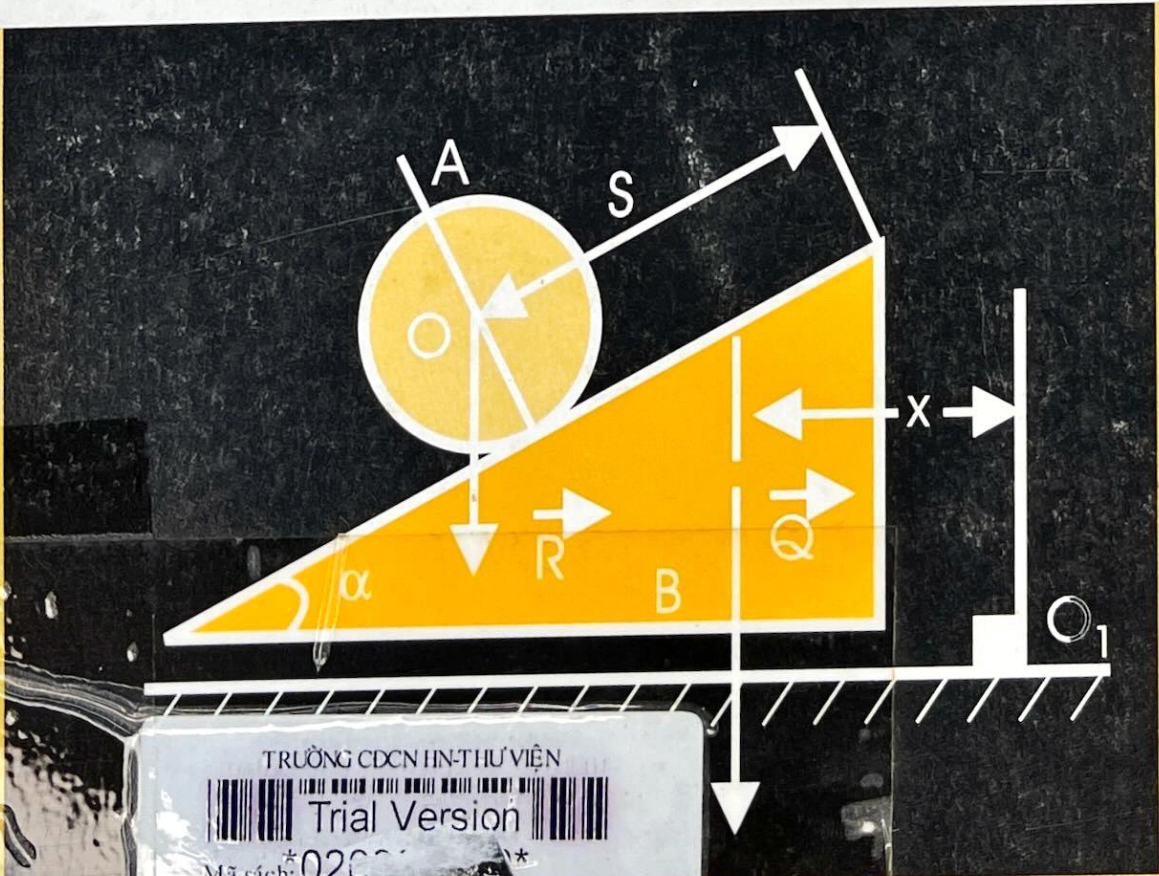


ĐỒ SANH

CƠ HỌC

TẬP HAI ĐỘNG LỰC HỌC



Trial Version

Trial Version

Mã sách: 020



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

MỤC LỤC

Trang

Chương I: Các khái niệm và hệ tiên đề của động lực học

1.1. Các khái niệm	3
1.2. Hệ tiên đề của động lực học	6
1.3. Hai bài toán cơ bản của động lực học	8
1.4. Hệ đơn vị cơ học	9

Chương 2: Phương trình vi phân của chuyển động

2.1. Phương trình vi phân chuyển động của chất điểm	10
2.2. Phương trình vi phân chuyển động của cơ hệ	23

Chương 3. Các định lý tổng quát của động lực học

3.1. Các đặc trưng hình học của khối cơ hệ và vật rắn	25
3.2. Định lý động lượng	33
3.3. Định lý chuyển động khối tâm	40
3.4. Định lý momen động lượng	44
3.5. Định lý động năng	50
3.6. Trường lực – Thế năng – Định luật bảo toàn cơ năng	67

Chương 4: Nguyên lý di chuyển khả dĩ

4.1. Các khái niệm về cơ hệ không tự do	72
4.2. Nguyên lý di chuyển khả dĩ	87

Chương 5: Nguyên lý Đalămbe

5.1. Nguyên lý Đalămbe đối với chất điểm	100
5.2. Nguyên lý Đalămbe đối với cơ hệ	103
5.3. Phương pháp Tĩnh hình học – Động lực	104
5.4. Phương pháp Tĩnh giải tích – Động lực	119

Chương 6: Phương trình vi phân chuyển động của cơ hệ không tự do

6.1. Phương trình Lagơrăng loại II	127
6.2. Tích phân đầu của chuyển động	139

Chương 7: Lý thuyết va chạm

7.1. Định nghĩa, đặc điểm của hiện tượng va chạm và các giả thiết của lý thuyết va chạm.	145
7.2. Các định lý tổng quát của động lực học trong quá trình va chạm.	148
7.3. Va chạm thẳng xuyên tâm của hai vật chuyển động tịnh tiến.	151
7.4. Va chạm của vật quay quanh một trục cố định.	159

Câu hỏi ôn tập	163
--------------------------	-----

Tài liệu tham khảo	166
------------------------------	-----

Mục lục	167
-------------------	-----

Chương 1

CÁC KHÁI NIỆM VÀ HỆ TIÊN ĐỀ CỦA ĐỘNG LỰC HỌC

Động lực học là một phân của cơ học lý thuyết nhằm nghiên cứu các quy luật của chuyển động cơ học của các vật thể dưới tác dụng của lực. Như đã biết, tĩnh học chỉ nghiên cứu các quy luật cân bằng của vật rắn dưới tác dụng của các lực, còn động học nghiên cứu chuyển động về mặt hình học. Động lực học nghiên cứu chuyển động của các vật thể một cách toàn diện nhằm thiết lập các mối quan hệ có tính chất quy luật giữa hai loại đại lượng: các đại lượng đặc trưng cho tác dụng của lực và các đại lượng đặc trưng cho chuyển động của vật thể.

Động lực học được xây dựng trên hệ tiên đề do Galilê và Niuton đưa ra, thường được gọi là hệ tiên đề Niuton hay còn gọi là các định luật Niuton.

1.1. CÁC KHÁI NIỆM

1.1.1. Vật thể

Trong cơ học lý thuyết vật thể được mô hình dưới các dạng sau:

Chất điểm: còn được gọi là vật điểm, là một điểm hình học có mang khối lượng. Chất điểm là mô hình của các vật thể mà kích thước của nó có thể bỏ qua được do nhỏ so với các vật

thể khác hoặc không đóng vai trò gì trong quá trình khảo sát chuyển động, ví dụ khi xác định tầm xa của viên đạn hoặc khi khảo sát chuyển động của các vật tịnh tiến có thể xem chúng là chất điểm.

Cơ hệ: là tập hợp hữu hạn hoặc vô hạn các chất điểm trong đó chuyển động của một chất điểm bất kỳ phụ thuộc vào chuyển động của các chất điểm còn lại, nghĩa là chuyển động của các chất điểm phụ thuộc vào nhau. Nói khác đi, giữa các chất điểm của cơ hệ tồn tại các tương tác cơ học. Tùy thuộc vào bản chất của tương tác cơ học giữa các chất điểm, cơ hệ được phân thành cơ hệ tự do và cơ hệ không tự do.

Cơ hệ tự do là tập hợp các chất điểm mà mỗi tương tác cơ học giữa chúng được biểu hiện thuần túy qua lực tác dụng. Nói khác đi, cơ hệ tự do, là tập hợp các chất điểm tự do, tức là chất điểm mà di chuyển của nó (di chuyển vô cùng bé) từ vị trí đang xét theo bất kỳ phương nào cũng không bị cản trở. Thái dương hệ là một thí dụ về cơ hệ tự do.

Cơ hệ không tự do, còn được gọi là *cơ hệ chịu liên kết*, là tập hợp các chất điểm mà trong chuyển động của chúng, ngoài lực tác dụng, vị trí và vận tốc của các chất điểm bị ràng buộc bởi một số điều kiện hình học và động học cho trước được gọi là *những liên kết*. Cơ cấu máy là một thí dụ về cơ hệ không tự do.

Vật rắn tuyệt đối: là một cơ hệ gồm vô số các chất điểm mà khoảng cách giữa hai chất điểm bất kỳ của nó không đổi trong suốt thời gian chuyển động. Trong thực tế các vật mà biến dạng của nó có thể bỏ qua do bé hoặc do không đóng vai trò quan trọng trong quá trình khảo sát chuyển động, được xem là vật rắn tuyệt đối, thường được gọi vắn tắt là vật rắn.

1.1.2. Lực

Khái niệm lực đã được định nghĩa trong tĩnh học. Đó là tác dụng tương hỗ cơ học giữa các vật thể. Như đã biết, các đặc

trung của lực là đường tác dụng, điểm đặt và cường độ của lực. Lực được biểu diễn nhờ vectơ lực. Trong tĩnh học chỉ liên quan với các lực hằng, trong động lực học, lực nói chung là đại lượng biến đổi (biến đổi cả về độ lớn và hướng). Lực biến đổi có thể phụ thuộc vào thời gian, vị trí và vận tốc của chất điểm và có thể phụ thuộc đồng thời vào các đại lượng vừa nêu. Trong trường hợp tổng quát, biểu thức của lực có dạng

$$\vec{F} = \vec{F}(t, \vec{r}, \vec{v}) \quad (1 - 1)$$

Các lực tác dụng lên cơ hệ có thể phân thành ngoại lực và nội lực. Ngoại lực được ký hiệu bởi $\vec{F}_e$ là lực do các vật thể bên ngoài cơ hệ tác dụng lên các chất điểm thuộc cơ hệ. Nội lực, được ký hiệu bởi $\vec{F}_i$, là lực do các chất điểm thuộc cơ hệ tác dụng lẫn lên nhau. Các lực tác dụng lên cơ hệ cũng có thể được phân thành lực hoạt động và lực liên kết. Lực liên kết được ký hiệu bởi $\vec{R}$, là lực do các liên kết tác dụng lên các chất điểm của cơ hệ. Các lực không phải là lực liên kết, được gọi là lực hoạt động.

Việc phân loại lực theo cách nào sẽ tùy thuộc vào phương pháp được dùng để khảo sát cơ hệ.

1.1.3. Hệ quy chiếu quán tính

Muốn khảo sát chuyển động của các vật thể trước hết phải chọn hệ quy chiếu. Trong động lực học hệ quy chiếu được chọn là hệ quy chiếu quán tính, đó là hệ quy chiếu mà trong đó định luật quán tính của Galilê được nghiệm đúng. Trong thực tế, tùy thuộc yêu cầu của độ chính xác của bài toán khảo sát, người ta chọn các hệ quy chiếu quán tính gần đúng. Trong thiên văn hệ quy chiếu quán tính được chọn là hệ trục tọa độ có gốc ở tâm mặt trời và ba trục hướng đến ba ngôi sao cố định. Trong kỹ thuật hệ quy chiếu quán tính được chọn thường là hệ trục tọa độ gắn liền với quả đất.

1.2. HỆ TIÊN ĐỀ CỦA ĐỘNG LỰC HỌC

Tiên đề thứ nhất (định luật quán tính)

Chất điểm không chịu tác dụng của lực nào sẽ đứng yên hoặc chuyển động thẳng đều.

Trạng thái đứng yên hay chuyển động thẳng đều của chất điểm được gọi là trạng thái quán tính của nó.

Như vậy theo tiên đề này, nếu không có lực tác dụng lên chất điểm (chất điểm như vậy được gọi là chất điểm cô lập) thì nó có trạng thái quán tính. Nói khác đi, chất điểm cô lập sẽ bảo toàn trạng thái quán tính của mình cho đến khi chưa có lực tác dụng buộc nó thay đổi trạng thái chuyển động. Bằng cách như vậy định luật quán tính không những cho một tiêu chuẩn về hệ quy chiếu quán tính mà còn phát hiện và khẳng định lực là nguyên nhân duy nhất làm biến đổi trạng thái chuyển động của chất điểm. Do đó, định luật quán tính là một trong những phát minh vĩ đại nhất của con người.

Tiên đề thứ hai (Định luật cơ bản của động lực học)

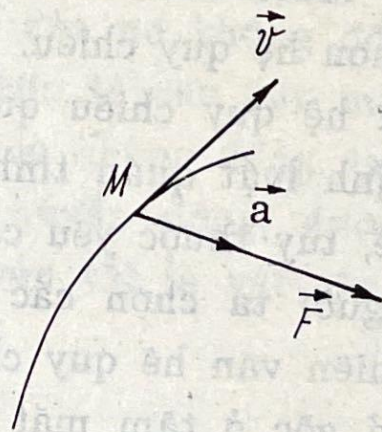
Trong hệ quy chiếu quán tính, dưới tác dụng của lực, chất điểm chuyển động với gia tốc có cùng hướng với lực và có giá trị tỷ lệ với cường độ của lực (H.1.1).

Như vậy tiên đề thứ hai được biểu thị bằng hệ thức:

$$\vec{F} = m\vec{a} \quad (1 - 2)$$

trong đó hệ số tỷ lệ m có giá trị không đổi, là số đo quán tính của chất điểm, được gọi là khối lượng của chất điểm. Tiên đề thứ hai thiết lập mối quan hệ về số lượng giữa lực tác dụng và gia tốc mà chất điểm thu được dưới tác dụng của lực đó.

Đẳng thức (1 - 2) còn được gọi là phương trình cơ bản của động lực học.



Hình 1 - 1

Từ (1 - 2) khi $\vec{F} = 0$ ta có $\vec{a} = 0$ tức $\vec{v} =$ hằng vectơ (bao gồm cả trường hợp $\vec{v} = \vec{0}$), tức chất điểm cô lập sẽ có trạng thái quán tính. Tuy nhiên từ đó không thể nói rằng tiên đề thứ nhất là hệ quả của tiên đề thứ hai, bởi vì như trên đã nêu, tiên đề thứ nhất cho một tiêu chuẩn về hệ quy chiếu quán tính mà trong đó tiên đề thứ hai được thiết lập.

Khi viết (1 - 2) cho chất điểm rơi tự do trong trọng trường ta có:

$$P = mg \quad (1 - 3)$$

nó thiết lập mối quan hệ giữa trọng lượng và khối lượng của chất điểm.

Tiên đề thứ ba (Định luật tác dụng và phản tác dụng)

Các lực tác dụng tương hỗ giữa hai chất điểm có cùng đường tác dụng, ngược chiều và cùng cường độ.

Cần lưu ý rằng hai lực tác dụng tương hỗ giữa hai chất điểm không phải là cặp lực cân bằng vì chúng đặt vào hai chất điểm khác nhau. Tiên đề thứ ba không liên quan đến các yếu tố động học nên nó đúng đối với hệ quy chiếu bất kỳ.

Giá trị đặc biệt của tiên đề thứ ba còn ở chỗ nó mô tả tương tác giữa hai chất điểm và do đó cho khả năng khảo sát động lực học cơ hệ.

Theo tiên đề thứ ba, hệ nội lực sẽ gồm các lực từng đôi một trực đối nhau. Do đó suy ra tính chất của hệ nội lực: Vectơ chính và momen chính của hệ nội lực đối với một điểm bất kỳ luôn luôn triệt tiêu, tức là :

$$\vec{R}^i = \sum \vec{F}_k^i = \vec{0} \text{ và } \vec{m}_o^i = \sum \vec{m}_o(\vec{F}_k^i) = \vec{0} \quad (1 - 4)$$

Tuy nhiên như đã lưu ý ở trên, hệ nội lực không phải là hệ lực cân bằng.