

45 ĐỊNH LUẬT BÔI-LƠ – MA-RI-ỐT

I – Mục tiêu

– Quan sát và theo dõi thí nghiệm, từ đó suy ra định luật Bôi-ơ – Ma-ri-ốt. Biết vận dụng định luật để giải thích hiện tượng khi bơm khí (bơm xe đạp) và giải bài tập.

- Biết vẽ đường biểu diễn sự phụ thuộc của áp suất và nhiệt độ trên đồ thị.
- Có thái độ khách quan khi theo dõi thí nghiệm.

II – Chuẩn bị

GV chuẩn bị thí nghiệm như Hình 45.1 SGK. Nên làm thử thí nghiệm trước. Chú ý đến việc đổi chiều máy bơm.

III – Những điều cần lưu ý

1. Trong bài học này, hoạt động của HS là quan sát và từ kết quả quan sát suy ra định luật. Nhận xét ban đầu có thể là định tính, thể tích của lượng khí mà ta xét giảm thì áp suất của nó tăng, thể tích tăng thì áp suất giảm. Sau đó tính thử xem thể tích giảm bao nhiêu lần thì áp suất tăng bao nhiêu lần, tích của thể tích và áp suất ở ba trạng thái khác nhau được thực hiện trong thí nghiệm có thể coi là bằng nhau.

Kết quả thí nghiệm ($pV = \text{hằng số}$) có sai số đến 5%, thí nghiệm tương đối thô sơ, chưa có điều kiện loại bỏ hết những nguyên nhân dẫn đến sai lệch, ví dụ như thể tích của ống dẫn từ ống nghiệm vào áp kế chưa được đo và cộng vào với thể tích ống nghiệm A để tính thể tích V của khí. Ngoài ra, số liệu mới chỉ lấy với ba giá trị khác nhau của thể tích. Trong điều kiện thời gian của một tiết học và điều kiện phòng thí nghiệm thì có thể chấp nhận yêu cầu như trên để HS hiểu được cách làm. Còn về cơ sở khoa học đúng đắn của định luật thì phải dựa vào nhiều thí nghiệm khác tinh vi hơn đã được công bố và được thừa nhận từ hơn hai thế kỉ.

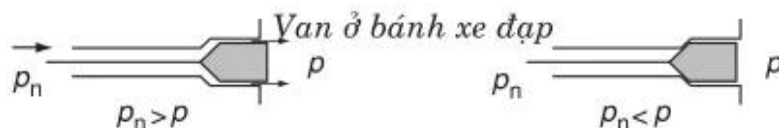
2. Định luật Bôi-ơ – Ma-ri-ốt có ứng dụng kĩ thuật trực tiếp là bơm hút và bơm đẩy chất khí. Bơm xe đạp (câu hỏi 2) là một ví dụ phổ biến về bơm đẩy. *Nguyên tắc hoạt động của bơm xe đạp* : khi đẩy tay bơm (pit-tông) từ vị trí đầu đến vị trí cuối, thì thể tích của một lượng không khí giảm từ giá trị $V + v$ đến giá trị V (V là thể tích của sơm (ruột) xe đạp, v là thể tích của

thân bơm), khi đó áp suất của khí tăng lên. Nếu nhiệt độ không đổi, theo định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ốt, tỉ số tăng áp suất sau một lần bơm sẽ là $\frac{V+v}{V}$.

Chi tiết máy cần thiết để thực hiện quá trình bơm là van (xem Hình 45.1). GV hướng dẫn HS quan sát van ở bánh xe đạp và van kiêm pit-tông trong thân bơm. HS cần tự tìm hiểu và mô tả được hoạt động của hai van đó trong quá trình bơm, van nào đóng, van nào mở khi đẩy và khi kéo. GV kiểm tra câu hỏi 2 và giải thích cho mọi HS đều hiểu về nguyên tắc và hoạt động (các van) của bơm xe đạp, sau đó đặt yêu cầu HS mở rộng cho bơm hút.

Sự hiểu biết về van không nằm trong chương trình vật lí THPT, nhưng là một kiến thức thực tế rất hay gặp trong đời sống. GV nên hướng dẫn cho HS tự tìm hiểu kiến thức này. Ngoài ra, một số bài tập vật lí cho HS khá có thể đòi hỏi người giải phải có hiểu biết về hoạt động của van.

3. Mô tả sơ lược về van (Hình 45.1).



Khi áp suất ngoài p_n lớn hơn áp suất trong p : van mở, không khí đi vào sơm (ruột).

Khi áp suất ngoài p_n nhỏ hơn áp suất trong p : van đóng, không khí được giữ trong sơm (ruột).

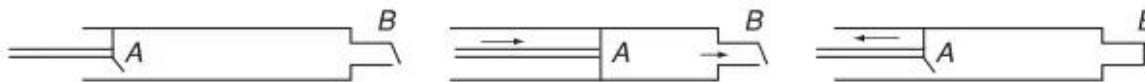
Van kiêm pit-tông trong bơm xe đạp



Khi đẩy tay bơm áp suất p trong thân bơm lớn hơn áp suất ngoài p_n : van khép kín.

Khi kéo tay bơm áp suất p trong thân bơm nhỏ hơn áp suất ngoài p_n : van mở, không khí đi vào thân bơm.

Kí hiệu về van



Bơm không hoạt động : hai van A, B đều mở.

Bơm bị đẩy : van A đóng, van B mở.

Bơm bị kéo : van A mở, van B đóng.

Hình 45.1

IV – Gợi ý về phương pháp và tổ chức hoạt động dạy học

1. GV làm thí nghiệm và hướng dẫn HS quan sát. Sau ba lần lấy số liệu, GV nêu [C1], [C2] và hướng dẫn HS tự tìm ra kết luận là công thức (45.1) SGK.

Có thể ghi lên bảng :

$$p_1 V_1 = 20S \text{ (atm.cm}^3\text{)}$$

$$p_2 V_2 = 18S \text{ (atm.cm}^3\text{)}$$

$$p_3 V_3 = 19S \text{ (atm.cm}^3\text{)}$$

2. Sau khi dạy xong bài, GV nêu [C3].

Có thể gợi ý trả lời câu hỏi như sau : nếu làm nóng khí trong một cái bình thông với khí quyển bằng một ống nhỏ trong có một giọt nước (SGK Vật lí 6, bài 20), giọt nước chuyển động, thể tích khí tăng còn áp suất thì không đổi. Tích pV có một số hạng p giữ nguyên, số hạng V tăng. Vậy $pV =$ hằng số C , hằng số này tăng theo nhiệt độ.

[C1] Có thể coi ba số đó xấp xỉ bằng 19S.

[C2] Có thể viết $pV = 19 \pm 1 \text{ (atm.cm}^3\text{)}$.

Như vậy sai số tỉ đối là $\frac{1}{19} \approx 5\%$.

V – Hướng dẫn trả lời câu hỏi và giải bài tập

Câu hỏi

3. Thể tích riêng V của khí là thể tích của một đơn vị khối lượng.

Viết định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ốt cho một đơn vị khối lượng chất khí, ta có $pV =$ hằng số. Như vậy : *áp suất p tỉ lệ nghịch với thể tích riêng V .*

4. Số phân tử n trong đơn vị thể tích được tính là $n = \frac{N}{V}$, trong đó N không đổi. Theo định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ốt thì áp suất p tỉ lệ nghịch với V trong khi n cũng tỉ lệ nghịch với V , do đó áp suất tỉ lệ thuận với n . Công thức đầy đủ $p = nkT$ sẽ viết ở bài 46.

5*. Trong bài trước của SGK đã thiết lập được tỉ lệ thuận giữa áp suất p tác dụng lên thành bình và số va chạm z trong đơn vị thời gian (p còn phụ thuộc vận tốc trung bình v của phân tử, nhưng ở nhiệt độ không đổi thì v cũng không đổi). Có thể thừa nhận rằng số va chạm z tỉ lệ với mật độ phân

tử n , như vậy thì áp suất p cũng tỉ lệ thuận với n và do đó (xem câu 4) tỉ lệ nghịch với thể tích V . Đó chính là nội dung định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ốt.

Bài tập

1. A đúng.

Hướng dẫn : Số phân tử trong đơn vị thể tích $n = \frac{N}{V}$, trong đó N là tổng số phân tử trong toàn bộ thể tích V , N là một số không đổi. Trong quá trình nén khí đẳng nhiệt thì thể tích V giảm, áp suất p tăng tỉ lệ nghịch với V (vì $pV =$ hằng số). Số phân tử trong đơn vị thể tích n cũng tăng tỉ lệ nghịch với V . Như vậy thì n tỉ lệ thuận với p .

2. 0,5 mol khí ở 0°C và áp suất 1 atm chiếm thể tích $0,5 \cdot 22,4 = 11,2$ lít. Nếu chứa trong bình dung tích 5 lít thì áp suất sẽ là :

$$1 \cdot \frac{11,2}{5} = 2,24 \text{ atm.}$$

3. $\frac{10}{4} = 2,5$ lần.

4. Độ chênh lệch áp suất ứng với 5 m nước là :

$$\Delta p = 1\,000 \cdot 9,8 \cdot 5 = 49\,000 \text{ Pa}$$

Mặt hồ có áp suất $p_0 = 10^5$ Pa, đáy hồ có áp suất $p = p_0 + \Delta p = 149\,000$ Pa.

Thể tích của bọt khí tăng lên $\frac{149\,000}{100\,000} = 1,49$ lần.

5. Gọi p là áp suất ban đầu, vậy $p \cdot 9 = (p + \Delta p) \cdot 6$. Từ đây suy ra :

$$3p = 6\Delta p \text{ hay là } p = 2\Delta p = 2 \cdot 50 = 100 \text{ kPa.}$$