



Chương 4

Động lực học



Bài 12: Một số lực trong thực tiễn

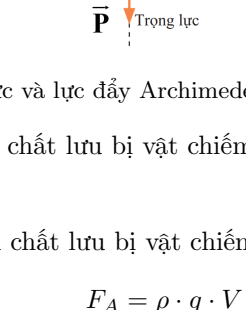
Lực cản và lực nâng của chất lưu

I

Lý thuyết

1 Lực đẩy Archimedes

Mọi vật chìm trong chất lưu (chất lỏng, không khí, ...) đều chịu tác dụng của lực nâng. Lực nâng này được gọi là lực đẩy Archimedes và có đặc điểm như sau:



Hình 1: Trọng lực và lực đẩy Archimedes tác dụng lên vật.

- Điểm đặt: trọng tâm của phần chất lưu bị vật chiếm chỗ;
- Phương: thẳng đứng;
- Chiều: từ dưới lên trên;
- Độ lớn: bằng trọng lượng phần chất lưu bị vật chiếm chỗ

$$F_A = \rho \cdot g \cdot V$$

trong đó:

- F_A : độ lớn lực đẩy Archimedes tác dụng lên phần vật chìm (N);
- ρ : khối lượng riêng của chất lưu kg/m^3 ;
- g : gia tốc trọng trường m/s^2 ;
- V : thể tích phần chất lưu bị vật chiếm chỗ m^3 .

2 Áp suất chất lỏng

Định nghĩa áp suất

Áp suất là đại lượng được xác định bằng độ lớn áp lực F trên một đơn vị diện tích S của mặt bị ép

$$p = \frac{F}{S}$$

Trong hệ SI, đơn vị của áp suất là Pa ($1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$).

Trong chất lỏng luôn tồn tại áp suất do trọng lượng của chất lỏng tạo ra.

Khối lượng riêng

Khối lượng riêng của một chất là đại lượng được xác định bằng khối lượng m của vật tạo thành từ chất đó trên một đơn vị thể tích V của vật

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Trong hệ SI, đơn vị của khối lượng riêng là kg/m^3 .

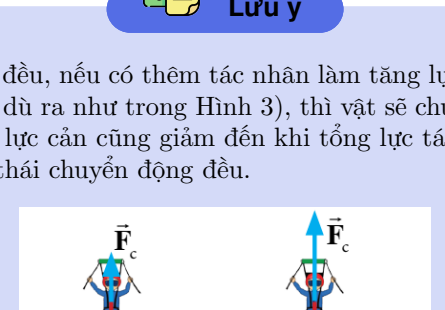
Độ chênh lệch áp suất giữa hai điểm trong lòng chất lỏng

Xét hai điểm A và B cách nhau một đoạn Δh theo phương thẳng đứng trong chậu chứa một chất lỏng xác định. Độ chênh lệch áp suất giữa hai điểm A và B

$$\Delta p = \rho \cdot g \cdot \Delta h$$

3 Lực cản của chất lưu

Khi chuyển động trong không khí, trong nước hoặc trong chất lỏng nói chung (gọi chung là chất lưu), vật đều chịu tác dụng của lực cản.



Hình 2: Đồ thị tốc độ theo thời gian của vật rơi trong chất lưu khi có lực cản.

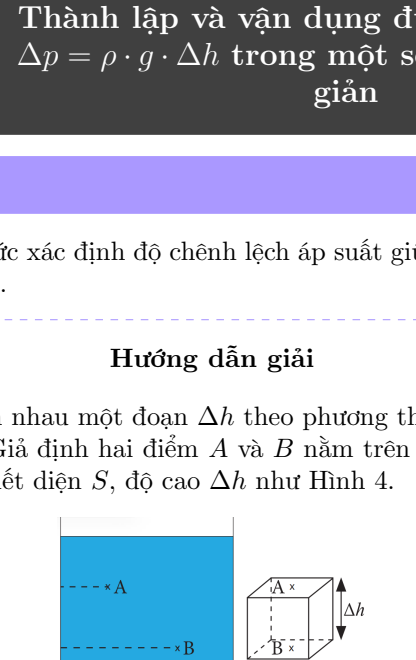
Chuyển động của vật trong chất lưu được chia thành 3 giai đoạn:

- Nhanh dần đều từ lúc bắt đầu rơi trong một thời gian ngắn.
- Nhanh dần không đều trong một khoảng thời gian tiếp theo. Lúc này lực cản bắt đầu có độ lớn đáng kể và tăng dần.
- Chuyển động đều với tốc độ giới hạn không đổi. Khi đó, tổng hợp lực tác dụng lên vật rơi bị triệt tiêu.



Lưu ý

Sau khi vật chuyển động đều, nếu có thêm tác nhân làm tăng lực cản của chất lưu (ví dụ như người nhảy dù bung dù ra như trong Hình 3), thì vật sẽ chuyển động chậm dần. Tốc độ rơi của vật giảm dần, lực cản cũng giảm đến khi tổng lực tác dụng lên vật lại bị triệt tiêu và vật trở lại trạng thái chuyển động đều.



Hình 3: a) chưa bung dù; b) chuyển động ổn định khi chưa bung dù; c) vừa bung dù; d) chuyển động ổn định.

Lực cản của chất lưu được biểu diễn bởi một lực đặt tại trọng tâm vật, cùng phương và ngược chiều với chiều chuyển động của vật trong chất lưu. Lực cản này phụ thuộc vào hình dạng và tốc độ của vật.

II

Mục tiêu bài học - Ví dụ minh hoạ

Mục tiêu 1:

Thành lập và vận dụng được phương trình $\Delta p = \rho \cdot g \cdot \Delta h$ trong một số trường hợp đơn giản

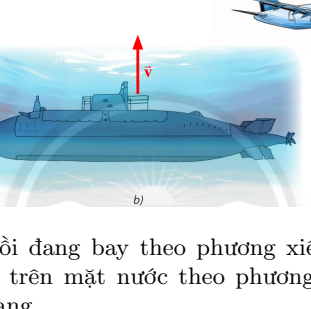
Ví dụ 1



Em hãy xây dựng biểu thức xác định độ chênh lệch áp suất giữa hai điểm có độ sâu khác nhau trong lòng chất lỏng.

Hướng dẫn giải

Xét hai điểm A và B cách nhau một đoạn Δh theo phương thẳng đứng trong chậu chứa một chất lỏng xác định. Giả định hai điểm A và B nằm trên hai mặt đáy của một bình chứa hình hộp chữ nhật. Diện tích đáy của bình chứa hình hộp chữ nhật tiết diện S , độ cao Δh như Hình 4.



Hình 4: Hai điểm A và B trong lòng chất lỏng có thể được giả định thành hai điểm A và B nằm trên hai mặt đáy của một bình chứa hình hộp chữ nhật.

Độ chênh lệch áp suất Δp giữa hai đáy là do trọng lượng mg của phần chất lỏng hình trụ có khối lượng m gây ra trên một đơn vị diện tích. Theo định nghĩa áp suất, ta có

$$\Delta p = \frac{mg}{S} \quad (1)$$

Khối lượng của phần chất lỏng này được suy ra từ khối lượng riêng và thể tích của nó

$$m = \rho \cdot V = \rho \cdot S \cdot \Delta h$$

Thay vào biểu thức (1), ta có:

$$\Delta p = \rho \cdot g \cdot \Delta h$$

Ví dụ 2



Kỉ lục thế giới về lặn tự do (không có bình dưỡng khí) được thực hiện bởi một nữ thợ lặn người Slovenia khi cô lặn xuống biển tới độ sâu 114 m. Hãy tính độ chênh lệch áp suất tại vị trí này so với mặt thoáng của nước biển. Lấy giá trị trung bình khối lượng riêng của nước biển là 1025 kg/m^3 và $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

Hướng dẫn giải

Độ chênh lệch áp suất tại vị trí có độ sâu 114 m so với mặt thoáng của nước biển:

$$\Delta p = \rho g \Delta h = (1025 \text{ kg/m}^3) \cdot (9,8 \text{ m/s}^2) \cdot (114 \text{ m}) \approx 11,45 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

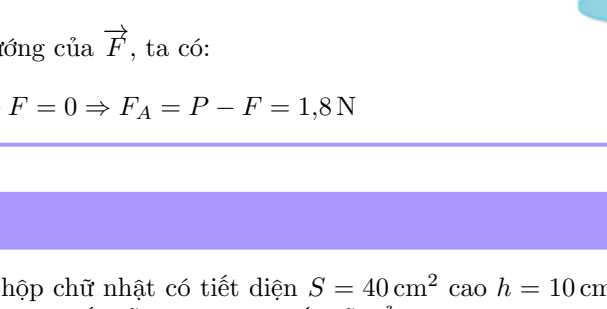
Mục tiêu 2:

Mô tả được bằng ví dụ thực tiễn và biểu diễn được bằng hình vẽ: lực cản, lực nâng của chất lưu

Ví dụ 1



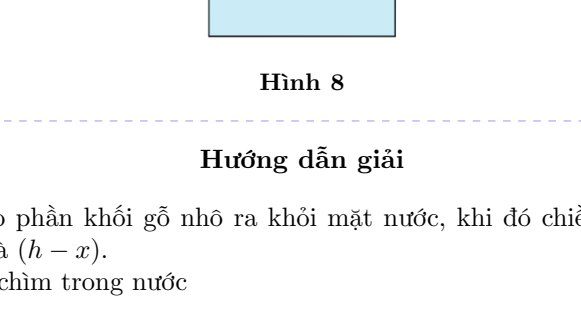
Hãy vẽ lực cản của không khí hoặc nước tác dụng lên các vật trong các trường hợp được mô tả trong Hình 5



Hình 5: a) Con chim ruồi đang bay theo phương hướng lên trên; b) Tàu ngầm đang di chuyển lên trên mặt nước theo phương thẳng đứng; c) Máy bay đang bay theo phương ngang.

Hướng dẫn giải

Lực cản tác dụng lên vật được biểu diễn như hình vẽ:



Lực cản tác dụng lên vật được biểu diễn như hình vẽ:

Ví dụ 2



Một khối gỗ hình hộp chữ nhật có tiết diện $S = 40 \text{ cm}^2$ cao $h = 10 \text{ cm}$. Khối gỗ có khối lượng $m = 160 \text{ g}$. Thả khối gỗ vào nước, khối gỗ nổi lơ lửng trên mặt nước như hình 8. Khối lượng riêng của nước là $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$. Tìm chiều cao của phần gỗ nổi trên mặt nước.

Hình 8

Hướng dẫn giải

Gọi x là chiều cao phần khối gỗ nhô ra khỏi mặt nước, khi đó chiều cao phần khối gỗ chìm trong nước là $(h - x)$.
Thể tích phần gỗ chìm trong nước

$$V = S(h - x)$$

Khi khối gỗ cân bằng trong nước thì trọng lực của khối gỗ cân bằng với lực đẩy Archimedes

$$P = F_A \Leftrightarrow mg = \rho g V = \rho g S(h - x)$$

$$\Rightarrow x = h - \frac{m}{\rho S} = (0,1 \text{ m}) - \frac{(0,16 \text{ kg})}{(1000 \text{ kg/m}^3) \cdot (40 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2)} = 0,06 \text{ m} = 6 \text{ cm}.$$

