**Nguyên lý Archimedes**

**Mục tiêu học tập**

***14.10 Mô tả nguyên lý Archimedes***.

***14.11 Áp dụng mối quan hệ giữa lực đẩy lên một vật và khối lượng của chất lỏng bị vật chiếm chỗ.***

***14.12 Đối với một vật nổi, liên hệ lực đẩy với lực hấp dẫn.***

***14.13 For a floating body, relate the gravitational force to***

***the mass of the fluid displaced by the body.***

***14.14 Phân biệt giữa trọng lượng biểu kiến và trọng lượng thực.***

***14.15 Tính toán trọng lượng biểu kiến của một vật hoàn toàn hoặc một phần chìm trong chất lỏng.***

**Ý tưởng chính**

Nguyên lý Archimedes phát biểu rằng khi một vật chìm hoàn toàn hoặc một phần trong chất lỏng thì chất lỏng sẽ đẩy lên trên với một lực nổi có độ lớn

*Fb* = *mfg*

Trong đó: mf là khối lượng của chất lỏng bị vật chiếm chỗ (tức là khối lượng của chất lỏng bị đẩy ra khỏi vị trí ban đầu do vật thể).

* Khi một vật nổi trong chất lỏng, độ lớn của **lực đẩy** Fđẩy (lực nổi hướng lên) bằng với độ lớn của **lực hấp dẫn** Fg(trọng lực hướng xuống) tác dụng lên vật thể. Điều này có nghĩa là:
* **Trọng lượng biểu kiến** của một vật chịu tác dụng của lực đẩy được liên hệ với trọng lượng thực của nó theo công thức

weightapp = weight − *Fb*

**Nguyên lý Archimedes**

Hình 14-9 cho thấy một sinh viên đang ở trong bể bơi, điều chỉnh một túi nhựa rất mỏng (có khối lượng không đáng kể) được đổ đầy nước. Cô nhận thấy rằng túi và nước bên trong nó đang ở trạng thái cân bằng tĩnh, không có xu hướng nổi lên hay chìm xuống. Lực hấp dẫn hướng xuống Fg tác dụng lên nước chứa trong túi phải được cân bằng bởi một lực hướng lên từ nước xung quanh túi.

Lực hướng lên này là **lực đẩy** Fb. Lực này tồn tại vì áp suất của nước xung quanh tăng lên theo độ sâu dưới bề mặt. Do đó, áp suất gần đáy của túi lớn hơn áp suất gần đỉnh của túi, điều này có nghĩa là các lực tác dụng lên túi do áp suất sẽ lớn hơn về độ lớn ở gần đáy túi so với gần đỉnh. Một số lực này được biểu diễn trong Hình 14-10a, nơi không gian chiếm bởi túi được để trống. Chú ý rằng các vectơ lực được vẽ gần đáy không gian này (với các thành phần hướng lên) có độ dài lớn hơn so với các vectơ vẽ gần đỉnh của túi (với các thành phần hướng xuống). Nếu chúng ta cộng vectơ tất cả các lực tác dụng lên túi từ nước, các thành phần theo phương ngang sẽ triệt tiêu nhau và các thành phần theo phương thẳng đứng sẽ cộng lại để tạo ra lực đẩy hướng lên Fb tác dụng lên túi. (Lực Fb được thể hiện ở bên phải bể bơi trong Hình 14-10a.)

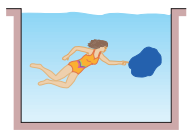
Vì túi nước đang ở trạng thái cân bằng tĩnh, độ lớn của Fbbằng với độ lớn của **lực hấp dẫn** Fg tác dụng lên túi nước: Fb=mfg (Chỉ số phụ **f** đề cập đến chất lỏng, trong trường hợp này là nước.) Nói cách khác, độ lớn của lực đẩy bằng với trọng lượng của nước trong túi.

Trong Hình 14-10b, chúng ta đã thay thế túi nước bằng một hòn đá mà vừa khít với lỗ trong Hình 14-10a. Hòn đá được gọi là đã thay thế nước, có nghĩa là hòn đá chiếm không gian mà lẽ ra nước sẽ chiếm. Chúng ta không thay đổi bất cứ điều gì về hình dạng của lỗ, vì vậy các lực trên bề mặt của lỗ phải giống như khi túi chứa đầy nước còn ở đó. Do đó, lực đẩy hướng lên tương tự như đã tác dụng lên túi nước bây giờ tác dụng lên hòn đá; nghĩa là độ lớn Fb của lực đẩy bằng với mfg, trọng lượng của nước bị hòn đá chiếm chỗ.

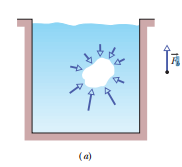
Không giống như túi chứa nước, hòn đá không ở trạng thái cân bằng tĩnh. **Lực hấp dẫn hướng xuống** Fg tác dụng lên hòn đá lớn hơn về độ lớn so với **lực đẩy hướng lên** (Hình 14-10b). Do đó, hòn đá sẽ gia tốc xuống dưới và chìm.

Tiếp theo, chúng ta lấp đầy lỗ trong Hình 14-10a bằng một khối gỗ nhẹ, như trong Hình 14-10c. Một lần nữa, không có gì thay đổi về các lực trên bề mặt của lỗ, vì vậy độ lớn Fb của lực đẩy vẫn bằng với mfg, trọng lượng của nước bị khối gỗ chiếm chỗ.

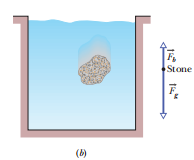
Lực đẩy hướng lên tác dụng lên túi nước này bằng với trọng lượng của nước bên trong túi.



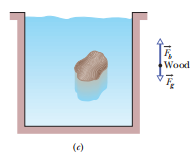
Hình 14-9: Một túi nhựa mỏng chứa nước đang ở trạng thái cân bằng tĩnh trong bể bơi. Lực hấp dẫn tác dụng lên túi phải được cân bằng bởi lực hướng lên tổng hợp từ nước xung quanh tác dụng lên nó.



**Lực đẩy** (lực nổi) xuất phát từ **áp suất** của nước xung quanh.



**Lực tổng hợp** là hướng xuống, do đó **hòn đá** sẽ gia tốc xuống dưới.



**Lực tổng hợp** là hướng lên, do đó **khối gỗ** sẽ gia tốc lên trên

**Trọng lượng của nước bị chiếm chỗ.** Cũng giống như hòn đá, khối gỗ không ở trong trạng thái cân bằng tĩnh. Tuy nhiên, lần này **lực hấp dẫn** Fg có độ lớn nhỏ hơn **lực đẩy** (như được thể hiện ở bên phải bể bơi), do đó khối gỗ sẽ gia tốc hướng lên, nổi lên bề mặt của nước.

Các kết quả của chúng ta với túi nước, hòn đá và khối gỗ áp dụng cho tất cả các chất lỏng và được tóm tắt trong nguyên lý Archimedes:

**Lực đẩy** tác dụng lên một vật trong một chất lỏng có độ lớn:

Fb=mfg (lực đẩy) (14−16)

trong đó mf là khối lượng của chất lỏng bị vật chiếm chỗ.

### Nổi

Khi chúng ta thả một khối gỗ nhẹ ngay trên mặt nước trong bể, khối gỗ sẽ chìm xuống nước vì **lực hấp dẫn** tác dụng lên nó kéo nó xuống. Khi khối gỗ chiếm chỗ ngày càng nhiều nước, độ lớn Fb của lực đẩy hướng lên tác dụng lên nó sẽ tăng lên. Cuối cùng, Fb đủ lớn để bằng với độ lớn Fg của lực hấp dẫn hướng xuống tác dụng lên khối gỗ, và khối gỗ sẽ dừng lại. Khối gỗ sau đó ở trong trạng thái cân bằng tĩnh và được coi là nổi trên mặt nước. Nói chung, chúng ta có thể viết tuyên bố này là:

Fb=Fg (14−17)

Từ phương trình (14-16), chúng ta biết rằng Fb=mfg. Do đó, chúng ta có thể viết tuyên bố này là:

Fg=mfg(14−18)

Nói cách khác, một vật nổi sẽ chiếm chỗ khối lượng chất lỏng bằng với trọng lượng của nó.

### Trọng lượng biểu kiến trong chất lỏng

Nếu chúng ta đặt một hòn đá lên một cái cân được hiệu chỉnh để đo trọng lượng, thì số đo trên cân là trọng lượng của hòn đá. Tuy nhiên, nếu chúng ta làm điều này dưới nước, lực đẩy hướng lên tác dụng lên hòn đá từ nước sẽ làm giảm số đo. Số đo này sau đó là **trọng lượng biểu kiến**. Nói chung, trọng lượng biểu kiến liên quan đến trọng lượng thực tế của một vật và lực đẩy tác dụng lên vật đó bằng công thức:

(trọng lượng biểu kiến) = (trọng lượng thực tế) − (độ lớn của lực đẩy)

mà chúng ta có thể viết là:

trọng lượng biểu kiến = trọng lượng − Fb(trọng lượng biểu kiến)(14−19)

Nếu, trong một bài kiểm tra sức mạnh, bạn phải nâng một hòn đá nặng, bạn có thể làm điều đó dễ dàng hơn khi hòn đá ở dưới nước. Khi đó, lực bạn cần tác dụng chỉ cần lớn hơn **trọng lượng biểu kiến** của hòn đá, chứ không phải trọng lượng thực tế lớn hơn của nó.

Độ lớn của **lực đẩy** tác dụng lên một vật nổi bằng với **trọng lượng** của vật đó. Do đó, phương trình (14-19) cho chúng ta biết rằng một vật nổi có **trọng lượng biểu kiến bằng không**—vật sẽ cho ra số đo bằng không trên một cái cân. Ví dụ, khi các phi hành gia chuẩn bị thực hiện một nhiệm vụ phức tạp trong không gian, họ thực hành nhiệm vụ này khi đang nổi dưới nước, nơi mà bộ đồ của họ được điều chỉnh để cho họ một **trọng lượng biểu kiến bằng không**.

**Ví dụ mẫu 14.04: Nổi, lực đẩy và khối lượng riêng**

Trong Hình 14-11, một khối có khối lượng riêng ρ=800 kg/m3 nổi úp mặt trong một chất lỏng có khối lượng riêng ρf=1200 kg/m3. Khối này có chiều cao H=6.0 cm.

1. Khối này bị chìm sâu bao nhiêu (độ sâu h)?

**Ý TƯỞNG CHÍNH**

(1) Việc nổi yêu cầu lực đẩy hướng lên tác dụng lên khối phải cân bằng với lực hấp dẫn hướng xuống tác dụng lên khối.

(2) Lực đẩy bằng trọng lượng mfg của chất lỏng bị chiếm chỗ bởi phần khối bị chìm.

### Tính toán:

Từ phương trình 14-16, chúng ta biết rằng lực đẩy có độ lớn:

Fb=mfg

Trong đó mf là khối lượng của chất lỏng bị chiếm chỗ bởi thể tích chìm của khối Vf. Từ phương trình 14-2 (ρ=mV), chúng ta biết rằng khối lượng của chất lỏng bị chiếm chỗ là:

mf = ρfVf

Chúng ta không biết Vf, nhưng nếu ký hiệu chiều dài mặt khối là L và chiều rộng là W, thì từ Hình 14-11, chúng ta thấy rằng thể tích chìm phải là:

Vf = LWh

Nếu chúng ta kết hợp ba biểu thức này, ta có được độ lớn của lực đẩy:

Fb = mfg = ρfVfg = ρfLWhg (14-20)

Tương tự, chúng ta có thể viết độ lớn Fg của lực hấp dẫn tác dụng lên khối, trước tiên dưới dạng khối lượng mmm của khối, sau đó dưới dạng khối lượng riêng ρ\rhoρ và thể tích (toàn bộ) V, và cuối cùng là các kích thước của khối L, W, và H (chiều cao đầy đủ):

Fg = mg = ρVg = ρLWHg (14-21)

Khối nổi ở trạng thái tĩnh. Do đó, viết định luật thứ hai của Newton cho các thành phần dọc theo trục y theo hướng tích cực là lên trên (Fnet,y=may), chúng ta có:

Fb − Fg = m(0)

hoặc từ các phương trình 14-20 và 14-21:

ρfLWhg − ρLWHg = 0

từ đó dẫn đến:

### 

### (b) Nếu khối bị giữ chìm hoàn toàn và sau đó được thả ra, độ lớn của gia tốc của nó là bao nhiêu?

**Tính toán:** Lực hấp dẫn tác dụng lên khối là như nhau nhưng bây giờ, với khối hoàn toàn chìm, thể tích chất lỏng bị chiếm chỗ là V=LWH (sử dụng chiều cao đầy đủ của khối). Điều này có nghĩa là giá trị của Fb bây giờ lớn hơn, và khối sẽ không còn ở trạng thái tĩnh mà sẽ tăng tốc lên. Bây giờ định luật thứ hai của Newton cho ta:

Fb−Fg=ma

hay

ρfLWHg−ρLWHg=ρLWHa

trong đó chúng ta đã chèn ρLWH cho khối lượng m của khối.

Giải cho a dẫn đến:

