

Lực đẩy Archimedes: Giải mã bí ẩn tại sao tàu thủy khổng lồ lại nổi

Chúng ta thường thấy những con tàu khổng lồ, nặng hàng chục nghìn tấn, làm bằng thép, lại có thể ung dung nổi trên mặt biển. Trong khi đó, một hòn bi sắt nhỏ, một chiếc kim khâu lại dễ dàng chìm xuống đáy. Tại sao lại có sự nghịch lý này? Bí mật nằm ở một nguyên lý vật lý vô cùng quan trọng mang tên Lực đẩy Archimedes. Hãy cùng tìm hiểu nhé!

1. Lực đẩy Archimedes là gì?

a. Định nghĩa

Khi một vật được nhúng vào trong chất lỏng, nó sẽ chịu một lực đẩy từ dưới lên của chất lỏng tác dụng lên nó. Lực này được gọi là lực đẩy Archimedes (Ác-si-mét).

Lực này có các đặc điểm sau:

- **Phương:** Thẳng đứng.
- **Chiều:** Từ dưới lên trên.
- **Điểm đặt:** Tại trọng tâm của phần chất lỏng bị vật chiếm chỗ.

b. Công thức tính độ lớn

Độ lớn của lực đẩy Archimedes bằng trọng lượng của phần chất lỏng bị vật chiếm chỗ.

$$F_A = d * V$$

Trong đó:

- F_A : là độ lớn lực đẩy Archimedes (đơn vị: Newton - N).
- d : là trọng lượng riêng của chất lỏng (đơn vị: N/m³).
- V : là thể tích của phần chất lỏng bị vật chiếm chỗ (cũng chính là thể tích phần chìm của vật) (đơn vị: m³).

*Lưu ý: Trọng lượng riêng (d) và khối lượng riêng (D) liên hệ với nhau qua công thức: $d = 10 * D$.*

c. Ví dụ minh họa

1. **Ví dụ 1:** Một khối gỗ hình hộp chữ nhật có thể tích 0,002 m³ được nhúng chìm hoàn toàn trong nước. Biết trọng lượng riêng của nước là 10.000 N/m³. Tính lực đẩy Archimedes tác dụng lên khối gỗ.

2. *Giải:*

Vì khối gỗ chìm hoàn toàn trong nước nên thể tích phần nước bị chiếm chỗ bằng thể tích của khối gỗ: $V = 0,002 \text{ m}^3$.

Lực đẩy Archimedes tác dụng lên khối gỗ là:

$$F_A = d * V = 10.000 * 0,002 = 20 \text{ N.}$$

3. **Ví dụ 2:** Một quả cầu bằng nhôm có thể tích 500 cm³ được thả vào một chậu đựng thủy ngân. Biết trọng lượng riêng của thủy ngân là 136.000 N/m³. Tính lực đẩy Archimedes tác dụng lên quả cầu.

4. *Giải:*

$$\text{Đổi đơn vị: } 500 \text{ cm}^3 = 0,0005 \text{ m}^3.$$

Vì trọng lượng riêng của nhôm (27.000 N/m^3) nhỏ hơn của thủy ngân nên quả cầu sẽ nổi. Tuy nhiên, nếu giả sử nó chìm hoàn toàn, lực đẩy tối đa tác dụng lên nó là:

$$F_A = d * V = 136.000 * 0,0005 = 68 \text{ N.}$$

2. Khi nào vật nổi, khi nào vật chìm?

Trạng thái của một vật khi đặt trong chất lỏng phụ thuộc vào sự tương quan giữa hai lực: trọng lực (P) tác dụng lên vật và lực đẩy Archimedes (F_A) của chất lỏng tác dụng lên vật.

So sánh lực	So sánh trọng lượng riêng	Trạng thái của vật	Giải thích
$P > F_A$	$d_{\text{vật}} > d_{\text{lỏng}}$	Vật chìm	Lực hút của Trái Đất (trọng lực) lớn hơn lực đẩy của chất lỏng, vật sẽ bị kéo chìm xuống đáy.
$P = F_A$	$d_{\text{vật}} = d_{\text{lỏng}}$	Vật lơ lửng	Hai lực tác dụng lên vật cân bằng nhau. Vật có thể đứng yên ở bất kỳ vị trí nào trong lòng chất lỏng.
$P < F_A$	$d_{\text{vật}} < d_{\text{lỏng}}$	Vật nổi	Lực đẩy của chất lỏng lớn hơn trọng lực của vật. Vật sẽ bị đẩy lên trên. Khi vật nổi lên một phần, thể tích phần chìm giảm, F_A giảm theo. Vật sẽ nổi ổn định khi trọng lực bằng với lực đẩy Archimedes mới ($P = F_A'$).

Ví dụ minh họa

- **Hòn bi sắt:** Trọng lượng riêng của sắt ($d \approx 78.000 \text{ N/m}^3$) lớn hơn nhiều so với trọng lượng riêng của nước ($d = 10.000 \text{ N/m}^3$). Do đó, hòn bi sắt chìm.
- **Miếng xốp:** Trọng lượng riêng của xốp rất nhỏ so với trọng lượng riêng của nước. Do đó, miếng xốp nổi dễ dàng.
- **Tàu ngầm:** Tàu ngầm là một trường hợp đặc biệt. Nó có các khoang chứa lớn có thể bơm nước vào hoặc đẩy nước ra. Khi bơm nước vào, trọng lượng của tàu tăng lên, trọng lượng riêng trung bình tăng, tàu sẽ lặn xuống. Khi đẩy

nước ra bằng không khí nén, trọng lượng tàu giảm, tàu sẽ nổi lên.

3. Giải mã bí ẩn: Tại sao tàu thủy khổng lồ lại nổi?

Quay trở lại câu hỏi ban đầu, tàu thủy làm bằng thép, có trọng lượng riêng lớn hơn nước. Vậy tại sao nó lại nổi? Câu trả lời nằm ở hai yếu tố then chốt: **cấu trúc rỗng** và **thể tích chiếm chỗ khổng lồ**.

a. "Trọng lượng riêng trung bình" - Chìa khóa của vấn đề

Một con tàu không phải là một khối thép đặc. Nó có một cấu trúc vỏ thép bao bọc một không gian rỗng khổng lồ bên trong (khoang chứa hàng, khoang máy, phòng ở...). Chính không khí bên trong các khoang này đã làm thay đổi mọi thứ.

Khi xét điều kiện nổi hay chìm của con tàu, ta phải xét **trọng lượng riêng trung bình** của cả con tàu, được tính bằng tổng trọng lượng (vỏ thép, máy móc, hàng hóa, không khí...) chia cho tổng thể tích mà nó chiếm chỗ.

$$d_{\text{trung bình}} = \text{Tổng trọng lượng (P)} / \text{Tổng thể tích (V}_{\text{tàu}})$$

Vì bên trong tàu có rất nhiều không gian chứa không khí (có trọng lượng không đáng kể), nên thể tích tổng thể của con tàu cực lớn so với trọng lượng của nó.

Kết quả là **trọng lượng riêng trung bình của cả con tàu nhỏ hơn trọng lượng riêng của nước**. Đây chính là điều kiện tiên quyết để tàu có thể nổi!

b. Vai trò của thể tích phần nước bị chiếm chỗ

Khi con tàu được hạ thủy, nó bắt đầu chìm xuống nước. Phần thân tàu chìm trong nước sẽ chiếm chỗ một thể tích nước tương ứng. Theo công thức $F_A = d_{\text{nước}} * V_{\text{chìm}}$, thể tích phần chìm ($V_{\text{chìm}}$) càng lớn, lực đẩy Archimedes (F_A) tác

dụng lên tàu càng mạnh.

Quá trình diễn ra như sau:

1. Tàu bắt đầu chìm xuống do trọng lực P của nó.
2. Khi tàu chìm, $V_{\text{chìm}}$ tăng lên, do đó lực đẩy F_A cũng tăng lên.
3. Quá trình này tiếp diễn cho đến khi lực đẩy F_A tăng lên đủ lớn để bằng đúng với trọng lượng P của con tàu.
4. Tại thời điểm $\mathbf{P = F_A}$, các lực tác dụng lên tàu cân bằng. Tàu sẽ không chìm thêm nữa và nổi ổn định trên mặt nước.

Do thân tàu được thiết kế để chiếm một thể tích nước khổng lồ, nên lực đẩy Archimedes sinh ra cũng vô cùng lớn, đủ sức nâng đỡ toàn bộ trọng lượng hàng chục nghìn tấn của con tàu.

c. Ví dụ thực tế

Hãy tưởng tượng một chiếc thuyền thúng. Nếu bạn lật úp nó lại, nó chỉ chiếm một thể tích nhỏ và sẽ chìm. Nhưng khi bạn để nó nổi đúng cách, phần rỗng bên trong giúp nó chiếm một thể tích nước lớn hơn nhiều, tạo ra lực đẩy đủ để nó nổi và thậm chí chở thêm người. Tàu thủy cũng hoạt động theo nguyên lý tương tự nhưng ở một quy mô lớn hơn rất nhiều.

4. Các ứng dụng khác của lực đẩy Archimedes

Nguyên lý Archimedes không chỉ giải thích việc tàu nổi mà còn có vô số ứng dụng trong đời sống và kỹ thuật:

- **Khinh khí cầu:** Nổi được trong không khí là do không khí nóng (hoặc khí hydro, heli) bên trong quả cầu có trọng lượng riêng nhỏ hơn không khí lạnh bên ngoài. Lực đẩy Archimedes của không khí sẽ đẩy nó bay lên.
- **Áo phao, phao cứu sinh:** Được làm từ các vật liệu xốp, nhẹ, có trọng lượng riêng rất nhỏ so với nước. Chúng chiếm một thể tích lớn nhưng trọng lượng không đáng kể, tạo ra một lực đẩy lớn giúp người mặc nổi trên mặt nước.
- **Phù kế (Tỷ trọng kế):** Là dụng cụ dùng để đo trọng lượng riêng (hoặc khối lượng riêng) của chất lỏng. Phù kế sẽ chìm sâu hơn trong chất lỏng có trọng lượng riêng nhỏ và nổi cao hơn trong chất lỏng có trọng lượng riêng lớn.