

CHỦ ĐỀ 06: ĐỊNH LUẬT BÔI LƠ

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 ba 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. Định luật Bôi-lơ

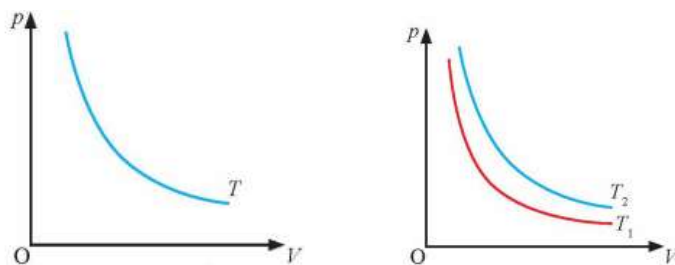
- + Khi nhiệt độ của một khối lượng khí xác định được giữ không đổi thì áp suất gây ra với khí tỉ lệ nghịch với thể tích của nó

$$pV = \text{hằng số}$$

- + Nếu gọi p_1, V_1 là áp suất và thể tích của khí ở trạng thái 1 và p_2, V_2 là áp suất và thể tích của khí ở trạng thái 2 thì: $p_1 V_1 = p_2 V_2$

3. 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 (đường đẳng nhiệt trên có nhiệt độ cao hơn đường đẳng nhiệt dưới)



II. BÀI TẬP MINH HỌA

DẠNG 1. VẬN DỤNG ĐỊNH LUẬT BÔI-LƠ CHO CÁC BÀI TOÁN ĐƠN GIẢN

Phương pháp

1. Đơn vị đo áp suất

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

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

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

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

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

Nhấn **[SHIFT][8][▽][2]** màn hình hiển thị như hình bên:

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 ² →Pa	6: Pa→kgf/cm ²
7: lbf/in ² →kPa	8: kPa→lbf/in ²

2. Đổi đơn vị thể tích

$$1 \text{ m}^3 = 10^3 \text{ lít} = 10^6 \text{ cm}^3 \text{ hay } 1 \text{ lít} = 10^{-3} \text{ m}^3 = 10^3 \text{ cm}^3$$

3. Lưu ý khi áp dụng định luật Bôilơ

- + Khí áp dụng phải là khí lý tưởng (trong thực tế luôn tồn tại khí thực, không có khí lý tưởng. Nếu không đòi hỏi độ chính xác cao khi đó ta xem khí thực gần đúng là khí lý 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.

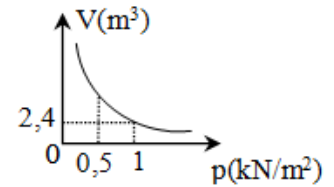
BÀI TẬP 1. Một quả bóng chứa $0,04 \text{ m}^3$ không khí ở áp suất 120 kPa . Tính áp suất của không khí trong bóng khi làm giảm thể tích bóng còn $0,025 \text{ m}^3$ ở nhiệt độ không đổi?

Hướng dẫn

*Áp dụng định luật Bôilơ cho hai trạng thái:

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \Rightarrow p_2 = \frac{p_1 V_1}{V_2} = \frac{0,04 \cdot 120}{0,025} = 192 \text{ kPa}$$

BÀI TẬP 2. 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 bao nhiêu?



Hướng dẫn

*Áp dụng định luật Bôilơ:

$$V_2 = \frac{p_1 V_1}{p_2} = \frac{1 \cdot 2,4}{0,5} = 4,8 \text{ m}^3$$

	Trạng thái 1	Trạng thái 2
Áp suất	$p_1 = 1 (\text{kN/m}^2)$	$p_2 = 0,5 (\text{kN/m}^2)$
Thể tích	$V_1 = 2,4 (\text{m}^3)$	$V_2 = ? (\text{m}^3)$

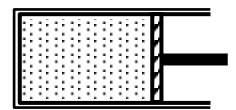
BÀI TẬP 3. Một bọt khí nổi từ đáy giếng sâu 6 m lên mặt nước. Khi lên tới mặt nước, thể tích của bọt khí tăng lên bao nhiêu lần? Coi áp suất khí quyển là $1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. Khối lượng riêng của nước giếng là 1003 kg/m^3 và nhiệt độ của đáy giếng không thay đổi theo độ sâu. Lấy $g = 9,8 \text{ m/s}^2$

Hướng dẫn

*Gọi trạng thái (1) là khi bọt khí ở dưới đáy giếng, trạng thái (2) là khi bọt khí ở mặt nước.

$$\text{*Từ công thức: } p_1 V_1 = p_2 V_2 \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{p_1}{p_2} = \frac{p_0 + \rho gh}{p_0} = \frac{1,013 \cdot 10^5 + 1003 \cdot 10 \cdot 6}{1,013 \cdot 10^5} \approx 1,6 \text{ lần}$$

BÀI TẬP 4. Một xilanh đang chứa một khối khí, khi đó pit-tông cách đáy xilanh một khoảng 15 cm . Hỏi phải đẩy pit-tông theo chiều nào, một đoạn bằng bao nhiêu để áp suất khí trong xilanh tăng gấp 3 lần? Coi nhiệt độ của khí không đổi.



Hướng dẫn

*Do áp suất tăng nên suy ra thể tích phải giảm. Do đó pit-tông phải dịch sang trái

	Trạng thái 1	Trạng thái 2
Áp suất	p_1	$p_2 = 3p_1$
Thể tích	$V_1 = Sl$	$V_2 = S(l - \Delta l)$

$$\text{*Áp dụng ĐL Bôilơ: } p_1 V_1 = p_2 V_2 \Rightarrow p_1 Sl = 3p_1 \cdot S(l - \Delta l) \Rightarrow l = 3(l - \Delta l) \xrightarrow{l=15\text{cm}} \Delta l = 10 \text{ cm}$$

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

III. BÀI TẬP NĂNG LỰC VÀ CẤP ĐỘ TƯ DUY

Phần I. Câu trắc nghiệm nhiều phương án lựa chọn

Câu 1. Hệ thức nào sau đây là của định luật Bôi-lơ?

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

Câu 2. Trong thí nghiệm khảo sát quá trình đẳng nhiệt **không** có dụng cụ đo nào sau đây?

- A. Áp kế. B. Pit-tông và xi-lanh. C. Giá đỡ thí nghiệm. D. Cân.

Câu 3. Để đưa thuốc từ lọ vào trong xi-lanh của ống tiêm, ban đầu nhân viên y tế đẩy pit-tông sát đầu trên của xi-lanh, sau đó đưa đầu kim tiêm vào trong lọ thuốc. Khi kéo pit-tông, thuốc sẽ vào trong xi-lanh. Nhận xét nào sau đây là đúng?

- A. Thể tích khí trong xi-lanh giảm đồng thời áp suất khí giảm.
B. Thể tích khí trong xi-lanh tăng đồng thời áp suất khí giảm.
C. Thể tích khí trong xi-lanh tăng đồng thời áp suất khí tăng.
D. Thể tích khí trong xi-lanh và áp suất khí đồng thời không thay đổi.



Câu 4. 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 5. Quá trình nào sau đây là đẳng quá trình ?

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

Câu 6. 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.

Câu 7. Trong hệ tọa độ (p,T) đường đẳng nhiệt là

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

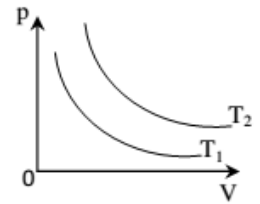
Câu 8. Đẩy pit-tông của một xi-lanh đủ chậm để nén lượng khí chứa trong xi-lanh sao cho thể tích của lượng khí này giảm đi 2 lần ở nhiệt độ không đổi. Khi đó áp suất của khí trong xi-lanh

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

Câu 9. 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 10. Đồ thị biểu diễn hai đường đẳng nhiệt của cùng một lượng khí lí tưởng biểu diễn như hình vẽ. Mối 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 11. 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.

Câu 12. Dưới áp suất 10^5 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

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

Câu 13. Để bơm đầy một khí cầu đến thể tích 100 m^3 có áp suất 0,1 atm ở nhiệt độ không đổi người ta dùng các ống khí hêli có thể tích 50 lít ở áp suất 100 atm. Số ống khí hêli cần để bơm khí cầu bằng

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

Hướng dẫn

*Ta có:
$$\begin{cases} p_1 V_1 = 0,1(\text{atm}).100(\text{m}^3) \\ p_2 V_2 = 100(\text{atm}).50.10^{-3}(\text{m}^3).n \end{cases} \xrightarrow{p_1 V_1 = p_2 V_2} n = 2 \Rightarrow \text{Chọn B}$$

Câu 14. 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 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

$p_2 > p_1 \Rightarrow V_2 < V_1 \Rightarrow V_2 = V_1 - \Delta V \Rightarrow p_1 V_1 = p_2 (V_1 - \Delta V) \Rightarrow 1.V_1 = 4(V_1 - 3) \Rightarrow V_1 = 4 \text{ lít} \Rightarrow \text{Chọn A}$

Câu 15. Một lượng khí có thể tích 1 m^3 và áp suất 1 atm. Người ta nén đẳng nhiệt khí tới áp suất 3,5 atm. Thể tích của khí nén là

- A. $2,86 \text{ m}^3$. B. $2,5 \text{ m}^3$. C. $0,286 \text{ m}^3$. D. $0,35 \text{ m}^3$.

Hướng dẫn

*Áp dụng ĐL Bôi-lơ: $V_2 = \frac{p_1 V_1}{p_2} = \frac{1(\text{atm}).1(\text{m}^3)}{3,5(\text{atm})} = 0,286 \text{ m}^3 \Rightarrow \text{Chọn C}$

Câu 16. 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.

Hướng dẫn

*Áp dụng ĐL Bôi-lơ: $p_1V_1 = p_2V_2 \Rightarrow \frac{p_2}{p_1} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{10}{4} = 2,5 \Rightarrow \text{Chọn A}$

Câu 17. 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.

Hướng dẫn

*Áp dụng ĐL Bôi-lơ: $p_2 > p_1 \Rightarrow V_2 < V_1 \Rightarrow V_2 = V_1 - 6(\text{lit})$

$$p_1V_1 = p_2(V_1 - 6) \Leftrightarrow 1.V_1 = 4.(V_1 - 6) \Rightarrow V_1 = 8 \text{ lit} \Rightarrow \text{Chọn B}$$

Câu 18. 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. 250 lít. D. 50 lít.

Hướng dẫn

*Áp dụng ĐL Bôi-lơ: $V_1 = \frac{p_2V_2}{p_1} = \frac{25(\text{atm}).20(\text{lit})}{1(\text{atm})} = 500(\text{lit}) \Rightarrow \text{Chọn A}$

Câu 19. Nén khí đẳng nhiệt từ thể tích 9 lít đến thể tích 6 lít thì áp suất tăng một lượng $\Delta p = 50\text{kPa}$. Áp suất ban đầu của khí đó là

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

Hướng dẫn

*Áp dụng ĐL Bôi-lơ: $V_2 < V_1 \Rightarrow p_2 > p_1 \Rightarrow \Delta p = p_2 - p_1 \Rightarrow p_1V_1 = (p_1 + \Delta p)V_2$

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

Câu 20. Một bình đựng khí có dung tích 6.10^{-3} m^3 đựng khí áp suất $2,75.10^6 \text{ Pa}$. Người ta dùng khí trong bình để thổi các quả bóng bay sao cho bóng có thể tích $3,3.10^{-3} \text{ m}^3$ và khí trong bóng có áp suất 10^5 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 ĐL Bôi-lơ:

$$p_1V_1 = p_2V_2 = p_2(nV_{02} + V_1) \Rightarrow 2,75.10^6.6.10^{-3} = 10^5(n.3,3.10^{-3} + 6.10^{-3}) \Rightarrow n = 48 \Rightarrow \text{Chọn B}$$

Câu 21. Nếu áp suất của một lượng khí lí tưởng xác định tăng 2.10^5 Pa thì thể tích biến đổi 3 lít. Nếu áp suất của lượng khí trên tăng 5.10^5 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. 2.10^5 Pa , 8 lít. B. 4.10^5 Pa , 9 lít. C. 4.10^5 Pa , 12 lít. D. 2.10^5 Pa , 12 lít.

Hướng dẫn

	Trạng thái	Trạng thái 2	Trạng thái 3
Áp suất	$p_1 = p$	$p_2 = p + 2(10^5 \text{ Pa})$	$p_3 = p + 5(10^5 \text{ Pa})$

Thể tích	$V_1 = V$	$V_2 = V - 3(l)$	$V_3 = V - 5(l)$
----------	-----------	------------------	------------------

Áp dụng ĐL Bôi-lơ: $pV = (p + 2)(V - 3) = (p + 5)(V - 5) \Rightarrow \begin{cases} 2V - 3p = 6 \\ 5V - 5p = 25 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} V = 9 (l) \\ p = 4 (10^5 Pa) \end{cases}$

\Rightarrow Chọn B

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

Câu 22. Tính khối lượng khí ôxi đựng trong một bình thể tích 10 lít dưới áp suất 150 atm ở nhiệt độ 0°C. Biết ở điều kiện chuẩn khối lượng riêng của ôxi là 1,43 kg/m³.

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

Hướng dẫn

*Xét cùng một lượng khí có khối lượng m ở hai trạng thái. Áp dụng ĐL Bôi-lơ:

$$pV = p_0 V_0 \Leftrightarrow pV = p_0 \frac{m}{\rho} \Leftrightarrow 150(atm) \cdot 10 \cdot 10^{-3} (m^3) = 1 \cdot \frac{m}{1,43} \Rightarrow m = 2,145kg \Rightarrow \text{Chọn A}$$

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

Câu 23. Một bọt khí có thể tích 1,5cm³ 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 10³kg/m³, áp suất khí quyển là $p_0 = 10^5 Pa$ và $g = 10 m/s^2$. Khi bọt khí này nổi lên mặt nước thì sẽ có thể tích bằng

- A. 15 cm³. B. 15,5 cm³. C. 16 cm³. D. 16,5 cm³.

Hướng dẫn

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

Câu 24. Người ta dùng một bơm tay có ống bơm dạng hình trụ dài 50 cm và bán 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 1 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.

Hướng dẫn

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

*Trạng thái 2: $\begin{cases} p_2 = 4 atm \\ V_2 = 6,28 \cdot 10^3 (cm^3) \end{cases}$

*Do nhiệt độ không đổi nên ta áp dụng định luật Bôi-lơ:

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

Câu 25. Người ta dùng bơm có pit-tông diện tích 8 cm^2 và khoảng chạy 25 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 cm^3 . Coi quá trình bơm nhiệt độ không đổi, áp suất khí trong quả bóng sau khi bơm là

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

Hướng dẫn

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

$$p_1 = p_0 = 10^5 \text{ Pa}; V_1 = V_0 + n \cdot S \cdot l = 1500 + 10 \cdot 8 \cdot 25 (\text{cm}^3)$$

Trạng thái 2: Khi khí đã vào trong quả bóng lượng khí này có áp suất và thể tích lần lượt là:

$$p_2 = ?; V_2 = 2 \cdot 10^3 \text{ cm}^3$$

*Do nhiệt độ không đổi, áp dụng định luật Bôilơ:

$$p_2 = \frac{p_1 V_1}{V_2} = \frac{10^5 (\text{Pa}) \cdot 3500 (\text{cm}^3)}{2 \cdot 10^3 (\text{cm}^3)} = 175 \cdot 10^3 (\text{Pa}) \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Câu 26. Dùng ống bơm bơm một quả bóng đang bị xẹp, mỗi lần bơm đẩy được 50 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. $1,25 \text{ atm}$. B. $1,5 \text{ atm}$. C. $2,5 \text{ atm}$. D. 2 atm .

Hướng dẫn

$$\text{Đổi đơn vị: } 2 \text{ l} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 2 \cdot 10^{-3} (10^6 \text{ cm}^3) = 2 \cdot 10^3 \text{ cm}^3$$

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

$$p_1 = 1 (\text{atm}); V_1 = 60 \cdot 50 (\text{cm}^3) = 3 \cdot 10^3 \text{ cm}^3$$

Trạng thái 2: Khi khí đã vào trong quả bóng lượng khí này có áp suất và thể tích lần lượt là:

$$p_2 = ?; V_2 = 2 \cdot 10^3 \text{ cm}^3$$

*Do nhiệt độ không đổi, áp dụng định luật Bôilơ:

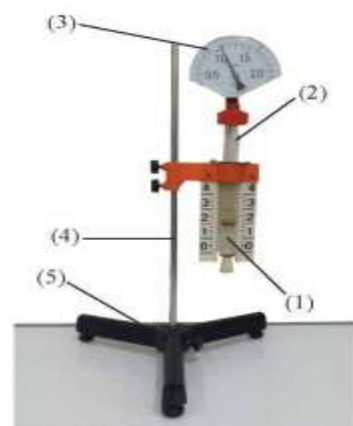
$$p_2 = \frac{p_1 V_1}{V_2} = \frac{1 (\text{atm}) \cdot 3000 (\text{cm}^3)}{2 \cdot 10^3 (\text{cm}^3)} = 1,5 (\text{atm}) \Rightarrow \text{Chọn B}$$

Lưu ý: Thể tích mà lượng khí đưa vào quả bóng là $V_1 = 60 \cdot 50 = 3 \cdot 10^3 \text{ cm}^3 = 3 (\text{l})$ 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.

Phần II. Câu trắc nghiệm đúng sai

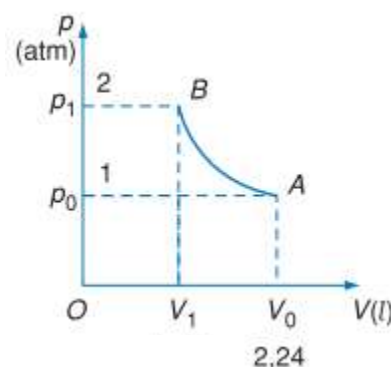
Câu 1. Trong thí nghiệm khảo sát mối liên hệ giữa thể tích và áp suất của một lượng khí xác định khi nhiệt độ được giữ không đổi.

Phát biểu	Đúng	Sai
a. Bộ phận số (3) là pit-tông.		S
b. Bộ phận số (5) là chân đế.	Đ	
c. Bộ phận số (2) là pit-tông.	Đ	
d. Bộ phận số (1) là áp kế.		S



Câu 2. Một khối khí khi đặt ở điều kiện tiêu chuẩn (trạng thái A). Nén khí và giữ nhiệt độ không đổi đến trạng thái B. Đồ thị áp suất theo thể tích được biểu diễn như hình vẽ:

Phát biểu	Đúng	Sai
a. Số mol của khối khí ở điều kiện tiêu chuẩn là 0,1 mol.	Đ	
b. Thể tích khí ở trạng thái B là 1,12 lít.	Đ	
c. Đường biểu diễn quá trình nén đẳng nhiệt là một cung hypebol AB.	Đ	
d. Khi thể tích của khối khí là 1,4 lít thì áp suất là 1,5 atm		S



Câu 3. Cho các phát biểu về đường đẳng nhiệt:

Phát biểu	Đúng	Sai
a. Đường đẳng nhiệt trong hệ tọa độ (p,V) là một cung hypebol.	Đ	
b. Đường đẳng nhiệt trong hệ tọa độ (V, T) là một đoạn thẳng song song với trục OT.		S
c. Đường đẳng nhiệt trong hệ tọa độ (p, T) là một đoạn thẳng vuông góc với trục OT.	Đ	
d. Ứng với các nhiệt độ khác nhau của cùng một lượng khí có các đường đẳng nhiệt là giống nhau.		S

Câu 4. 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. Sau 40 lần bơm thì không khí trong túi có thể tích là 6,28 lít. Biết áp suất khí quyển là 1 atm và coi nhiệt độ của không khí được bơm vào túi không đổi. Lấy $\pi = 3,14$

Phát biểu	Đúng	Sai
a. Mỗi lần bơm ta đưa vào quả bóng 0,628 lít khí.	Đ	
b. Sau 40 lần bơm ta đưa vào quả bóng 50,24 lít khí.		S
c. Sau 40 lần bơm lượng khí đưa vào quả bóng được nén còn 6,28 lít.	Đ	
d. Áp suất khí trong quả bóng sau 40 lần bơm là 4 atm.	Đ	

Hướng dẫn

Trạng thái 1: Lượng khí được bơm vào quả bóng:
$$\begin{cases} p_1 = p_0 = 1 \text{ atm} \\ V_1 = n.S.l = n \frac{\pi d^2}{4} l \end{cases}$$

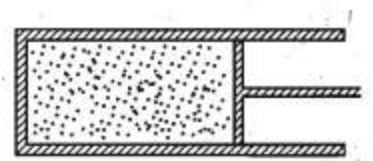
*Thể tích mỗi lần bơm: $V_0 = S.l = \frac{\pi d^2}{4} .l = \frac{3,14.0,04^2}{4} .0,5 = 6,28.10^{-4} m^3 = 0,628 \text{ lít}$

*Thể tích sau 40 lần bơm: $V_1 = nV_0 = 40.0,628 = 25,12 \text{ lít}$

Trạng thái 2: Khí được nén ở trong quả bóng:
$$\begin{cases} p_2 = ? (\text{atm}) \\ V_2 = 6,28 (\text{l}) \end{cases}$$

*Áp dụng định luật Bôilơ: $p_1 V_1 = p_2 V_2 \Rightarrow p_2 = \frac{p_1 V_1}{V_2} = \frac{1.25,12}{6,28} = 4 (\text{atm})$

Câu 5. Một lượng khí có thể tích 240 cm^3 chứa trong một xilanh có pittong đóng kín, diện tích của đáy pit-tông là 24 cm^2 (Hình vẽ). Áp suất khí trong xi lanh bằng áp suất ngoài và bằng 100 kPa . Bỏ qua ma sát giữa pit-tông và thành xilanh. Coi các quá trình xảy ra là đẳng nhiệt.



Phát biểu	Đúng	Sai
a. Khi pit-tông dịch chuyển sang trái 2 cm thì thể tích khí lúc này là 288 cm^3 .		S
b. Khi pit-tông dịch chuyển sang phải 2 cm thể tích khí lúc này là 192 cm^3 .		S
c. Để dịch chuyển pit tông sang trái 2 cm cần một lực 60 N.	Đ	
d. Để dịch chuyển pit-tông sang phải 2 cm cần một lực 40 N.	Đ	

Hướng dẫn

a. Khi pit-tông dịch chuyển sang trái 2 cm: $V_2 = V_1 - S.l = 240 - 24.2 = 192 \text{ cm}^3$

b. Khi pit-tông dịch chuyển sang phải 2 cm: $V_2 = V_1 + S.l = 240 + 24.2 = 288 \text{ cm}^3$

c. Khi pit-tông dịch chuyển sang trái 2 cm (thể tích giảm, áp suất tăng):

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \xrightarrow{p_2 = p_1 + \frac{F}{S}} p_1 V_1 = \left(p_1 + \frac{F}{S} \right) (V_1 - S.l) \Rightarrow 100.240 = \left(100 + \frac{F.10^{-3}}{24.10^{-4}} \right) (240 - 24.2)$$

$$\Rightarrow F = 60 \text{ N}$$

d. Khi pit-tông dịch chuyển sang phải 2 cm (thể tích tăng, áp suất giảm):

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \xrightarrow{p_2 = p_1 - \frac{F}{S}} p_1 V_1 = \left(p_1 - \frac{F}{S} \right) (V_1 + S.l) \Rightarrow 100.240 = \left(100 - \frac{F.10^{-3}}{24.10^{-4}} \right) (240 + 24.2)$$

$$\Rightarrow F = 40 \text{ N}$$

Phần III. Câu trắc nghiệm trả lời ngắn

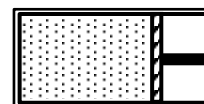
DẠNG 1. NGOẠI LỰC TÁC DỤNG LÊN THỂ TÍCH BÌNH CHỨA KHÍ

Phương pháp

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 có:

$$\boxed{p = p_0 \pm \frac{F}{S}} \Rightarrow \begin{cases} \text{Nén khí: } p = p_0 + \frac{F}{S} \\ \text{Dãn khí: } p = p_0 - \frac{F}{S} \end{cases}$$

Câu 1. Một lượng không khí có thể tích 240 cm^3 bị giam trong một xilanh có pít - tông đóng kín như hình vẽ, diện tích của pít-tông là 20 cm^2 , áp suất khí trong xilanh bằng áp suất ngoài là 100 kPa . Bỏ qua mọi ma sát, coi quá trình trên là đẳng nhiệt. Để pít-tông dịch chuyển sang trái 4 cm thì cần tác dụng lên pít-tông một lực có độ lớn bằng bao nhiêu N?



Đáp số:.....

Hướng dẫn

Khi pít-tông dịch chuyển sang trái thì khí sẽ nén.

$$\begin{cases} \text{TT}_1 \begin{cases} p_1 = 100 \text{ kPa} \\ V_1 = 240 \text{ cm}^3 \end{cases} \\ \text{TT}_2 \begin{cases} p_2 = ? \\ V_2 = V_1 - Sl \end{cases} \end{cases} \Rightarrow \underbrace{100 \cdot 240}_{p_1 V_1} = \underbrace{p_2 \cdot (240 - 4 \cdot 20)}_{p_2 V_2}$$

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

Câu 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 pít-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 pít-tông bằng bao nhiêu N?

Đáp số:.....

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).

$$p_0 V_0 = p V \Rightarrow \frac{V_0}{V} = \frac{p}{p_0} = \frac{p_0 + \frac{F}{S}}{p_0} = 4 \Rightarrow \frac{F}{S p_0} = 3 \Rightarrow F = 3 S p_0 = 3 \cdot \frac{\pi d^2}{4} p_0 = 3 \cdot \frac{\pi \cdot 0,03^2}{4} \cdot 10^5 = 212$$

Câu 3. Người ta dùng bơm có pít-tông diện tích 8 cm^2 và khoảng chạy 25 cm bơm một bánh xe đạp sao cho áp lực của bánh xe đạp lên mặt đường là 350 N thì diện tích tiếp xúc là 50 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 cm^3 . Tính số lần đẩy bơm? (Làm tròn đến phần nguyên)

Đáp số:.....

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:

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

	Trạng thái 1	Trạng thái 2
Áp suất	$p_1 = p_0$	$p_2 = p$
Thể tích	$V_1 = V_0 + n \cdot l \cdot S$	$V_2 = 2000 \text{ cm}^3$

*Áp dụng ĐL Bôilơ:

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \Rightarrow p_0 (V_0 + n l S) = p V_2 \Leftrightarrow 10^5 (1500 + n \cdot 25 \cdot 8) = 1,7 \cdot 10^5 \cdot 2000 \Rightarrow n = 9,5 \approx 10$$

Câu 4. Người ta dùng bơm để bơm một bánh xe đạp sao cho áp lực của bánh xe đạp lên mặt đường là 350 N thì diện tích tiếp xúc là 50 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 cm^3 . Nếu mỗi lần đẩy bơm chỉ đưa được 100 cm^3 không khí vào bánh xe thì phải đẩy bao nhiêu lần?

Đáp số:.....

Hướng dẫn

Áp suất trong bánh xe sau khi bơm xong:

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

$$\left\{ \begin{array}{l} TT_1 \left\{ \begin{array}{l} p_1 = p_0 \\ V_1 = V_0 + 100n (\text{cm}^3) \end{array} \right. \\ TT_2 \left\{ \begin{array}{l} p_2 = p \\ V_2 = 2000 (\text{cm}^3) \end{array} \right. \end{array} \right. \Rightarrow p_1 V_1 = p_2 V_2 \Rightarrow p_0 (V_0 + n l S) = p V_2 \Leftrightarrow 10^5 (1500 + n \cdot 100) = 1,7 \cdot 10^5 \cdot 2000$$

$$\Rightarrow n = 19$$

Câu 5. Một ống nghiệm hình trụ có chứa chất lỏng có độ cao h và khối lượng riêng là ρ , phần miệng ống ở trên, bên dưới chất lỏng có chứa một lượng khí. Biết áp suất khí quyển là p_0 . Xác lập biểu thức tính suất của lượng khí bên trong ống?

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 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 $p = p_0 - \rho gh$.

DẠNG 2. ỐNG THỦY TINH CÓ CHỨA CHẤT LỎNG

Phương pháp

1. Áp suất tính theo độ cao cột thủy ngân

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

tính theo mmHg: $p = p_0 \pm h(\text{mmHg})$

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

*Milimet thủy ngân (Torr) là áp suất của cột thủy ngân cao 1 mm ở 0°C lên đáy. Thủy ngân có khối lượng riêng $\rho = 13589 \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)$, $g = 9,81 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right)$. Từ đó ta tính được:

$$1 \text{ mmHg} = 13589 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} = 133,3 \text{ Pa}$$

*Áp suất khí quyển biến đổi xung quanh giá trị 760 mmHg. Người ta gọi giá trị này là 1 atmôtphe(atm): $1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg} = 760 \cdot 133,3 = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

2. Áp suất tính theo độ cao cột nước

*Xét một lượng nước và một lượng thủy ngân có cùng khối lượng. Ta có

$$m_{H_2O} = m_{Hg} \Rightarrow \rho_{H_2O} V_{H_2O} = \rho_{Hg} V_{Hg} \Leftrightarrow \rho_{H_2O} S \cdot h_{H_2O} = \rho_{Hg} S \cdot h_{Hg}$$

$$\Rightarrow h_{Hg} = \frac{\rho_{H_2O}}{\rho_{Hg}} \cdot h_{H_2O} = \frac{h_{H_2O} (\text{mmH}_2\text{O})}{13,6} \Rightarrow p = p_0 + \frac{h_{H_2O} (\text{mmH}_2\text{O})}{13,6} (\text{mmHg})$$

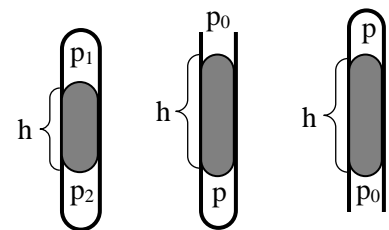
3. Những trường hợp thường gặp

*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: $p = p_0 - h$.



Câu 6. 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 một lượng nước đúng bằng lượng thủy ngân ban đầu thì khi đo áp suất khí quyển chiều cao cột nước là bao nhiêu? Biết khối lượng riêng của nước là $10^3 (\text{kg}/\text{m}^3)$.

Đáp số:.....

Hướng dẫn

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

$$h(\text{mmHg}) = \frac{h(\text{mmH}_2\text{O})}{13,6} \Rightarrow h(\text{mmH}_2\text{O}) = 13,6h(\text{mmHg})$$

Thay số: $h(\text{mmH}_2\text{O}) = 13,6 \cdot 760 = 10336\text{mm} = 10,336\text{m} \Rightarrow$ **Chọn B**

Câu 7. 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 m?

(Kết quả làm tròn đến 1 chữ số sau dấu phẩy thập phân).

Biết khối lượng riêng của rượu vang và thủy ngân lần lượt là $0,984 \cdot 10^3 (\text{kg/m}^3)$ và $13,6 \cdot 10^3 (\text{kg/m}^3)$

Hướng dẫn

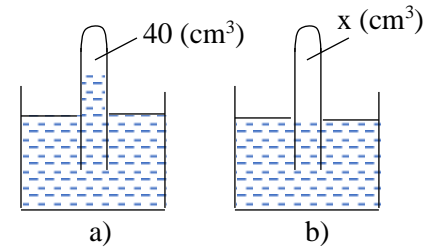
*Xét một lượng rượu vang và một lượng thủy ngân có cùng khối lượng.

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

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

$$h(\text{mmH}_2\text{O}) = 13,8 h_{Hg} (\text{mmHg}) = 13,8 \cdot 760 \approx 10,5\text{m}$$

Câu 8. Một ống thủy tinh được cắm lộn ngược vào một chậu chứa thủy ngân, bên trong ống chứa 40 cm³ 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. Biết áp suất khí quyển là 75 cmHg. Thể tích của không khí còn lại bên trong ống thủy tinh bằng bao nhiêu (Kết quả làm tròn đến 1 chữ số sau dấu phẩy thập phân).



Đáp số:.....

Hướng dẫn

*Ở hình a ta có áp suất và thể tích của lượng khí lần lượt là: $p_1 = p_0 - h_1$; $V_1 = 40\text{cm}^3$

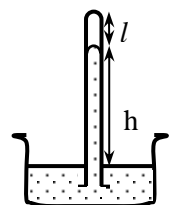
*Ở hình b ta có áp suất và thể tích của lượng khí lần lượt là:

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

*Do nhiệt độ không thay đổi nên ta áp dụng ĐL Bôilơ:

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

Câu 9. 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 mmHg . Thay đổi áp suất khí quyển làm cột thủy ngân tụt xuống, coi nhiệt độ không đổi. Tìm áp suất khí quyển theo đơn vị mmHg khi cột thủy ngân chỉ dâng lên $h' = 734\text{ mmHg}$.



Đáp số:.....

Hướng dẫn

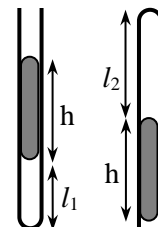
*Lúc đầu áp suất ở phần trên đáy $p_1 = p_{01} - h_1$ và thể tích $V_1 = S.l$

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

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

Câu 10. 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 bằng bao nhiêu cm? (Kết quả làm tròn đến 1 chữ số sau dấu phẩy thập phân)



Đáp số:.....

Hướng dẫn

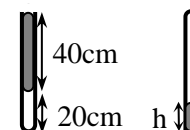
Xét áp suất và thể tích của lượng khí ở phần đáy của ống (đầu kín).

*Khi đặt ống thẳng đứng có đầu hở lên phía trên: $p_1 = p_0 + h$; $V_1 = S.l_1$

*Khi đặt ống thẳng đứng có đầu hở xuống phía dưới: $p_2 = p_0 - h$; $V_2 = S.l_2$

*Áp dụng định luật Bôilơ: $(p_0 + h)l_1 = (p_0 - h)l_2 \Rightarrow l_2 = \frac{p_0 + h}{p_0 - h} l_1 = \frac{76 + 14}{76 - 14} \cdot 10 = 14,5 \text{ cm}$

Câu 11. Ống thủy tinh dài 60 cm đặt thẳng đứng đầu hở ở trên, đầu kín ở dưới. Một cột không khí cao 20 cm bị giam trong ống bởi một cột thủy ngân cao 40 cm. Biết áp suất khí quyển là 80 cmHg, 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 cm?



Đáp số:.....

Hướng dẫn

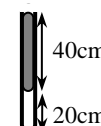
*Đầu hở ở trên, lượng khí trong ống có $\begin{cases} p_1 = p_0 + 40(\text{cmHg}) \\ V_1 = 20S(\text{cm}^3) \end{cases}$

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

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

Câu 12. Ống thủy tinh đặt thẳng đứng đầu hở ở trên, đầu kín ở dưới. Một cột không khí cao 20 cm bị giam trong ống bởi một cột thủy ngân cao 40 cm. Biết áp suất khí quyển là 80 cmHg, 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 cm?



Đáp số:.....

Hướng dẫn

*Đầu hở ở trên, lượng khí trong ống có

$$\begin{cases} p_1 = p_0 + 40 \text{ (cmHg)} \\ V_1 = 20S \text{ (cm}^3\text{)} \end{cases}$$

*Đầu hở ở dưới, lượng khí trong ống có

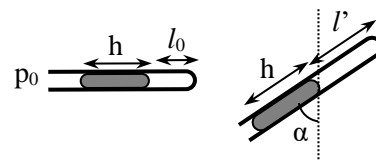
$$\begin{cases} p_2 = p_0 - 40 \\ V_2 = (l - 40)S \end{cases}$$

*Áp dụng định luật Bôilơ:

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

*Muốn thủy ngân không bị chảy ra ngoài khi: $l \geq 100 \text{ cm} \Rightarrow l_{\min} = 100 \text{ cm}$

Câu 13. Một lượng không khí bị giam trong ống thủy tinh nằm ngang bởi một cột thủy ngân có chiều dài $h = 100 \text{ mmHg}$, phần cột khí bị giam trong ống có chiều dài là 40 mm , áp suất khí quyển có đơn vị 760 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 bằng bao nhiêu cm? (Kết quả làm tròn đến 1 chữ số sau dấu phẩy thập phân)



Đáp số:.....

Hướng dẫn

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

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

*Áp dụng định luật Bôilơ:

$$p_0 l_0 = (p_0 - h \cos \alpha) l' \Rightarrow l' = \frac{l_0}{1 - \frac{h \cos \alpha}{p_0}} = \frac{l_0}{1 - \frac{h \cos 60^\circ}{p_0}} = \frac{l_0}{1 - \frac{h}{2p_0}} = \frac{40}{1 - \frac{100}{2 \cdot 760}} = 42,8 \text{ mm}$$

Câu 14. 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 bao nhiêu cm? (Kết quả làm tròn đến 1 chữ số sau dấu phẩy thập phân)

Hướng dẫn

*Khi đặt ống thẳng đứng, đầu hở ở trên: $p_1 = p_0 + h$; $V_1 = S \cdot l_1$

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

$$p_2 = p_0 + h \sin \alpha; V_2 = l_0 S$$

*Áp dụng định luật Bôilơ:

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \Leftrightarrow (p_0 + h) S l_1 = (p_0 + h \sin \alpha) S l_0 \Rightarrow l_0 = \frac{p_0 + h}{p_0 + h \sin \alpha} l_1 = \frac{76 + 16}{76 + 16 \sin 30^\circ} \cdot 15 = 15,4 \text{ cm}$$

Chú ý: α là góc hợp bởi ống thủy tinh so với phương nằm ngang.

Câu 15. 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 748 mmHg, chiều dài khoảng chân không khi đó là 80 mm. Coi nhiệt độ trong hai lần đo là như nhau. Nếu áp kế chỉ 734 mmHg thì áp suất khí quyển thực bằng bao nhiêu mmHg?

Đáp số:.....

Hướng dẫn

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

$$\left\{ \begin{array}{l} TT_1 \left\{ \begin{array}{l} p_1 = p_{01} - h_1 \\ V_1 = S.x_1 \end{array} \right. \\ TT_2 \left\{ \begin{array}{l} p_2 = p_{02} - h_2 \\ V_2 = S.x_2 = S(l - h_2) \end{array} \right. \end{array} \Rightarrow \underbrace{(p_{01} - h_1)S.x_1}_{p_1 V_1} = \underbrace{(p_{02} - h_2)S(l - h_2)}_{p_2 V_2}$$

(chiều dài ống: $l = x_1 + h_1 = 80 + 748 = 828mm$)

$$\Rightarrow (768 - 748).80 = (p_{02} - 734)(828 - 734) \Rightarrow p_{02} = 751mmHg$$

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

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

Đáp số:.....

Hướng dẫn

*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 $V_2 = l_2 S$. Áp dụng định luật Bôilơ:

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \Leftrightarrow (p_0 + h)Sl_1 = (p_0 - h)Sl_2 \Rightarrow l_2 = \frac{p_0 + h}{p_0 - h} l_1 = \frac{76 + 16}{76 - 16} \cdot 15 = 23 \text{ cm}$$

Câu 17. 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 $h = 150$ mm. Áp suất khí quyển là $p_0 = 750$ mmHg. Chiều dài cột không khí khi ống nằm ngang là $l_0 = 120$ mm. Chiều dài cột không khí khi ống đặt nghiêng góc 30° so với phương ngang, miệng ống ở dưới có giá trị bằng bao nhiêu? (Kết quả làm tròn đến 1 chữ số sau dấu phẩy thập phân)

Đáp số:.....

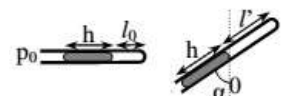
Hướng dẫn

(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 $V_2 = S.l'$

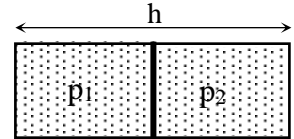
*Áp dụng ĐL Bôilơ:



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

DẠNG 3: MỘT SỐ BÀI TOÁN KHÁC (HAY & KHÓ)

Câu 18. 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 một đoạn bằng bao nhiêu cm?



Đáp số:.....

Hướng dẫn

$$\begin{aligned} & \left. \begin{array}{l} \text{TT}_1 \left\{ \begin{array}{l} \text{Khi bên trên: } p_1 \frac{Sh}{2} \\ \text{Khi bên dưới: } 3p_1 \frac{Sh}{2} \end{array} \right. \\ \text{TT}_2 \left\{ \begin{array}{l} \text{Khi bên trên: } p \left(\frac{Sh}{2} - Sl_0 \right) \\ \text{Khi bên dưới: } p \left(\frac{Sh}{2} + l_0 \right) \end{array} \right. \end{array} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} p_1 \frac{Sh}{2} = p \left(\frac{Sh}{2} - Sl_0 \right) \\ 3p_1 \frac{Sh}{2} = p \left(\frac{Sh}{2} + Sl_0 \right) \end{array} \right. \Rightarrow 3 = \frac{0,5h + l_0}{0,5h - l_0} \\ & \xrightarrow{h=40\text{cm}} l_0 = 10 \text{ cm} \end{aligned}$$

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

Câu 19. Ở chính giữa một ống thủy tinh nằm ngang, tiết diện nhỏ, chiều dài $L = 100 \text{ cm}$, hai đầu bịt kín có một cột thủy ngân dài $h = 20 \text{ cm}$. Trong ống có không khí. Khi đặt ống thẳng đứng, cột thủy ngân dịch chuyển xuống dưới một đoạn $l = 10 \text{ cm}$. 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 bao nhiêu cmHg? (Kết quả làm tròn đến 1 chữ số sau dấu phẩy thập phân)

Đáp số:.....

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: $p_1 V_1 = p_1 \frac{L-h}{2} S$.

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

*Do nhiệt độ không thay đổi, do đó ta hoàn toàn áp dụng được định luật Bôilơ:

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

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

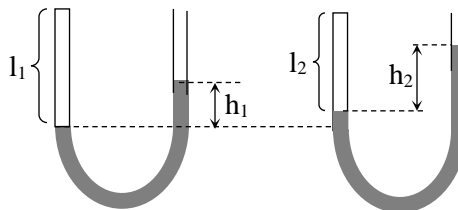
$$p_1 x = p_2 (x+l) = (p_2 + h)(x-l) \Rightarrow \begin{cases} p_2 = \frac{h}{2} \left(\frac{x}{l} - 1 \right) \\ p_1 = \frac{p_2}{x} (x+l) \end{cases} \Rightarrow p_1 = \frac{h}{2x} \left(\frac{x}{l} - 1 \right) (x+l)$$

$$\Rightarrow p_1 = \frac{20}{2.40} \left(\frac{40}{10} - 1 \right) (40+10) = 37,5\text{cmHg}$$

Câu 20. Một ống hình chữ U tiết diện 1 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 cm . Áp suất khí quyển $p_0 = 76\text{ cmHg}$ và nhiệt độ không đổi. Thể tích thủy ngân đã đổ thêm bằng bao nhiêu cm^3 ?

Đáp số:.....

Hướng dẫn



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

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

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

$$\text{*Thể tích thủy ngân đã đổ thêm: } \Delta V = S \{ 2(l_1 - l_2) + h_2 - h_1 \} = 1(2.1 + 14 - 11) = 5\text{ cm}^3$$

Câu 21. 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° 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 bằng bao nhiêu mmHg ? (Kết quả làm tròn đến phần nguyên)

Đáp số:.....

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° : Tích pV $\begin{cases} \text{Khi trên: } p_2 (x + \Delta l_1) S \\ \text{Khi dưới: } (p_2 + 0,5h)(x - \Delta l_1) S \end{cases}$

*Khi ống đặt thẳng đứng: Tích pV $\begin{cases} \text{Khi trên: } p_3 (x + \Delta l_2) S \\ \text{Khi dưới: } (p_3 + h)(x - \Delta l_2) S \end{cases}$

*Áp dụng định luật Bôilơ:

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

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

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

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

---HẾT---