

Động Lực Học

Người trình bày: Carina



1. Tương tác vật lý

1.1 Động lượng

1.2 Nguyên lý tương đối

2. Ba định luật của Newton

2.1 Định luật I

2.2 Định luật II

2.3 Định luật III

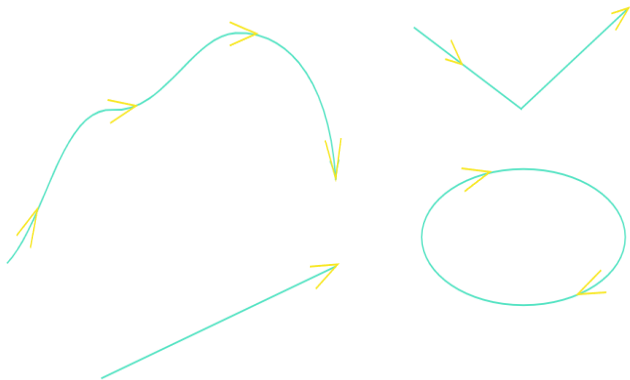
3. Các lực

3.1 Các lực cơ bản

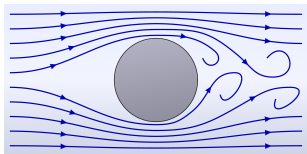
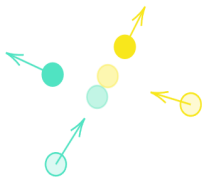
3.2 Các lực vĩ mô

4. Phương pháp

Sự thay đổi chuyển động



Tương tác gần và xa (góc nhìn cổ điển)





Định lượng tính chất của quán tính: *khối lượng*.

Bảo toàn khối lượng:

$$m_1 + m_2 = \text{const.}$$

Thực nghiệm chứng tỏ

$$\frac{|\Delta \mathbf{v}_1|}{|\Delta \mathbf{v}_2|} = \frac{m_2}{m_1}.$$

Dạng vector:

$$m_1 \Delta \mathbf{v}_1 = -m_2 \Delta \mathbf{v}_2.$$

Động lượng:

$$\mathbf{p} = m\mathbf{v}.$$

Bảo toàn động lượng:

$$\Delta(\mathbf{p}_1 + \mathbf{p}_2) = \mathbf{0}.$$

1. Tương tác vật lý

1.1 Động lượng

1.2 Nguyên lý tương đối

2. Ba định luật của Newton

2.1 Định luật I

2.2 Định luật II

2.3 Định luật III

3. Các lực

3.1 Các lực cơ bản

3.2 Các lực vĩ mô

4. Phương pháp

Nguyên lý tương đối Galilei

Mọi hiện tượng cơ học trong những hệ quy chiếu quán tính khác nhau đều xảy ra một cách giống nhau.

Hay,

Mọi hiện tượng cơ học đều xảy ra giống nhau trong những hệ quy chiếu mà trong đó gia tốc của một vật là như nhau.

Hệ quy chiếu chuyển động thẳng đều trong một hệ quy chiếu quán tính là một hệ quy chiếu quán tính.

Ví dụ: các thí nghiệm trên một đoàn tàu

Vận tốc $v = 0$, $a = 0m/s^2$:

- ▶ $\frac{|\Delta \mathbf{v}_1|}{|\Delta \mathbf{v}_2|} = \frac{m_2}{m_1}$.
- ▶ Quả táo rơi thẳng đứng với thời gian τ .

Vận tốc $v = 100m/s$, $a = 0m/s^2$:

- ▶ $\frac{|\Delta \mathbf{v}_1|}{|\Delta \mathbf{v}_2|} = \frac{m_2}{m_1}$.
- ▶ Quả táo rơi thẳng đứng với thời gian τ .

Gia tốc $a = 2m/s^2$:

- ▶ $\frac{|\Delta \mathbf{v}_1|}{|\Delta \mathbf{v}_2|} \neq \frac{m_2}{m_1}$.
- ▶ Quả táo rơi chéo với thời gian τ .

Vậy, gia tốc với tương tác vật lý có liên hệ gì?



1. Tương tác vật lý

1.1 Động lượng

1.2 Nguyên lý tương đối

2. Ba định luật của Newton

2.1 Định luật I

2.2 Định luật II

2.3 Định luật III

3. Các lực

3.1 Các lực cơ bản

3.2 Các lực vĩ mô

4. Phương pháp



Định luật quán tính

Định luật I

Một vật thể sẽ chuyển động với vận tốc không đổi (có thể bằng không) cho tới khi chịu tác động của vật khác.

Hệ quy chiếu quán tính

Tồn tại một hệ quy chiếu sao cho một vật không chịu tác động của vật khác sẽ chuyển động với vận tốc không đổi (có thể bằng 0).



1. Tương tác vật lý

1.1 Động lượng

1.2 Nguyên lý tương đối

2. Ba định luật của Newton

2.1 Định luật I

2.2 Định luật II

2.3 Định luật III

3. Các lực

3.1 Các lực cơ bản

3.2 Các lực vĩ mô

4. Phương pháp



Định lượng cho sự tương tác

- ▶ Động lượng của một vật chịu tác động của các vật khác sẽ thay đổi.
- ▶ Sự thay đổi này có thể diễn ra liên tục.
- ▶ Có thể coi quá trình tương tác liên tục này là một chuỗi va chạm liên tục giữa các vật :

$$\Delta \mathbf{p} = \Delta \mathbf{p}_1 + \Delta \mathbf{p}_2 + \cdots .$$

- ▶ Định lượng khái niệm tương tác vật lý:

$$\mathbf{F} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \mathbf{p}}{\Delta t}.$$

Lực

Biến thiên động lượng theo thời gian của vật thể bằng lực tác dụng lên vật thể:

$$\mathbf{F} = \frac{d\mathbf{p}}{dt}. \quad (1)$$

Phát biểu này đúng trong các hệ quy chiếu quán tính với sự thừa nhận lực mà một vật thể tác dụng lên một vật thể khác là bất biến trong mọi hệ quy chiếu.

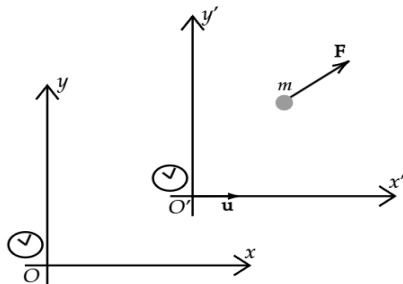
Với giới hạn khối lượng không đổi,

$$\mathbf{F} = m\mathbf{a}. \quad (2)$$

Thoả mãn định luật I: Trong một hệ quy chiếu quán tính, $\mathbf{a} = \mathbf{0}$ khi $\mathbf{F} = \mathbf{0}$.

Định luật II Newton và nguyên lý tương đối Galilei

Nguyên lý tương đối Galilei: *Các phương trình động lực học không biến đổi khi chuyển từ hệ quy chiếu quán tính này sang hệ quy chiếu quán tính khác.*



Hình: $\mathbf{F} = m\mathbf{a} = m\mathbf{a}'$

Không gian tương đối: khoảng cách giữa hai sự kiện phụ thuộc vào hệ quy chiếu

$$x'_2 - x'_1 = (x_2 - x_1) - u(t_2 - t_1)$$

Thời gian tuyệt đối: khoảng thời gian giữa hai sự kiện không phụ thuộc vào hệ quy chiếu

$$t'_2 - t'_1 = t_2 - t_1.$$

1. Tương tác vật lý

1.1 Động lượng

1.2 Nguyên lý tương đối

2. Ba định luật của Newton

2.1 Định luật I

2.2 Định luật II

2.3 Định luật III

3. Các lực

3.1 Các lực cơ bản

3.2 Các lực vĩ mô

4. Phương pháp

Với mỗi lực tác động lên một vật thể, có một lực bằng và ngược chiều tác động lên vật thể khác.

$$\mathbf{F}_{ij} = -\mathbf{F}_{ji}. \quad (3)$$

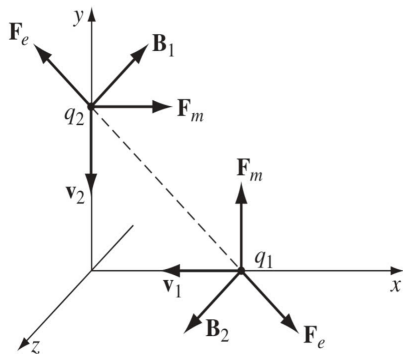
Trong va chạm giữa hai vật

$$\frac{d\mathbf{p}_{total}}{dt} = \frac{d(\mathbf{p}_1 + \mathbf{p}_2)}{dt} = \mathbf{F}_1 + \mathbf{F}_2.$$

Với $\mathbf{F}_1 = -\mathbf{F}_2$, ta thu được phương trình bảo toàn động lượng.

Định luật này nghiệm đúng với tương tác tiếp xúc(gần) và tương tác xa của các vật đứng yên hoặc chuyển động với vận tốc $v \ll c$.

Động lượng của trường điện từ



Hình: Định luật III Newton bị vi phạm

Phương trình động lực học trong trường hợp này

$$\frac{d}{dt} \left(\mathbf{p} + \int_V c^{-2} \mathbf{S} d\tau \right) = \oint_S \mathbf{T} \cdot d\mathbf{a},$$

với $\mathbf{S} = \mu_0^{-1} \mathbf{E} \times \mathbf{B}$ gọi là vector Poynting. Mật độ động lượng của trường được định nghĩa là

$$\mathbf{g} = c^{-2} \mathbf{S}.$$

Tích phân $\int_V \mathbf{g} d\tau$ được gọi là *động lượng được lưu trữ trong trường điện từ*.

1. Tương tác vật lý

1.1 Động lượng

1.2 Nguyên lý tương đối

2. Ba định luật của Newton

2.1 Định luật I

2.2 Định luật II

2.3 Định luật III

3. Các lực

3.1 Các lực cơ bản

3.2 Các lực vĩ mô

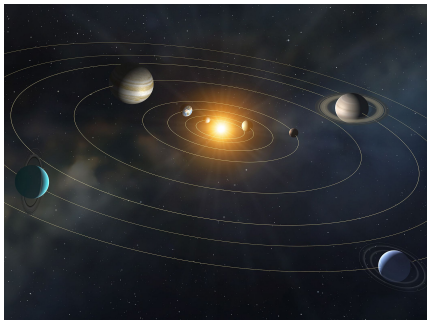
4. Phương pháp

Định luật vạn vật hấp dẫn

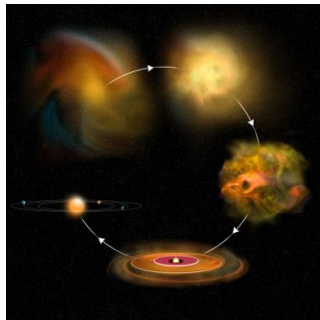
Lực hấp dẫn là lực tương tác giữa hai vật có khối lượng, có độ lớn được mô tả bởi công thức:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \quad (4)$$

trong đó G là hằng số hấp dẫn, m_1 và m_2 là khối lượng của hai chất điểm, và r là khoảng cách giữa chúng.



Hình: Các hành tinh quay quanh Mặt Trời



Hình: Sự hình thành sao và các hành tinh

Lực hấp dẫn

Ở một nơi trên bề mặt trái đất, trọng lực đối với một vật gần như không đổi, có chiều hướng từ trên xuống dưới mặt đất.

Lực này có giá trị bằng:

$$F = mg \quad (5)$$

trong đó F là lực hấp dẫn, m là khối lượng của vật, và g là gia tốc trọng trường (khoảng 9.81 m/s^2 trên bề mặt Trái Đất).

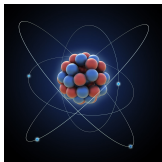


Hình: Quả táo của Newton rơi do trọng lực

Lực điện từ là lực tương tác giữa các hạt mang điện. Lực này bao gồm lực tĩnh điện, chịu trách nhiệm cho sự hút/đẩy của các điện tích trái dấu/cùng dấu; và lực từ do các điện tích chuyển động tạo ra.

Định luật Lorentz

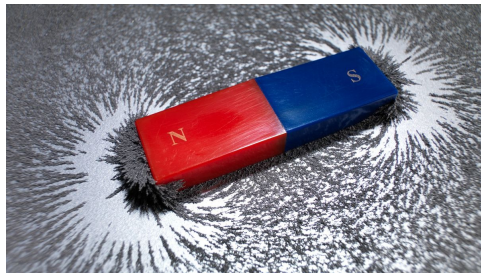
$$\mathbf{F} = q(\mathbf{E} + \mathbf{v} \times \mathbf{B}).$$



Hình: Liên kết giữa các nguyên tử, phân tử



Hình: Sấm sét



Hình: Nam châm hút vụn sắt

1. Tương tác vật lý

1.1 Động lượng

1.2 Nguyên lý tương đối

2. Ba định luật của Newton

2.1 Định luật I

2.2 Định luật II

2.3 Định luật III

3. Các lực

3.1 Các lực cơ bản

3.2 Các lực vĩ mô

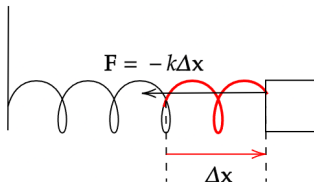
4. Phương pháp

Lực đàn hồi

Lực đàn hồi xuất hiện khi một vật bị biến dạng và có xu hướng trở về hình dạng ban đầu. Đối với biến dạng không quá lớn, lực này tuân theo định luật Hooke:

$$F = -k\Delta x \quad (6)$$

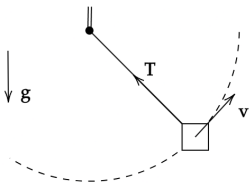
trong đó F là lực đàn hồi, k là hằng số đàn hồi, và Δx là độ biến dạng.



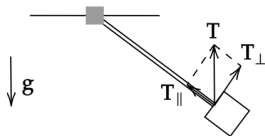
Hình: Lực đàn hồi của lò xo

Lực căng

Đối với các vật có hệ số đàn hồi rất lớn, tuy biến dạng nhỏ có thể không quan sát được nhưng vẫn có lực đàn hồi. Lực này gọi là **lực căng**, thường kí hiệu là T .



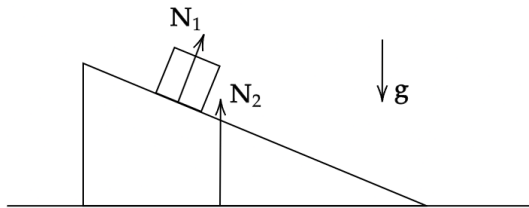
- ▶ Lực căng dây T chống lại chuyển động theo phương song song với dây.



- ▶ Lực căng thanh T_{\parallel} chống lại chuyển động theo phương song song với thanh.
- ▶ Lực căng thanh T_{\perp} chống lại sự bẻ cong của thanh.

Phản lực pháp tuyến

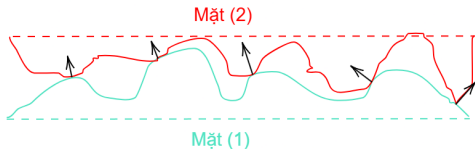
Các mặt phẳng có thể sinh ra lực theo phương pháp tuyến với nó để chống lại sự chuyển động theo phương vuông góc với mặt phẳng này. Lực này được gọi là **phản lực pháp tuyến**.



Hình: Phản lực pháp tuyến của các mặt phẳng

Lực ma sát khô

Các khuyết tật trên bề mặt có thể sinh ra phản lực theo phương song song với các bề mặt này khi chúng tiếp xúc với nhau. Lực này được gọi là **lực ma sát**.

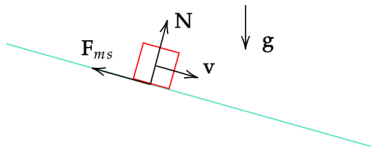


Hình: Lực ma sát giữa các bề mặt tiếp xúc

Lực ma sát khô thường tỉ lệ thuận với phản lực pháp tuyến giữa hai bề mặt:

$$F_{ms} = \mu N \quad (7)$$

trong đó F_{ms} là lực ma sát, μ là hệ số ma sát, và N là phản lực pháp tuyến.



Hình: Lực ma sát giữa vật và mặt phẳng nghiêng

- [1] I.V.Savelyev, *Giáo trình vật lý đại cương tập 1*. Nhà xuất bản Đại học và Trung học chuyên nghiệp, 1988.
- [2] D. Morin, *Introduction to classical mechanics: with problems and solutions*. Cambridge University Press, 2008.
- [3] J. .-. M. Brébec, *PFIEV Cơ học 1*. NXB Giáo dục, 2015.