình  $\begin{cases} p_2 = ? \\ V_2 = 5(\text{l}) \end{cases}$

\*Nhiệt độ không đổi, áp dụng định luật Bôi lơ – Mariot

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \Rightarrow p_2 = \frac{p_1 V_1}{V_2} = \frac{1 \cdot 5}{2,5} = 2\text{atm}$$

\*Khí trong bình lúc này là  $p = p_2 + p' = 2 + 0,8 = 2,8\text{atm} \Rightarrow \text{Chọn D.}$

#### Cách 2.

$$\begin{cases} \text{Khí bên ngoài: } p_0 V_0 = n_0 RT \\ \text{Khí trong bóng: } p_1 V_1 = n_1 RT \end{cases} \xrightarrow{n=n_0+n_1} n = \frac{p_0 V_0}{RT} + \frac{p_1 V_1}{RT}$$

$$\Rightarrow p' V_1 = n RT = p_0 V_0 + p_1 V_1 \Rightarrow p' = p_0 \frac{V_0}{V_1} + p_1 = 1 \cdot \frac{5(\text{l})}{2,5(\text{l})} + 0,8 = 2,8\text{atm}$$

$\Rightarrow \text{Chọn D.}$

**Chú ý:** Khí bên ngoài trước khi đưa vào bóng có thể tích

$$V_0 = 125.40 = 5.10^3 \text{ cm}^3 = 5(l).$$

**Ví dụ 18.** Hai bình cầu chứa hai chất khí không tác dụng hóa học với nhau ở cùng nhiệt độ và được nối với nhau thông qua một ống nhỏ có khóa. Biết áp suất khí ở hai ống lần lượt là  $4.10^5 \text{ Pa}$  và  $10^5 \text{ Pa}$ . Mở khóa nhẹ nhàng để hai bình thông nhau và nhiệt độ khí không đổi. Nếu thể tích bình 2 gấp ba lần thể tích bình 1. Áp suất khí ở hai bình khi cân bằng là

A.  $3.10^5 \text{ Pa}$ .      B.  $2,5.10^5 \text{ Pa}$ .      C.  $1,75.10^5 \text{ Pa}$ .      D.  $1,25.10^5 \text{ Pa}$ .

**Hướng dẫn**

\*Lúc đầu chưa mở khóa  $\begin{cases} \text{Bình 1: } p_1 V_1 = n_1 RT \\ \text{Bình 2: } p_2 V_2 = n_2 RT \end{cases}$

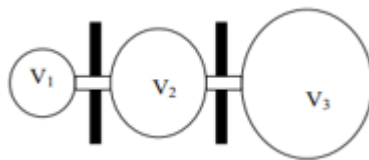
\*Sau khi mở khóa  $p(V_1 + V_2) = nRT$ .

\*Tổng số mol của hai khí sau khi mở khóa

$$n = n_1 + n_2 \Rightarrow \underbrace{\frac{p(V_1 + V_2)}{RT}}_{\tilde{n}} = \frac{p_1 V_1}{RT} + \frac{p_2 V_2}{RT} \Rightarrow p = \frac{p_1 V_1}{V_1 + V_2} + \frac{p_2 V_2}{V_1 + V_2} = \frac{p_1 + 3p_2}{4}$$

$$p = \frac{4.10^5 + 3.10^5}{4} = 1,75.10^5 \text{ (Pa)} \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

**Câu 10.** Cho ba bình thông nhau có thể tích lần lượt là  $V_1, V_2 = 2V_1, V_3 = 3V_1$ . Ban đầu chứa một lượng khí ở nhiệt độ  $T_1 = 100\text{K}$  và  $p_0 = 0,5\text{atm}$ . Sau đó giữ nguyên nhiệt độ bình một, nung bình hai lên đến  $400\text{K}$  và bình ba lên đến  $600\text{K}$  (giữa các bình có vách cách nhiệt). Áp suất trong bình sau khi nung bằng



A.  $2,25\text{atm}$ .      B.  $1\text{atm}$ .      C.  $1,5\text{atm}$ .      D.  $0,5\text{atm}$ .

**Hướng dẫn**

\*Lúc đầu  $p_0(V_1 + V_2 + V_3) = p_0 \cdot 6V_1 = \frac{m_1 + m_2 + m_3}{\mu} RT_1 \quad (1).$

\*Lúc sau  $\begin{cases} \text{Bình 1: } pV_1 = \frac{m_1}{\mu} RT_1 \\ \text{Bình 2: } pV_2 = \frac{m_2}{\mu} RT_2 \\ \text{Bình 3: } pV_3 = \frac{m_3}{\mu} RT_3 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{V_2}{V_1} = \frac{m_2}{m_1} \cdot \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow m_1 = 2m_2 \\ \frac{V_3}{V_2} = \frac{m_3}{m_2} \cdot \frac{T_3}{T_2} \Rightarrow m_2 = m_3 \end{cases}$

\*Từ phương trình Bình 1 với (1)  $\frac{p}{6p_0} = \frac{m_1}{m_1 + m_2 + m_3} = \frac{1}{2} \Rightarrow p = 3p_0 = 1,5\text{atm}$   
 $\Rightarrow$  Chọn C.

**IV. VẬN DỤNG.**

**Câu 1.** Một lượng hơi nước ở  $100^{\circ}\text{C}$  có áp suất 1 atm ở trong một bình kín. Làm nóng bình đến  $150^{\circ}\text{C}$  đẳng tích thì áp suất của khối khí trong bình sẽ là

- A. 2,75 atm.                      B. 1,13 atm.                      C. 4,75 atm.                      D. 5,2 atm.

**Câu 2.** Nếu nhiệt độ khi đèn tắt là  $25^{\circ}\text{C}$ , khi đèn sáng là  $323^{\circ}\text{C}$  thì áp suất khí trơ trong bóng đèn khi sáng tăng lên là

- A. 12,92 lần.                      B. 10,8 lần.                      C. 2 lần.                      D. 1,5 lần.

**Câu 3.** Một bóng đèn dây tóc chứa khí trơ ở  $27^{\circ}\text{C}$  và áp suất 0,6atm. Khi đèn sáng, áp suất không khí trong bình là 1atm và không làm vỡ bóng đèn. Coi dung tích của bóng đèn không đổi, nhiệt độ của khí trong đèn khi cháy sáng là

- A.  $500^{\circ}\text{C}$ .                      B.  $227^{\circ}\text{C}$ .                      C.  $450^{\circ}\text{C}$ .                      D.  $380^{\circ}\text{C}$ .

**Câu 4.** Một khối khí ban đầu ở áp suất 2 atm, nhiệt độ  $0^{\circ}\text{C}$ , làm nóng khí đến nhiệt độ  $102^{\circ}\text{C}$  đẳng tích thì áp suất của khối khí đó sẽ là

- A. 2,75 atm.                      B. 2,13 atm.                      C. 3,75 atm.                      D. 3,2 atm.

**Câu 5.** Một khối khí ở  $7^{\circ}\text{C}$  đựng trong một bình kín có áp suất 1atm. Để khí trong bình có áp suất là 1,5 atm thì phải đun nóng đẳng tích bình đến nhiệt độ là

- A.  $40,5^{\circ}\text{C}$ .                      B.  $420^{\circ}\text{C}$                       C.  $147^{\circ}\text{C}$ .                      D.  $87^{\circ}\text{C}$ .

**Câu 6.** Trong phòng thí nghiệm người ta điều chế được  $40\text{cm}^3$  khí ôxi ở áp suất 750mmHg, nhiệt độ  $27^{\circ}\text{C}$ . Khi áp suất là 1500mmHg, nhiệt độ 150K thì thể tích của lượng khí đó là

- A. 10 lít.                      B. 0,01 lít.                      C. 16 lít.                      D. 0,16 lít.

**Câu 7. (HK2 THPT Nguyễn Huệ - TT Huế).** Một bình đầy không khí ở điều kiện chuẩn (nhiệt độ  $0^{\circ}\text{C}$ , áp suất 1atm), được đẩy bằng một vật có khối lượng  $m = 2\text{kg}$ . Tiết diện của miệng bình là  $10\text{cm}^2$ . Lấy  $1\text{atm} = 1,013 \cdot 10^5 \text{Pa}$ ,  $g = 10\text{m/s}^2$ , áp suất khí quyển  $p_0 = 1\text{atm}$ . Nhiệt độ cực đại của không khí trong bình để không khí không đẩy nắp bình lên và thoát ra ngoài gần nhất với giá trị là

- A.  $37,6^{\circ}\text{C}$ .                      B.  $53,9^{\circ}\text{C}$ .                      C.  $327,6^{\circ}\text{C}$ .                      D.  $104,6^{\circ}\text{C}$ .

**Hướng dẫn**

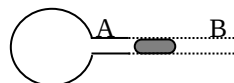
$$p_2 = p_1 + \frac{F_n}{S} = p_1 + \frac{mg}{S} \xrightarrow{\frac{p_2}{T_2} = \frac{p_1}{T_1}} \frac{p_1 + \frac{mg}{S}}{T_2} = \frac{p_1}{T_1}$$

$$\Rightarrow \frac{1,013 \cdot 10^5 + \frac{2 \cdot 10}{10 \cdot 10^{-4}}}{t_2^0 C + 273} = \frac{1,013 \cdot 10^5}{0 + 273} \Rightarrow t_2^0 C = 53,9^0 C \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

**Chú ý:** Khí được đẩy bằng một nắp có trọng lượng P đồng nghĩa là khí đã bị nén. Do đó ta áp dụng công thức nén khí  $p_2 = p_1 + \frac{F_n}{S}$  (ngoại lực ở đây là trọng lực  $F_n = P$ ).

**Câu 7.** Cho áp kế như hình vẽ. Tiết diện ống là  $0,1\text{cm}^2$ , biết ở  $0^\circ\text{C}$  giọt thủy ngân cách A  $30\text{cm}$ , ở  $5^\circ\text{C}$  giọt thủy ngân cách A  $50\text{cm}$ . Thể tích của bình là

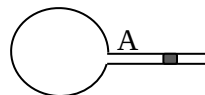
- A.  $130\text{cm}^3$ .      B.  $106,2\text{cm}^3$ .      C.  $106,5\text{cm}^3$ .      D.  $250\text{cm}^3$ .



**Câu 8. (KTĐK Chuyên QH Huế).** Một áp kế khí có dạng như hình vẽ, tiết diện ống là  $0,1\text{ cm}^2$ . Biết ở  $10^\circ\text{C}$ , giọt thủy ngân cách A  $20\text{ cm}$ ; ở  $20^\circ\text{C}$  cách A  $130\text{ cm}$ .

Dung tích của bình có giá trị là

- A.  $240\text{ cm}^3$ .      B.  $270\text{ cm}^3$ .      C.  $324,3\text{ cm}^3$ .      D.  $309,3\text{ cm}^3$ .



**Câu 9.** Một khí chứa trong một bình dung tích  $3\text{ lít}$  có áp suất  $200\text{kPa}$  và nhiệt độ  $16^\circ\text{C}$  có khối lượng  $11\text{g}$ . Khối lượng mol của khí ấy là

- A.  $32\text{g/mol}$ .      B.  $44\text{ g/mol}$ .      C.  $2\text{ g/mol}$ .      D.  $28\text{g/mol}$ .

**Câu 10. (KSCL Yên Lạc – Vĩnh Phúc).** Một bình kín chứa một mol khí nitơ ở áp suất  $10^5\text{N/m}^2$ , nhiệt độ  $27^\circ\text{C}$ . Lấy  $R = 8,31\text{J/mol.K}$ . Thể tích bình gần đúng bằng

- A.  $2,5\text{ lít}$ .      B.  $2,8\text{ lít}$ .      C.  $25\text{ lít}$ .      D.  $27,7\text{ lít}$ .

**Câu 11.** Biết rằng mỗi khi lên cao thêm  $10\text{m}$  thì áp suất khí quyển giảm  $1\text{mmHg}$  và nhiệt độ trên đỉnh núi là  $2^\circ\text{C}$ . Biết tại mặt biển khối lượng riêng của không khí ở điều kiện chuẩn (áp suất  $760\text{mmHg}$  và nhiệt độ  $0^\circ\text{C}$ ) là  $1,29\text{kg/m}^3$ . Khối lượng riêng của không khí ở đỉnh núi Phan-xi-păng cao  $3140\text{m}$  so với mặt biển là

- A.  $1,05\text{kg/m}^3$ .      B.  $0,925\text{kg/m}^3$ .      C.  $0,85\text{ kg/m}^3$ .      D.  $0,75\text{ kg/m}^3$ .

**Câu 11.**  $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \Leftrightarrow \frac{p_1 \frac{m}{\rho_1}}{T_1} = \frac{p_2 \frac{m}{\rho_2}}{T_2} \Rightarrow \boxed{\rho_2 = \rho_1 \cdot \frac{p_2}{p_1} \cdot \frac{T_1}{T_2}}$

Thay số:  $\rho_2 = 1,29 \cdot \frac{760 - 3140 \cdot 0,1}{760} \cdot \frac{273}{275} = 0,75 \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) \Rightarrow \text{Chọn D}$

**Câu 12.** Bình kín được ngăn làm hai phần bằng nhau (phần A, phần B) bằng tấm cách nhiệt có thể dịch chuyển được. Biết mỗi bên có chiều dài

**Chuyên đề: Phương trình trạng thái khí lý tưởng**

30cm và nhiệt độ của khí trong bình là  $27^{\circ}\text{C}$  và cùng chứa một lượng khí giống hệt nhau. Xác định khoảng dịch chuyển của tấm cách nhiệt khi nung nóng phần A thêm  $10^{\circ}\text{C}$  và làm lạnh phần B đi  $10^{\circ}\text{C}$ ?

- A. Dịch chuyển về bên B 1cm.                      B. Dịch chuyển về bên B 2,52cm.  
C. Dịch chuyển về bên B 2cm.                      D. Dịch chuyển về bên B 1,5cm.

**Câu 14.** Một bình kín dung tích không đổi 50 lít chứa khí Hyđrô ở áp suất 5MPa và nhiệt độ  $37^{\circ}\text{C}$ , dùng bình này để bơm bóng bay, mỗi quả bóng bay được bơm đến áp suất  $1,05 \cdot 10^5 \text{Pa}$ , dung tích mỗi quả là 10 lít, nhiệt độ khí nén trong bóng là  $12^{\circ}\text{C}$ . Số quả bóng bay mà bình đó bơm được là

- A. 200.                      B. 150.                      C. 214.                      D. 188.

**Hướng dẫn**

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 (V_1 + V_0 \cdot n)}{T_2} \Leftrightarrow \frac{5 \cdot 10^6 \cdot 50}{37 + 273} = \frac{1,05 \cdot 10^5 \cdot (50 + 10n)}{12 + 273} \Rightarrow n \approx 214 \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

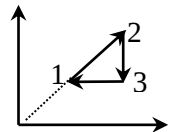
**Câu 15.** Một xilanh đặt nằm ngang. Lúc đầu pittông cách đều hai đầu xilanh (coi như cách nhiệt) một khoảng 50cm và không khí chứa trong xilanh có nhiệt độ  $27^{\circ}\text{C}$ , áp suất 1atm. Sau đó không khí ở đầu bên trái được nung lên đến  $t^{\circ}\text{C}$  thì pittông dịch chuyển một khoảng  $x = 3\text{cm}$ . Nhiệt độ nung  $t^{\circ}\text{C}$  bằng

- A.  $65^{\circ}\text{C}$ .                      B.  $56^{\circ}\text{C}$ .                      C.  $75^{\circ}\text{C}$ .                      D.  $57^{\circ}\text{C}$ .

**Câu 16.** Một lượng khí Hêli trong xi lanh có nhiệt độ  $T_1$  và thể tích  $V_1$  được biến đổi theo một chu trình khép kín: giãn đẳng áp tới thể tích  $V_2 = 1,5 V_1$ ; rồi nén đẳng nhiệt; sau đó làm lạnh đẳng tích về trạng thái 1 ban đầu. Áp suất lớn nhất trong chu trình biến đổi có giá trị là

- A.  $1,5p_1$ .                      B.  $2p_1$ .                      C.  $3p_1$ .                      D.  $4p_1$ .

**Câu 17.** Một lượng khí Hêli trong xi lanh có nhiệt độ  $T_1$  và thể tích  $V_1$  được biến đổi theo một chu trình khép kín: giãn đẳng áp tới thể tích  $V_2 = 1,5 V_1$ ; rồi nén đẳng nhiệt; sau đó làm lạnh đẳng tích về trạng thái 1 ban đầu. Nếu mô tả định tính các quá trình này bằng đồ thị như hình vẽ bên thì phải sử dụng hệ tọa độ nào?

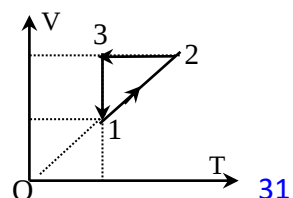


- A. (p, V).                      B. (V, T).                      C. (p, T).                      D. (p, 1/V).

**Câu 18. (KSCL THPT Yên Lạc – Vĩnh Phúc).**

Một lượng khí lý tưởng biến đổi theo một chu trình khép kín như sau. Chọn đáp án đúng ?

- A.  $T_2 = T_1$ .                      B.  $T_2 > T_3$ .



C.  $p_1 < p_3$ .

D.  $V_2 > V_3$ .

**Câu 19.** Hai bình thủy tinh A và B cùng chứa khí Hêli. Áp suất ở bình A gấp đôi áp suất ở bình B. Dung tích của bình B gấp đôi bình A. Khi bình A và B cùng nhiệt độ thì

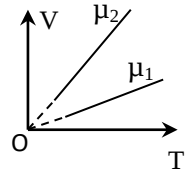
A. số nguyên tử ở bình A nhiều hơn số nguyên tử ở bình B

B. số nguyên tử ở bình B nhiều hơn số nguyên tử ở bình A

C. số nguyên tử ở hai bình như nhau

D. mật độ nguyên tử ở hai bình như nhau

**Câu 20.** Hai xi lanh chứa cùng một khối lượng của hai chất khí khác nhau có khối lượng mol  $\mu_1$  và  $\mu_2$  có đồ thị biến đổi thể tích theo nhiệt độ như hình bên. Mối quan hệ giữa  $\mu_1$  và  $\mu_2$  như thế nào ?



A.  $\mu_1 > \mu_2$ .

B.  $\mu_1 = \mu_2$

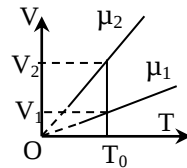
C.  $\mu_1 < \mu_2$ .

D.  $\mu_1 \leq \mu_2$ .

**Hướng dẫn**

$$\text{*Từ } pV = \frac{m}{\mu} RT \Rightarrow V = \frac{mR}{p\mu} \cdot T$$

⇒ Như vậy nếu  $a$  là hằng số thì đồ thị biểu diễn  $V$  theo  $T$  là một đường thẳng nếu kéo dài sẽ đi qua gốc tọa độ. Nếu xét hai khí khác nhau tức là  $\mu$  khác nhau ta có hai đường biểu diễn.



\*Tại nhiệt độ  $T_0$  dựng đường thẳng vuông góc với OT cắt hai đường  $m_1$  và  $m_2$  tại hai điểm. Khi đó ta có  $V_1 < V_2$

$$\text{*Mặt khác } \begin{cases} V_1 = \frac{1}{\mu_1} \frac{m}{p} T_0 \\ V_2 = \frac{1}{\mu_2} \frac{m}{p} T_0 \end{cases} \xrightarrow{V_1 < V_2} \mu_1 < \mu_2 \Rightarrow \text{Chọn A}$$

**Câu 21.** Cho ba bình chứa khí oxi có thể tích lần lượt là  $V$ ,  $2V$ ,  $3V$  được nối với nhau bằng ống nhỏ cách nhiệt, ban đầu hệ có cùng nhiệt độ  $T_0$ , áp suất  $p_0$ . Sau đó hạ nhiệt độ bình 1 xuống còn  $T_0/2$ , nâng nhiệt độ bình 2 lên  $1,5T_0$ , nâng nhiệt độ bình 3 lên  $2T_0$  thì áp suất trong các bình

A. giảm 1,24 lần.

B. tăng 1,24 lần.

C. không đổi.

D. tăng 1,58 lần.

**Câu 21.** Lúc đầu  $p_0(V + 2V + 3V) = 6p_0V_0 = \frac{m}{\mu} RT_0$

### Chuyên đề: Phương trình trạng thái khí lí tưởng

$$\text{*Lúc sau} \begin{cases} \text{Bình 1: } pV = \frac{m_1}{\mu} RT_1 \\ \text{Bình 2: } p2V = \frac{m_2}{\mu} RT_2 \Rightarrow p = \frac{m_1 R}{\mu \frac{V}{T_1}} = \frac{m_2 R}{\mu \frac{2V}{T_2}} = \frac{m_3 R}{\mu \frac{3V}{T_3}} \\ \text{Bình 3: } p.3V = \frac{m_3}{\mu} RT_3 \end{cases}$$

$$\Rightarrow p = \frac{R}{\mu} \left( \frac{m_1 + m_2 + m_3}{\frac{V}{0,5T_0} + \frac{2V}{1,5T_0} + \frac{3V}{2T_0}} \right) = \frac{6}{29} \underbrace{\frac{m}{\mu} \frac{T_0}{V_0}}_{6p_0} . R = \frac{36}{29} p_0 = 1,24 p_0 \Rightarrow \text{Chọn B}$$

**Chú ý:** Ta có  $m = m_1 + m_2 + m_3$ .