

43 ỨNG DỤNG CỦA ĐỊNH LUẬT BÉC-NU-LI

I – Mục tiêu

- Hiểu được cách đo áp suất tĩnh, áp suất động và giải thích được một vài hiện tượng bằng định luật Béc-nu-li.
- Hiểu hoạt động của ống Ven-tu-ri.

II – Chuẩn bị

1. Giáo viên

Ống Ven-tu-ri, các ống thuỷ tinh đo áp suất tĩnh và áp suất toàn phần.

2. Học sinh

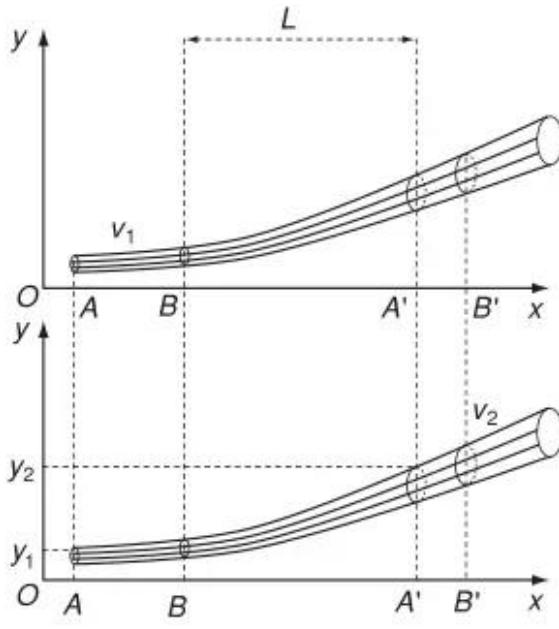
HS ôn lại định luật Béc-nu-li.

III – Những điều cần lưu ý

Chứng minh định luật Béc-nu-li tổng quát :

Trong thời gian Δt , khối chất lỏng nằm trong khoảng AA' đã di chuyển đến khoảng BB' . Xét độ biến thiên động năng của khối chất lỏng đó. Ta nhận thấy phần chất lỏng nằm từ B đến A' (trong khoảng L trên Hình 43.1) là không đổi. Độ biến thiên động năng là :

$$\begin{aligned}\Delta E_d &= \frac{1}{2} \Delta m v_2^2 - \frac{1}{2} \Delta m v_1^2 \\ &= \frac{1}{2} \rho \Delta V (v_2^2 - v_1^2)\end{aligned}$$



Hình 43.1

Trong đó, $\Delta m = \rho \Delta V$ là khối lượng của lượng chất lỏng đi vào với vận tốc v_1 qua mặt B, cũng là khối lượng của lượng chất lỏng đi ra qua mặt A' với vận tốc v_2 .

Độ biến thiên động năng bằng công của ngoại lực tác dụng lên khối chất lỏng đó trong thời gian Δt . Công này gồm công của trọng lực đưa khối chất lỏng Δm từ độ cao y_1 lên độ cao y_2 và công của các áp lực phía trước đẩy Δm vào và áp lực cản Δm đi ra.

Ta có :

- + Công của trọng lực bằng : $W_1 = -\Delta mg(y_2 - y_1) = -\rho \Delta V g(y_2 - y_1)$.
- + Công của áp lực đẩy Δm vào : $W_2 = p_1 S_1 \Delta l_1 = p_1 \Delta V$.
- + Công của áp lực cản Δm đi ra : $W_3 = -p_2 S_2 \Delta l_2 = -p_2 \Delta V$.

Ta phải có :

$$\Delta E_{\text{đ}} = W_1 + W_2 + W_3, \text{ hay là :}$$

$$\frac{1}{2} \rho \Delta V (v_2^2 - v_1^2) = -\rho \Delta V g(y_2 - y_1) + p_1 \Delta V - p_2 \Delta V$$

Từ đó rút ra :

$$p_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho gy_1 = p_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho gy_2$$

hay là : $p + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho gy = \text{hằng số.}$

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

1. GV giải thích kĩ cách đo áp suất tĩnh và áp suất toàn phần để HS có thể tự giải thích cơ chế của ống Ven-tu-ri. Hoạt động của ống Pi-tô giành cho HS tự nghiên cứu ở nhà.

2. GV nên giải thích kĩ lực nâng cánh máy bay. Chú ý rằng cánh máy bay có thể được nâng lên khi máy bay bay theo phương nằm ngang nhờ hình dạng động học của nó.

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

Câu hỏi

1. Khi thổi không khí qua khe giữa hai tờ giấy, áp suất tĩnh ở khe giảm so với áp suất không khí bên ngoài nên hai tờ giấy bị ép sát nhau.

2*. Chứng minh công thức (43.5) SGK : Xét hai điểm A và B trong cùng một ống dòng, điểm A nằm ở đầu ống Pi-tô chấn ngang đường dòng, điểm B nằm ở trên thành ống song song với các đường dòng. Vì ở điểm A, các phân tử khí có vận tốc bằng 0, nên áp suất toàn phần bằng áp suất tĩnh p_A nén cột thuỷ ngân của nhánh trái áp kế chữ U. Tại điểm B có lỗ thông với bên trong ống Pi-tô, áp suất toàn phần gồm áp suất tĩnh p_B và áp suất động do có vận tốc v của dòng bằng vận tốc máy bay. Áp suất tĩnh p_B tác động lên cột thuỷ ngân ở nhánh bên phải áp kế chữ U, áp suất động bằng $\rho_{kk}v^2$ trong đó ρ_{kk} là khối lượng riêng của không khí. Theo định luật Béc-nu-li, áp suất toàn phần tại điểm A và tại điểm B là bằng nhau, ta có :

$$p_A = p_B + \frac{1}{2}\rho_{kk}v^2$$

hay là : $\frac{1}{2}\rho_{kk}v^2 = p_A - p_B = \rho_{Hg}g(h_B - h_A) = \rho_{Hg}g\Delta h$

Từ đó suy ra được :

$$v = \sqrt{\frac{2\rho_{Hg}g\Delta h}{\rho_{kk}}} \text{ là công thức cần tìm.}$$

3. Ta có thể nói định luật Béc-nu-li là một ứng dụng của định luật bảo toàn năng lượng vì ta chứng minh định luật Béc-nu-li bằng cách áp dụng một trường hợp đặc biệt của định luật bảo toàn năng lượng là định luật bảo toàn cơ năng.

Bài tập

1. Độ chênh áp suất tĩnh giữa dòng không khí phía dưới và phía trên cánh máy bay là nguyên nhân gây ra lực nâng máy bay. Xét hai điểm A và B, điểm A nằm ở dòng không khí phía trên cánh và điểm B nằm ở dòng không khí phía dưới cánh máy bay. Theo định luật Béc-nu-li ta có :

$$p_A + \frac{1}{2}\rho v_A^2 = p_B + \frac{1}{2}\rho v_B^2$$

hay là : $p_B - p_A = \frac{1}{2}\rho(v_A^2 - v_B^2)$

Lực nâng máy bay bằng lực tác dụng lên hai cánh máy bay :

$$F_N = (p_B - p_A)S \cdot 2 = \frac{1}{2} \rho(v_A^2 - v_B^2)S \cdot 2$$

với S là diện tích một cánh máy bay.

Thay các số liệu đã cho vào công thức trên, ta được :

$$F_N = \frac{1}{2} \cdot 1,21 (65^2 - 50^2) 25 \cdot 2 = 52\,181 \text{ N.}$$

Máy bay bay theo phương nằm ngang, độ lớn của lực nâng đúng bằng trọng lượng của nó, tức là $P = 52\,181 \text{ N.}$

2. Độ chênh mực nước giữa hai cột của ống chữ U là do độ chênh của áp suất động của không khí ở miệng hai ống. Ta có :

$$\Delta p = \frac{1}{2} \rho(v_1^2 - v_2^2) = \frac{1}{2} 1,21(15^2 - 0) = 136,125 \text{ N/m}^2$$

Độ chênh mực nước giữa hai ống bằng :

$$\Delta l = \frac{\Delta p}{\rho_N g} = \frac{136,125}{1\,000 \cdot 9,8} \approx 0,013\,8 \text{ m} = 1,4 \text{ cm.}$$