

BÀI GIẢNG: LỰC ĐẨY ÁC-SI-MÉT CỦA MỘT CHẤT LỎNG
CHUYÊN ĐỀ: ÁP SUẤT. LỰC ĐẨY CÁC-SI-MÉT
MÔN: VẬT LÝ LỚP 9
THẦY GIÁO: NGUYỄN THẾ VINH – GV TUYENSINH247.COM

I. LÝ THUYẾT

1. Lực đẩy Ác-si-mét

Công thức: $F_A = d_l \cdot V$

Trong đó: d_l (N/m^3) là trọng lượng riêng của chất lỏng

V (m^3) là thể tích của phần vật bị chìm trong chất lỏng (hay thể tích chất lỏng bị vật chiếm chỗ)

F_A (N) là lực đẩy Ác-si-mét tác dụng lên vật

Mối liên hệ giữa trọng lượng riêng và khối lượng riêng: $d = 10D$

Với D (kg/m^3) là khối lượng riêng

Chú ý: Xác định lực đẩy Ác-si-mét bằng thực nghiệm

Treo vật trong không khí, lực kế chỉ giá trị P_1

Nhúng vật trong chất lỏng, lực kế chỉ giá trị $P_2 < P_1$

Lực đẩy Ác-si-mét tác dụng lên vật: $F_A = P_1 - P_2$

2. Sự nổi của vật

Khi nhúng chìm hoàn toàn vật trong nước

Thể tích của vật (V_V) bằng thể tích chất lỏng bị vật chiếm chỗ (V_l)

Trọng lượng của vật: $P = d_V \cdot V_V$

+ Nếu $P > F_A \Rightarrow d_V \cdot V_V > d_l \cdot V_l \Rightarrow d_V > d_l$: vật chìm trong nước

+ Nếu $P = F_A \Rightarrow d_V \cdot V_V = d_l \cdot V_l \Rightarrow d_V = d_l$: vật lơ lửng trong nước

+ Nếu $P < F_A \Rightarrow d_V \cdot V_V < d_l \cdot V_l \Rightarrow d_V < d_l$: vật nổi

Chú ý: khi vật nổi, $P = F_A$

II. VẬN DỤNG

Bài 1: Cho một khối gỗ hình hộp lập phương cạnh $a = 10\text{cm}$ có trọng lượng riêng $d = 6000\text{N/m}^3$ được thả vào trong nước sao cho một mặt đáy song song với mặt thoáng của nước. Trọng lượng riêng của nước là $d_n = 10\,000\text{N/m}^3$.

a) Tính lực đẩy Ác – si – mét của nước tác dụng lên khối gỗ.

b) Tính chiều cao phần khối gỗ ngập trong nước.

Bài 2 (Chuyên ĐHSPT Vinh 2014): Một chiếc vương miện được làm bằng đồng mạ vàng. Treo vương miện vào lực kế: Khi treo trong không khí lực kế chỉ $2,75\text{N}$; Khi nhúng vương miện vào trong nước thì lực kế chỉ $2,48\text{N}$. Tính tỉ lệ phần trăm về khối lượng của vàng trong vương miện. Biết trọng lượng riêng của vàng, của đồng và của nước lần lượt là $d_v = 193 \cdot 10^3\text{N/m}^3$, $d_d = 86 \cdot 10^3\text{N/m}^3$, $d_n = 10^4\text{N/m}^3$.

Bài 3 (Chuyên TPHCM 2015): Một chiếc tàu bằng sắt khối lượng $m = 120$ tấn bị chìm dưới đáy biển sâu. Để nâng tàu lên trên mặt nước, người ta cột vào tàu những chiếc phao bằng nhựa chứa không khí, thể tích mỗi phao là $V_0 = 15\text{m}^3$. Bỏ qua trọng lượng của phao và không khí trong phao. Cho rằng lực tác dụng lên tàu và các phao là trọng lực của tàu, lực đẩy Ác – si – mét của nước tác dụng lên tàu và các phao. Không có

các khoảng trống chứa không khí bên trong tàu. Trọng lượng riêng của nước biển là $d_0 = 10300 \text{ N/m}^3$, của sắt là $d = 78000 \text{ N/m}^3$. Để tàu nổi lên, cần sử dụng ít nhất bao nhiêu phao?

Bài 4 (Chuyên HN 2016): Trời về chiều, sau một ngày lao động mệt nhọc, ông lão đánh cá nằm nghỉ trên bờ sông. Theo thói quen, ông lão thả mắt theo dòng nước nhìn thấy một vật ngập hoàn toàn trong nước đang lững lờ trôi. Ông lão vớt lấy vật và mang lên bờ, đó là một chiếc bình đất nung, miệng bình được nút kín. Ông lão mở nút ra và kinh ngạc: trong bình có 400 đồng tiền vàng giống nhau. Ông lão quyết định giữ lại một phần nhỏ, phần còn lại để phân phát cho những người nghèo trong vùng. Sau đó, ông lão đậy kín bình lại rồi ném xuống sông thấy một phần ba bình nhô lên khỏi mặt nước. Hãy tìm khối lượng mỗi đồng tiền vàng. Biết bình có thể tích ngoài 4,5 lít và khối lượng riêng của nước là 1000 kg/m^3 .

Bài 5 (Chuyên KHTN 2015): Thả nhẹ một cốc rỗng hình trụ theo phương thẳng đứng, miệng cốc hướng lên trên vào một chất lỏng X thì khi cân bằng cốc nổi và miệng cốc cách mặt chất lỏng một khoảng $h_1 = 5,0 \text{ cm}$. Đổ nhẹ cát vào cốc đến khi khối lượng cát trong cốc là $m_1 = 0,2 \text{ kg}$ thì cốc bắt đầu chìm. Thả nhẹ cốc trên (lúc đầu chưa có cát) vào bình đựng chất lỏng Y thì miệng cốc cách mặt chất lỏng một khoảng là $h_2 = 6,0 \text{ cm}$. Đổ nhẹ $m_2 = 0,3 \text{ kg}$ cát vào cốc thì cốc bắt đầu chìm. Trong toàn bộ các quá trình trên cốc luôn luôn giữ ở vị trí thẳng đứng.

- Tìm tỉ số khối lượng riêng của hai chất lỏng X và Y.
- Tìm chiều cao và khối lượng của cốc.

HƯỚNG DẪN GIẢI VÀ ĐÁP ÁN

Bài 1:

a) Khi nổi cân bằng trên bề mặt chất lỏng, ta có:

$$F_A = P = d_v \cdot V_v = d_v \cdot a^3 = 6000 \cdot 0,1^3 = 6 \text{ (N)}$$

b) Gọi chiều cao phần khối gỗ ngập trong nước là x

$$\text{Ta có: } F_A = d_n \cdot V_c = d_n \cdot a^2 \cdot x \Rightarrow 6 = 10000 \cdot 0,1^2 \cdot x \Rightarrow x = 0,06 \text{ (m)} = 6 \text{ (cm)}$$

Bài 2:

Gọi V_v là thể tích của phần vàng trong vương miện

V_d là thể tích của phần đồng trong vương miện

Ở ngoài không khí, số chỉ của lực kế là:

$$P_v + P_d = 2,75 \Rightarrow d_v \cdot V_v + d_d \cdot V_d = 2,75$$

$$\Rightarrow 193 \cdot 10^3 V_v + 86 \cdot 10^3 V_d = 2,75 \text{ (1)}$$

Khi nhúng trong nước, lực đẩy Ác-si-mét tác dụng lên vương miện là:

$$F_A = P_1 - P_2 \Rightarrow d_n (V_v + V_d) = P_1 - P_2$$

$$\Rightarrow 10000 (V_v + V_d) = 2,75 - 2,48 = 0,27$$

$$\Rightarrow V_v + V_d = 0,27 \cdot 10^{-4} \text{ (m}^3\text{)} \text{ (2)}$$

Từ (1) và (2) ta có hệ phương trình:

$$\begin{cases} 193 \cdot 10^3 V_v + 86 \cdot 10^3 V_d = 2,75 \\ V_v + V_d = 0,27 \cdot 10^{-4} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} V_v = 4 \cdot 10^{-6} \text{ (m}^3\text{)} = 4 \text{ (cm}^3\text{)} \\ V_d = 23 \cdot 10^{-6} \text{ (m}^3\text{)} = 23 \text{ (cm}^3\text{)} \end{cases}$$

Khối lượng của vương miện là:

$$m = \frac{P_1}{10} = \frac{2,75}{10} = 0,275 \text{ (kg)}$$

Khối lượng của vàng là:

$$m_v = \frac{P_v}{10} = \frac{d_v \cdot V_v}{10} = \frac{193 \cdot 10^3 \cdot 4 \cdot 10^{-6}}{10} = 0,0772 \text{ (kg)}$$

Tỉ lệ phần trăm khối lượng của vàng trong vương miện là:

$$\frac{m_v}{m} \cdot 100\% = \frac{0,0772}{0,275} \cdot 100\% \approx 28\%$$

Bài 3:

Trọng lượng của tàu là:

$$P = 10m = 10 \cdot 120000 = 12 \cdot 10^5 \text{ (N)}$$

Thể tích của tàu là:

$$V = \frac{P}{d} = \frac{12 \cdot 10^5}{78000} = \frac{200}{13} \text{ (m}^3\text{)}$$

Lực đẩy Ác-si-mét tác dụng lên tàu là:

$$F_{A1} = d_l \cdot V = 10300 \cdot \frac{200}{13} \approx 158461,54 \text{ (N)}$$

Lực đẩy Ác-si-mét tác dụng lên các phao là:

$$F_{A2} = d_l \cdot V_p = d_l \cdot nV_0 = 10300 \cdot n \cdot 15 = 154500n$$

Để tàu nổi lên, ta có:

$$F_{A1} + F_{A2} \geq P \Rightarrow 158461,54 + 154500n \geq 12 \cdot 10^5$$

$$\Rightarrow n \geq 6,74 \text{ (} n \in \mathbb{Z}^+ \text{)} \Rightarrow n_{\min} = 7$$

Vậy số phao ít nhất cần dùng là 7 phao

Bài 4:

Khi có tiền vàng trong bình, bình ngập hoàn toàn trong nước và cân bằng, nên:

$$P_b + P_t = F_A = d_l \cdot V \text{ (1) (với V là thể tích ngoài của bình)}$$

Khi không có tiền trong bình, ta có:

$$P_b = F_A' = d_l \cdot \frac{2V}{3} \text{ (2)}$$

Từ (1) và (2), ta có:

$$P_t = d_l \cdot V - d_l \cdot \frac{2V}{3} = \frac{1}{3} d_l \cdot V = \frac{1}{3} \cdot 10 \cdot 1000 \cdot 4,5 \cdot 10^{-3} = 15 \text{ (N)}$$

$$\Rightarrow m_t = \frac{P_t}{10} = \frac{15}{10} = 1,5 \text{ (kg)}$$

Khối lượng của mỗi đồng tiền vàng là:

$$m_0 = \frac{m_t}{400} = \frac{1,5}{400} = 3,75 \cdot 10^{-3} \text{ (kg)} = 3,75 \text{ (g)}$$

Bài 5:

Gọi m là khối lượng của cốc

S là diện tích tiết diện của cốc

h là chiều cao của cốc

Khi chưa có cát:

Trong chất lỏng X, ta có:

$$P = F_{AX} \Rightarrow 10m = 10D_1 \cdot S \cdot (h - h_1) \text{ (1)}$$

Trong chất lỏng Y, ta có:

$$P = F_{AY} \Rightarrow 10m = 10D_2 \cdot S \cdot (h - h_2) \text{ (2)}$$

Khi đổ cát vào cốc:

Trong chất lỏng X, ta có:

$$P + P_1 = F_{AX} \Rightarrow 10(m + m_1) = 10D_1 \cdot Sh \quad (3)$$

Trong chất lỏng Y, ta có:

$$P + P_2 = F_{AY} \Rightarrow 10(m + m_2) = 10D_2 \cdot Sh \quad (4)$$

a) Từ phương trình (1) và (3), ta có: $10m_1 = 10D_1 h_1 S$

Từ phương trình (2) và (4), ta có: $10m_2 = 10D_2 h_2 S$

Ta có tỉ số: $\frac{m_1}{m_2} = \frac{D_1}{D_2} \cdot \frac{h_1}{h_2} \Rightarrow \frac{D_1}{D_2} = \frac{m_1}{m_2} \cdot \frac{h_2}{h_1} = \frac{0,2}{0,3} \cdot \frac{6}{5} = 0,8$

b) Chia hai vế phương trình (3) và (4), ta có:

$$\frac{m + m_1}{m + m_2} = \frac{D_1}{D_2} = 0,8 \Rightarrow \frac{m + 0,2}{m + 0,3} = 0,8 \Rightarrow m = 0,2 \text{ (kg)}$$

Chia hai vế phương trình (1) và (2), ta có:

$$1 = \frac{D_1}{D_2} \cdot \frac{h - h_1}{h - h_2} \Rightarrow \frac{h - h_2}{h - h_1} = \frac{D_1}{D_2} = 0,8 \Rightarrow \frac{h - 6}{h - 5} = 0,8 \Rightarrow h = 10 \text{ (cm)}$$