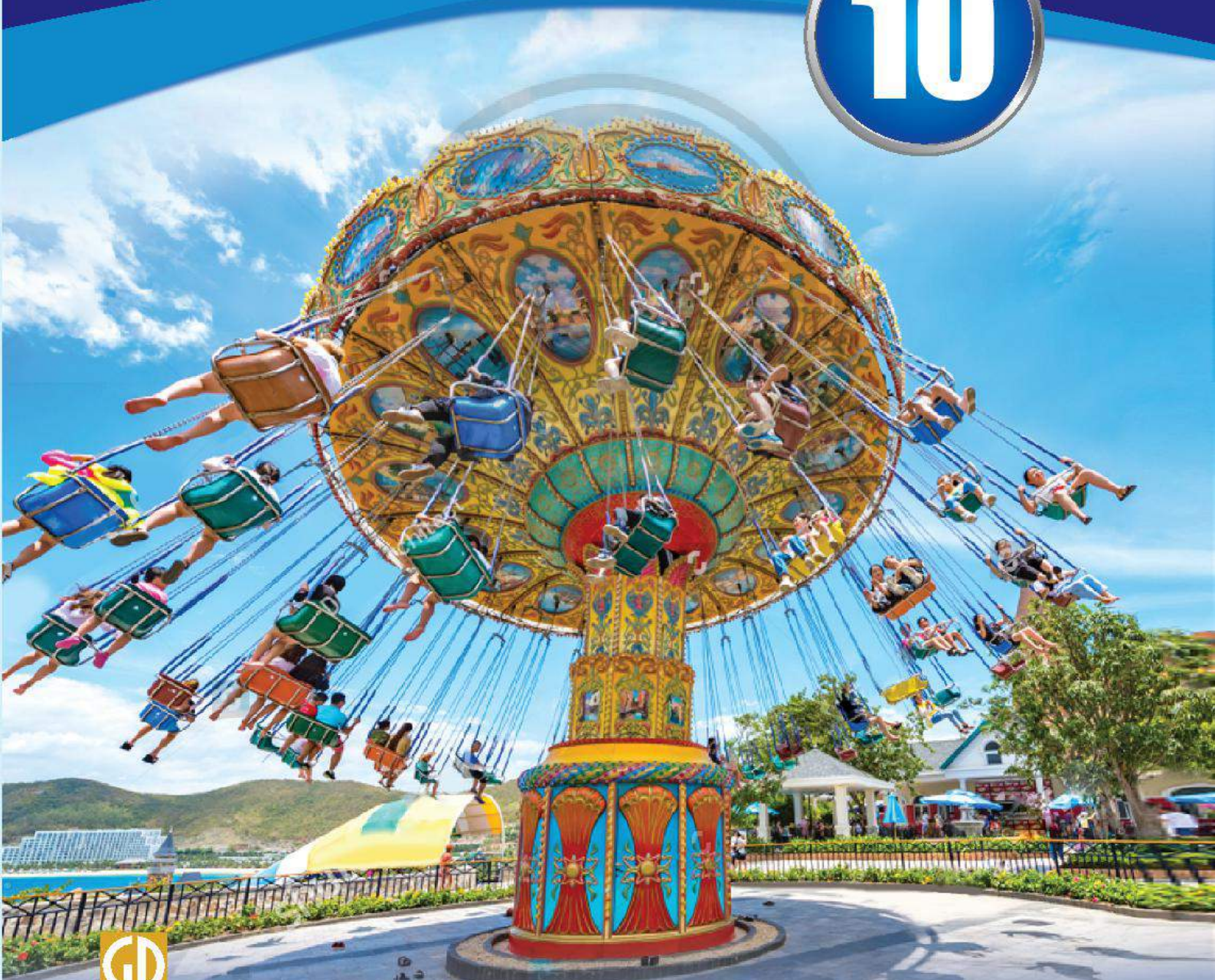
Chân trời sáng tạo

PHẠM NGUYỄN THÀNH VINH (Chủ biên)
NGUYỄN LÂM DUY – ĐOÀN HỒNG HÀ – BÙI QUANG HÂN – ĐỖ XUÂN HỘI
ĐÀO QUANG THIỀU – TRƯƠNG ĐẶNG HOÀI THU – TRẦN THỊ MỸ TRINH

# VẬT LÍ

## 10



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM

PHẠM NGUYỄN THÀNH VINH (Chủ biên)
NGUYỄN LÂM DUY – ĐOÀN HỒNG HÀ – BÙI QUANG HÂN – ĐỖ XUÂN HỘI
ĐÀO QUANG THIỀU – TRƯƠNG ĐẶNG HOÀI THU – TRẦN THỊ MỸ TRINH

# VẬT LÍ




Chân trời sáng tạo

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM

# Hướng dẫn sử dụng sách

Trong mỗi bài học gồm các nội dung sau:

**MỞ ĐẦU**



Khởi động, đặt vấn đề, gợi mở và tạo hứng thú vào bài học

**HÌNH THÀNH KIẾN THỨC MỚI**



Hoạt động hình thành kiến thức mới qua việc quan sát hình ảnh, thí nghiệm hoặc trải nghiệm thực tế



**Thảo luận để hình thành kiến thức mới**



Tóm tắt kiến thức trọng tâm

**LUYỆN TẬP**



Củng cố kiến thức và rèn luyện kĩ năng đã học

**VẬN DỤNG**



Vận dụng kiến thức và kĩ năng đã học vào thực tiễn cuộc sống

**MỞ RỘNG**



Giới thiệu thêm kiến thức và ứng dụng liên quan đến bài học, giúp các em tự học ở nhà

Chân trời sáng tạo

***Hãy bảo quản, giữ gìn sách giáo khoa để dành tặng các em học sinh lớp sau!***

# LỜI NÓI ĐẦU

Các em học sinh, quý thầy, cô giáo và phụ huynh thân mến!

Vật lí được biết đến như là một trong những ngành của Khoa học tự nhiên xuất hiện sớm nhất trong lịch sử loài người. Vật lí nghiên cứu sự vận hành của vật chất, năng lượng cấu thành vũ trụ và sự tương tác giữa chúng. Những kiến thức vật lí đã, đang và sẽ có tác động mạnh mẽ vào sự phát triển của mọi lĩnh vực trong cuộc sống, công nghệ, khoa học kĩ thuật. Môn Vật lí ở cấp Trung học phổ thông góp phần trang bị cho các em học sinh những kiến thức nền tảng, giúp các em hiểu biết hơn về thế giới tự nhiên, có khả năng vận dụng kiến thức vào thực tiễn và hiểu rõ hơn về sự bảo vệ và phát triển thế giới tự nhiên một cách bền vững.

Trong Chương trình giáo dục phổ thông 2018, Vật lí là môn học lựa chọn thuộc nhóm môn Khoa học tự nhiên (Vật lí, Hoá học, Sinh học) và được coi là một phân nhánh định hướng nghề nghiệp, tiếp nối sự tích hợp trong môn Tự nhiên và Xã hội, môn Khoa học ở cấp Tiểu học và môn Khoa học tự nhiên ở cấp Trung học cơ sở.

Sách giáo khoa *Vật lí 10* gồm phần Mở đầu và 6 chủ đề học tập được chia thành 9 chương mang đến cho các em những tri thức liên quan đến những đặc trưng của chuyển động, nguyên nhân tạo ra sự thay đổi trạng thái chuyển động, các dạng năng lượng cơ học, động lượng và định luật bảo toàn động lượng, các đặc điểm của chuyển động tròn, sự biến dạng của vật rắn.

Mỗi chương được chia thành một số bài học, mỗi bài học gồm một chuỗi các hoạt động nhằm hình thành năng lực cho học sinh bao gồm: khởi động, khám phá, luyện tập, vận dụng, mở rộng và cuối mỗi bài học sẽ có hệ thống bài tập giúp học sinh rèn luyện và tự đánh giá kết quả học tập của mình. Học sinh có thể tra cứu nhanh các thuật ngữ khoa học liên quan đến bài học dựa vào bảng Giải thích thuật ngữ cuối sách.

Sách giáo khoa *Vật lí 10* thuộc bộ sách giáo khoa Chân trời sáng tạo của Nhà xuất bản Giáo dục Việt Nam được biên soạn dựa trên định hướng phát triển phẩm chất và năng lực người học và theo quan điểm chú trọng bản chất, ý nghĩa vật lí của các đối tượng, đề cao tính thực tiễn; tạo điều kiện để học sinh phát triển tư duy khoa học dưới góc độ vật lí, khơi gợi sự ham thích trong học tập bộ môn và tăng cường khả năng vận dụng kiến thức, kĩ năng vật lí trong thực tiễn dưới sự giúp đỡ của giáo viên.

Rất mong nhận được sự góp ý của quý thầy, cô giáo, phụ huynh và các em học sinh để sách ngày càng hoàn thiện hơn.

**Các tác giả**

# MỤC LỤC


Hướng dẫn sử dụng sách ..... 2
Lời nói đầu ..... 3

**Chương 1. MỞ ĐẦU ..... 5**
Bài 1. Khái quát về môn Vật lí ..... 5
Bài 2. Vấn đề an toàn trong Vật lí ..... 12
Bài 3. Đơn vị và sai số trong Vật lí ..... 15

**Chương 2. MÔ TẢ CHUYỂN ĐỘNG ..... 24**
Bài 4. Chuyển động thẳng ..... 24
Bài 5. Chuyển động tổng hợp ..... 32
Bài 6. Thực hành đo tốc độ của vật chuyển động thẳng ..... 36

**Chương 3. CHUYỂN ĐỘNG BIẾN ĐỔI ..... 40**
Bài 7. Gia tốc – Chuyển động thẳng biến đổi đều ..... 40
Bài 8. Thực hành đo gia tốc rơi tự do ..... 48
Bài 9. Chuyển động ném ..... 50

**Chương 4. BA ĐỊNH LUẬT NEWTON. MỘT SỐ LỰC TRONG THỰC TIỄN 55**
Bài 10. Ba định luật Newton về chuyển động ..... 55
Bài 11. Một số lực trong thực tiễn ..... 66
Bài 12. Chuyển động của vật trong chất lưu ..... 74

**Chương 5. MOMENT LỰC. ĐIỀU KIỆN CÂN BẰNG ..... 80**
Bài 13. Tổng hợp lực – Phân tích lực ..... 80
Bài 14. Moment lực. Điều kiện cân bằng của vật ..... 87

**Chương 6. NĂNG LƯỢNG ..... 94**
Bài 15. Năng lượng và công ..... 94
Bài 16. Công suất – Hiệu suất ..... 100
Bài 17. Động năng và thế năng. Định luật bảo toàn cơ năng ..... 105

**Chương 7. ĐỘNG LƯỢNG ..... 114**
Bài 18. Động lượng và định luật bảo toàn động lượng ..... 114
Bài 19. Các loại va chạm ..... 120

**Chương 8. CHUYỂN ĐỘNG TRÒN ..... 126**
Bài 20. Động học của chuyển động tròn ..... 126
Bài 21. Động lực học của chuyển động tròn. Lực hướng tâm ..... 131

**Chương 9. BIẾN DẠNG CỦA VẬT RẮN ..... 136**
Bài 22. Biến dạng của vật rắn. Đặc tính của lò xo ..... 136
Bài 23. Định luật Hooke ..... 140

Giải thích thuật ngữ ..... 144


Chân trời sáng tạo

# Chương 1: MỞ ĐẦU

## Bài 1 KHÁI QUÁT VỀ MÔN VẬT LÍ

– Đối tượng nghiên cứu, mục tiêu và phương pháp nghiên cứu của Vật lí.
– Ảnh hưởng của Vật lí đối với cuộc sống và sự phát triển của khoa học, công nghệ và kĩ thuật.

Ở cấp Trung học cơ sở, các em đã tìm hiểu về: *lực, năng lượng, âm thanh, ánh sáng, điện, từ, …*; tất cả đều thuộc môn ***Vật lí***. Tuy nhiên, trước khi bắt đầu vào chương trình Vật lí cấp Trung học phổ thông, các em cần trả lời câu hỏi: *Vật lí nghiên cứu gì? Nghiên cứu vật lí để làm gì? Nghiên cứu vật lí bằng cách nào?*

### 1 ĐỐI TƯỢNG – MỤC TIÊU – PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU VẬT LÍ

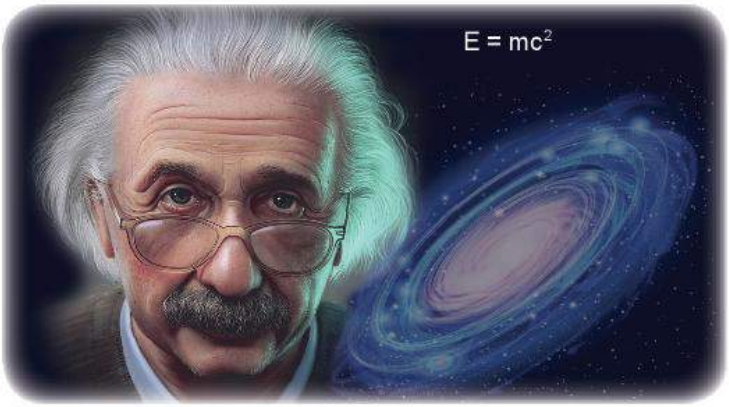
#### Đối tượng nghiên cứu của Vật lí

Vật lí là môn khoa học tìm hiểu về thế giới tự nhiên. Trong tiếng Hy Lạp, *"Vật lí"* cũng có nghĩa là *"kiến thức về tự nhiên"*.

Ngày nay, Vật lí được phân làm rất nhiều lĩnh vực, nhiều phân ngành. Khi xem xét nội dung nghiên cứu thuộc các lĩnh vực và phân ngành của Vật lí, ta có kết luận sau:

**1.** Nêu đối tượng nghiên cứu tương ứng với từng phân ngành sau của Vật lí: cơ, ánh sáng, điện, từ.

Đối tượng nghiên cứu của Vật lí gồm:
các dạng vận động của **VẬT CHẤT** và **NĂNG LƯỢNG**




▲ ***Hình 1.1.*** **Albert Einstein (1879 – 1955)**

*Vào năm 1905, nhà vật lí vĩ đại Albert Einstein (An-be Anh-xtanh) đã đưa ra được biểu thức mô tả mối liên hệ giữa năng lượng và khối lượng (Hình 1.1).*

Chân trời sáng tạo

## Mục tiêu của vật lí



a) b)

▲ ***Hình 1.2.*** **Minh hoạ các cấp độ của vật chất**

Theo các Từ điển bách khoa về Khoa học:

Mục tiêu của Vật lí là khám phá ra quy luật tổng quát nhất chi phối sự vận động của vật chất và năng lượng, cũng như tương tác giữa chúng ở mọi cấp độ: *vi mô, vĩ mô*.

**2.** Quan sát Hình 1.2, thảo luận để nêu thế nào là cấp độ vi mô, vĩ mô.

Đến thời điểm hiện nay, tuy Vật lí chưa đạt tới mục tiêu này, nhưng các định luật vật lí được tìm ra đã và đang không chỉ giúp loài người giải thích mà còn tiên đoán được rất nhiều hiện tượng tự nhiên. Việc vận dụng các định luật này rất đa dạng, phong phú và có ý nghĩa thiết thực trong đời sống và nghiên cứu khoa học.

Học tập môn Vật lí giúp học sinh hiểu được các *quy luật của tự nhiên*, vận dụng kiến thức vào cuộc sống, từ đó hình thành các năng lực khoa học và công nghệ. Những người có năng khiếu và đam mê có thể học tiếp lên các bậc cao hơn để trở thành các nhà khoa học trong lĩnh vực Vật lí.

## Phương pháp nghiên cứu của Vật lí

Phương pháp nghiên cứu của Khoa học nói chung và Vật lí nói riêng được hình thành qua các thời kì phát triển của nền văn minh nhân loại, bao gồm hai phương pháp chính: **phương pháp thực nghiệm** và **phương pháp lí thuyết**.

### *Phương pháp thực nghiệm*

Thí nghiệm về sự rơi của vật được thực hiện bởi Galileo Galilei (Ga-li-lê-ô Ga-li-lê) tại đỉnh tháp nghiêng Pisa cao 57 m (nước Ý) (Hình 1.3) là một ví dụ minh hoạ cho phương pháp thực nghiệm. Tại đây, Galileo Galilei đã thả rơi hai vật có khối lượng khác nhau (nhưng cùng hình dạng). Kết quả cho thấy hai vật rơi và chạm đất cùng lúc.



▲ ***Hình 1.3.*** **Galileo Galilei (1564 – 1642) và tháp nghiêng Pisa**

Nhờ kết quả từ thí nghiệm này, Galileo Galilei đã bác bỏ được nhận định của Aristotle (A-ri-xtốt) (384 trước Công nguyên – 322 trước Công nguyên) (một triết học gia lỗi lạc thời Hy Lạp cổ đại) cho rằng việc vật nặng rơi nhanh hơn vật nhẹ là bản chất tự nhiên của các vật.

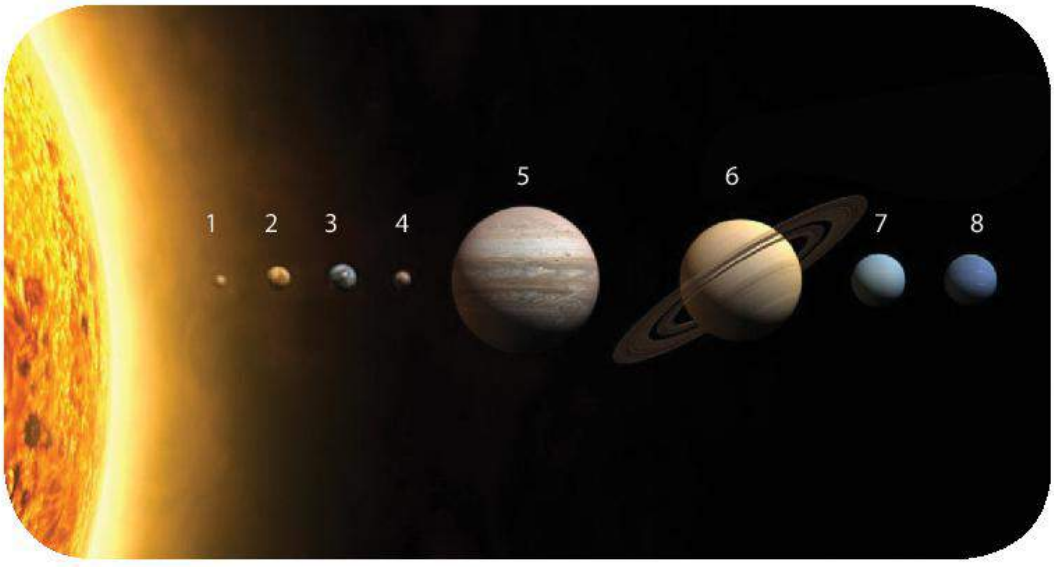
Ở cấp Trung học cơ sở, các em đã có cơ hội thực hành một số thí nghiệm trong môn Khoa học tự nhiên. Đây chính là các trường hợp đơn giản của phương pháp thực nghiệm trong Vật lí.

3. Trình bày một số ví dụ khác để minh hoạ cho phương pháp thực nghiệm trong Vật lí.

### *Phương pháp lí thuyết*

Trong quá trình nghiên cứu khoa học, việc hình thành các giả thuyết khoa học là vô cùng quan trọng. Lí thuyết vật lí được xây dựng dựa trên các quan sát ban đầu và trực giác của các nhà vật lí, trong nhiều trường hợp có tính định hướng và dẫn dắt cho thực nghiệm kiểm chứng. Một ví dụ cụ thể cho phương pháp lí thuyết trong Vật lí là công trình dự đoán sự tồn tại của Hải Vương tinh trong hệ Mặt Trời (Hình 1.4), được thực hiện độc lập bởi các nhà vật lí Johann Gottfried Galle (Giô-han Gót-phơ-rai Ga-lơ) (1812 – 1910), Urbain Jean Joseph Le Verrier (Ơ-ban Giên Giô-sép Lơ Va-ri-e) (1811 – 1877) và John Couch Adams (Giôn Cốp A-đam-xơ) (1819 – 1892) vào thế kỉ XIX.

Hải Vương tinh không thể quan sát được bằng kính thiên văn một cách thuần tuý vào thời đại đó. Việc phát hiện ra Hải Vương tinh là nhờ các nhà thiên văn học tiến hành phân tích các dữ liệu liên quan đến chuyển động của Thiên Vương tinh, họ nhận thấy vị trí của Thiên Vương tinh bị nhiễu loạn khi quan sát vị trí của nó, Thiên Vương tinh không ở đúng vị trí mà các phương trình toán học nghiên cứu chuyển động tiên đoán.




▲ ***Hình 1.4.*** **Mô hình mô phỏng vị trí các hành tinh trong hệ Mặt Trời:** *1. Thuỷ tinh; 2. Kim tinh; 3. Trái Đất; 4. Hoả tinh; 5. Mộc tinh; 6. Thổ tinh; 7. Thiên Vương tinh; 8. Hải Vương tinh*

Vào giai đoạn đó, có nhiều giả thuyết về sự không chính xác vị trí của Thiên Vương tinh, một số người còn cho là định luật hấp dẫn của Newton (Niu-tơn) (1643 – 1727) không còn đúng ở khoảng cách quá xa so với Mặt Trời. Vậy điều gì làm cho quỹ đạo chuyển động của Thiên Vương tinh không còn đúng khi tính toán bằng định luật hấp dẫn của Newton?

Vấn đề quỹ đạo của Thiên Vương tinh đã khiến các nhà thiên văn học bắt đầu nghĩ có một hành tinh khác xa hơn, có thể ảnh hưởng đến chuyển động của Thiên Vương tinh. Nhà thiên văn học người Pháp Urbain Le Verrier sử dụng toán học để xác định hành tinh bí ẩn này, và cho ra kết quả vào tháng 6 năm 1845. Nhà thiên văn học người Anh John Couch Adams cũng làm việc trên lí thuyết này cho ra một kết quả tương tự. Giả thuyết về một hành tinh khác ở gần Thiên Vương tinh được sử dụng và qua tính toán, các nhà thiên văn học định hướng được vị trí quan sát trên bầu trời để xác định hành tinh này. Lí thuyết này đã có thành công rực rỡ vào ngày 23 tháng 9 năm 1846, Galle đã sử dụng các tính toán của Le Verrier để tìm ra Hải Vương tinh, chỉ lệch 1° so với các tính toán của Le Verrier. Hành tinh này cũng được xác định lệch 12° so với các tính toán của Adams.

Việc hình thành lí thuyết dẫn dắt các thực nghiệm kiểm chứng phụ thuộc rất nhiều yếu tố, các dữ liệu quan sát ban đầu, trực giác của nhà khoa học, sự hoàn thiện của công cụ toán học, tính toán tỉ mỉ,… Thực nghiệm kiểm chứng càng nhiều, lí thuyết càng đúng, nhưng chỉ cần một thí nghiệm không phù hợp với lí thuyết, lí thuyết đó hoàn toàn bị bác bỏ, các nhà khoa học lại tiếp tục hành trình xây dựng lại giả thuyết và lí thuyết mới phù hợp với thực nghiệm. Đó là con đường nghiên cứu khoa học.

**4.** Nêu nhận định về vai trò của thí nghiệm trong phương pháp thực nghiệm và xác định điểm cốt lõi của phương pháp lí thuyết.

- Phương pháp thực nghiệm dùng thí nghiệm để phát hiện kết quả mới giúp kiểm chứng, hoàn thiện, bổ sung hay bác bỏ giả thuyết nào đó. Kết quả mới này cần được giải thích bằng lí thuyết đã biết hoặc lí thuyết mới.
- Phương pháp lí thuyết sử dụng ngôn ngữ toán học và suy luận lí thuyết để phát hiện một kết quả mới. Kết quả mới này cần được kiểm chứng bằng thực nghiệm.
- Hai phương pháp hỗ trợ cho nhau, trong đó phương pháp thực nghiệm có tính quyết định.

Chân trời sáng tạo

*Tìm hiểu thế giới tự nhiên dưới góc độ vật lí*

Quá trình nghiên cứu của các nhà khoa học nói chung và nhà vật lí nói riêng chính là quá trình tìm hiểu thế giới tự nhiên. Quá trình này có tiến trình gồm các bước như sau:

– Quan sát hiện tượng để xác định đối tượng nghiên cứu.

– Đối chiếu với các lí thuyết đang có để đề xuất giả thuyết nghiên cứu.

– Thiết kế, xây dựng mô hình lí thuyết hoặc mô hình thực nghiệm để kiểm chứng giả thuyết.

– Tiến hành tính toán theo mô hình lí thuyết hoặc thực hiện thí nghiệm để thu thập dữ liệu. Sau đó xử lí số liệu và phân tích kết quả để xác nhận, điều chỉnh, bổ sung hay loại bỏ mô hình, giả thuyết ban đầu.

– Rút ra kết luận.

***Lưu ý:*** Trong mỗi bước của tiến trình, công cụ toán học có tính định hướng và hỗ trợ các tính toán, đặc biệt là đối với Vật lí hiện đại.

Để đạt hiệu quả cao, quá trình học tập môn Vật lí ở trường Trung học phổ thông cần được thực hiện theo tiến trình tương tự, trong đó có sự kết hợp hài hoà giữa phương pháp thực nghiệm và phương pháp lí thuyết.

Hãy sơ đồ hoá quá trình tìm hiểu thế giới tự nhiên dưới góc độ vật lí.

## 2 ẢNH HƯỞNG CỦA VẬT LÍ ĐẾN MỘT SỐ LĨNH VỰC TRONG ĐỜI SỐNG VÀ KĨ THUẬT



a) b) c) d)



e) f) g) h)

▲ ***Hình 1.5.*** **So sánh một số trường hợp không có và có ứng dụng những kĩ thuật của Vật lí hiện đại:** *a) và b) thông tin liên lạc; c) và d) chẩn đoán bệnh; e) và f) quy trình đóng gói; g) và h) quan sát thiên văn*

## Ảnh hưởng của Vật lí trong một số lĩnh vực

– ***Thông tin liên lạc:*** Ngày nay, nền tảng *internet* kết hợp với *điện thoại thông minh và một số thiết bị công nghệ* đã tạo ra một phương tiện thông tin liên lạc vô cùng hữu ích. Tin tức, tiếng nói, hình ảnh được truyền đi nhanh chóng đến mọi nơi trên thế giới. Nhờ đó, khoảng cách địa lí không còn là trở ngại và thế giới hiện nay ngày càng trở nên "phẳng" hơn.

– ***Y tế:*** Các phương pháp chẩn đoán và chữa bệnh có áp dụng kiến thức vật lí như *phép nội soi, chụp X-quang, chụp cắt lớp vi tính (CT), chụp cộng hưởng từ (MRI), xạ trị,...* đã giúp cho việc chẩn đoán và chữa trị của bác sĩ đạt hiệu quả cao. Nhờ đó, sức khoẻ của con người ngày càng tăng. Tuổi thọ trung bình của người Việt Nam vào năm 2020 là 73,7 tuổi (theo Cục thống kê).

– ***Công nghiệp:*** Vật lí là động lực của các cuộc cách mạng công nghiệp. Nhờ vậy, nền sản xuất thủ công nhỏ lẻ được chuyển thành nền sản xuất *dây chuyền, tự động hoá.* Từ đó giải phóng sức lao động của con người. Hiện nay, công nghiệp sản xuất đang bước vào thời kì 4.0 với cốt lõi là *Internet vạn vật* (IoT) và *điện toán đám mây*.

– ***Nông nghiệp:*** Việc ứng dụng những thành tựu của Vật lí đã chuyển đổi quá trình canh tác truyền thống thành các phương pháp hiện đại với năng suất vượt trội nhờ vào máy móc cơ khí tự động hoá. Ngoài ra, việc tạo ra các giống cây trồng có đặc tính ưu việc dựa vào đột biến bằng việc chiếu xạ cũng ngày càng phổ biến. Công nghệ cảm biến không dây cũng giúp cho quá trình kiểm soát chất lượng nông sản được thuận tiện và đạt hiệu quả cao (Hình 1.6).

– ***Nghiên cứu khoa học:*** Vật lí đã giúp cải tiến thiết bị và phương pháp nghiên cứu của rất nhiều ngành khoa học. Ví dụ: *Kính hiển vi điện tử* (Hình 1.7) phóng lớn ảnh hàng trăm nghìn lần giúp quan sát vi khuẩn, virus; *nhiễu xạ tia X* giúp khám phá cấu trúc của phân tử DNA; *máy quang phổ* giúp xác định cấu tạo hoá học;…

Trong chính môn Vật lí, việc tìm hiểu kiến thức vật lí cũng tạo ra những phương pháp mới, những thiết bị hiện đại, tối tân giúp các nhà nghiên cứu tìm hiểu sâu hơn về vật chất, năng lượng, vũ trụ. Một trong những thành tựu nổi bật là *kính thiên văn không gian Hubble (Hớp-bơn)* (HST) bay quanh Trái Đất ở độ cao hơn 600 km. Kính này đã chụp được ảnh của thiên hà cách xa Trái Đất hơn 13 tỉ năm ánh sáng và tạo được kho dữ liệu khổng lồ về không gian và vũ trụ.

5. Quan sát Hình 1.5 và phân tích ảnh hưởng của Vật lí trong một số lĩnh vực. Từ đó, trình bày ưu điểm của việc ứng dụng Vật lí vào đời sống so với các phương pháp truyền thống ở các lĩnh vực trên.

6. Hãy nêu và phân tích một số ứng dụng khác của Vật lí trong đời sống hằng ngày.



▲ ***Hình 1.6.*** **Công nghệ cảm biến trong việc kiểm soát chất lượng nông sản**



▲ ***Hình 1.7.*** **Kính hiển vi điện tử**

• Vật lí ảnh hưởng mạnh mẽ và có tác động làm thay đổi mọi lĩnh vực hoạt động của con người. Dựa trên nền tảng vật lí, các công nghệ mới được sáng tạo với tốc độ vũ bão.

• Kiến thức vật lí trong các phân ngành được áp dụng kết hợp để tạo ra kết quả tối ưu. Các kĩ năng vật lí như tính chính xác, đúng thời điểm và thời lượng, quan sát, suy luận nhạy bén,… đã thành kĩ năng sống cần có của con người hiện đại.

Có ý kiến nhận định điện năng là thành tựu cốt lõi và huyết mạch của Vật lí cho nền văn minh của nhân loại. Hình 1.8 cho thấy các châu lục sáng rực về đêm. Trình bày quan điểm của em về nhận định này.



a) b)

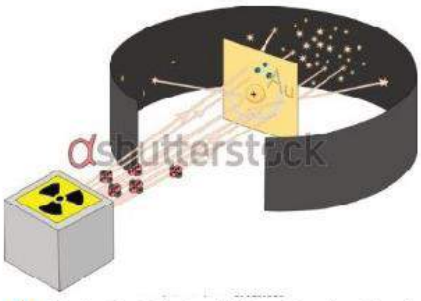
▲ ***Hình 1.8.*** **Các châu lục sáng rực về đêm nhờ điện năng:** *a) Châu Á; b) Châu Âu*

Tìm hiểu để viết bài thuyết trình ngắn về quá trình sản xuất, truyền tải và lợi ích của điện năng.

Chân trời sáng tạo

## BÀI TẬP

**1.** Vào đầu thế kỉ XX, J. J. Thomson (Tôm-xơn) đã đề xuất mô hình cấu tạo nguyên tử gồm các electron phân bố đều trong một khối điện dương kết cấu tựa như khối mây. Để kiểm chứng giả thuyết này, E. Rutherford (Rơ-dơ-pho) đã sử dụng tia alpha gồm các hạt mang điện dương bắn vào các nguyên tử kim loại vàng (Hình 1P.1). Kết quả của thí nghiệm đã bác bỏ giả thuyết của J. J. Thomson, đồng thời đã giúp khám phá ra hạt nhân nguyên tử. E. Rutherford đã vận dụng phương pháp nghiên cứu nào để nghiên cứu vấn đề này? Giải thích.



▲ ***Hình 1P.1.*** **Thí nghiệm Rutherford**

**2.** Tìm hiểu thực tế một số thiết bị vật lí dùng trong y tế để chẩn đoán, đo lường và chữa bệnh.

***Gợi ý:*** Các thiết bị quang học của bệnh viện mắt, của các phòng khám bệnh chẩn đoán bằng hình ảnh,…

Bài 2

# VẤN ĐỀ AN TOÀN TRONG VẬT LÍ

Quy tắc an toàn trong nghiên cứu và học tập môn Vật lí.

Khi học tập và nghiên cứu Vật lí, học sinh cũng như các nhà khoa học cần phải lưu ý đến những nguyên tắc nào để đảm bảo an toàn cho bản thân và cộng đồng?

## VẤN ĐỀ AN TOÀN TRONG NGHIÊN CỨU VÀ HỌC TẬP VẬT LÍ



a) b) c) d)

**Hình 2.1. Một số vấn đề liên quan đến phóng xạ:**
*a) nhà vật lí Marie Curie (Ma-ri Quy-ri) (1867 – 1934); b) thuốc phóng xạ; c) và d) an toàn khi làm việc với chất phóng xạ*

### Những quy tắc an toàn trong nghiên cứu và học tập môn Vật lí

***Vấn đề 1:*** Phóng xạ

Hiện tượng phóng xạ tự nhiên được nhà vật lí người Pháp Becquerel (Béc-cơ-ren) (1852 – 1908) tình cờ khám phá ra vào cuối thế kỉ XIX và được phát triển nhờ những nghiên cứu của Marie Curie – người phụ nữ đầu tiên đoạt hai giải Nobel (Nô-ben) (Vật lí và Hoá học).

Việc sử dụng chất phóng xạ không đúng cách sẽ ảnh hưởng nghiêm trọng đến sức khoẻ con người. Đã có những trường hợp tử vong bởi phóng xạ do chiến tranh, do vô ý phơi nhiễm hay do bị đầu độc.

1. Quan sát Hình 2.1, trình bày những hiểu biết của em về tác hại và lợi ích của chất phóng xạ. Từ đó, nêu những quy tắc an toàn khi làm việc với chất phóng xạ.

Để hạn chế những rủi ro và sự nguy hiểm do chất phóng xạ gây ra, chúng ta phải đảm bảo một số quy tắc an toàn như: giảm thời gian tiếp xúc với nguồn phóng xạ, tăng khoảng cách từ ta đến nguồn phóng xạ, đảm bảo che chắn những cơ quan trọng yếu của cơ thể.

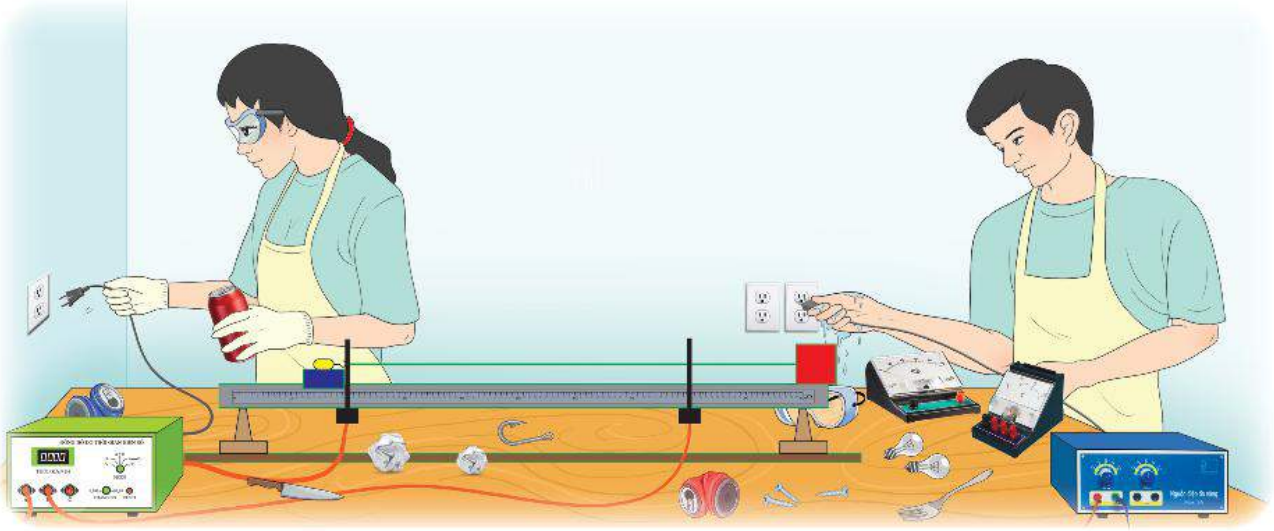
Ngày nay, các chất phóng xạ đã được ứng dụng rất rộng rãi trong đời sống: sử dụng trong y học để chẩn đoán hình ảnh và điều trị ung thư, sử dụng trong nông nghiệp để tạo đột biến cải thiện giống cây trồng, sử dụng trong công nghiệp để phát hiện các khiếm khuyết trong vật liệu, sử dụng trong khảo cổ để xác định tuổi của các mẫu vật,...

***Vấn đề 2:*** An toàn trong phòng thí nghiệm

Trong Vật lí, việc tiến hành các hoạt động học trong phòng thí nghiệm nhằm khảo sát, kiểm chứng kiến thức có vai trò quan trọng trong việc phát triển năng lực tìm hiểu thế giới tự nhiên của học sinh. Tuy nhiên, nếu những vấn đề an toàn không được đảm bảo, quá trình tổ chức hoạt động học tập trong phòng thí nghiệm có thể xảy ra nhiều sự cố nguy hiểm cho học sinh.

***Ví dụ:*** Học sinh có thể bị bỏng khi xảy ra sự cố chập điện hoặc cháy nổ do lửa, hoá chất. Học sinh cũng có thể bị chấn thương cơ thể khi sử dụng những vật sắc nhọn hoặc thuỷ tinh trong quá trình tiến hành thí nghiệm không đúng cách. Ngoài ra, những tai nạn liên quan đến điện giật thường gây ra hậu quả nghiêm trọng khi học sinh không đảm bảo những nguyên tắc an toàn khi sử dụng điện.

**2.** Quan sát Hình 2.2 và chỉ ra những điểm không an toàn khi làm việc trong phòng thí nghiệm.



▲ ***Hình 2.2.*** **Một số tình huống xảy ra trong phòng thí nghiệm**

Từ đó, ta thấy rằng trong một số trường hợp, đối tượng hoặc hiện tượng cần nghiên cứu có thể đem đến những rủi ro, gây nguy hiểm đến sức khoẻ của học sinh và nhà nghiên cứu.

**3.** Hãy nêu một số biện pháp an toàn khi sử dụng điện.

Khi nghiên cứu và học tập Vật lí, ta cần phải:

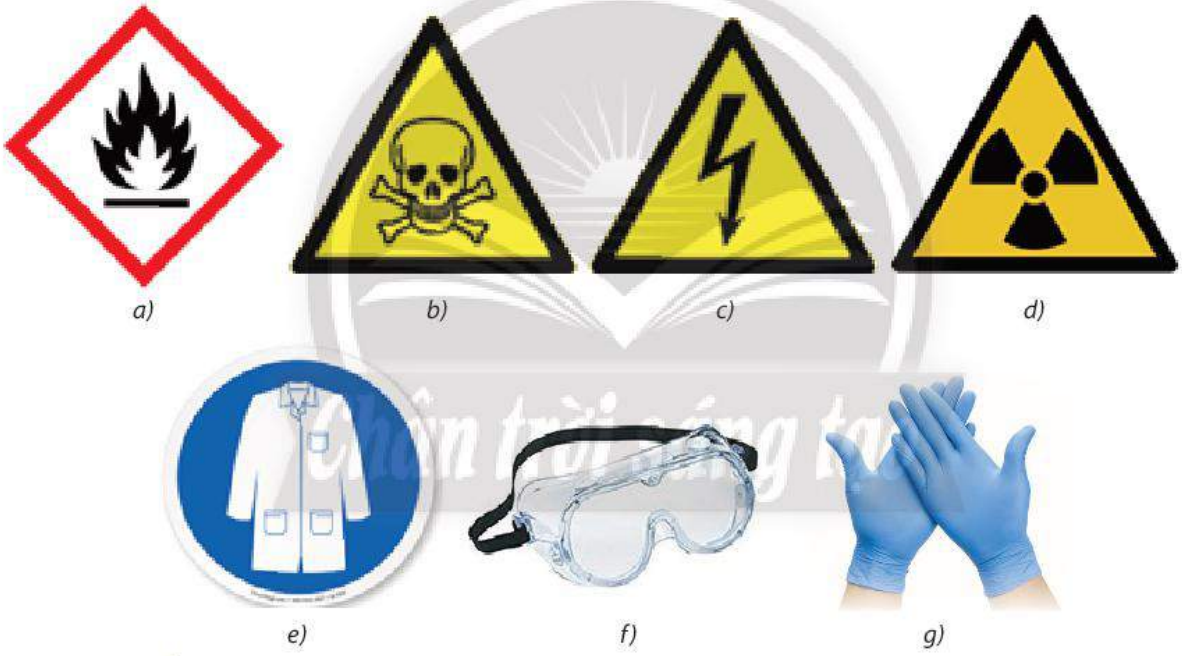
– Nắm được thông tin liên quan đến các rủi ro và nguy hiểm có thể xảy ra.

– Tuân thủ và áp dụng các biện pháp bảo vệ để đảm bảo an toàn cho bản thân và cộng đồng.

– Quan tâm, gìn giữ và bảo vệ môi trường.

– Trong phòng thí nghiệm ở trường học, những rủi ro và nguy hiểm phải được cảnh báo rõ ràng bởi các biển báo. Học sinh cần chú ý sự nhắc nhở của nhân viên phòng thí nghiệm và giáo viên về các quy định an toàn. Ngoài ra, các thiết bị bảo hộ cá nhân cần phải được trang bị đầy đủ.

Quan sát Hình 2.3, nêu ý nghĩa của mỗi biển báo cảnh báo và công dụng của mỗi trang thiết bị bảo hộ trong phòng thí nghiệm.



a) b) c) d) e) f) g)

▲ ***Hình 2.3.*** **Một số biển báo cảnh báo cùng một số trang bị bảo hộ thường gặp**

Hãy thiết kế bảng hướng dẫn các quy tắc an toàn tại phòng thí nghiệm vật lí.

## BÀI TẬP

**1.** Tìm hiểu và trình bày những quy tắc an toàn đối với nhân viên làm việc liên quan đến phóng xạ.

**2.** Trạm không gian quốc tế ISS có độ cao khoảng 400 km, trong khi bầu khí quyển có bề dày hơn 100 km. Trong trạm không gian có tình trạng mất trọng lượng, mọi vật tự do sẽ lơ lửng.

Hãy tìm hiểu các bất thường và hiểm nguy mà các nhà du hành làm việc lâu dài ở trong trạm có thể gặp.

Bài 3

# ĐƠN VỊ VÀ SAI SỐ TRONG VẬT LÍ

– Đơn vị và thứ nguyên.
– Các loại sai số đơn giản và cách hạn chế.

Khi tiến hành đo một đại lượng vật lí, ta cần quan tâm đến đơn vị. Vậy, có những loại đơn vị nào? Ngoài ra, không có phép đo nào có thể cho ta kết quả thực của đại lượng cần đo mà luôn có sai số. Ta có thể gặp phải những loại sai số nào và cách hạn chế chúng ra sao?

## 1 ĐƠN VỊ VÀ THỨ NGUYÊN TRONG VẬT LÍ

### Hệ đơn vị SI, đơn vị cơ bản và đơn vị dẫn suất

Trong chương trình môn Khoa học tự nhiên ở Trung học cơ sở, các em đã tìm hiểu một số đại lượng vật lí như: khối lượng, chiều dài, thời gian, diện tích, thể tích, áp suất, nhiệt độ,… và cũng đã thực hành đo từ lớp 6. Kết quả của phép đo bao gồm hai thông tin: số đo cho biết giá trị của đại lượng đang xét và đơn vị của số đo.

1. Kể tên một số đại lượng vật lí và đơn vị của chúng mà các em đã được học trong môn Khoa học tự nhiên.

Tập hợp của đơn vị được gọi là hệ đơn vị. Trong khoa học có rất nhiều hệ đơn vị được sử dụng, trong đó thông dụng nhất là hệ đơn vị đo lường quốc tế **SI** (**S**ystème **I**nternational d'unités) được xây dựng trên cơ sở của **7 đơn vị cơ bản** (Bảng 3.1).

Khi số đo của đại lượng đang xem xét là một bội số hoặc ước số thập phân của mười, ta có thể sử dụng tiếp đầu ngữ như trong Bảng 3.2 ngay trước đơn vị để phần số đo được trình bày ngắn gọn.

***Ví dụ:*** Ta có thể viết khoảng cách từ Thành phố Hồ Chí Minh đến Thủ đô Hà Nội là khoảng 1 730 km thay vì $1\,730 \cdot 10^3$ m, hoặc khối lượng trung bình của một con muỗi có thể được viết là 2 mg thay vì $2 \cdot 10^{-3}$ g.

**Bảng 3.1.** Các đơn vị cơ bản trong hệ SI

| STT | Đơn vị | Kí hiệu | Đại lượng |
|---|---|---|---|
| 1 | mét | m | Chiều dài |
| 2 | kilôgam | kg | Khối lượng |
| 3 | giây | s | Thời gian |
| 4 | kelvin | K | Nhiệt độ |
| 5 | ampe | A | Cường độ dòng điện |
| 6 | mol | mol | Lượng chất |
| 7 | candela | cd | Cường độ ánh sáng |

**Bảng 3.2.** Tên và kí hiệu tiếp đầu ngữ của bội số, ước số thập phân của đơn vị

| Kí hiệu | Tên đọc | Hệ số | Kí hiệu | Tên đọc | Hệ số |
|---|---|---|---|---|---|
| Y | yotta | $10^{24}$ | y | yokto | $10^{-24}$ |
| Z | zetta | $10^{21}$ | z | zepto | $10^{-21}$ |
| E | eta | $10^{18}$ | a | atto | $10^{-18}$ |
| P | peta | $10^{15}$ | f | femto | $10^{-15}$ |
| T | tera | $10^{12}$ | p | pico | $10^{-12}$ |
| G | giga | $10^{9}$ | n | nano | $10^{-9}$ |
| M | mega | $10^{6}$ | μ | micro | $10^{-6}$ |
| k | kilo | $10^{3}$ | m | mili | $10^{-3}$ |
| h | hecto | $10^{2}$ | c | centi | $10^{-2}$ |
| da | deka | $10^{1}$ | d | deci | $10^{-1}$ |

Ngoài 7 đơn vị cơ bản, những đơn vị còn lại được gọi là **đơn vị dẫn xuất**. Mọi đơn vị dẫn xuất đều có thể phân tích thành các đơn vị cơ bản dựa vào mối liên hệ giữa các đại lượng tương ứng.

## Thứ nguyên

Thứ nguyên của một đại lượng là quy luật nêu lên sự phụ thuộc của đơn vị đo đại lượng đó vào các đơn vị cơ bản.

Thứ nguyên của một đại lượng $X$ được biểu diễn dưới dạng $[X]$. Thứ nguyên của một số đại lượng cơ bản thường sử dụng được thể hiện trong Bảng 3.3.

Một đại lượng vật lí có thể được biểu diễn bằng nhiều đơn vị khác nhau nhưng chỉ có một thứ nguyên duy nhất. Một số đại lượng vật lí có thể có cùng thứ nguyên.

*Ví dụ:*

– Toạ độ, quãng đường đi được có thể được biểu diễn bằng đơn vị mét, cây số, hải lí, feet, dặm,… nhưng chỉ có một thứ nguyên $L$.

– Tốc độ, vận tốc có thể được biểu diễn bằng đơn vị m/s, km/h, dặm/giờ nhưng chỉ có một thứ nguyên $L \cdot T^{-1}$.

2. Phân biệt đơn vị và thứ nguyên trong Vật lí.

**Bảng 3.3.** Thứ nguyên của một số đại lượng cơ bản

| Đại lượng cơ bản | Thứ nguyên |
|---|---|
| [Chiều dài] | $L$ |
| [Khối lượng] | $M$ |
| [Thời gian] | $T$ |
| [Cường độ dòng điện] | $I$ |
| [Nhiệt độ] | $K$ |

***Lưu ý:*** Trong các biểu thức vật lí:

– Các số hạng trong phép cộng (hoặc trừ) phải có cùng thứ nguyên.

– Hai vế của một biểu thức vật lí phải có cùng thứ nguyên.

**3.** Phân tích thứ nguyên của khối lượng riêng $\rho$ theo thứ nguyên của các đại lượng cơ bản. Từ đó cho biết đơn vị của $\rho$ trong hệ SI.

## Vận dụng mối liên hệ giữa đơn vị dẫn xuất với 7 đơn vị cơ bản của hệ SI

***Ví dụ:*** Để xác định quãng đường đi được $s$ của một chất điểm chuyển động thẳng đều, một bạn học sinh đã viết công thức như sau: $s = \alpha \cdot v \cdot t^2$ với $v$ và $t$ lần lượt là vận tốc và thời gian, $\alpha$ là hằng số không thứ nguyên. Dựa vào việc xác định thứ nguyên, em hãy cho biết công thức trên là đúng hay sai.

**Bài giải**

Thứ nguyên của các đại lượng $s$, $v$ và $t$ lần lượt là $L, L \cdot T^{-1}$ và $T$.

Từ đó, ta thấy vế trái của công thức trên có thứ nguyên $L$ trong khi vế phải lại có thứ nguyên $L \cdot T$. Do 2 vế của công thức không cùng thứ nguyên nên bạn học sinh chưa đưa ra được công thức chính xác.

Dựa vào phân tích thứ nguyên, ta cần sửa lại công thức chính xác như sau:

$$s = \alpha \cdot v \cdot t$$

Trong hệ SI, $s$, $v$ và $t$ lần lượt có đơn vị là m, $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$, s.

Chân trời sáng tạo

Hiện nay có những đơn vị thường được dùng trong đời sống như picômét (pm), miliampe (mA) (ví dụ như kích thước của một hạt bụi là khoảng 2,5 pm; cường độ dòng điện dùng trong châm cứu là khoảng 2 mA). Hãy xác định các đơn vị cơ bản và các tiếp đầu ngữ của 2 đơn vị trên.

Lực cản không khí tác dụng lên vật phụ thuộc vào vận tốc chuyển động của vật theo công thức $F = -k \cdot v^2$. Biết thứ nguyên của lực là $M \cdot L \cdot T^{-2}$. Xác định thứ nguyên và đơn vị của $k$ trong hệ SI.

Ngày 23 tháng 9 năm 1999, tàu quỹ đạo thăm dò khí hậu của Hoả tinh có trị giá 125 triệu USD của NASA đã bị phá huỷ hoàn toàn khi không đáp ứng được độ cao cần thiết so với bề mặt Hoả tinh. Sau khi tiến hành điều tra, các nhà khoa học của NASA đã phát hiện ra nguyên nhân của vụ tai nạn chính là sự thiếu thống nhất trong việc chuyển đổi giữa hệ đơn vị SI và hệ đơn vị của Anh đối với nhóm thiết kế và nhóm thực hiện nhiệm vụ phóng tàu. Đây là một trong những ví dụ cho thấy tầm quan trọng của việc xác định chính xác đơn vị khi tiến hành tính toán và đo đạc, từ đó giúp cho chúng ta phòng tránh được những thiệt hại đáng tiếc.

## 2 SAI SỐ TRONG PHÉP ĐO VÀ CÁCH HẠN CHẾ

### Các phép đo trong Vật lí




a) b)

**Hình 3.1.** *a) Bình chia độ; b) Cân*

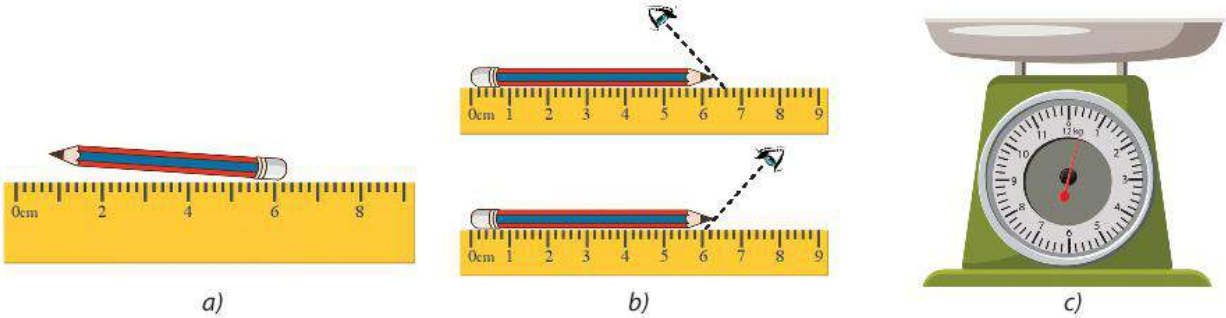
4. Với các dụng cụ là bình chia độ (ca đong) (Hình 3.1a) và cân (Hình 3.1b), đề xuất phương án đo khối lượng riêng của một quả cân trong phòng thí nghiệm.

Phép đo các đại lượng vật lí là phép so sánh chúng với đại lượng cùng loại được quy ước làm đơn vị.

*Phép đo trực tiếp:* giá trị của đại lượng cần đo được đọc trực tiếp trên dụng cụ đo (ví dụ như đo khối lượng bằng cân, đo thể tích bằng bình chia độ).

*Phép đo gián tiếp:* giá trị của đại lượng cần đo được xác định thông qua các đại lượng được đo trực tiếp (ví dụ như đo khối lượng riêng).

### Các loại sai số của phép đo




a) b) c)

**Hình 3.2. Một số nguyên nhân gây ra sai số khi đo**

Chân trời sáng tạo

Trong quá trình thực hiện phép đo, chúng ta không thể tránh khỏi sự chênh lệnh giữa giá trị thật và số đo (giá trị đo được). Độ chênh lệch này gọi là sai số.

Như vậy, mọi phép đo đều tồn tại sai số. Nguyên nhân gây ra sai số là do giới hạn về độ chính xác của dụng cụ đo, do kĩ thuật đo, quy trình đo, chủ quan của người đo,…

Xét theo nguyên nhân thì sai số của phép đo được phân thành hai loại là sai số hệ thống và sai số ngẫu nhiên.

### *Sai số hệ thống*

Sai số hệ thống là sai số có tính quy luật và được lặp lại ở tất cả các lần đo. Sai số hệ thống làm cho giá trị đo tăng hoặc giảm một lượng nhất định so với giá trị thực.

Sai số hệ thống thường xuất phát từ dụng cụ đo. Ví dụ: Kết quả khối lượng trong mọi lần đo đều lớn hơn giá trị thật một lượng xác định khi ta không hiệu chỉnh kim của cân về đúng vị trí như trong Hình 3.2c.

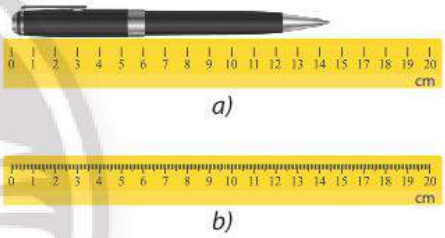
Ngoài ra, sai số hệ thống còn xuất phát từ độ chia nhỏ nhất của dụng cụ đo (gọi là sai số dụng cụ). Đối với một số dụng cụ đo, sai số này thường được xác định bằng một nửa độ chia nhỏ nhất.

Trong thực hiện phép đo, cần tìm được nguyên nhân gây ra sai số hệ thống để tìm cách hạn chế. Sai số hệ thống có thể được hạn chế bằng cách thường xuyên hiệu chỉnh dụng cụ đo, sử dụng thiết bị đo có độ chính xác cao.

### *Sai số ngẫu nhiên*

Sai số ngẫu nhiên là sai số xuất phát từ sai sót, phản xạ của người làm thí nghiệm hoặc từ những yếu tố ngẫu nhiên bên ngoài. Sai số này thường có nguyên nhân không rõ ràng và dẫn đến sự phân tán của các kết quả đo xung quanh một giá trị trung bình.

**5.** Quan sát Hình 3.2 và phân tích các nguyên nhân gây ra sai số của phép đo trong các trường hợp được nêu.




▲ ***Hình 3.3.*** **Thước kẻ để đo chiều dài**

**6.** Quan sát Hình 3.3, em hãy xác định sai số dụng cụ của hai thước đo.

**7.** Đề xuất những phương án hạn chế sai số khi thực hiện phép đo.

Chân trời sáng tạo

***Ví dụ:*** Khi đo thời gian rơi của một vật bằng đồng hồ bấm giây, phản xạ của người đo sẽ gây ra sai số ngẫu nhiên. Khi đo khối lượng của một vật nhỏ bằng một cân hiện số có độ nhạy cao, các yếu tố khách quan như gió, bụi cũng có thể gây ra sai số ngẫu nhiên.

Sai số ngẫu nhiên có thể được hạn chế bằng cách thực hiện phép đo nhiều lần và lấy giá trị trung bình để hạn chế sự phân tán của số liệu đo.

Để đo chiều dài của cây bút chì, em nên sử dụng loại thước nào trong Hình 3.3 để thu được kết quả chính xác hơn?

Một bạn chuẩn bị thực hiện đo khối lượng của một túi trái cây bằng cân như Hình 3.4. Hãy chỉ ra những sai số bạn có thể mắc phải. Từ đó, nêu cách hạn chế các sai số đó.



*Hình 3.4.* Cân đồng hồ

## Cách biểu diễn sai số của phép đo

Khi tiến hành đo đạc, giá trị $x$ của một đại lượng vật lí thường được ghi dưới dạng

$$x = \overline{x} \pm \Delta x \quad (3.1)$$

với $\overline{x}$ là giá trị trung bình của đại lượng cần đo khi tiến hành phép đo nhiều lần

$$\overline{x} = \frac{x_1 + x_2 + .... + x_n}{n} \quad (3.2)$$

Giá trị trung bình có thể xem là giá trị gần đúng nhất với giá trị thật của đại lượng vật lí cần đo.

Sai số của phép đo có thể biểu diễn dưới dạng:

- **Sai số tuyệt đối** là $\Delta x$ trong công thức (3.1).

Sai số tuyệt đối ứng với mỗi lần đo được xác định bằng trị tuyệt đối của hiệu giữa giá trị trung bình và giá trị của mỗi lần đo.

Chân trời sáng tạo

$$\Delta x_i = \left| \overline{x} - x_i \right| \quad (3.3)$$

với $x_i$ là giá trị đo lần thứ $i$.

Sai số tuyệt đối trung bình của $n$ lần đo được xác định theo công thức:

$$\overline{\Delta x} = \frac{\Delta x_1 + \Delta x_2 + ... + \Delta x_n}{n} \quad (3.4)$$

*Sai số tuyệt đối của phép đo cho biết phạm vi biến thiên của giá trị đo được và bằng tổng của sai số ngẫu nhiên và sai số dụng cụ:*

$$\Delta x = \overline{\Delta x} + \Delta x_{dc} \quad (3.5)$$

trong đó sai số dụng cụ $\Delta x_{dc}$ thường được xem có giá trị bằng một *nửa độ chia nhỏ nhất* đối với những dụng cụ đơn giản như thước kẻ, cân bàn, bình chia độ,... Trong nhiều trường hợp, sai số dụng cụ thường được cung cấp chính xác bởi nhà sản xuất.

- **Sai số tương đối** được xác định bằng tỉ số giữa sai số tuyệt đối và giá trị trung bình của đại lượng cần đo theo công thức:

$$\delta x = \frac{\Delta x}{\overline{x}} \cdot 100\% \quad (3.6)$$

Sai số tương đối cho biết mức độ chính xác của phép đo.

Chân trời sáng tạo

### Cách xác định sai số trong phép đo gián tiếp

Trong đa số trường hợp, một đại lượng cần đo (có giá trị $F$) được xác định gián tiếp thông qua việc đo trực tiếp những đại lượng khác (có giá trị $x, y, z,...$). Ví dụ: khối lượng riêng được xác định bằng thương số của khối lượng và thể tích, chu vi hình chữ nhật được xác định bằng hai lần tổng của hai cạnh liên tiếp.

Nguyên tắc xác định sai số trong phép đo gián tiếp như sau:

– Sai số tuyệt đối của một tổng hay hiệu bằng tổng sai số tuyệt đối của các số hạng:

Nếu $F = x \pm y \mp z...$ thì $\Delta F = \Delta x + \Delta y + \Delta z...$

Giả sử chiều dài của hai đoạn thẳng có giá trị đo được lần lượt là $a = 51 \pm 1$ cm và $b = 49 \pm 1$ cm. Trong các đại lượng được tính theo các cách sau đây, đại lượng nào có sai số tương đối lớn nhất:

A. $a + b$. B. $a - b$.

C. $a \times b$. D. $\frac{a}{b}$.

– Sai số tương đối của một tích hoặc thương bằng tổng sai số tương đối của các thừa số:

Nếu $F = x^m \frac{y^n}{z^k}$ thì $\delta F = m \cdot \delta x + n \cdot \delta y + k \cdot \delta z$

***Lưu ý:*** $\sqrt[m]{x}$ có thể được viết lại thành $x^n$ với $n = \frac{1}{m}$.

Các chữ số có nghĩa bao gồm: Các chữ số khác 0, các chữ số 0 nằm giữa hai chữ số khác 0 hoặc nằm bên phải của dấu thập phân và một chữ số khác 0.

Ví dụ: 678 có ba chữ số có nghĩa, 6 008 có bốn chữ số có nghĩa, 0,0800 có ba chữ số có nghĩa.

Bảng 3.4 thể hiện kết quả đo khối lượng của một túi trái cây bằng cân đồng hồ. Em hãy xác định sai số tuyệt đối ứng với từng lần đo, sai số tuyệt đối và sai số tương đối của phép đo. Biết sai số dụng cụ là 0,1 kg.

***Bảng 3.4.*** **Số liệu đo khối lượng**

| Lần đo | $m$ (kg) | $\Delta m$ (kg) |
|---|---|---|
| 1 | 4,2 | – |
| 2 | 4,4 | – |
| 3 | 4,4 | – |
| 4 | 4,2 | – |
| Trung bình | $\overline{m} = ?$ | $\overline{\Delta m} = ?$ |

Chân trời sáng tạo

Sai số tuyệt đối của phép đo: $\Delta m = \overline{\Delta m} + \Delta m_{dc} = ?$

Sai số tương đối của phép đo: $\delta m = \frac{\Delta m}{\overline{m}} \cdot 100\% = ?$

Kết quả phép đo: $m = \overline{m} \pm \Delta m = ?$

## BÀI TẬP

**1.** Hãy phân tích thứ nguyên và thiết lập mối liên hệ giữa đơn vị của các đại lượng khối lượng riêng $\rho$, công suất $\mathcal{P}$, áp suất $p$ với đơn vị cơ bản.

**2.** Bảng 3P.1 thể hiện kết quả đo đường kính của một viên bi thép bằng thước kẹp có sai số dụng cụ là 0,02 mm. Tính sai số tuyệt đối, sai số tương đối và biểu diễn kết quả phép đo có kèm theo sai số.

***Bảng 3P.1.*** **Bảng số liệu đo đường kính viên bi thép**

| Lần đo | $d$ (mm) | $\Delta d$ (mm) |
|---|---|---|
| 1 | 6,32 | – |
| 2 | 6,32 | – |
| 3 | 6,32 | – |
| 4 | 6,32 | – |
| 5 | 6,34 | – |
| 6 | 6,34 | – |
| 7 | 6,32 | – |
| 8 | 6,34 | – |
| 9 | 6,32 | – |
| Trung bình | $\overline{d}$ = ? | $\overline{\Delta d}$ = ? |

## TỔNG KẾT CHƯƠNG

### 1 ĐỐI TƯỢNG NGHIÊN CỨU CỦA VẬT LÍ

Các dạng vận động của vật chất và năng lượng.

### 2 MỤC TIÊU NGHIÊN CỨU CỦA VẬT LÍ

Tìm được quy luật tổng quát chi phối sự biến đổi và vận hành của vật chất, năng lượng.

### 3 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU CỦA VẬT LÍ

Có hai phương pháp nghiên cứu vật lí: phương pháp thực nghiệm và phương pháp lí thuyết.

### 4 ẢNH HƯỞNG CỦA VẬT LÍ

Ngày càng rộng khắp, bao trùm mọi lĩnh vực: đời sống, công nghiệp, nông nghiệp, nghiên cứu khoa học.

### 5 VẤN ĐỀ AN TOÀN TRONG NGHIÊN CỨU VÀ HỌC TẬP MÔN VẬT LÍ

Hiểu các rủi ro, thực hiện các biện pháp an toàn cho bản thân, cộng đồng, môi trường theo quy định của nơi học tập, làm việc.

### 6 CÁC LOẠI SAI SỐ VÀ CÁCH HẠN CHẾ

Sai số của phép đo gồm sai số hệ thống và sai số ngẫu nhiên.

Sai số của phép đo có thể biểu diễn dưới dạng sai số tuyệt đối và sai số tương đối.

Hạn chế sai số: thao tác đúng cách, lựa chọn thiết bị phù hợp, tiến hành đo nhiều lần.

Chân trời sáng tạo

# Chương 2: MÔ TẢ CHUYỂN ĐỘNG

Bài 4

## CHUYỂN ĐỘNG THẲNG

– Tốc độ trung bình, quãng đường đi được, độ dịch chuyển, vận tốc.
– Đồ thị độ dịch chuyển – thời gian.

Hai bạn đều xuất phát từ cùng một vị trí để đi đến lớp học (Hình 4.1), một bạn đi bộ và một bạn đi xe đạp. Mặc dù đi chậm hơn nhưng bạn đi bộ lại đến lớp trước bạn đi xe đạp do bạn đi xe đạp dừng lại ở hiệu sách để mua bút và tài liệu học tập. Điều này được lí giải như thế nào theo góc độ vật lí?




*Hình 4.1.* **Hai bạn cùng đi đến trường**

Chân trời sáng tạo

### 1 TỐC ĐỘ

#### Nhắc lại một số khái niệm cơ bản trong chuyển động

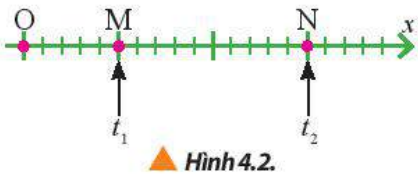
– ***Vị trí:*** Để xác định vị trí của vật, ta cần phải chọn một vật khác làm gốc. Sau đó gắn vào vật này một trục $Ox$ như Hình 4.2 (chuyển động thẳng) hoặc hệ toạ độ $Oxy$ (chuyển động trong mặt phẳng). Khi đó, vị trí của vật có thể được xác định bởi toạ độ $x = \overline{OM}$ hoặc $(x, y)$.

Vật làm gốc, hệ trục toạ độ kết hợp với đồng hồ đo thời gian tạo thành **hệ quy chiếu**.

– ***Thời điểm:*** Thời gian có thể biểu diễn thành một trục gọi là trục thời gian. Chọn một điểm nhất định làm gốc thời gian thì mọi điểm khác trên trục thời gian được gọi là thời điểm.

– ***Quỹ đạo:*** Đường nối những vị trí liên tiếp của vật theo thời gian trong quá trình chuyển động.

**1.** Vị trí và toạ độ của một vật có phụ thuộc vào vật làm gốc không? Cho một ví dụ trong thực tiễn để minh hoạ cho câu trả lời của em.




*Hình 4.2.*
**Vị trí của một vật được xác định trên trục toạ độ tại hai thời điểm khác nhau**

## Tốc độ trung bình

Đại lượng đặc trưng cho tính chất **nhanh, chậm** của chuyển động chính là **tốc độ**.

Nếu trong khoảng thời gian $\Delta t$ vật di chuyển được một quãng đường $s$ thì:

**Tốc độ trung bình** của vật (kí hiệu $v_{tb}$) được xác định bằng thương số giữa quãng đường vật đi được và thời gian để vật thực hiện quãng đường đó.

$$v_{tb} = \frac{s}{\Delta t} \quad (4.1)$$

Trong hệ SI, đơn vị của tốc độ là m/s (mét trên giây). Một số đơn vị thường dùng khác của tốc độ là km/h (kilômét trên giờ), km/s (kilômét trên giây), mi/h (dặm trên giờ), cm/s (xentimét trên giây).

**2.** Một vận động viên bơi lội người Mỹ đã từng lập kỉ lục thế giới ở nội dung bơi bướm 100 m và 200 m với thời gian lần lượt là 49,82 s và 111,51 s. Hãy lập luận để xác định vận động viên này bơi nhanh hơn trong trường hợp nào. *(Nguồn số liệu: Giải vô địch các môn thể thao dưới nước thế giới năm 2009)*

## Tốc độ tức thời

Tốc độ trung bình có thể không diễn tả đúng tính nhanh, chậm của chuyển động ở mỗi thời điểm. Để xét tính chất chuyển động nhanh, chậm của vật tại mỗi thời điểm, tốc độ phải được xét trong những *khoảng thời gian rất nhỏ*.

Tốc độ trung bình tính trong khoảng thời gian rất nhỏ là **tốc độ tức thời** (kí hiệu $v$) diễn tả sự nhanh, chậm của chuyển động tại thời điểm đó.

**3.** Nêu một số tình huống thực tiễn chứng tỏ tốc độ trung bình không diễn tả đúng tính nhanh chậm của chuyển động.

Khi một vật chuyển động với tốc độ tức thời không đổi, ta nói chuyển động của vật là chuyển động đều. Ngược lại, ta nói chuyển động của vật là không đều.

Trên thực tế, tốc độ tức thời được hiển thị bởi tốc kế trên nhiều phương tiện giao thông (Hình 4.3).




▲ ***Hình 4.3.*** **Tốc kế trên xe ô tô**

Trong truyện ngụ ngôn Rùa và Thỏ, tốc độ nào cho thấy Thỏ được xem là chạy nhanh hơn Rùa? Tuy nhiên, Rùa lại chiến thắng trong cuộc đua này, hãy so sánh tốc độ trung bình của Rùa và Thỏ.

## 2 VẬN TỐC

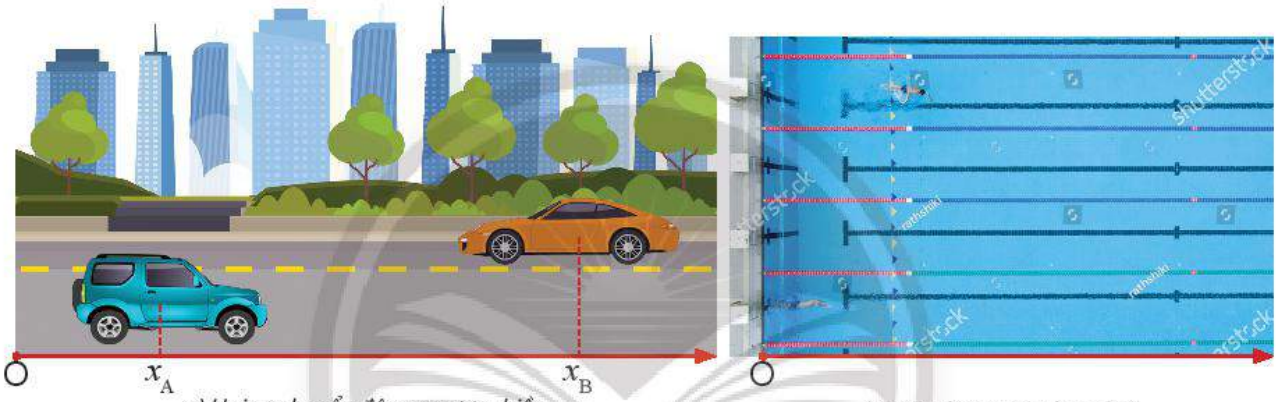
### Độ dịch chuyển

Xét hai tình huống chuyển động thẳng trên thực tế:

– ***Tình huống 1:*** Xét hai xe chuyển động ngược chiều nhau (Hình 4.4a). Chọn gốc toạ độ tại vị trí O trên hình vẽ, chiều dương hướng từ trái sang phải. Tại một thời điểm nào đó, xe màu xanh và xe màu cam đang lần lượt ở vị trí có toạ độ $x_A$ và $x_B$. Sau khoảng thời gian $\Delta t_1$, xe màu xanh đến được vị trí $x_B$ và xe màu cam đến được vị trí $x_A$.

– ***Tình huống 2:*** Xét một vận động viên bơi một vòng bể trong khoảng thời gian $\Delta t_2$ (Hình 4.4b). Chọn gốc toạ độ tại mép trái của bể bơi, chiều dương hướng từ trái sang phải và chiều dài bể bơi là $l$.

**4.** Quan sát Hình 4.4 và đọc hai tình huống để xác định quãng đường đi được và chiều chuyển động của hai xe trong Hình 4.4a và vận động viên trong Hình 4.4b sau khoảng thời gian đã xác định.

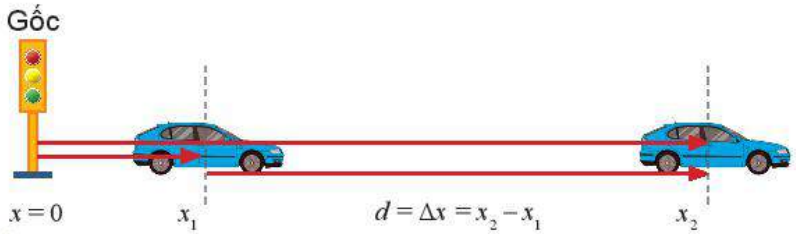



*a) Hai xe chuyển động ngược chiều* *b) Vận động viên đang bơi*

▲ ***Hình 4.4.*** **Một số trường hợp chuyển động thẳng trên thực tế**

Phân tích cho thấy đại lượng quãng đường đi được của vật không thể hiện được chiều chuyển động của vật. Do đó, để biểu diễn hướng của chuyển động, ta phải xét độ dịch chuyển $d$ của vật được minh hoạ trong Hình 4.5.

**5.** Xác định quãng đường đi được và độ dịch chuyển của hai xe trong Tình huống 1 (Hình 4.4a) và vận động viên trong Tình huống 2 (Hình 4.4b).




▲ ***Hình 4.5.*** **Ví dụ thực tế về độ dịch chuyển của vật trên đường thẳng**

Độ dịch chuyển được xác định bằng độ biến thiên toạ độ của vật.

$$\boxed{d = x_2 - x_1 = \Delta x} \quad (4.2)$$

*Lưu ý:*

– Tổng quát, độ dịch chuyển là một đại lượng vectơ ($\vec{\mathbf{d}}$) có gốc tại vị trí ban đầu, hướng từ vị trí đầu đến vị trí cuối, độ lớn bằng khoảng cách giữa vị trí đầu và vị trí cuối.

– Độ dịch chuyển là một đại lượng có thể nhận giá trị dương, âm hoặc bằng không. Trong khi quãng đường đi được là một đại lượng không âm.

Xét quãng đường AB dài 1 000 m với A là vị trí nhà của em và B là vị trí của bưu điện (Hình 4.6). Tiệm tạp hoá nằm tại vị trí C là trung điểm của AB. Nếu chọn nhà em làm gốc toạ độ và chiều dương hướng từ nhà em đến bưu điện. Hãy xác định độ dịch chuyển của em trong các trường hợp:

a) Đi từ nhà đến bưu điện.

b) Đi từ nhà đến bưu điện rồi quay lại tiệm tạp hoá.

c) Đi từ nhà đến tiệm tạp hoá rồi quay về.




*Hình 4.6.* **Mô tả vị trí của người trên đoạn đường AB**

## Vận tốc

Tương tự như quãng đường đi được, khái niệm tốc độ không thể hiện được chiều chuyển động của vật. Khi thay quãng đường đi được trong công thức xác định tốc độ trung bình (4.1) bằng độ dịch chuyển, ta rút ra được:

**Vận tốc trung bình** là đại lượng vectơ được xác định bằng thương số giữa độ dịch chuyển của vật và thời gian để vật thực hiện độ dịch chuyển đó.

$$\vec{\mathbf{v}}_{tb} = \frac{\vec{\mathbf{d}}}{\Delta t} = \frac{\Delta \vec{\mathbf{x}}}{\Delta t} \quad (4.3)$$

*Lưu ý:* Tốc độ trung bình chỉ bằng độ lớn của vận tốc trung bình khi vật chuyển động thẳng không đổi chiều.

6. Xét hai xe máy cùng xuất phát tại bưu điện trong Hình 4.6 đang chuyển động thẳng với cùng tốc độ. Thảo luận để xem xét đã đủ dữ kiện để xác định vị trí của hai xe sau một khoảng thời gian xác định hay không.

Chân trời sáng tạo

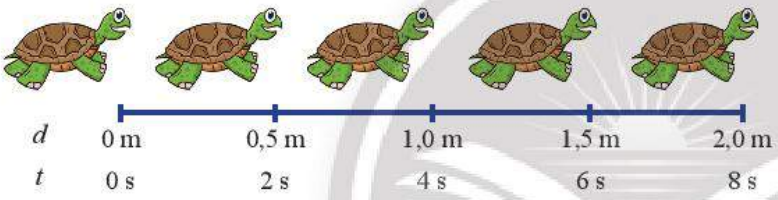
Xét trong một khoảng thời gian rất nhỏ, vận tốc trung bình sẽ trở thành **vận tốc tức thời**. Độ lớn của vận tốc tức thời chính là tốc độ tức thời.

***Lưu ý:*** Như vậy, vận tốc tức thời cũng là một đại lượng vectơ ($\vec{\mathbf{v}}$), có gốc tại vị trí vật chuyển động, hướng theo hướng của chuyển động và có độ dài tỉ lệ với độ lớn của vận tốc tức thời theo một tỉ xích xác định.

Xác định vận tốc trung bình và tốc độ trung bình của vận động viên trong tình huống 2 ở Hình 4.4b, biết thời gian bơi của vận động viên là $t$.

## 3 ĐỒ THỊ ĐỘ DỊCH CHUYỂN – THỜI GIAN

### Vẽ đồ thị độ dịch chuyển – thời gian dựa vào số liệu cho trước



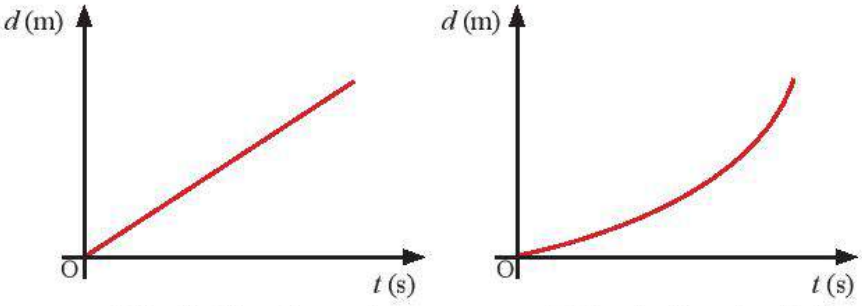

*Hình 4.7.*
**Số liệu về vị trí của con rùa sau những khoảng thời gian bằng nhau**

| $t$ (giây) | $d$ (mét) |
|---|---|
| 0 | 0 |
| 0,1 | 0,049 |
| 0,2 | 0,196 |
| 0,3 | 0,441 |
| 0,4 | 0,784 |
| 0,5 | 1,225 |

*Hình 4.8.* **Mô phỏng viên bi rơi và bảng số liệu về vị trí của bi sau những khoảng thời gian bằng nhau**

Xét hai chuyển động với số liệu về toạ độ và thời điểm đi kèm: Chuyển động của con rùa theo đường thẳng (Hình 4.7) và chuyển động rơi của viên bi (Hình 4.8).

Chọn gốc toạ độ tại vị trí xuất phát, chiều dương (+) là chiều chuyển động. Đồ thị độ dịch chuyển – thời gian ($d$ – $t$) của hai chuyển động được vẽ phác thảo như Hình 4.9.




a) Chuyển động của con rùa

b) Chuyển động của viên bi

*Hình 4.9.* **Phác thảo đồ thị ($d$ – $t$) của hai chuyển động**

**7.** Dùng số liệu của hai chuyển động trong Hình 4.7 và 4.8:

a) Xác định độ dịch chuyển trong các khoảng thời gian liên tiếp bằng nhau của mỗi chuyển động.

b) Vẽ vào vở đồ thị độ dịch chuyển – thời gian ($d$ – $t$) ứng với mỗi chuyển động.

Chân trời sáng tạo

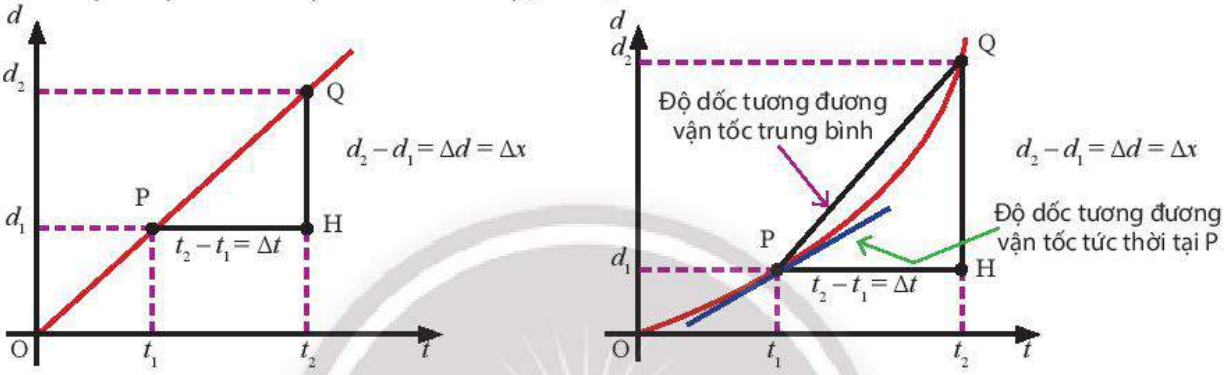
Từ các đồ thị ($d - t$), ta có nhận xét:

a) Đồ thị ($d - t$) mô tả chuyển động của con rùa là **đường thẳng qua gốc toạ độ**. Chuyển động của con rùa là chuyển động **thẳng đều**.

b) Đồ thị ($d - t$) mô tả chuyển động rơi của viên bi là **đường cong qua gốc toạ độ**. Độ dịch chuyển của viên bi trong những khoảng thời gian bằng nhau tăng lên nên chuyển động của viên bi là chuyển động **thẳng nhanh dần**.

***Lưu ý:*** Các đồ thị ($d - t$) hay ($x - t$) là công cụ toán học thể hiện tính chất của chuyển động. Tránh lầm lẫn với quỹ đạo của vật.

### Xác định vận tốc từ độ dốc của đồ thị ($d - t$)




a) Chuyển động của con rùa

b) Chuyển động rơi của viên bi

▲ ***Hình 4.10.*** **Minh hoạ cách xác định vận tốc tức thời từ đồ thị ($d - t$) của hai chuyển động**

Xét vật chuyển động từ vị trí 1 (tại thời điểm $t_1$) đến vị trí 2 (tại thời điểm $t_2$) lần lượt được biểu diễn bởi hai điểm P và Q trên đồ thị ($d - t$) trong Hình 4.10. So sánh với biểu thức (4.3) để xác định vận tốc trung bình, ta có: độ dịch chuyển $d$ của vật chính là đoạn $\overline{HQ}$, khoảng thời gian $\Delta t$ chính là độ dài PH.

Từ đó, ta thấy vận tốc trung bình chính là độ dốc của đoạn PQ nối hai điểm trên đồ thị biểu diễn vị trí đầu đến vị trí cuối của vật.

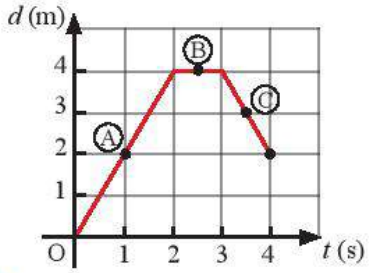
Xét vật ở vị trí 1. Khi $\Delta t$ rất bé, PQ trở thành tiếp tuyến của đồ thị tại điểm đang xét (điểm P trên Hình 4.10).

Vận tốc tức thời của vật tại một thời điểm được xác định bởi độ dốc của tiếp tuyến với đồ thị ($d - t$) tại thời điểm đang xét.

Tốc độ tức thời tại một thời điểm chính là độ lớn của độ dốc tiếp tuyến của đồ thị ($d - t$) tại điểm đó.

**8.** Nêu những lưu ý về dấu của độ dốc của một đường thẳng. Từ đó, hãy phân tích để suy ra được tốc độ từ độ dốc của đồ thị ($d - t$).

Một vật chuyển động thẳng có đồ thị $(d - t)$ được mô tả như Hình 4.11. Hãy xác định tốc độ tức thời của vật tại các vị trí A, B và C.




▲ *Hình 4.11.* **Đồ thị $(d - t)$ của một vật chuyển động**

Một chiếc xe đồ chơi điều khiển từ xa đang chuyển động trên một đoạn đường thẳng có độ dịch chuyển tại các thời điểm khác nhau được cho trong bảng dưới đây.

| Thời điểm (s) | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Độ dịch chuyển (m) | 0 | 2 | 4 | 4 | 4 | 7 | 10 | 8 | 6 | 4 | 4 |

a) Hãy vẽ đồ thị độ dịch chuyển – thời gian của xe đồ chơi.

b) Hãy xác định vận tốc và tốc độ tức thời tại các thời điểm 2 s, 4 s, 6 s, 10 s và 16 s.

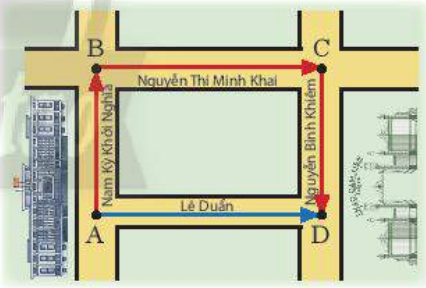
## Độ dịch chuyển – vận tốc trong mặt phẳng

• Khi vật chuyển động trong mặt phẳng, độ dịch chuyển chính là vectơ có gốc đặt tại điểm xuất phát và ngọn tại điểm kết thúc của quỹ đạo.

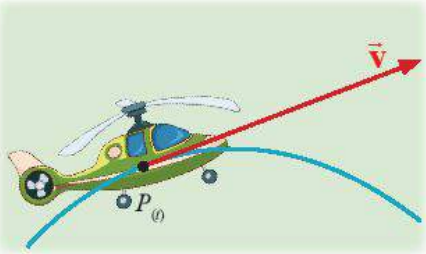
Xét tình huống trong Hình 4.12, khi một vận động viên chạy từ cổng Dinh Thống Nhất đến cổng Thảo Cầm Viên theo hai quỹ đạo khác nhau thì độ dịch chuyển của vận động viên này đều là $\vec{\mathbf{d}} = \overrightarrow{\mathbf{AD}}$. Trong khi đó, quãng đường mà vận động viên này di chuyển được theo quỹ đạo màu đỏ và màu xanh lần lượt là AB + BC + CD và AD.

• Vận tốc tức thời có phương tiếp tuyến với quỹ đạo và có chiều là chiều chuyển động (Hình 4.13).

***Lưu ý:*** Trong chuyển động thẳng, vận tốc tức thời nằm dọc theo quỹ đạo của vật và tốc độ tức thời của vật là độ lớn của vận tốc tức thời tại mỗi thời điểm.




▲ *Hình 4.12.* **Chạy bộ từ Dinh Thống Nhất đến Thảo Cầm Viên theo hai quỹ đạo khác nhau**




▲ *Hình 4.13.* **Minh hoạ vận tốc**

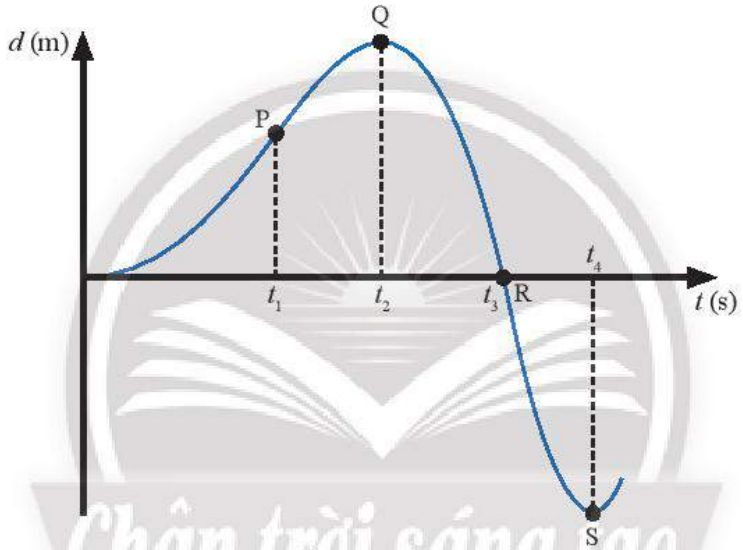
## BÀI TẬP

**1.** Hai xe chuyển động ngược chiều nhau trên cùng đoạn đường thẳng với các tốc độ không đổi. Lúc đầu, hai xe ở các vị trí A và B cách nhau 50 km và cùng xuất phát vào lúc 8 giờ 30 phút. Xe xuất phát từ A có tốc độ 60 km/h. Chọn gốc toạ độ và chiều dương tuỳ ý.

a) Dựa vào định nghĩa của vận tốc, hãy lập hệ thức liên hệ giữa toạ độ và vận tốc của mỗi xe. Khi hai xe gặp nhau, có mối liên hệ nào giữa các toạ độ?

b) Cho biết hai xe gặp nhau lúc 9 giờ. Tìm vận tốc của xe xuất phát từ B.

**2.** Hình 4P.1 là đồ thị độ dịch chuyển – thời gian của một chất điểm chuyển động trên đường thẳng.




▲ ***Hình 4P.1.*** **Đồ thị độ dịch chuyển – thời gian của một chất điểm chuyển động**

Hãy sắp xếp các điểm trên đồ thị theo thứ tự:

a) Vận tốc tức thời từ âm sang dương.

b) Tốc độ tức thời tăng dần.

Chân trời sáng tạo

Bài 5

# CHUYỂN ĐỘNG TỔNG HỢP

Độ dịch chuyển tổng hợp, vận tốc tổng hợp.

Bạn C đứng yên trên sân ga vẫy tay tiễn bạn A và bạn B trên tàu hoả. Khi tàu chuyển động, bạn C thấy bạn B đang chuyển động ra xa trong khi bạn A lại thấy bạn B đứng yên trên tàu (Hình 5.1). Tại sao?



*Hình 5.1.* Tàu chở hành khách rời sân ga

## ĐỘ DỊCH CHUYỂN TỔNG HỢP – VẬN TỐC TỔNG HỢP

### Tính tương đối của chuyển động



a) b)

*Hình 5.2.* Minh hoạ cho tính tương đối của chuyển động:
*a) chuyển động trên thang cuộn; b) thuyền giấy chuyển động theo dòng nước*

Các ví dụ trong các Hình 5.1 và 5.2 cho thấy một vật có thể xem như là đứng yên trong hệ quy chiếu này, nhưng lại chuyển động trong hệ quy chiếu khác. Do đó, chuyển động có **tính tương đối**.

**Hệ quy chiếu đứng yên:** là hệ quy chiếu gắn với vật làm gốc được quy ước là đứng yên như sân ga (Hình 5.1), người quan sát đứng yên trên mặt đất (Hình 5.2).

**Hệ quy chiếu chuyển động:** là hệ quy chiếu gắn với vật làm gốc chuyển động so với hệ quy chiếu đứng yên như tàu hoả chuyển động so với sân ga (Hình 5.1), bậc thang cuộn khi đang hoạt động so với mặt đất (Hình 5.2a) và dòng nước đang trôi so với người đứng yên trên mặt đất (Hình 5.2b).

**1.** Quan sát Hình 5.2, mô tả chuyển động của:

a) Bé trai (Hình 5.2a) đối với mẹ trên thang cuộn và đối với bố cùng em gái đứng yên trên mặt đất.

b) Thuyền giấy (Hình 5.2b) đối với nước và đối với người quan sát đứng yên trên mặt đất.

Chân trời sáng tạo

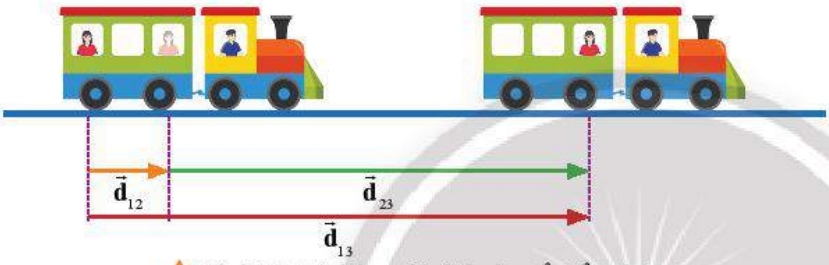
## Độ dịch chuyển tổng hợp – vận tốc tổng hợp

Bạn B đi từ cuối lên đầu của một toa tàu khi tàu đang chuyển động (Hình 5.3). Để xem xét độ dịch chuyển của bạn B, ta quy ước:

+ Vật số 1 (người) là vật chuyển động đang xét.

+ Vật số 2 (toa tàu) là vật chuyển động được chọn làm gốc của hệ quy chiếu chuyển động.

+ Vật số 3 (đường ray) là vật đứng yên được chọn làm gốc của hệ quy chiếu đứng yên.




▲ *Hình 5.3.* **Minh hoạ độ dịch chuyển tổng hợp**

Khi vật 1 có độ dịch chuyển $\vec{d}_{12}$ trong hệ quy chiếu chuyển động, đồng thời hệ quy chiếu chuyển động cũng có độ dịch chuyển $\vec{d}_{23}$ so với hệ quy chiếu đứng yên. Dựa vào phương pháp toạ độ của toán học (Hình 5.3), ta suy ra biểu thức của độ dịch chuyển tổng hợp:

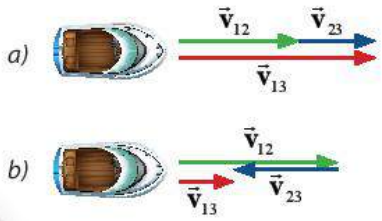
$$\vec{d}_{13} = \vec{d}_{12} + \vec{d}_{23} \quad (5.1)$$

Xét trong khoảng thời gian $\Delta t$ rất nhỏ kết hợp với định nghĩa của vận tốc, ta suy ra biểu thức của vận tốc tổng hợp:

$$\vec{v}_{13} = \vec{v}_{12} + \vec{v}_{23} \quad (5.2)$$

Hình 5.4 cho ta minh hoạ về ý nghĩa thực tiễn của vận tốc tổng hợp: khi thuyền đi xuôi dòng trên sông, nhờ có thêm sự chuyển động cùng chiều của dòng nước nên thuyền sẽ có tốc độ lớn hơn so với khi nước không chảy (trong một hồ nước). Tương tự, khi thuyền đi ngược dòng, vì có thêm sự chuyển động ngược lại của dòng nước nên thuyền sẽ có tốc độ nhỏ hơn so với khi nước không chảy.

**2.** Em hãy đưa ra dự đoán để so sánh thời gian chuyển động của thuyền khi chạy xuôi dòng và khi chạy ngược dòng giữa hai vị trí cố định trên bờ sông (Hình 5.4).




▲ ***Hình 5.4.*** **Thuyền đi trên sông:** *a) xuôi dòng; b) ngược dòng*

**Vận tốc tuyệt đối** (vận tốc của vật đối với hệ quy chiếu đứng yên) bằng tổng **vận tốc tương đối** (vận tốc của vật đối với hệ quy chiếu chuyển động) và **vận tốc kéo theo** (vận tốc của hệ quy chiếu chuyển động đối với hệ quy chiếu đứng yên).

Chân trời sáng tạo

Trên đường đi học, một bạn phát hiện để quên tài liệu học tập ở nhà. Vì vậy, bạn đó đã gọi điện thoại nhờ anh trai của mình đem đến giúp. Giả sử hai xe cùng chuyển động thẳng đều. Áp dụng công thức vận tốc tổng hợp, hãy giải thích trong trường hợp nào dưới đây bạn đó sẽ nhận được tài liệu nhanh hơn.

a) Anh trai chạy đuổi theo bạn đó với vận tốc $\vec{\mathbf{v}}_{13}$ trong khi bạn đó tiếp tục chạy cùng chiều với vận tốc $\vec{\mathbf{v}}_{23}$ ($v_{13} > v_{23}$).

b) Anh trai chạy đến chỗ bạn đó với vận tốc $\vec{\mathbf{v}}_{13}$ trong khi bạn đó chạy ngược lại với vận tốc $\vec{\mathbf{v}}_{23}$.

## Vận dụng công thức tính tốc độ, vận tốc

***Ví dụ 1:*** Một xe chạy liên tục trong 2,5 giờ, trong $\Delta t_1$ = 1 giờ đầu, tốc độ trung bình của xe là $v_1 = 60$ km/h, trong $\Delta t_2 = 1{,}5$ giờ sau, tốc độ trung bình của xe là $v_2 = 40$ km/h. Tính tốc độ trung bình của xe trong toàn bộ khoảng thời gian chuyển động.

**Bài giải**

Theo định nghĩa của tốc độ trung bình ở biểu thức (4.1), ta có:

$$v_{tb} = \frac{v_1 \cdot \Delta t_1 + v_2 \cdot \Delta t_2}{\Delta t_1 + \Delta t_2} = 48 \text{ km/h}$$

***Ví dụ 2:*** Trong một giải đua xe đạp, đài truyền hình phải cử các mô tô chạy theo các vận động viên để ghi hình chặng đua (Hình 5.5). Khi mô tô đang quay hình vận động viên cuối cùng, vận động viên dẫn đầu đang cách xe mô tô một đoạn 10 km. Xe mô tô tiếp tục chạy để quay hình các vận động viên khác và bắt kịp vận động viên dẫn đầu sau 30 phút. Tính tốc độ của vận động viên dẫn đầu, xem như các xe chuyển động với tốc độ không đổi trong quá trình nói trên và biết tốc độ của xe mô tô là 60 km/h.

Chân trời sáng tạo

**Bài giải**

Gọi vận tốc của mô tô đài truyền hình và vận động viên đua xe đạp đối với mặt đường lần lượt là $\vec{\mathbf{v}}_{13}$ và $\vec{\mathbf{v}}_{23}$, vận tốc tương đối của xe mô tô đối với vận động viên đua xe đạp là $\vec{\mathbf{v}}_{12}$.

Xét trong hệ quy chiếu gắn với vận động viên, thời gian xe mô tô bắt kịp vận động viên là: $\Delta t = \frac{d}{v_{12}}$.

Do đó: $v_{12} = \frac{d}{\Delta t} = \frac{10 \text{ km}}{0{,}5 \text{ h}} = 20 \text{ km/h}$.

Theo công thức cộng vận tốc: $\vec{\mathbf{v}}_{13} = \vec{\mathbf{v}}_{12} + \vec{\mathbf{v}}_{23}$.

Khi hai xe chuyển động cùng chiều: $v_{13} = v_{12} + v_{23}$.

Vậy tốc độ của vận động viên dẫn đầu là:

$$v_{23} = v_{13} - v_{12} = 60 - 20 = 40 \text{ km/h}.$$



▲ *Hình 5.5.*
**Xe mô tô ghi hình đoàn đua xe đạp**

Một đoàn tàu đang chuyển động đều với tốc độ 8 m/s và có một người soát vé đang ổn định khách trong toa tàu. Một học sinh đứng bên đường thấy người soát vé đi với vận tốc bằng bao nhiêu trong các trường hợp sau:

a) Người soát vé đi với tốc độ 1,5 m/s về phía đuôi tàu.

b) Người soát vé đi với tốc độ 1,5 m/s về phía đầu tàu.

c) Người soát vé đứng yên trên tàu.

Nêu một số tình huống thực tiễn thể hiện ứng dụng tính chất tương đối của chuyển động.

## BÀI TẬP

**1.** Một chiếc máy bay đang bay từ Thành phố Hồ Chí Minh đến Thủ đô Hà Nội với tốc độ 525 km/h. Trong ngày hôm đó, gió thổi về hướng Nam với tốc độ 36 km/h. Xem như máy bay chuyển động thẳng đều theo hướng Bắc và quãng đường bay từ Thành phố Hồ Chí Minh đến Thủ đô Hà Nội là 1 160 km. Hãy xác định thời gian bay của máy bay trên quãng đường đó.

**2.** Trong trận lũ lụt tại miền Trung vào tháng 10/2020, dòng lũ có tốc độ lên đến khoảng 4 m/s. Bộ Quốc phòng đã trang bị ca nô công suất lớn trong công tác cứu hộ. Trong một lần cứu hộ, đội cứu hộ đã sử dụng ca nô chạy với tốc độ 8 m/s so với dòng nước để cứu những người gặp nạn đang mắc kẹt trên một mái nhà cách trạm cứu hộ khoảng 2 km.

a) Sau bao lâu đội cứu hộ đến được chỗ người bị nạn? Biết đội cứu hộ phải đi xuôi dòng lũ.

b) Sau khi cứu người, đội cứu hộ phải mất bao lâu để quay lại trạm ban đầu?

Chân trời sáng tạo

Bài 6

# THỰC HÀNH ĐO TỐC ĐỘ CỦA VẬT CHUYỂN ĐỘNG THẲNG

– Thiết kế và thực hiện thí nghiệm đo tốc độ.
– Các phương pháp đo tốc độ thông dụng.

Muốn biết chuyển động của một vật là nhanh hay chậm tại một thời điểm nào đó, ta cần đo được tốc độ tức thời của chúng. Trong thực tiễn, có những phương pháp đo tốc độ tức thời thông dụng nào và ưu, nhược điểm của chúng ra sao?

## 1 THÍ NGHIỆM ĐO TỐC ĐỘ

* **Mục đích:** Đo được tốc độ tức thời của vật chuyển động.

* **Dụng cụ:**

– Đồng hồ đo thời gian hiện số (Hình 6.1) có sai số dụng cụ 0,001 s (1).

– Máng định hướng thẳng dài khoảng 1 m có đoạn dốc nghiêng (độ dốc không đổi) và đoạn nằm ngang (2).

– Viên bi thép (3).

– Thước đo độ có gắn dây dọi (4).

– Thước thẳng độ chia nhỏ nhất là 1 mm (5).

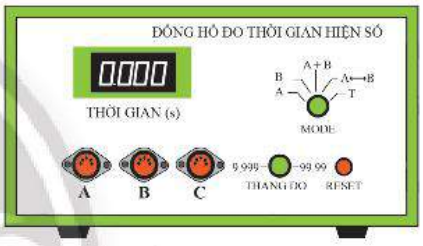
– Nam châm điện (6).

– Hai cổng quang điện (7).

– Công tắc điện (8).

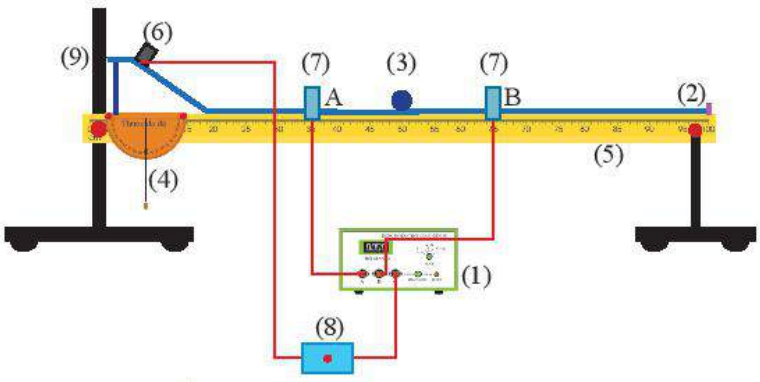
– Giá đỡ (9).

– Thước kẹp.




*Hình 6.1.* **Đồng hồ đo thời gian hiện số**

* **Tiến hành thí nghiệm:**




*Hình 6.2.* **Bố trí thí nghiệm đo tốc độ**

1. Tìm hiểu thang đo thời gian và chức năng của các chế độ đo (MODE) trên đồng hồ đo thời gian hiện số (Hình 6.1).

2. Dựa vào bộ dụng cụ thí nghiệm được gợi ý, thiết kế và thực hiện phương án xác định tốc độ tức thời của viên bi tại vị trí cổng quang điện A (hoặc B).

Chân trời sáng tạo

*Bước 1:* Bố trí thí nghiệm như Hình 6.2. Điều chỉnh đoạn nằm ngang của máng sao cho thước đo độ chỉ giá trị 0°. Cố định nam châm điện và cổng quang điện A (đặt cách đoạn chân dốc nghiêng của máng một khoảng 20 cm).

*Bước 2:* Chọn MODE ở vị trí A (hoặc B) để đo thời gian viên bi chắn cổng quang điện mà ta muốn đo tốc độ tức thời của viên bi ở vị trí tương ứng.

*Bước 3:* Sử dụng thước kẹp để đo đường kính của viên bi. Thực hiện đo đường kính viên bi khoảng 5 lần và ghi kết quả vào Bảng 6.1.

*Bước 4:* Đưa viên bi lại gần nam châm điện sao cho viên bi hút vào nam châm. Ngắt công tắc điện để viên bi bắt đầu chuyển động xuống đoạn dốc nghiêng và đi qua cổng quang điện cần đo thời gian.

*Bước 5:* Ghi nhận giá trị thời gian hiển thị trên đồng hồ đo vào bảng số liệu như gợi ý trong Bảng 6.2.

***Lưu ý:*** Nhấn nút RESET của đồng hồ đo. Thực hiện lại bước 3 và 4 thêm ít nhất 4 lần.

* **Báo cáo kết quả thí nghiệm:**

Tính tốc độ tức thời của viên bi, ghi kết quả vào Bảng 6.2.

***Bảng 6.1.*** **Bảng kết quả đo đường kính viên bi**

| | Lần đo | | | | | Đường kính trung bình $\overline{d}$ (cm) | Sai số $\Delta d$ (cm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Lần 1 | Lần 2 | Lần 3 | Lần 4 | Lần 5 | | |
| Đường kính $d$ (cm) | – | – | – | – | – | – | – |

Chân trời sáng tạo

***Bảng 6.2.*** **Bảng số liệu thí nghiệm đo tốc độ tức thời**

| | Lần đo | | | | | Thời gian trung bình $\overline{t}$ (s) | Tốc độ tức thời $v = \frac{\overline{d}}{\overline{t}}$ (cm/s) | Sai số $\Delta v$ (cm/s) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Lần 1 | Lần 2 | Lần 3 | Lần 4 | Lần 5 | | | |
| Thời gian $t$ (s) | 0,044 | 0,045 | 0,045 | 0,044 | 0,044 | – | – | – |

Dựa vào bộ dụng cụ thí nghiệm được gợi ý, thảo luận để thiết kế (và thực hiện) phương án tốt nhất để xác định tốc độ trung bình của viên bi khi viên bi di chuyển từ cổng quang điện A đến cổng quang điện B.

• **Giới thiệu về cổng quang điện:** Cổng quang điện có tác dụng như một công tắc điện, dạng hình chữ U, sử dụng cảm biến ánh sáng và thường được nối với đồng hồ đo thời gian hiện số để xác định thời gian vật chuyển động. Khi vật chuyển động qua cổng quang điện, ta nói vật chắn cổng quang điện và tuỳ vào mục đích thực hiện sẽ có 5 MODE tương ứng để chọn trên đồng hồ.

1. MODE A và B: để đo khoảng thời gian vật chắn cổng quang điện A hoặc cổng quang điện B.
2. MODE A + B: để đo tổng thời gian mà vật chắn cổng quang điện A và cổng quang điện B.
3. MODE A ↔ B: để đo khoảng thời gian từ lúc vật bắt đầu chắn cổng quang điện A đến thời điểm vật bắt đầu chắn cổng quang điện B.
4. MODE T: được dùng với thanh chắn sáng có dạng chữ U. Trong chương trình THPT ta không sử dụng đến chế độ này.

• **Giới thiệu về đồng hồ đo thời gian hiện số:** Đồng hồ đo thời gian hiện số là loại dụng cụ đo thời gian với độ chính xác cao, có hai thang đo là 9,999 s và 99,99 s ứng với độ chia nhỏ nhất là 0,001 s và 0,01 s. Nó có thể hoạt động như một đồng hồ bấm giây và được điều khiển bởi công tắc điện hoặc cổng quang điện.

Một đồng hồ đo thời gian hiện số có cấu tạo gồm các bộ phận như sau:

1. Một nút gạt để chọn thang đo thời gian là 9,999 s hoặc 99,99 s.
2. Một núm vặn MODE được dùng để chọn 1 trong 5 chế độ đo thời gian: A, B, A + B, A ↔ B và T.
3. Một ô màn hình LED "Thời gian" dùng hiển thị số đo thời gian.
4. Một nút nhấn RESET dùng để đưa số chỉ thời gian trên màn hình về 0.000.
5. Mặt sau có công tắc ON-OFF dùng đóng ngắt điện cấp cho đồng hồ và ba ổ cắm A, B, C (có thể ở mặt trước của đồng hồ).

## 2 MỘT SỐ PHƯƠNG PHÁP ĐO TỐC ĐỘ



a) b) c)

**Hình 6.3. Một số thiết bị thông dụng được sử dụng để đo tốc độ:**
*a) đồng hồ bấm giây; b) cổng quang điện; c) súng bắn tốc độ*

Trên thực tiễn, chúng ta có thể sử dụng một số thiết bị như trong Hình 6.3 để đo tốc độ chuyển động của vật:

* **Đồng hồ bấm giây** (Hình 6.3a) kết hợp với thước: Thường dùng để đo tốc độ trung bình của vật chuyển động. Được ứng dụng để đo tốc độ chạy trong lớp thể dục, đo tốc độ rơi tự do từ một độ cao xác định.

*Ưu điểm:* Nhanh, đơn giản, dễ thực hiện.

*Nhược điểm:* Kém chính xác do phụ thuộc vào phản xạ của người bấm đồng hồ.

**3.** Quan sát Hình 6.3, tìm hiểu và trình bày phương pháp đo tốc độ trung bình và tốc độ tức thời dựa vào những thiết bị trên. Đánh giá ưu và nhược điểm của mỗi phương pháp đo.

* **Cổng quang điện** (Hình 6.3b) kết hợp với thước và đồng hồ đo thời gian hiện số: Thường dùng để đo tốc độ tức thời và tốc độ trung bình của vật chuyển động trong phòng thí nghiệm.

*Ưu điểm:* Kết quả chính xác hơn do không phụ thuộc vào người thực hiện.

*Nhược điểm:* Lắp đặt phức tạp, chỉ đo được cho các vật có kích thước phù hợp để có thể đi qua được cổng quang điện.

* **Súng bắn tốc độ** (Hình 6.3c): Đo trực tiếp tốc độ tức thời của các phương tiện giao thông. Thường được Cảnh sát giao thông sử dụng trong việc kiểm soát tốc độ của các phương tiện giao thông khi di chuyển trên đường.

*Ưu điểm:* Đo trực tiếp tốc độ tức thời với độ chính xác cao.

*Nhược điểm:* Giá thành cao.

Hãy tìm hiểu nguyên tắc đo tốc độ tức thời của tốc kế ô tô hoặc xe máy (Hình 4.3).

## TỔNG KẾT CHƯƠNG

### 1 TỐC ĐỘ

– **Tốc độ trung bình:** là đại lượng được xác định bằng thương số giữa quãng đường vật đi được và thời gian để vật thực hiện quãng đường đó.

$$v_{tb} = \frac{s}{\Delta t}$$

– **Tốc độ tức thời** $(v)$**:** là tốc độ trung bình tính trong khoảng thời gian rất nhỏ, diễn tả sự nhanh, chậm của chuyển động tại thời điểm đó.

Trong hệ SI, đơn vị của tốc độ là m/s.

### 2 ĐỘ DỊCH CHUYỂN

Độ dịch chuyển được xác định bằng độ biến thiên toạ độ của vật.

$$d = x_2 - x_1 = \Delta x$$

### 3 VẬN TỐC

– **Vận tốc trung bình:** là đại lượng vectơ được xác định bằng thương số giữa độ dịch chuyển của vật và thời gian để vật thực hiện độ dịch chuyển đó.

$$\vec{v}_{tb} = \frac{\vec{d}}{\Delta t} = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t}$$

– **Vận tốc tức thời:** là vận tốc trung bình trong trong một khoảng thời gian rất nhỏ. Độ lớn của vận tốc tức thời chính là tốc độ tức thời.

– Vận tốc tức thời của vật tại một thời điểm được xác định bởi **độ dốc** của tiếp tuyến với đồ thị $(d - t)$ tại thời điểm đang xét. Tốc độ tức thời chính là độ lớn của độ dốc tiếp tuyến.

### 4 CÔNG THỨC XÁC ĐỊNH VẬN TỐC TỔNG HỢP

Vận tốc tuyệt đối bằng tổng vận tốc tương đối và vận tốc kéo theo.

$$\vec{v}_{13} = \vec{v}_{12} + \vec{v}_{23}$$

Chân trời sáng tạo

# Chương 3: CHUYỂN ĐỘNG BIẾN ĐỔI

Bài 7

# GIA TỐC – CHUYỂN ĐỘNG THẲNG BIẾN ĐỔI ĐỀU

- Công thức, ý nghĩa và đơn vị của gia tốc.
- Đồ thị vận tốc – thời gian.
- Các công thức của chuyển động thẳng biến đổi đều.

Trong giải đua xe F1 (Hình 7.1), các tay đua phải hoàn thành một chặng đua dài khoảng 300 km trong khoảng thời gian ngắn nhất. Trong quá trình đua, các tay đua bắt buộc phải vào trạm dừng thay lốp mới và nạp thêm nhiên liệu. Trong khoảng thời gian từ khi xe vào trạm dừng đến khi xe tăng tốc trở lại đường đua, ta thấy vận tốc của xe đã có sự thay đổi rõ rệt. Đại lượng nào đặc trưng cho sự thay đổi vận tốc của xe?



*Hình 7.1.* Đua xe F1

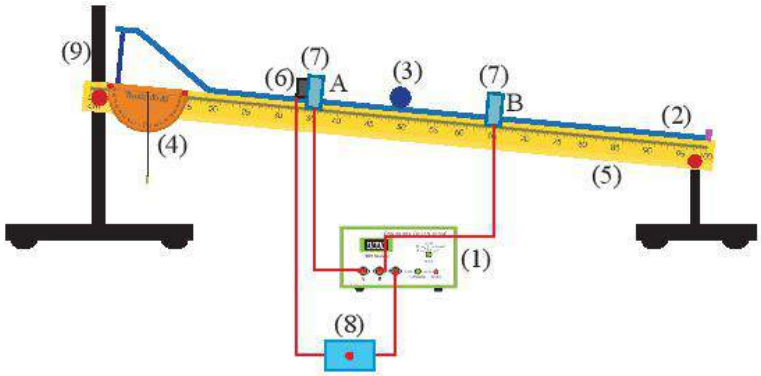
## 1 ĐỒ THỊ VẬN TỐC – THỜI GIAN TRONG CHUYỂN ĐỘNG THẲNG VÀ KHÁI NIỆM GIA TỐC

### Thí nghiệm khảo sát chuyển động biến đổi

* **Mục đích:** Đo được vận tốc tức thời tại từng thời điểm của vật chuyển động biến đổi.

* **Dụng cụ:** Được trình bày chi tiết trong Bài 6.

* **Tiến hành thí nghiệm:**




*Hình 7.2.* Bố trí thí nghiệm đo vận tốc tức thời

1. Làm thế nào ta có thể xác định được vận tốc tức thời dựa vào phương án thí nghiệm gợi ý?

Chân trời sáng tạo

*Bước 1:* Bố trí thí nghiệm như Hình 7.2, điều chỉnh máng nghiêng một góc $\alpha \neq 0^o$ so với phương nằm ngang (giá trị được xác định bởi thước đo độ).

*Bước 2:* Cố định nam châm điện và cổng quang điện A (cổng quang điện A đặt cách đoạn chân dốc nghiêng của máng một khoảng 20 cm). Dịch chuyển nam châm điện lại gần cổng quang điện A sao cho viên bi thép nằm sát chùm tia hồng ngoại của cổng quang điện. Đặt cổng quang điện B cách cổng quang điện A một đoạn AB.

*Bước 3:* Đọc giá trị đường kính $d$ của viên bi thép trong bộ thí nghiệm.

*Bước 4:* Đưa bi thép lại gần nam châm điện sao cho nó bị nam châm hút dính vào nam châm.

*Bước 5:* Chọn chế độ đo thời gian vật chuyển động từ cổng quang điện A đến B ($t_{AB}$). Tiến hành thí nghiệm 3 lần để xác định thời gian chuyển động của viên bi ứng với từng quãng đường. Ghi kết quả đo vào trong bảng số liệu như gợi ý trong Bảng 7.1.

*Bước 6:* Chọn chế độ để đo thời gian vật chắn cổng quang điện B ($t_B$). Tiến hành thí nghiệm 3 lần để xác định thời gian chắn cổng quang điện B của viên bi tại từng vị trí ứng với bước 5. Ghi kết quả đo vào trong bảng số liệu như gợi ý trong Bảng 7.1.

***Lưu ý:*** Thực hiện thí nghiệm với nhiều khoảng cách AB khác nhau.

* **Báo cáo kết quả thí nghiệm:**

Đo thời gian vật đi hết quãng đường AB và thời gian vật chắn cổng quang điện B. Ghi vào bảng số liệu như gợi ý trong Bảng 7.1.

Xử lí số liệu để ghi nhận được tốc độ tức thời tương ứng với từng thời điểm đo được.

**2.** Cần chọn gốc toạ độ, gốc thời gian như thế nào để việc xác định độ dịch chuyển và thời điểm trong thí nghiệm được thuận tiện?

**3.** Dựa vào bảng số liệu, hãy xác định giá trị trung bình và sai số của phép đo thời gian viên bi chuyển động từ A đến B và thời gian chắn cổng quang điện B. Từ đó xác định giá trị trung bình và sai số của vận tốc tức thời tại B ứng với từng giá trị độ dịch chuyển. Vẽ đồ thị vận tốc tức thời tại B theo thời gian chuyển động $t_{AB}$ vào giấy kẻ ô.

***Bảng 7.1.*** **Bảng số liệu thí nghiệm đo vận tốc theo thời gian**

| Góc nghiêng máng: $\alpha = 20°$ | | | | | | Đường kính viên bi: $d = 2{,}05$ cm | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Khoảng cách AB (cm) | $t_{AB}$ (s) | | | | | $t_B$ (s) | | | | | Tốc độ tức thời tại B $\overline{v}_B = \frac{d}{\overline{t}_B}$ (cm/s) |
| | Lần 1 | Lần 2 | Lần 3 | Trung bình $\overline{t}_{AB}$ | Sai số | Lần 1 | Lần 2 | Lần 3 | Trung bình $\overline{t}_B$ | Sai số | |
| 10 | 0,292 | 0,293 | 0,292 | – | – | 0,031 | 0,031 | 0,031 | – | – | – |
| 20 | 0,422 | 0,423 | 0,423 | – | – | 0,023 | 0,022 | 0,022 | – | – | – |
| 30 | 0,525 | 0,525 | 0,525 | – | – | 0,018 | 0,018 | 0,018 | – | – | – |
| 40 | 0,609 | 0,608 | 0,609 | – | – | 0,016 | 0,016 | 0,017 | – | – | – |
| 50 | 0,684 | 0,684 | 0,684 | – | – | 0,014 | 0,015 | 0,014 | – | – | – |

## Gia tốc

Trên thực tế, vận tốc của vật chuyển động trong đa số trường hợp luôn thay đổi theo thời gian.

Ví dụ: Khi xe ô tô bắt đầu chuyển động hoặc hãm phanh (xét chuyển động thẳng) thì vận tốc của xe thay đổi về độ lớn. Khi xe thay đổi hướng chuyển động như rẽ trái, rẽ phải thì vận tốc của xe bị thay đổi về hướng và có thể cả độ lớn.

Xét vật chuyển động thẳng có vận tốc đầu là $v_1$ và vận tốc của vật chuyển động sau khoảng thời gian $\Delta t$ là $v_2$.

Từ kết quả thí nghiệm và đồ thị vận tốc – thời gian ($v - t$) (Hình 7.3), ta có thể thấy trong suốt quá trình chuyển động, vận tốc tức thời của vật có độ lớn thay đổi theo thời gian (đồ thị không song song với trục thời gian), đây gọi là chuyển động biến đổi. Sự thay đổi vận tốc của vật theo thời gian được đặc trưng bởi một đại lượng gọi là gia tốc, được xác định bằng độ dốc (hệ số góc) của đồ thị vận tốc theo thời gian.

Đại lượng đặc trưng cho độ biến thiên của vận tốc theo thời gian được gọi là gia tốc. Trong chuyển động thẳng, **gia tốc trung bình** được xác định theo biểu thức:

$$a_{tb} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{\Delta t} \quad (7.1)$$

Gia tốc tức thời tại một thời điểm có giá trị bằng độ dốc của tiếp tuyến của đồ thị vận tốc – thời gian ($v - t$) tại thời điểm đó.

Trong hệ SI, gia tốc có đơn vị là $m/s^2$.

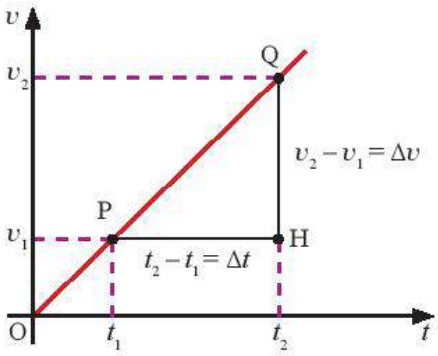
Tổng quát, do vận tốc là một đại lượng vectơ nên gia tốc cũng là một đại lượng vectơ. **Gia tốc trung bình** được xác định:

$$\vec{a}_{tb} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{\Delta t} \quad (7.2)$$

Khi $\Delta t$ rất nhỏ, gia tốc trung bình trở thành **gia tốc tức thời** có gốc tại vị trí của vật, hướng cùng hướng với độ biến thiên vận tốc $\Delta \vec{v}$, độ dài tỉ lệ với độ lớn của vectơ $\Delta \vec{v}$ theo một tỉ xích xác định.

Trong một số phương tiện giao thông như máy bay, xe đua, gia tốc tức thời được đo trực tiếp bằng gia tốc kế như Hình 7.4.

4. Nêu một số ví dụ khác về chuyển động có vận tốc thay đổi theo thời gian.




**Hình 7.3.** Minh hoạ đồ thị vận tốc – thời gian và cách xác định gia tốc

***Lưu ý:*** Để xác định dấu của vận tốc trong biểu thức (7.1), ta phải so sánh chiều của vận tốc với chiều dương quy ước.




**Hình 7.4.** Gia tốc kế của máy bay (tính theo gia tốc rơi tự do g)

Ta có thể dựa vào giá trị của gia tốc tức thời để phân chuyển động thành những loại sau:

– $a = 0$: chuyển động thẳng đều, vật có độ lớn vận tốc không đổi.

– $a \neq 0$ và bằng hằng số: chuyển động thẳng biến đổi đều, vật có độ lớn vận tốc thay đổi (tăng hoặc giảm) đều theo thời gian.

– $a \neq 0$ nhưng không phải hằng số: chuyển động thẳng biến đổi phức tạp. Chúng ta không xét loại chuyển động này trong chương trình vật lí phổ thông.

***Lưu ý:*** Trong chuyển động thẳng biến đổi đều được chia làm hai loại:

– Chuyển động thẳng nhanh dần đều, vận tốc tăng đều theo thời gian, $\vec{a}$ và $\vec{v}$ cùng chiều.

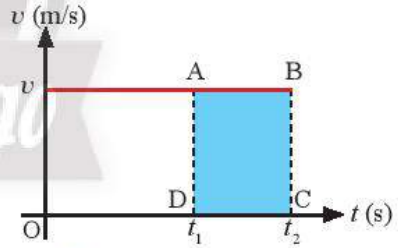
– Chuyển động thẳng chậm dần đều, vận tốc giảm đều theo thời gian, $\vec{a}$ và $\vec{v}$ ngược chiều.

Một xe buýt bắt đầu rời khỏi bến, khi đang chuyển động thẳng đều thì thấy một chướng ngại vật, người lái xe hãm phanh để dừng lại. Hãy nhận xét tính chất chuyển động của xe buýt, mối liên hệ về hướng của vận tốc và gia tốc từ lúc bắt đầu chuyển động cho tới khi dừng lại.

Trong cuộc đua xe F1, hãy giải thích tại sao ngoài tốc độ tối đa thì gia tốc của xe cũng là một yếu tố rất quan trọng quyết định kết quả cuộc đua.

## Vận dụng đồ thị ($v - t$) để xác định độ dịch chuyển

Xét vật chuyển động thẳng đều, vận tốc của vật có độ lớn không đổi theo thời gian và được biểu diễn bởi đồ thị ($v - t$) trong Hình 7.5. Từ công thức (4.3), ta có thể rút ra được độ dịch chuyển của vật trong khoảng thời gian $\Delta t = t_2 - t_1$ là $d = v \cdot (t_2 - t_1)$ và bằng phần diện tích hình chữ nhật ABCD trong Hình 7.5.

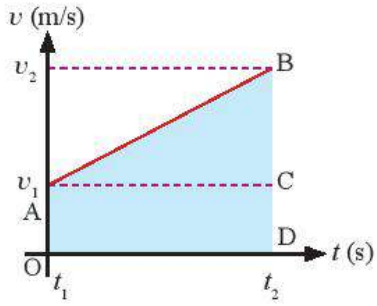



**Hình 7.5. Đồ thị ($v - t$) trong chuyển động thẳng đều**

Một cách tổng quát, xét vật chuyển động thẳng biến đổi (không đổi chiều) thì:

Độ dịch chuyển của vật trong khoảng thời gian từ $t_1$ đến $t_2$ được xác định bằng phần diện tích giới hạn bởi các đường $v(t)$, $v = 0$, $t = t_1$, $t = t_2$ trong đồ thị ($v - t$).

Ví dụ: Xét vật chuyển động thẳng nhanh dần đều có vận tốc $v_1$ vào thời điểm $t_1 = 0$ và vận tốc $v_2$ tại thời điểm $t_2$. Độ dịch chuyển của vật trong khoảng thời gian $\Delta t = t_2 - t_1$ chính là phần diện tích hình thang OABD trong Hình 7.6.




**Hình 7.6. Đồ thị ($v - t$) trong chuyển động thẳng biến đổi đều**

***Ví dụ:*** Dựa vào đồ thị ($v - t$) của vật chuyển động trong Hình 7.7, hãy xác định gia tốc và độ dịch chuyển của vật trong các giai đoạn:

a) Từ 0 s đến 40 s.

b) Từ 80 s đến 160 s.

**Bài giải**

Chọn chiều dương là chiều chuyển động của vật.

Gia tốc và độ dịch chuyển của vật trong các giai đoạn:

a) $a_1 = \dfrac{v_1 - v_0}{t_1 - t_0} = \dfrac{120 - 40}{40} = 2\ \text{cm/s}^2$

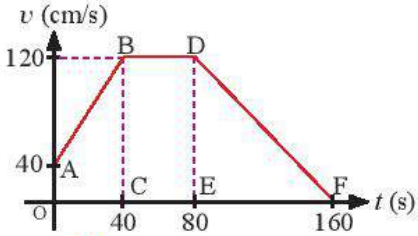
$d_1 = \dfrac{1}{2}(OA + BC) \cdot OC$

$= \dfrac{1}{2} \cdot 160\ \text{cm/s} \cdot 40\ \text{s} = 3200\ \text{cm}$

b) Tương tự câu a, ta có:

$a_2 = -1,5\ \text{cm/s}^2$ và $d_2 = 4800\ \text{cm}$.

**5.** Nhận xét về tính chất chuyển động của vật có đồ thị ($v - t$) được biểu diễn trong Hình 7.7.

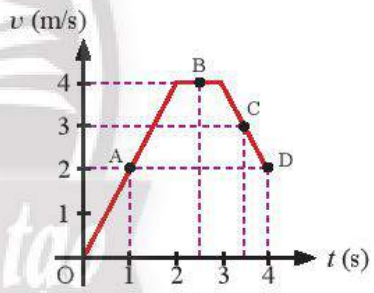



***Hình 7.7.*** **Đồ thị ($v - t$) của một vật chuyển động**

Một người chạy xe máy theo một đường thẳng và có vận tốc theo thời gian được biểu diễn bởi đồ thị ($v - t$) như Hình 7.8. Xác định:

a) Gia tốc của người này tại các thời điểm 1 s, 2,5 s và 3,5 s.

b) Độ dịch chuyển của người này từ khi bắt đầu chạy đến thời điểm 4 s.




***Hình 7.8.*** **Đồ thị ($v - t$) trong chuyển động của một người chạy xe máy**

## 2 CÁC PHƯƠNG TRÌNH CỦA CHUYỂN ĐỘNG THẲNG BIẾN ĐỔI ĐỀU

### Các phương trình của chuyển động thẳng biến đổi đều

* **Phương trình gia tốc:** $a$ = hằng số.

* **Phương trình vận tốc:** Xét thời điểm $t_0 = 0$, vật chuyển động có vận tốc $v_0$. Tại thời điểm $t$, vật có vận tốc $v$.

Từ biểu thức định nghĩa của gia tốc (7.1), ta có thể rút ra được phương trình vận tốc của vật chuyển động thẳng biến đổi đều:

$$v = v_0 + a \cdot t \quad (7.3)$$

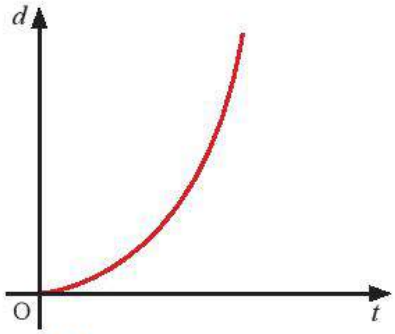
* **Phương trình độ dịch chuyển:**

Dựa vào đồ thị $(v - t)$ của chuyển động thẳng biến đổi đều trong Hình 7.6, ta có độ dịch chuyển của vật sau khoảng thời gian $\Delta t = t - 0 = t$ chính là diện tích hình thang OABD:

$$d = \frac{1}{2}(OA + BD) \cdot OD = \frac{1}{2}(v_0 + v) \cdot t$$

Với $v$ được xác định trong phương trình (7.3). Ta rút ra được phương trình độ dịch chuyển của vật:

$$d = \frac{1}{2}a \cdot t^2 + v_0 \cdot t \quad (7.4)$$




▲ ***Hình 7.9.*** **Đồ thị $(d - t)$ của chuyển động thẳng biến đổi đều**

Đồ thị $(d - t)$ của chuyển động thẳng biến đổi đều được biểu diễn trong Hình 7.9 là một nhánh parabol.

***Lưu ý:*** Trong trường hợp vật chuyển động thẳng biến đổi đều không đổi chiều thì phương trình (7.4) cũng chính là phương trình xác định quãng đường đi được của vật.

Nếu tại thời điểm $t_0$, vật có vị trí $x_0$ so với gốc toạ độ. Do $d = x - x_0$, phương trình (7.4) trở thành phương trình xác định toạ độ của vật chuyển động thẳng biến đổi đều.

$$x = \frac{1}{2}a \cdot t^2 + v_0 \cdot t + x_0 \quad (7.5)$$

* **Phương trình liên hệ giữa gia tốc, vận tốc và độ dịch chuyển:**

Khử biến thời gian $t$ trong các phương trình (7.3) và (7.4), ta rút ra được biểu thức liên hệ giữa gia tốc, vận tốc và độ dịch chuyển.

$$v^2 - v_0^2 = 2a \cdot d \quad (7.6)$$

**6.** Rút ra phương trình liên hệ giữa gia tốc, vận tốc và độ dịch chuyển (7.6).

## Vận dụng các công thức của chuyển động thẳng biến đổi đều

***Ví dụ 1:*** Một người đi xe đạp lên dốc dài 50 m. Tốc độ ở dưới chân dốc là 18 km/h và ở đầu dốc lúc đến nơi là 3 m/s. Tính gia tốc của chuyển động và thời gian lên dốc. Coi chuyển động trên là chuyển động thẳng chậm dần đều.

**Bài giải**

Chọn gốc thời gian là lúc vật ở chân dốc, chiều dương cùng chiều chuyển động.

Áp dụng phương trình (7.6), suy ra:

$$a = \frac{v^2 - v_0^2}{2d} = \frac{3^2 - (18/3,6)^2}{2 \cdot 50} = -0,16 \text{ m/s}^2$$

Thời gian chuyển động lên dốc:

$$t = \frac{v - v_0}{a} = \frac{3 - 5}{-0,16} = 12,5 \text{ s}$$

Như vậy, gia tốc có độ lớn không đổi bằng 0,16 m/s$^2$ và có chiều ngược chiều dương quy ước là chiều chuyển động, do đó vật chuyển động chậm dần đều.

***Ví dụ 2:*** Một người đi xe đạp chuyển động thẳng nhanh dần đều (Hình 7.10). Trong hai khoảng thời gian 4 s liên tiếp, người này di chuyển được những quãng đường lần lượt là 24 m và 64 m. Tính gia tốc và tốc độ đầu của chuyển động.



▲ ***Hình 7.10.*** **Người đạp xe**

**Bài giải**

Chọn gốc thời gian lúc bắt đầu chuyển động, chiều dương cùng chiều chuyển động.

Ta có: $t_1 = 4$ s; $d_1 = s_1 = 24$ m.

$t_2 = 8$ s; $d_2 = s_1 + s_2 = 88$ m.

Thay vào phương trình độ dịch chuyển theo thời gian (7.4) và giải hệ phương trình, ta có:

$$\begin{cases} v_0 = 1 \text{ m/s} \\ a = 2,5 \text{ m/s}^2 \end{cases}$$

Chân trời sáng tạo

Một đoàn tàu đang chạy với vận tốc 43,2 km/h thì hãm phanh, chuyển động thẳng chậm dần đều để vào ga. Sau 1 phút thì tàu dừng lại ở sân ga.

a) Tính gia tốc của tàu.

b) Tính quãng đường mà tàu đi được trong thời gian hãm phanh.

## BÀI TẬP

**1.** Một máy bay chở khách đạt tốc độ cất cánh là 297 km/h ở cuối đường băng sau 30 giây từ lúc bắt đầu lăn bánh. Giả sử máy bay chuyển động thẳng, hãy tính gia tốc trung bình của máy bay trong quá trình này.

**2.** Xét một vận động viên chạy xe đạp trên một đoạn đường thẳng. Vận tốc của vận động viên này tại mỗi thời điểm được ghi lại trong bảng dưới đây.

| $t$ (s) | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $v$ (m/s) | 5 | 5 | 8 | 9 | 10 | 10 | 10 | 12 | 14 | 16 | 16 |

Hãy vẽ đồ thị vận tốc – thời gian và mô tả tính chất chuyển động của vận động viên này.

**3.** Một ô tô đang chạy với tốc độ 54 km/h trên đoạn đường thẳng thì người lái xe hãm phanh cho ô tô chạy thẳng chậm dần đều. Sau khi chạy thêm 250 m thì tốc độ của ô tô chỉ còn 5 m/s.

a) Hãy tính gia tốc của ô tô.

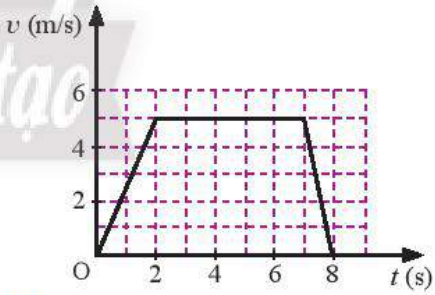
b) Xác định thời gian ô tô chạy thêm được 250 m kể từ khi bắt đầu hãm phanh.

c) Xe mất thời gian bao lâu để dừng hẳn kể từ lúc hãm phanh?

**4.** Chất điểm chuyển động có đồ thị vận tốc theo thời gian như Hình 7P.1.

a) Mô tả chuyển động của chất điểm.

b) Tính quãng đường mà chất điểm đi được từ khi bắt đầu chuyển động cho tới khi dừng lại.




▲ ***Hình 7P.1.*** **Đồ thị vận tốc – thời gian của một chất điểm chuyển động**

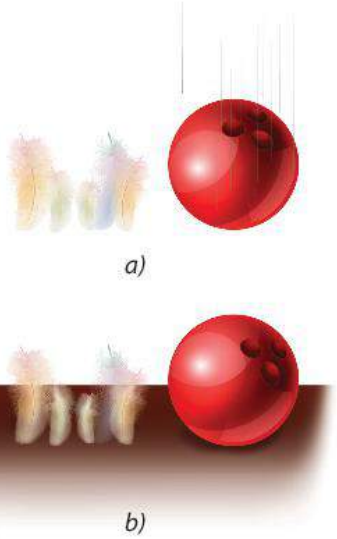
**5.** Một người đứng ở sân ga nhìn thấy đoàn tàu bắt đầu chuyển động. Người này nhìn thấy toa thứ nhất chạy qua trước mắt mình trong 10 s. Hãy tính thời gian toa thứ chín chạy qua người này. Giả sử chuyển động của tàu hoả là nhanh dần đều và xem khoảng cách giữa các toa tàu là không đáng kể.

Chân trời sáng tạo

# Bài 8 THỰC HÀNH ĐO GIA TỐC RƠI TỰ DO

Thiết kế và thực hiện thí nghiệm đo gia tốc rơi tự do.

Vào năm 2014, Cơ quan Hàng không và Vũ trụ Hoa Kỳ (NASA – National Aeronautics and Space Administration) đã thực hiện thí nghiệm thả rơi một quả bóng bowling và những sợi lông vũ trong phòng chân không từ cùng một độ cao. Kết quả cho thấy quả bóng bowling và những sợi lông vũ luôn chạm đất đồng thời như Hình 8.1. Tại sao lại như vậy?



a)

b)

▲ ***Hình 8.1.***
**Quá trình rơi (a) và chạm đất (b) của quả bóng bowling và những sợi lông vũ trong môi trường chân không**

## Thí nghiệm đo gia tốc rơi tự do

* **Mục đích:** Đo được gia tốc rơi tự do.

* **Cơ sở lí thuyết:**

Khi tác động của lực cản môi trường lên vật rơi là không đáng kể, mọi vật có hình dạng và khối lượng khác nhau đều rơi như nhau. Đây chính là sự rơi tự do.

Khi một vật chuyển động thẳng nhanh dần đều không vận tốc đầu với gia tốc $a$ không đổi thì độ dịch chuyển của vật tại thời điểm $t$ được xác định bằng biểu thức:

$$d = \frac{1}{2}a \cdot t^2$$

* **Dụng cụ:**

– Giá đỡ (thanh nhôm) có gắn dây dọi (1).

– Cổng quang điện (2).

– Đồng hồ đo thời gian hiện số (3).

– Nam châm điện (4).

– Công tắc điện (5).

– Vật nặng.

– Êke vuông ba chiều dùng để xác định vị trí đầu của vật rơi.

– Thước đo có độ chính xác đến mm.

* **Tiến hành thí nghiệm:**

*Bước 1:* Bố trí thí nghiệm như gợi ý trong Hình 8.2:

+ Lắp nam châm điện ở đầu trên của thanh nhôm, nối với cổng A của đồng hồ điện tử thông qua công tắc điện.

+ Cổng quang điện ở dưới, cách nam châm điện một đoạn $d$ và được nối vào cổng B của đồng hồ.

1. Thực hiện thí nghiệm thả đồng thời một viên bi và một tờ giấy từ cùng một độ cao.
   a) Nhận xét về thời gian di chuyển từ khi bắt đầu thả đến khi chạm đất của hai vật.
   b) Hãy dự đoán trong điều kiện nào thì hai vật sẽ chạm đất đồng thời.

2. Dựa vào các kiến thức đã học và bộ dụng cụ gợi ý, các em hãy đề xuất một phương án đo gia tốc rơi tự do khác. Phân tích ưu, nhược điểm của phương án do em đề xuất so với phương án gợi ý.

Chân trời sáng tạo

*Bước 2:* Điều chỉnh cho giá đỡ thẳng đứng bằng các vít ở đế sao cho quả nặng của dây dọi sẽ nằm ở tâm lỗ tròn. Thiết lập đồng hồ đo thời gian hiện số chế độ A ↔ B để đo thời gian từ lúc thả đến khi vật chắn cổng quang điện.

*Bước 3:* Đặt vật rơi vào vị trí nam châm điện, dùng êke vuông ba chiều để xác định vị trí ban đầu của vật. Ấn nút RESET trên mặt đồng hồ để đưa chỉ thị số về giá trị 0.000. Nhấn công tắc điện để kích thích vật rơi và khởi động đồng hồ đo thời gian hiện số.

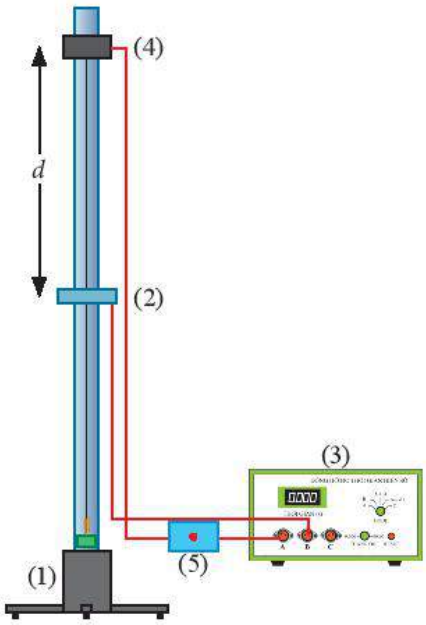
*Bước 4:* Khi vật rơi và chắn các tia hồng ngoại của cổng quang điện, đồng hồ sẽ dừng. Đọc thời gian rơi trên đồng hồ và ghi số liệu vào Bảng 8.1.

***Lưu ý:*** Thực hiện thí nghiệm với ít nhất 3 giá trị $d$ khác nhau. Ứng với mỗi giá trị của $d$, tiến hành đo thời gian rơi của vật 5 lần.

* **Báo cáo kết quả thí nghiệm:**

Ghi giá trị độ dịch chuyển của vật và thời gian rơi tương ứng vào bảng số liệu như gợi ý trong Bảng 8.1.

Xử lí số liệu để tính toán gia tốc rơi tự do kèm với sai số của phép đo.




▲ ***Hình 8.2.*** **Sơ đồ bố trí thí nghiệm gợi ý để đo gia tốc rơi tự do**

3. Dựa vào bảng số liệu, lập luận để trình bày phương án và tiến hành xử lí số liệu để xác định gia tốc rơi tự do và sai số của phép đo.

4. Nêu ra các nguyên nhân gây ra sai số trong phương án thí nghiệm lựa chọn.

▼ ***Bảng 8.1.*** **Bảng số liệu đo độ dịch chuyển – thời gian trong chuyển động rơi**

| Độ dịch chuyển $d$ (m) | Thời gian rơi $t$ (s) | | | | | Thời gian rơi trung bình $\overline{t}$ (s) | Sai số thời gian rơi $\Delta t$ (s) | Gia tốc rơi tự do $g$ (m/s$^2$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Lần 1 | Lần 2 | Lần 3 | Lần 4 | Lần 5 | | | |
| – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| – | – | – | – | – | – | – | – | – |

Gia tốc rơi tự do trung bình: $\overline{g}$ = .....

Sai số của gia tốc rơi tự do: $\Delta g$ =.....

Kết quả đo gia tốc rơi tự do: $g = \overline{g} + \Delta g$ = .....

Dựa vào kết quả thí nghiệm, nhận xét về các tính chất của chuyển động rơi tự do.

Hãy tiến hành thí nghiệm đo gia tốc rơi tự do bằng cách sử dụng đồng hồ bấm giây hoặc thiết bị khác như điện thoại thông minh. So sánh với kết quả được thực hiện tại phòng thí nghiệm và giá trị chính xác của gia tốc rơi tự do, nêu nhận xét và giải thích kết quả này.

Bài 9

# CHUYỂN ĐỘNG NÉM

- Chuyển động ném ngang.
- Thiết kế và thực hiện dự án tìm điều kiện ném vật trong không khí ở độ cao nào đó để đạt độ cao hoặc tầm xa lớn nhất.

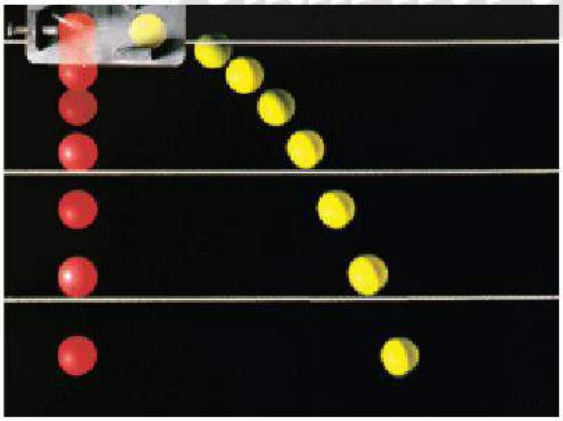
Chuyển động ném là một chuyển động thường gặp trong cuộc sống như: máy bay trực thăng thả những thùng hàng cứu trợ (Hình 9.1a), vận động viên đẩy tạ (Hình 9.1b). Trong cả hai trường hợp, vật đều được ném từ một độ cao $h$ so với mặt đất và có vận tốc đầu $\vec{v}_0$ hợp với phương ngang một góc $\alpha$ $(0 \le \alpha \le 90^o)$. Để thùng hàng rơi trúng vị trí cần thiết, quả tạ bay đi được quãng đường xa nhất, cần phải có những điều kiện gì?




▲ ***Hình 9.1.*** *a) Máy bay thả những thùng hàng cứu trợ; b) Minh hoạ quá trình đẩy tạ*

## 1 CHUYỂN ĐỘNG NÉM NGANG

### Mô tả chuyển động ném ngang



▲ ***Hình 9.2.*** **Ảnh chụp hoạt nghiệm tại nhiều thời điểm khác nhau khi thả viên bi đỏ rơi tự do và bắn viên bi vàng theo phương ngang**

1. Quan sát kết quả thí nghiệm trong Hình 9.2 và nhận xét về chuyển động của hai viên bi.

Trong một thí nghiệm khảo sát tính chất chuyển động của một vật ném ngang như trong Hình 9.2, người ta đồng thời thả viên bi đỏ rơi tự do và bắn viên bi vàng theo phương ngang từ cùng một độ cao $h$.

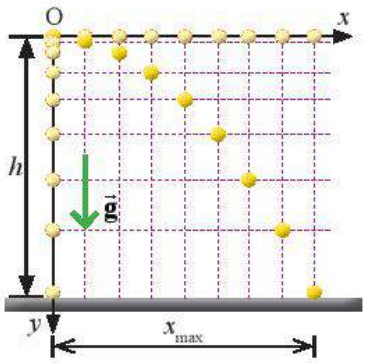
Chân trời sáng tạo

Để đơn giản hoá quá trình khảo sát, chuyển động ném ngang được phân tích thành hai thành phần vuông góc với nhau trên trục Ox nằm ngang và trục Oy thẳng đứng. Quan sát các vị trí liên tiếp của viên bi vàng và hình chiếu của các vị trí này trên hai trục vuông góc Ox và Oy như Hình 9.3, ta thấy:

– Quỹ đạo của viên bi vàng có dạng đường cong.

– Trên trục Ox: hình chiếu vị trí của viên bi vàng di chuyển được những quãng đường như nhau sau những khoảng thời gian bằng nhau. Do đó trên phương này, viên bi vàng chuyển động thẳng đều.

– Trên trục Oy: hình chiếu vị trí của viên bi vàng hoàn toàn trùng với vị trí của viên bi đỏ trong Hình 9.2. Do đó trên phương này, viên bi vàng chuyển động thẳng nhanh dần đều.




▲ ***Hình 9.3.*** **Phân tích chuyển động của viên bi vàng theo hai phương vuông góc**

## Giải thích chuyển động ném ngang

Chuyển động ném là một chuyển động phức tạp trong mặt phẳng (hoặc không gian ba chiều trong trường hợp tổng quát). Xét chuyển động ném ngang trong mặt phẳng như Hình 9.2, vật luôn có gia tốc bằng gia tốc rơi tự do $\vec{g}$ thẳng đứng hướng xuống và vuông góc với vận tốc ban đầu $\vec{v}_0$ (Hình 9.4).

Chọn hệ trục toạ độ Oxy như Hình 9.4 và gốc thời gian lúc thả vật, phân tích trên từng trục cho thấy:

* **Trên trục Ox:**

– Gia tốc: $a_x = 0$ nên vật chuyển động thẳng đều trên Ox.

– Vận tốc: $v_x = v_0$ là hằng số.

– Phương trình chuyển động: $x = v_0 \cdot t$.

* **Trên trục Oy:**

– Gia tốc: $a_y = g$ là hằng số nên vật chuyển động nhanh dần đều trên Oy (do vectơ hình chiếu vận tốc $\vec{v}_y$ và gia tốc $\vec{g}$ luôn cùng chiều).

– Vận tốc: $v_y = g \cdot t$.

– Phương trình chuyển động: $y = \frac{1}{2} g \cdot t^2$.

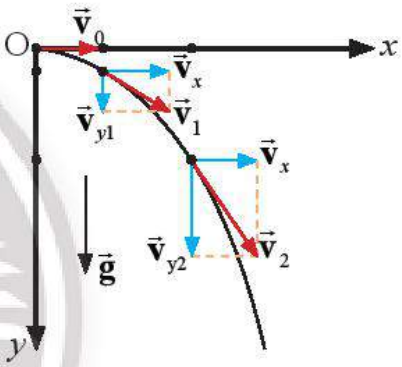
* **Dạng của quỹ đạo:** phương trình quỹ đạo của vật có dạng:

$$y = \frac{g}{2v_0^2} \cdot x^2 \quad (9.1)$$

Như vậy, quỹ đạo của vật là một nhánh của đường parabol.

* **Thời gian rơi của vật:**

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad (9.2)$$




▲ ***Hình 9.4.*** **Biểu diễn vận tốc của vật và hình chiếu của nó lên hai trục Ox, Oy trong quá trình chuyển động**

2. Lập luận để rút ra các phương trình mô tả quỹ đạo chuyển động, thời gian rơi và tầm xa của vật được ném ngang.
3. Phân biệt phương trình chuyển động và phương trình quỹ đạo của vật.

Chân trời sáng tạo

* **Tầm xa:** khoảng cách xa nhất (theo phương ngang) so với vị trí ném được xác định:

$$L = x_{max} = v_0 \cdot t = v_0 \cdot \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad (9.3)$$

Từ một vách đá cao 10 m so với mặt nước biển, một bạn ném ngang một hòn đá nhỏ với tốc độ 5 m/s . Bỏ qua lực cản của không khí và lấy $g = 9{,}81\ m/s^2$.

a) Lập các phương trình chuyển động của hòn đá.

b) Xác định toạ độ của hòn đá sau 1 giây.

c) Xác định vị trí và tốc độ của hòn đá ngay trước khi hòn đá chạm mặt nước biển.

Dựa vào kinh nghiệm trong đời sống và các phương trình chuyển động ném ngang, em hãy nêu những yếu tố ảnh hưởng đến tầm xa. Từ đó, phân tích cách thức tăng tầm xa khi ném ngang một vật.

## 2 CHUYỂN ĐỘNG NÉM XIÊN

### Thực hiện dự án nghiên cứu

* **Xây dựng ý tưởng dự án và quyết định chủ đề:**

– *Mục đích:* Tìm điều kiện về ném vật trong không khí ở một độ cao $h$ xác định để đạt được tầm xa lớn nhất.

– *Vấn đề thực tiễn:*




▲ ***Hình 9.5.*** **Vận động viên đẩy tạ**

Trong cuộc thi đẩy tạ (Hình 9.5), các vận động viên phải dùng hết sức để đẩy một quả tạ sao cho nó có tầm xa nhất. Đóng vai trò là một huấn luyện viên, em hãy thiết lập phương án ném để vận động viên của mình có thể đạt được thành tích tốt nhất.

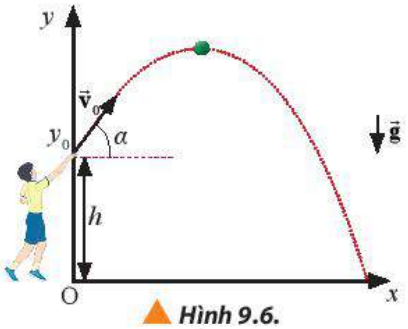
**4.** Khi quả tạ được ném từ độ cao $h$ sao cho vận tốc ban đầu $\vec{v}_0$ hợp với phương ngang một góc $\alpha$, hãy dự đoán các yếu tố ảnh hưởng đến tầm xa quả tạ.

Chân trời sáng tạo

– *Mô hình hoá bài toán:*

Xem quả tạ là một *chất điểm* được ném xiên ở độ cao $h$ so với mặt đất.

Giả thiết rằng đối với một vận động viên chuyên nghiệp thì lực tay trong các lần ném là ổn định, do đó tạ được ném đi với vận tốc ban đầu $\vec{v}_0$ có độ lớn không đổi và hợp với phương ngang một góc là $\alpha$ (Hình 9.6).



▲ *Hình 9.6.*
**Mô phỏng chuyển động của quả tạ**

Sức cản không khí lên quả tạ trong quá trình chuyển động sau khi ném là không đáng kể.

* **Lập kế hoạch thực hiện dự án:**

– Lựa chọn các đơn vị kiến thức liên quan.

– Thiết kế một dụng cụ có thể thay đổi góc bắn hoặc độ cao vật nhưng vẫn đảm bảo vận tốc ban đầu có độ lớn không đổi.

– Lựa chọn một vật nặng có kích thước nhỏ để làm vật ném.

***Lưu ý:*** Có thể tham khảo gợi ý thiết kế thiết bị như Hình 9.7.


▲ *Hình 9.7.*
**Gợi ý thiết kế thiết bị**

– Sử dụng dụng cụ đã thiết kế, thực hiện thí nghiệm ném vật khi thay đổi độ cao.

– Sử dụng dụng cụ đã thiết kế, thực hiện thí nghiệm ném vật khi thay đổi góc ném.

– Đo tầm xa và đưa ra kết luận về điều kiện ném để vật có tầm xa đạt cực đại.

* **Báo cáo kết quả**: Công bố sản phẩm và báo cáo kết quả thực hiện dự án.

**5.** Nêu những lưu ý khi làm thí nghiệm khảo sát để thu được kết quả chính xác nhất có thể.

Chân trời sáng tạo

## BÀI TẬP

**1.** Một máy bay đang bay ở độ cao 5 km với tốc độ 500 km/h theo phương ngang thì thả rơi một vật. Hỏi người lái máy bay phải thả vật cách mục tiêu bao xa theo phương ngang để vật rơi trúng mục tiêu? Lấy $g = 9{,}8\ m/s^2$.

**2.** Một vận động viên ném một quả bóng chày với tốc độ 90 km/h từ độ cao 1,75 m (Hình 9P.1). Giả sử quả bóng chày được ném ngang, lực cản của không khí là không đáng kể và lấy $g = 9{,}8\ m/s^2$.

a) Viết phương trình chuyển động của quả bóng chày theo hai trục $Ox$, $Oy$.

b) Quả bóng chày đạt tầm xa bao nhiêu? Tính tốc độ của nó ngay trước khi chạm đất.


▲ *Hình 9P.1.* **Vận động viên ném bóng chày**

# TỔNG KẾT CHƯƠNG

## 1 GIA TỐC

Gia tốc là đại lượng vectơ đặc trưng cho độ biến thiên của vận tốc theo thời gian, được xác định bởi biểu thức:

$$\vec{\mathbf{a}}_{tb} = \frac{\Delta\vec{\mathbf{v}}}{\Delta t} = \frac{\vec{\mathbf{v}}_2 - \vec{\mathbf{v}}_1}{\Delta t}$$

Trong hệ SI, gia tốc có đơn vị là $m/s^2$.

## 2 CHUYỂN ĐỘNG BIẾN ĐỔI

– Nhanh dần đều: $\vec{\mathbf{a}}$ và $\vec{\mathbf{v}}$ cùng chiều $(a \cdot v > 0)$.

– Chậm dần đều: $\vec{\mathbf{a}}$ và $\vec{\mathbf{v}}$ ngược chiều $(a \cdot v < 0)$.

## 3 VẬN DỤNG ĐỒ THỊ $(v - t)$

– Gia tốc tức thời tại một thời điểm có giá trị bằng độ dốc của tiếp tuyến của đồ thị vận tốc – thời gian $(v - t)$ tại thời điểm đó.

– Độ dịch chuyển của vật trong khoảng thời gian từ $t_1$ đến $t_2$ được xác định bằng phần diện tích giới hạn bởi các đường $v(t)$, $v = 0$, $t = t_1$, $t = t_2$ trong đồ thị $(v - t)$.

## 4 PHƯƠNG TRÌNH CHUYỂN ĐỘNG BIẾN ĐỔI ĐỀU

– Gia tốc: $a$ = hằng số.

– Vận tốc tại thời điểm $t$:

$$v = v_0 + a \cdot t$$

– Toạ độ tại thời điểm $t$:

$$x = \frac{1}{2} a \cdot t^2 + v_0 \cdot t + x_0$$

– Phương trình liên hệ giữa gia tốc, vận tốc và độ dịch chuyển:

$$v^2 - v_0^2 = 2a \cdot d$$

Với $x_0$, $v_0$ và $d$ lần lượt là toạ độ ban đầu, vận tốc ban đầu và độ dịch chuyển của vật.

## 5 CHUYỂN ĐỘNG NÉM NGANG

Chuyển động ném ngang có quỹ đạo là một nhánh parabol. Hình chiếu chuyển động của vật lên phương nằm ngang là chuyển động thẳng đều, lên phương thẳng đứng là chuyển động rơi tự do (thẳng nhanh dần đều).

– Phương trình quỹ đạo:

$$y = \frac{g}{2v_0^2} \cdot x^2$$

– Thời gian rơi:

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

– Tầm xa:

$$L = x_{max} = v_0 \cdot t = v_0 \cdot \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

Chân trời sáng tạo

# Chương 4: BA ĐỊNH LUẬT NEWTON. MỘT SỐ LỰC TRONG THỰC TIỄN

Bài 10

## BA ĐỊNH LUẬT NEWTON VỀ CHUYỂN ĐỘNG

- Ba định luật Newton.
- Quán tính, mức quán tính.
- Lực bằng nhau, lực không bằng nhau.

Trên đường đi du lịch hè, xe ô tô chở gia đình bạn Tuấn bất chợt gặp sự cố về máy và không thể tiếp tục di chuyển. Bố của Tuấn đã nhờ xe cứu hộ đến và kéo xe ô tô về nơi sửa chữa (Hình 10.1). Tác động nào giúp chiếc xe của gia đình Tuấn có thể chuyển động được từ khi đứng yên?



▲ ***Hình 10.1.***
**Xe ô tô được kéo bởi xe cứu hộ**

### 1 ĐỊNH LUẬT I NEWTON

#### Nhắc lại về khái niệm lực

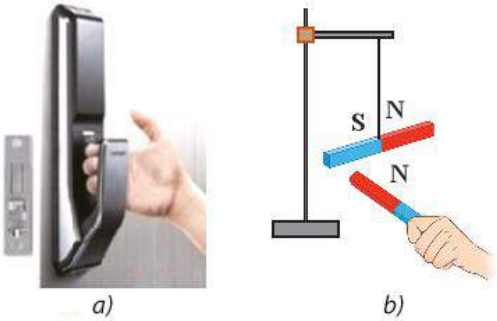
Từ lớp 6 ở môn Khoa học tự nhiên, các em đã biết khái niệm về lực và một số tính chất của lực như sau:

– Lực là sự kéo hoặc đẩy.

– Lực có các tác dụng: làm **biến dạng** vật hoặc làm **thay đổi chuyển động** của vật.

– Lực luôn do một vật tạo ra và tác dụng lên vật khác. Có hai loại lực: lực tiếp xúc và lực không tiếp xúc (Hình 10.2).

1. Hãy nêu tên một số lực mà em đã biết hoặc đã học trong môn Khoa học tự nhiên.




a) b)

▲ ***Hình 10.2.*** **Ví dụ minh hoạ về:**
*a) lực tiếp xúc và b) lực không tiếp xúc*

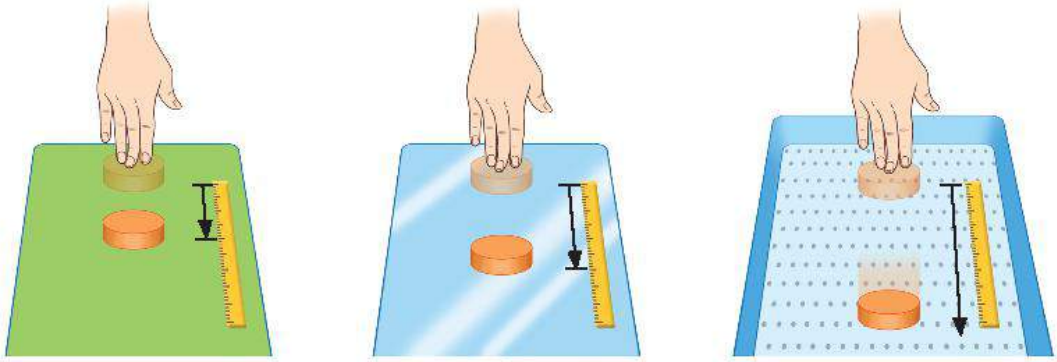
## Khái niệm quán tính

Xét một quyển sách đang nằm yên trên bàn (Hình 10.3a) và một quả bóng đang nằm yên trên sân cỏ (Hình 10.3b), chúng sẽ giữ nguyên trạng thái đứng yên mãi mãi nếu như không xuất hiện thêm một lực tác dụng.



a) b)

▲ ***Hình 10.3.*** *a) Quyển sách đặt trên bàn; b) Quả bóng nằm trên sân cỏ*



a) b) c)

▲ ***Hình 10.4.*** **Thí nghiệm đẩy một vật trên các bề mặt khác nhau:** *a) mặt bàn; b) mặt băng; c) mặt đệm không khí*

Xét một vật chuyển động với tốc độ ban đầu là $v$ ở thí nghiệm trong Hình 10.4, vật sẽ giữ nguyên trạng thái chuyển động thẳng đều khi không có lực tác dụng lên vật theo phương chuyển động (Hình 10.4c).

Khi xe đang đứng yên sau đó đột ngột tăng tốc hoặc xe đang chạy đều bất chợt phanh gấp thì người ngồi trên xe sẽ có xu hướng ngả người về phía sau hoặc chúi người về phía trước đối với xe.

Từ một số ví dụ trên, ta có kết luận:

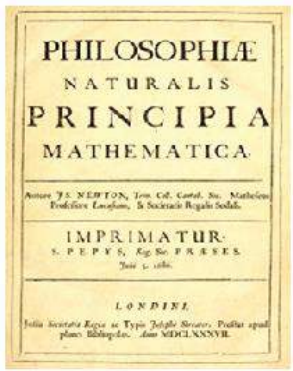
Vật luôn có xu hướng bảo toàn vận tốc chuyển động của mình. Tính chất này được gọi là quán tính của vật.

Khái niệm quán tính được đề cập lần đầu bởi Kepler (Kê-ple), một nhà khoa học người Đức.

**2.** Quan sát Hình 10.4, dự đoán về chuyển động của vật sau khi được đẩy đi trên các bề mặt khác nhau: a) mặt bàn, b) mặt băng, c) mặt đệm không khí.

## Định luật I Newton

Hơn 300 năm trước, nhà bác học Isaac Newton đã nhận thấy xu hướng giữ nguyên vận tốc chuyển động là thuộc tính của vật chất và phát biểu thành định luật đầu tiên trong số ba định luật về chuyển động mang tên ông trong công trình có tên Philosophiae Naturalis Principia Mathematica (Hình 10.5), nghĩa là "các nguyên lí toán học của triết học tự nhiên".


PHILOSOPHIÆ
NATURALIS
PRINCIPIA
MATHEMATICA

IMPRIMATUR

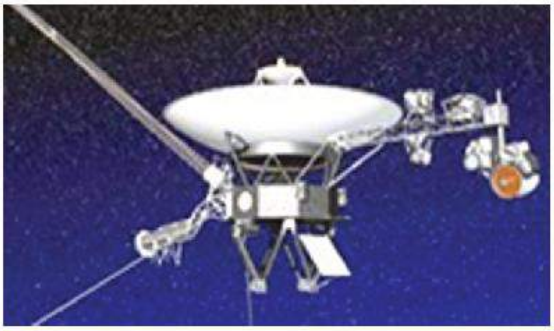
LONDINI

▲ ***Hình 10.5.*** **Một ấn bản của tác phẩm trong đó Newton trình bày các định luật về chuyển động**

Chân trời sáng tạo

Định luật I Newton được phát biểu như sau:

Một vật nếu không chịu tác dụng của lực nào (vật tự do) thì vật đó giữ nguyên trạng thái đứng yên, hoặc chuyển động thẳng đều mãi mãi.



▲ *Hình 10.6.* **Tàu Voyager 1**

***Ví dụ:*** Tàu thăm dò Voyager 1 (Hình 10.6) được phóng vào vũ trụ tháng 9/1977 có thể được xem gần đúng là vật tự do bởi lực tác dụng vào nó rất bé, có thể bỏ qua. Hiện nay, tàu đã rời khỏi hệ Mặt Trời đi vào vũ trụ với tốc độ không đổi.

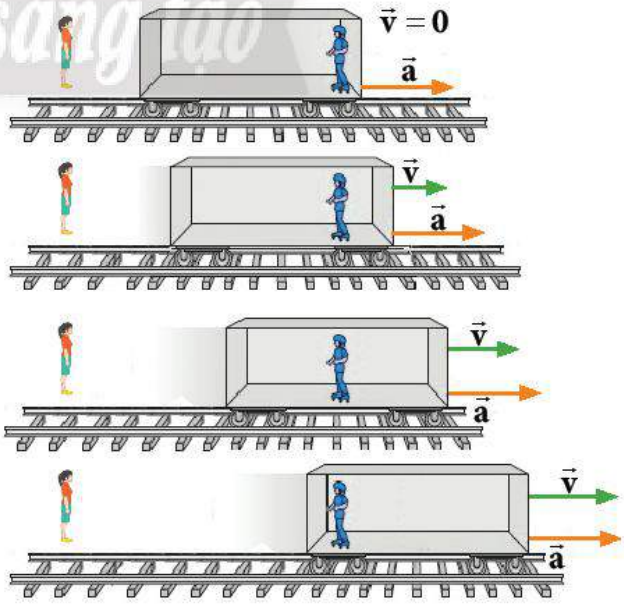
* **Ý nghĩa của định luật I Newton:**

Lực không phải là nguyên nhân gây ra chuyển động, mà là nguyên nhân làm thay đổi vận tốc chuyển động của vật.

3. Đưa ra nhận định và giải thích về sự tồn tại của vật tự do trên thực tế.

Aristotle nhận định rằng "Lực là nguyên nhân của chuyển động". Nhận định này đã tồn tại hàng ngàn năm trước thời đại của Newton. Hãy nêu một số ví dụ minh hoạ để phản bác nhận định này.

Bạn A mang giày pa-tin đứng trên một toa tàu ban đầu đứng yên, giả sử lực ma sát giữa bánh xe của giày pa-tin và sàn tàu không đáng kể. Tàu bắt đầu chuyển động nhanh dần đều. Hãy nhận xét về chuyển động của A đối với bạn B đứng ở sân ga (Hình 10.7). Giải thích tính chất của chuyển động này.




▲ *Hình 10.7.* **Chuyển động của người khi tàu chuyển động nhanh dần đều**

Chân trời sáng tạo

## 2 ĐỊNH LUẬT II NEWTON

### Tiến hành thí nghiệm khảo sát mối liên hệ về độ lớn của gia tốc và độ lớn lực tác dụng

*Thí nghiệm 1:*

* **Mục đích:** Xác định mối liên hệ giữa độ lớn gia tốc của vật và lực tác dụng lên vật khi vật có khối lượng không đổi.

* **Dụng cụ:**

– Xe con (1).

– Đệm không khí (2).

– Ròng rọc nhẹ (3).

– Cảm biến gia tốc (4).

– Các gia trọng (5) có khối lượng bằng nhau (mỗi gia trọng không quá 20,0 g).

– Sợi dây nhẹ, không dãn (6).

– Cân có độ chia nhỏ nhất 0,1 g.




*Hình 10.8.* **Sơ đồ bố trí thí nghiệm khảo sát định luật II Newton**

Chân trời sáng tạo

* **Tiến hành thí nghiệm:**

*Bước 1:* Bố trí thí nghiệm như Hình 10.8.

– Đặt cố định cảm biến gia tốc lên xe con.

– Dùng cân để đo khối lượng của mỗi gia trọng, hệ gồm xe con và cảm biến gia tốc.

– Bật đệm không khí. Điều chỉnh độ cao hai đầu đệm sao cho xe con nằm cân bằng, không di chuyển.

– Vắt sợi dây qua ròng rọc, một đầu gắn vào cảm biến gia tốc, đầu còn lại gắn vào một gia trọng.

– Đặt 3 gia trọng lên xe con.

– Giữ xe con đứng yên ở một đầu đệm không khí.

*Bước 2:*

– Thả nhẹ cho hệ bắt đầu chuyển động.

– Đo độ lớn gia tốc chuyển động $a$ của hệ.

– Ghi kết quả đo vào bảng số liệu như gợi ý trong Bảng 10.1.

***Lưu ý:*** Thực hiện đo gia tốc của hệ 3 lần ứng với mỗi giá trị khối lượng của gia trọng được treo.

*Bước 3:*

– Lấy 1 quả nặng trên xe gắn vào móc treo gia trọng.

– Thực hiện lại bước 2.

***Lưu ý:*** Thực hiện thí nghiệm cho tới khi cả 4 gia trọng được gắn vào móc treo.

Chân trời sáng tạo

* **Báo cáo kết quả thí nghiệm:**

– Dựa vào số liệu đo, tính gia tốc trung bình của hệ cho từng trường hợp của khối lượng gia trọng.

– Vẽ đồ thị 1 thể hiện sự phụ thuộc của gia tốc $a$ (trục tung) vào lực tác dụng $F$ (trục hoành) khi khối lượng của hệ chuyển động được giữ nguyên.

***Lưu ý:*** Khối lượng của hệ chuyển động (gồm xe con, cảm biến gia tốc và 4 vật nặng) không đổi, trong khi lực kéo tác dụng lên hệ ngày càng tăng lên và bằng trọng lực tác dụng lên lượng gia trọng được treo vào móc.

**4.** Dựa vào đồ thị 1, trả lời các câu hỏi sau:

a) Đồ thị 1 có dạng gì?

b) Gia tốc của vật có mối liên hệ như thế nào với lực tác dụng vào vật khi khối lượng của vật không đổi.

**Bảng 10.1. Bảng số liệu gợi ý thí nghiệm 1**

Tổng khối lượng xe con, tấm chắn sáng và cảm biến lực $m_0$ = 320,0 g,
Khối lượng mỗi gia trọng $m^*$ = 20,0 g. Lấy gia tốc trọng trường $g$ = 9,8 m/s².

| Khối lượng gia trọng treo vào móc $m$ (kg) | Lực tác dụng lên hệ $F = m \cdot g$ (N) | $a$ ($m/s^2$) | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Lần 1 | Lần 2 | Lần 3 | Trung bình |
| 0,02 | – | 0,45 | 0,45 | 0,46 | – |
| 0,04 | – | 0,86 | 0,88 | 0,88 | – |
| 0,06 | – | 1,27 | 1,27 | 1,26 | – |
| 0,08 | – | 1,62 | 1,61 | 1,60 | – |
| Khối lượng hệ chuyển động: $M = m + 4 \cdot m^* = 0,40$ kg. | | | | | |

## Tiến hành thí nghiệm khảo sát mối liên hệ về độ lớn của gia tốc và khối lượng của vật

*Thí nghiệm 2:*

* **Mục đích:** Xác định mối liên hệ giữa độ lớn của gia tốc và khối lượng của vật khi lực tác dụng vào vật có độ lớn không đổi.

* **Dụng cụ:** Tương tự như trong thí nghiệm 1, với tổng số lượng gia trọng cần dùng là 5.

* **Tiến hành thí nghiệm:**

– Bố trí thí nghiệm tương tự như trong thí nghiệm 1.

– Treo 1 gia trọng vào móc trong suốt quá trình thí nghiệm.

– Thay đổi khối lượng hệ chuyển động bằng cách đặt lần lượt từng gia trọng lên xe con.

– Đo gia tốc hệ chuyển động ứng với từng trường hợp gia trọng được đặt thêm lên xe.

– Ghi kết quả đo vào bảng số liệu ứng với các trường hợp khối lượng khác nhau của hệ như gợi ý trong Bảng 10.2.

Chân trời sáng tạo

*** Báo cáo kết quả thí nghiệm:**

– Dựa vào số liệu đo, tính gia tốc trung bình của hệ cho từng trường hợp.

– Vẽ đồ thị thể hiện sự phụ thuộc của gia tốc $a$ (trục tung) vào nghịch đảo khối lượng $M$ (trục hoành) của hệ chuyển động (gồm xe con gắn cảm biến gia tốc, gia trọng treo vào móc và gia trọng được đặt lên xe) khi lực tác dụng vào hệ có độ lớn không đổi.

**5.** Dựa vào đồ thị 2, trả lời các câu hỏi sau:

a) Đồ thị 2 có dạng gì?

b) Gia tốc của vật có mối liên hệ như thế nào với khối lượng của vật khi lực tác dụng vào vật không đổi?

***Bảng 10.2.* Bảng số liệu gợi ý thí nghiệm 2**

Khối lượng xe con và cảm biến gia tốc $m_0 = 320{,}0$ g.
Khối lượng mỗi gia trọng $m^* = 20{,}0$ g, lực kéo $F = 0{,}2$ N.

| Khối lượng gia trọng được đặt lên xe $m$ (kg) | Khối lượng của hệ $M = m_0 + m^* + m$ (kg) | $a$ ($m/s^2$) | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Lần 1 | Lần 2 | Lần 3 | Trung bình |
| 0,00 | – | 0,57 | 0,57 | 0,57 | – |
| 0,02 | – | 0,55 | 0,54 | 0,55 | – |
| 0,04 | – | 0,52 | 0,51 | 0,51 | – |
| 0,06 | – | 0,49 | 0,48 | 0,48 | – |
| 0,08 | – | 0,47 | 0,46 | 0,46 | – |

## Định luật II Newton

Dạng phổ biến của định luật II Newton được phát biểu như sau:

Gia tốc của vật có cùng hướng với lực tác dụng lên vật. Độ lớn của gia tốc tỉ lệ thuận với độ lớn của lực và tỉ lệ nghịch với khối lượng của vật.

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} \quad (10.1)$$

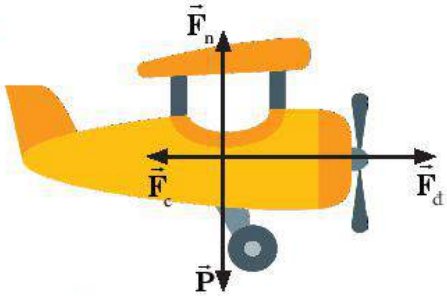
**6.** Từ kết quả thí nghiệm, hãy nhận xét về mối liên hệ giữa gia tốc mà vật thu được với độ lớn của lực tác dụng và khối lượng của vật.

Trong hệ SI, đơn vị của lực là N (newton).

$$1\ \text{N} = 1\ \text{kg} \cdot 1\ \text{m/s}^2$$

Trong trường hợp vật chịu tác dụng của nhiều lực (Hình 10.9) thì lực $\vec{F}$ trong biểu thức (10.1) là lực tổng hợp của tất cả các lực thành phần:

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \ldots \quad (10.2)$$




***Hình 10.9.* Minh hoạ trường hợp vật chịu nhiều lực đồng thời tác dụng**

Chân trời sáng tạo

## Mức quán tính của vật



a) b)

▲ ***Hình 10.10.*** **Một người đẩy:** *a) xe ô tô; b) xe máy từ trạng thái nghỉ khi hai xe gặp sự cố*

Qua ví dụ trong Hình 10.10, ta thấy khối lượng của xe ô tô lớn hơn khối lượng xe máy. Kết hợp với kết quả của thí nghiệm 2, ta thấy khi vật có khối lượng càng lớn thì gia tốc của vật càng nhỏ, tức vật càng khó thay đổi vận tốc, nghĩa là vật có quán tính càng lớn. Ngược lại, vật có khối lượng càng nhỏ thì càng dễ thay đổi vận tốc, nghĩa là vật có quán tính càng nhỏ. Như vậy:

Khối lượng là đại lượng đặc trưng cho mức quán tính của vật.

Một xe bán tải khối lượng 2,5 tấn đang di chuyển trên cao tốc với tốc độ 90 km/h. Các xe cần giữ khoảng cách an toàn so với xe chạy phía trước 70 m. Khi xe đi trước có sự cố và dừng lại đột ngột. Hãy xác định lực cản tối thiểu để xe bán tải có thể dừng lại an toàn.

Trong trò chơi thổi viên bi, mỗi bạn sử dụng một ống bơm khí từ vật liệu đơn giản như Hình 10.11, thổi khí vào viên bi được đặt trên ray định hướng. Người chơi sẽ chiến thắng khi thổi viên bi đi xa hơn sau ba lần. Hãy sử dụng định luật II Newton giải thích làm thế nào để có thể chiến thắng trò chơi này.



▲ ***Hình 10.11.*** **Trò chơi thổi viên bi bằng ống bơm khí tự chế**

7. Quan sát Hình 10.10, nhận xét trong trường hợp nào thì ta có thể dễ dàng làm xe chuyển động từ trạng thái đứng yên. Giả sử lực tác dụng trong hai trường hợp có độ lớn tương đương nhau. Giải thích.

8. Áp dụng công thức định luật II Newton (10.1) để lập luận rằng khối lượng là đại lượng đặc trưng cho mức quán tính của vật.

## Lực bằng nhau – lực không bằng nhau




▲ ***Hình 10.12.*** **Hai em bé di chuyển thùng hàng bằng hai cách:** *a) đẩy; b) kéo*

Định luật II Newton là cơ sở giúp xác định các lực bằng nhau và không bằng nhau:

– **Hai lực bằng nhau**: khi lần lượt tác dụng vào cùng một vật sẽ gây ra lần lượt hai vectơ gia tốc bằng nhau (giống nhau về hướng và bằng nhau về độ lớn).

– **Hai lực không bằng nhau**: khi tác dụng lần lượt vào cùng một vật sẽ gây ra lần lượt hai vectơ gia tốc khác nhau (về hướng hoặc độ lớn).

***Ví dụ:*** Khi hai em bé trong Hình 10.12 lần lượt đẩy và kéo một thùng hàng đang đứng yên với hai lực $\vec{F}_1$ (Hình 10.12a) hoặc $\vec{F}_2$ (Hình 10.12b) cùng hướng với nhau và bằng nhau về độ lớn thì thùng hàng sẽ chuyển động với gia tốc như nhau, như vậy $\vec{F}_1 = \vec{F}_2$. Trong khi đó, khi tác dụng lần lượt các lực $\vec{F}_3$ và $\vec{F}_4$ để dịch chuyển quyển sách đặt trên bàn theo hai hướng khác nhau (Hình 10.13), quyển sách sẽ chuyển động theo hai hướng khác nhau và do đó có gia tốc khác nhau, như vậy $\vec{F}_3 \neq \vec{F}_4$.

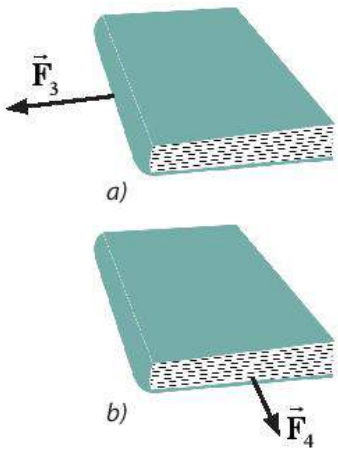



▲ ***Hình 10.14.*** **Các ví dụ minh hoạ về lực cân bằng, không cân bằng:**
*a) vận động viên đang giữ tạ; b) tên lửa đang tăng tốc*

Nếu cho hai lực đồng thời tác dụng vào cùng một vật theo hướng ngược nhau, ta có hai trường hợp có thể xảy ra:

– Vật đứng yên hoặc chuyển động thẳng đều. Hai lực này được gọi là **hai lực cân bằng** như trong Hình 10.14a.

– Vật thu gia tốc và chuyển động theo hướng của lực có độ lớn lớn hơn. Hai lực này được gọi là **hai lực không cân bằng** như trong Hình 10.14b.




▲ ***Hình 10.13.***
**Tác dụng lực để dịch chuyển quyển sách đặt trên bàn**

**9.** Nhận xét về chuyển động của thùng hàng khi chịu tác dụng của lực đẩy và kéo cùng độ lớn trong Hình 10.12 và chuyển động của quyển sách khi lần lượt chịu tác dụng của lực theo các hướng khác nhau như trong Hình 10.13.

**10.** Hãy xác định các cặp lực bằng nhau, không bằng nhau tác dụng lên tạ và tên lửa trong Hình 10.14.

Chân trời sáng tạo

## 3 ĐỊNH LUẬT III NEWTON

### Định luật III Newton




a) b)

**Hình 10.15.** *a) Đấm tay vào bao cát;*
*b) Đưa hai cực cùng tên của hai nam châm thẳng lại gần nhau*

Khi lấy tay đấm vào bao cát (Hình 10.15a), ta thấy bao cát bị dịch chuyển bởi lực tác dụng của tay lên bao cát. Đồng thời, ta cũng cảm nhận được lực tác dụng bởi bao cát lên tay.

Khi đưa hai cực cùng tên của hai nam châm thẳng lại gần (Hình 10.15b), hai nam châm đều có lực tác dụng lên nhau.

Từ những quan sát và thí nghiệm về sự tương tác giữa các vật, Newton đã phát biểu định luật III Newton:

Khi vật A tác dụng lên vật B một lực, thì vật B cũng tác dụng lại vật A một lực. Hai lực này có điểm đặt lên hai vật khác nhau, có cùng giá, cùng độ lớn nhưng ngược chiều

$$\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA} \quad (10.3)$$

Một trong hai lực trong định luật III Newton được coi là lực tác dụng, lực kia gọi là phản lực. Cặp lực này:

– Có cùng bản chất.

– Xuất hiện và biến mất cùng lúc.

– Tác dụng vào hai vật khác nhau nên không thể triệt tiêu lẫn nhau.

### Vận dụng định luật III Newton

Đệm nhún lò xo được chế tạo và hoạt động dựa trên định luật III Newton. Khi người chơi tác dụng lực vào đệm bằng cách bật nhảy hoặc rơi xuống chạm vào đệm, đệm sẽ tác dụng một lực ngược lại lên người chơi để đẩy người chơi bật lên trên (Hình 10.16). Đệm nhún lò xo còn được ứng dụng trong biểu diễn chuyên nghiệp.

**11.** Quan sát Hình 10.15 và trả lời các câu hỏi:

a) Khi ta đấm (tác dụng lực) vào bao cát thì tay ta có chịu lực tác dụng không?

b) Khi đưa hai cực cùng tên của hai nam châm thẳng lại gần nhau thì lực tác dụng lên từng nam châm có tính chất gì?



**Hình 10.16.** Trò chơi đệm nhún lò xo

Chân trời sáng tạo

Xét trường hợp con ngựa kéo xe như Hình 10.17. Khi ngựa tác dụng một lực kéo lên xe, theo định luật III Newton sẽ xuất hiện một phản lực có cùng độ lớn nhưng ngược hướng so với lực kéo. Vậy tại sao xe vẫn chuyển động về phía trước? Giải thích hiện tượng.

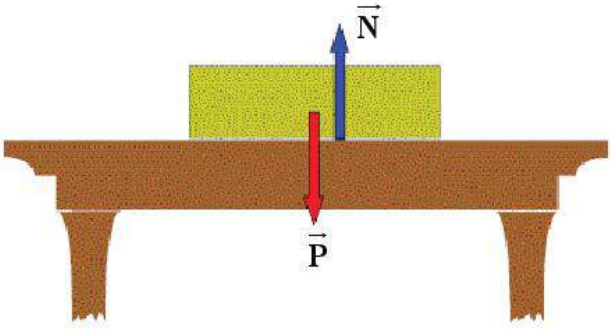


*Hình 10.17.* Xe ngựa

Hãy tìm hiểu và trình bày những hiện tượng trong đời sống liên quan đến định luật III Newton.

## BÀI TẬP

1. Khi đang chạy nếu vấp ngã, người chạy sẽ có xu hướng ngã về phía trước. Còn khi đang bước đi nếu trượt chân, người đi sẽ có xu hướng ngã về phía sau. Vận dụng các kiến thức đã học, hãy giải thích hiện tượng trên.
2. Một máy bay chở khách có khối lượng tổng cộng là 300 tấn. Lực đẩy tối đa của động cơ là 440 kN. Máy bay phải đạt tốc độ 285 km/h mới có thể cất cánh. Hãy tính chiều dài tối thiểu của đường băng để đảm bảo máy bay cất cánh được, bỏ qua ma sát giữa bánh xe của máy bay và mặt đường băng và lực cản của không khí.
3. Một vật nặng nằm yên trên bàn như Hình 10P.1, các lực tác dụng vào vật gồm trọng lực và lực của bàn. Hãy xác định điểm đặt, phương, chiều của các cặp lực và phản lực của hai lực trên.




*Hình 10P.1.* Vật nặng đặt trên bàn

Chân trời sáng tạo

Bài 11

# MỘT SỐ LỰC TRONG THỰC TIỄN

– Một số lực trong thực tiễn: trọng lực, lực ma sát, lực căng dây, lực đẩy Archimedes.
– Khối lượng riêng, áp suất chất lỏng.

Ta biết rằng lực có thể làm biến dạng hoặc thay đổi trạng thái chuyển động của vật. Trong thực tế, một vật thường chịu tác dụng của nhiều lực khác nhau. Ví dụ khi chuyển động, ô tô vừa chịu tác động của lực kéo động cơ, vừa chịu tác động của lực ma sát giữa bánh xe với mặt đường, trọng lực do Trái Đất tác dụng và áp lực do mặt đường tạo ra. Những lực này có đặc điểm gì?

## 1 TRỌNG LỰC

### Trọng lực

Quả táo sẽ rơi xuống đất sau khi rời khỏi cành cây. Từ kết quả thí nghiệm xác định gia tốc rơi tự do của một vật trong Bài 9, ta thấy khi lực cản có độ lớn không đáng kể, vật luôn rơi với gia tốc $\vec{\mathbf{g}}$ có độ lớn không đổi gọi là gia tốc rơi tự do.

Lực làm cho vật rơi chính là lực hấp dẫn của Trái Đất tác dụng lên vật, còn được gọi là trọng lực $\vec{\mathbf{P}}$ (được biểu diễn như trong Hình 11.1). Theo biểu thức (10.1) của định luật II Newton, ta có:

$$\vec{\mathbf{P}} = m \cdot \vec{\mathbf{g}} \quad (11.1)$$

Từ các đặc điểm của gia tốc $\vec{\mathbf{g}}$, ta suy ra các đặc điểm của trọng lực:

1. Khi thả một vật từ độ cao $h$, vật luôn rơi xuống. Lực nào đã gây ra chuyển động rơi của vật?



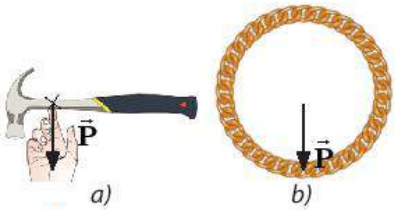

**Hình 11.1.** Vectơ biểu diễn trọng lực của quả táo

- Trọng lực là lực hấp dẫn giữa Trái Đất và vật.
- Trọng lực có:
  – Điểm đặt: tại một vị trí đặc biệt gọi là **trọng tâm**.
  – Hướng: hướng vào tâm Trái Đất.
  – Độ lớn: $\boxed{P = m \cdot g}$.

Khi một vật đứng yên trên mặt đất, **trọng lượng** của vật bằng độ lớn của trọng lực tác dụng lên vật.

Vị trí của trọng tâm phụ thuộc vào sự phân bố khối lượng của vật, có thể nằm bên trong vật (Hình 11.2a) hoặc bên ngoài vật (Hình 11.2b).

Trọng tâm có vai trò quan trọng trong sự cân bằng của các vật.




**Hình 11.2. Minh hoạ vị trí trọng tâm:** *a) bên trong vật; b) bên ngoài vật*

Chân trời sáng tạo

Hai bạn đang đứng ở vị trí A và B trên Trái Đất như Hình 11.3. Hãy vẽ vectơ trọng lực tác dụng lên mỗi bạn.




*Hình 11.3.* **Hình ảnh minh hoạ vị trí của hai bạn trên Trái Đất**

Để xác định trọng tâm của một vật phẳng, người ta có thể làm như sau: Buộc dây vào một lỗ nhỏ ở mép của vật rồi treo vật thẳng đứng. Khi vật cân bằng, dùng bút đánh dấu phương của sợi dây lên vật. Sau đó ta thay đổi điểm treo và thực hiện tương tự. Giao điểm của hai đường kẻ chính là trọng tâm của vật mà ta cần xác định. Dựa vào phương pháp trên, hãy tiến hành thí nghiệm xác định trọng tâm của một vật phẳng bất kì.

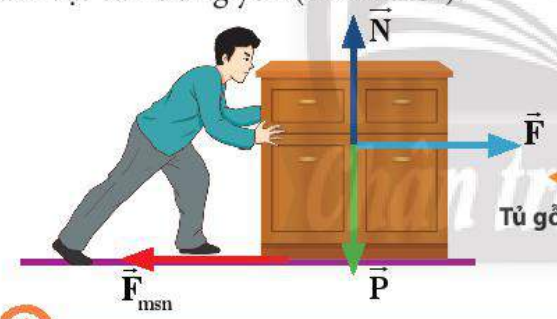
## 2 LỰC MA SÁT

### Các loại lực ma sát

Ở môn Khoa học tự nhiên lớp 6, các em đã được học về lực ma sát trượt và ma sát nghỉ. Lực ma sát là lực xuất hiện ở bề mặt tiếp xúc giữa hai vật, có tác dụng chống lại xu hướng thay đổi vị trí tương đối giữa hai bề mặt.

Các loại lực ma sát:

· **Ma sát nghỉ** xuất hiện ở mặt tiếp xúc khi vật chịu tác dụng của một lực ngoài. Lực ma sát nghỉ triệt tiêu lực ngoài này làm vật vẫn đứng yên (Hình 11.4).




*Hình 11.4.* **Tủ gỗ bất động khi bị người đẩy**

Lực ma sát nghỉ có điểm đặt trên vật và ngay tại vị trí tiếp xúc của hai bề mặt, phương tiếp tuyến và ngược chiều với xu hướng chuyển động tương đối của hai bề mặt tiếp xúc. Độ lớn của lực ma sát nghỉ bằng độ lớn của lực tác dụng gây ra xu hướng chuyển động.

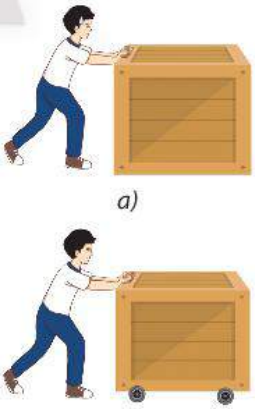


· **Ma sát trượt** xuất hiện ở mặt tiếp xúc khi vật trượt trên một bề mặt. Ví dụ: Bánh xe trượt trên mặt đường khi hãm phanh đột ngột tạo ra vết trượt trong Hình 11.6.

*Hình 11.6.* **Vết bánh xe trượt trên đường khi hãm phanh đột ngột**

2. Quan sát Hình 11.5, em hãy dự đoán chuyển động của thùng hàng khi chịu tác dụng của các lực có cùng một độ lớn trong hai trường hợp.

3. Sau khi ta dừng tác dụng lực vào thùng hàng, ta quan sát thấy thùng hàng tiếp tục chuyển động và dừng lại sau khi đi được một đoạn. Em hãy giải thích tại sao thùng hàng dừng lại.



*a)*

*b)*

*Hình 11.5.*
**Thùng hàng được đẩy với cùng lực tác dụng trong hai trường hợp:**
*a) không có bánh xe;*
*b) có gắn bốn bánh xe*

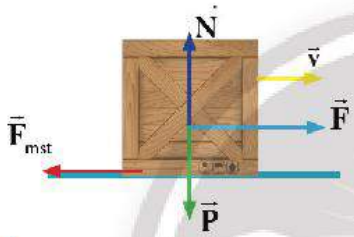
Chân trời sáng tạo

Lực ma sát trượt có điểm đặt trên vật và ngay tại vị trí tiếp xúc của hai bề mặt, phương tiếp tuyến và ngược chiều với chuyển động của vật. Độ lớn của lực ma sát trượt:
– Không phụ thuộc vào diện tích tiếp xúc và tốc độ chuyển động của vật.
– Phụ thuộc vào vật liệu và tính chất của hai bề mặt tiếp xúc.
– Tỉ lệ với độ lớn của áp lực giữa hai bề mặt tiếp xúc:

$$F = \mu \cdot N \quad (11.2)$$

Hệ số tỉ lệ $\mu$ là hệ số ma sát trượt, phụ thuộc vào vật liệu và tình trạng của hai bề mặt tiếp xúc. Đây là đại lượng không có đơn vị. Hệ số ma sát trượt của một số cặp vật liệu được cho trong Bảng 11.1.

Ma sát trượt có thể được biểu diễn như trong Hình 11.7.




▲ ***Hình 11.7.*** **Biểu diễn lực ma sát**

· **Ma sát lăn** xuất hiện ở mặt tiếp xúc khi vật lăn trên một bề mặt. Ví dụ: Ma sát lăn giữa bánh xe và mặt sàn trong Hình 11.5b.

## Ứng dụng của lực ma sát

Lực ma sát có tác dụng cản trở chuyển động của vật nhưng đôi khi tác dụng này lại mang lại nhiều ứng dụng trong cuộc sống.



a) b)

▲ ***Hình 11.8.*** *a) Quẹt diêm; b) Thùng hàng vận chuyển trên băng chuyền*

Hình 11.8 cho biết một số ứng dụng của các loại ma sát. Que diêm ma sát với bìa nhám của hộp diêm sinh nhiệt làm chất hoá học ở đầu que diêm cháy (Hình 11.8a) là ứng dụng của ma sát trượt. Hình 11.8b minh hoạ cho lợi ích của lực ma sát nghỉ trong việc giữ cho các thùng hàng nằm yên trên băng chuyền khi băng chuyền di chuyển.

▼ ***Bảng 11.1.*** **Hệ số ma sát trượt (gần đúng) của một số cặp vật liệu**

| Vật liệu | $\mu$ |
|---|---|
| Cao su – bê tông khô | 0,7 |
| Cao su – bê tông ướt | 0,5 |
| Gỗ – gỗ | 0,2 |
| Nước đá – nước đá | 0,03 |

4. Nêu điểm giống và khác nhau của ba loại lực ma sát: ma sát trượt, ma sát lăn và ma sát nghỉ.

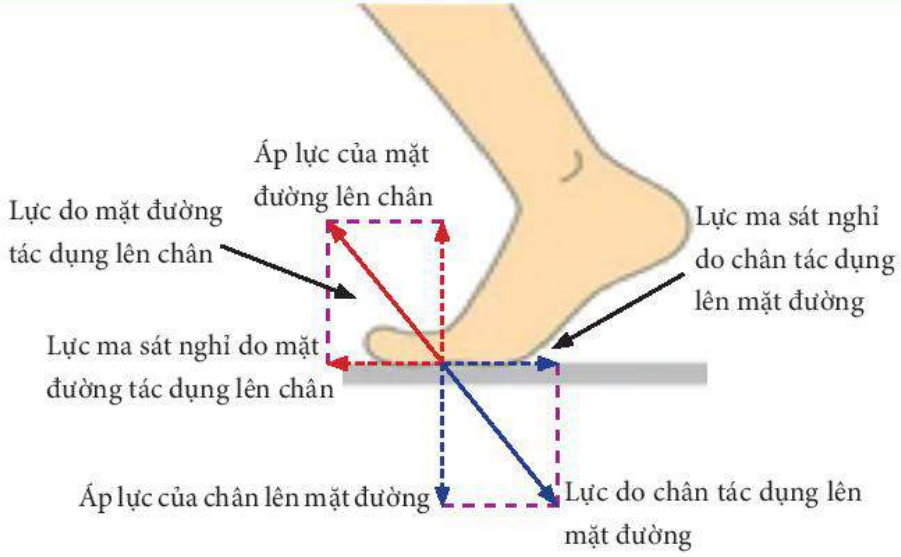
5. Dựa vào các Hình 11.5, 11.6, hãy vẽ hình biểu diễn lực ma sát tác dụng lên các vật.

6. Giải thích ý nghĩa của chuyển động tương đối của hai bề mặt tiếp xúc khi nói về chiều của lực ma sát.

7. Dựa vào kinh nghiệm cuộc sống của em, hãy phân tích lợi ích và tác hại của lực ma sát.

Chân trời sáng tạo

Quan sát Hình 11.9 và giải thích cơ chế vật lí giúp con người có thể bước đi.




▲ ***Hình 11.9.*** **Biểu diễn các lực tác dụng lên chân khi đi**

Dựa vào kiến thức đã học, hãy cho biết các trường hợp trong Hình 11.10 là ứng dụng đặc điểm gì của lực ma sát và nêu cụ thể loại lực ma sát được đề cập.



a) b) c)

▲ ***Hình 11.10.*** *a) Ổ bi của trục máy; b) Hành lí di chuyển trên băng chuyền; c) Mài dao*

## 3 LỰC CĂNG DÂY

### Lực căng dây

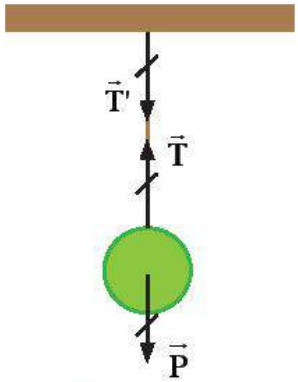
Trong trường hợp cầu dây văng trong Hình 11.11, cầu cân bằng do tổng các vectơ lực (bao gồm lực kéo của các sợi dây, lực nâng của các trụ cầu và trọng lực) cân bằng nhau. Người ta gọi lực kéo của các sợi dây đó là lực căng dây.



▲ ***Hình 11.11.*** **Cầu dây văng Nhật Tân ở Hà Nội**

Chân trời sáng tạo

Để đơn giản hoá, ta xét trường hợp vật nặng được treo vào dây nhẹ, mảnh và không dãn như Hình 11.12. Lực căng dây cân bằng với trọng lực của vật nặng. Thực chất lực căng của sợi dây chính là lực đàn hồi do sự biến dạng đàn hồi của dây tạo ra (khái niệm lực đàn hồi sẽ được các em tìm hiểu đầy đủ trong Bài 23).



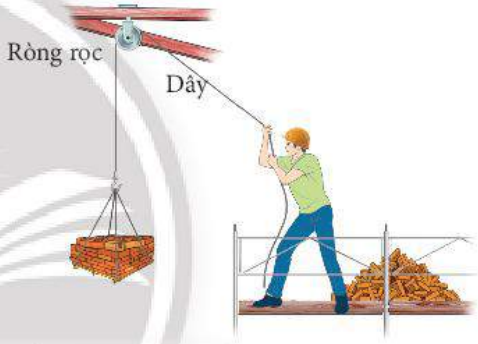

▲ ***Hình 11.12.*** **Mô hình treo quả nặng**

Khi một sợi dây bị kéo căng, nó sẽ tác dụng lên hai vật gắn với hai đầu dây những lực căng có đặc điểm:
– Điểm đặt là điểm mà đầu dây tiếp xúc với vật.
– Phương trùng với chính sợi dây.
– Chiều hướng từ hai đầu dây vào phần giữa của sợi dây.
Với những dây có khối lượng không đáng kể thì lực căng ở hai đầu dây luôn có cùng một độ lớn.

***Lưu ý:*** Lực căng dây xuất hiện tại mọi điểm trên dây. Độ lớn của lực căng dây được xác định dựa vào điều kiện cụ thể của cơ hệ.

**8.** Cho ví dụ minh hoạ tính chất của lực căng dây xuất hiện tại mọi điểm trên dây.

Hình 11.13 mô tả quá trình kéo gạch từ thấp lên cao qua hệ thống ròng rọc. Xem chuyển động của thùng gạch là đều, hãy xác định lực căng dây tác dụng lên vật nâng và ròng rọc bằng hình vẽ. Từ đó hãy chỉ ra điểm đặt, phương, chiều và độ lớn của lực căng dây. Biết lượng gạch trong mỗi lần kéo có khối lượng 20 kg và lấy $g = 10\ m/s^2$.




▲ ***Hình 11.13.*** **Kéo gạch bằng ròng rọc**

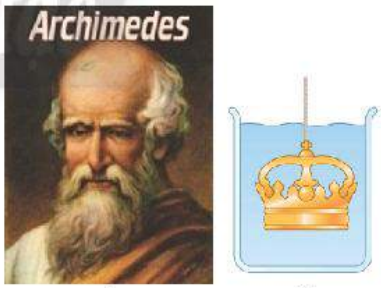
## 4 LỰC ĐẨY ARCHIMEDES (ÁC-SI-MÉT)

### Lực đẩy Archimedes

Ngày xưa, để vận chuyển gỗ đi xa, người ta tận dụng sự nổi của gỗ trên nước để thả gỗ trôi dọc theo dòng chảy của sông như Hình 11.14 thay vì phải kéo hoặc khuân vác gỗ trên đường bộ.



▲ ***Hình 11.14.*** **Những cây gỗ được thả trôi trên sông**




a) b)

▲ ***Hình 11.15.***
*a) Chân dung nhà khoa học người Hy Lạp Archimedes (284 trước Công nguyên – 212 trước Công nguyên);*
*b) Chiếc vương miện trong nước*

**9.** Quan sát Hình 11.15, tìm hiểu và trình bày một giai thoại khoa học liên quan.

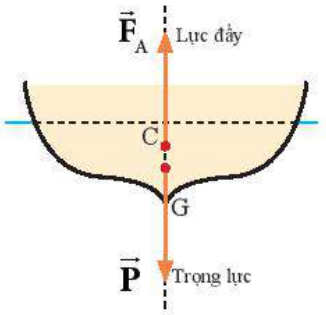
Một vật chìm trong nước hay chất lỏng nói chung đều chịu tác dụng của lực nâng. Lực nâng này được phát hiện bởi nhà vật lí người Hy Lạp Archimedes và đã được các em tìm hiểu ở môn Khoa học tự nhiên lớp 8. Lực nâng này được gọi là lực đẩy Archimedes và có các đặc điểm sau:

Lực đẩy Archimedes tác dụng lên vật có điểm đặt tại vị trí trùng với trọng tâm của phần chất lỏng bị vật chiếm chỗ, có phương thẳng đứng, có chiều từ dưới lên trên, có độ lớn bằng trọng lượng phần chất lỏng bị chiếm chỗ.

$$F_A = \rho \cdot g \cdot V \quad (11.3)$$

***Lưu ý:*** Khi vật nằm yên, điểm đặt C của lực đẩy ở trên đường thẳng đứng qua trọng tâm G của vật như Hình 11.16.

**10.** Hãy vẽ vectơ lực đẩy Archimedes tác dụng lên vương miện trong Hình 11.15.




▲ ***Hình 11.16.*** **Trọng lực và lực đẩy**

## Xây dựng biểu thức xác định độ chênh lệch áp suất giữa hai điểm có độ sâu khác nhau trong chất lỏng

**Áp suất** và **khối lượng riêng** của một chất là những đại lượng mà các em đã tìm hiểu ở chương trình môn Khoa học tự nhiên lớp 8. Trong đó:

– Áp suất $p$: là đại lượng được xác định bằng độ lớn áp lực $F$ trên một đơn vị diện tích $S$ của mặt bị ép theo công thức:

$$p = \frac{F}{S} \quad (11.4)$$

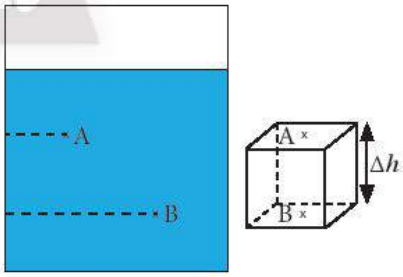
Đơn vị của áp suất trong hệ SI là Pa (1 Pa = 1 N/m$^2$). Trong lòng chất lỏng luôn tồn tại áp suất do trọng lượng của chất lỏng tạo ra.

– Khối lượng riêng $\rho$ của một chất: là đại lượng được xác định bằng khối lượng $m$ của vật tạo thành từ chất đó trên một đơn vị thể tích V của vật theo công thức:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (11.5)$$

Đơn vị của khối lượng riêng trong hệ SI là kg/m$^3$.

Xét hai điểm A và B cách nhau một đoạn $\Delta h$ theo phương thẳng đứng trong chậu chứa một chất lỏng xác định. Giả định hai điểm A và B nằm trên hai mặt đáy của một bình chứa hình hộp chữ nhật tiết diện $S$, độ cao $\Delta h$ như Hình 11.17.




▲ ***Hình 11.17.*** **Hai điểm A và B trong lòng chất lỏng có thể được giả định thành hai điểm A và B nằm trên hai mặt đáy của một bình chứa hình hộp chữ nhật**

Chân trời sáng tạo

Độ chênh lệch áp suất $\Delta p$ giữa hai đáy là do trọng lượng $m \cdot g$ của phần chất lỏng hình trụ có khối lượng $m$ gây ra trên một đơn vị diện tích. Theo định nghĩa áp suất, ta có

$$\Delta p = \frac{m \cdot g}{S} \quad (11.6)$$

Khối lượng của phần chất lỏng này được suy ra từ khối lượng riêng và thể tích của nó:

$$m = \rho \cdot V = \rho \cdot S \cdot \Delta h \quad (11.7)$$

Thay vào biểu thức (11.6), ta có:

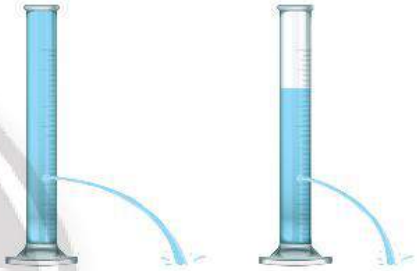
$$\Delta p = \rho \cdot g \cdot \Delta h \quad (11.8)$$

Biểu thức (11.8) áp dụng được cho mọi loại chất lỏng.

**11.** Dựa vào công thức (11.8) để giải thích sự xuất hiện của lực đẩy tác dụng lên một vật trong chất lỏng (hoặc chất khí).

### Vận dụng biểu thức độ chênh lệch áp suất

***Ví dụ:*** Xét hai bình hình trụ hở miệng như Hình 11.18, mỗi bình có một lỗ thủng ở độ cao bằng nhau. Khi độ cao cột nước trong hai bình là khác nhau thì nước chảy ra tại lỗ thủng sẽ có tầm xa khác nhau. Các em hãy giải thích hiện tượng trên.



▲ *Hình 11.18.* **Hai bình nước có lỗ thủng**

**Bài giải**

Nước trong bình có thể chảy từ lỗ thủng ra ngoài do sự chênh lệch áp suất nước tại vị trí lỗ thủng với áp suất không khí bên ngoài: $\Delta p = \rho \cdot g \cdot \Delta h$, trong đó $\Delta h$ là độ cao cột nước trong bình và $\rho$ là khối lượng riêng của nước. Như vậy, cột nước trong bình càng thấp thì $\Delta h$ càng nhỏ dẫn đến sự chênh lệch áp suất càng giảm, do đó nước chảy ra càng yếu, tầm xa càng ngắn.

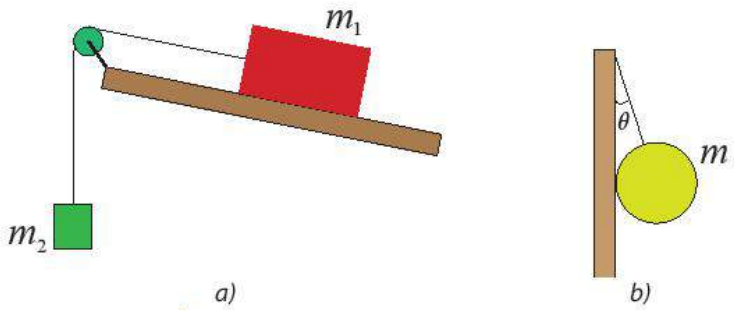
Kỉ lục thế giới về lặn tự do (không có bình dưỡng khí) được thực hiện bởi một nữ thợ lặn người Slovenia khi cô lặn xuống biển tới độ sâu 114 m. Hãy tính độ chênh lệch áp suất tại vị trí này so với mặt thoáng của nước biển. Lấy giá trị trung bình khối lượng riêng của nước biển là 1 025 kg/m$^3$ và g = 9,8 m/s$^2$.

Thiết kế phương án thí nghiệm để xác định được độ lớn lực đẩy Archimedes và khối lượng riêng $\rho$ của một chất lỏng với các dụng cụ: lực kế, vật nặng, chậu nước.

Chân trời sáng tạo

## BÀI TẬP

**1.** Xét hai hệ như Hình 11P.1, hãy vẽ sơ đồ lực tác dụng lên vật $m_1$, $m_2$ trong trường hợp a và vật $m$ trong trường hợp b; gọi tên các lực này.




▲ ***Hình 11P.1.*** **Một số cơ hệ đơn giản**

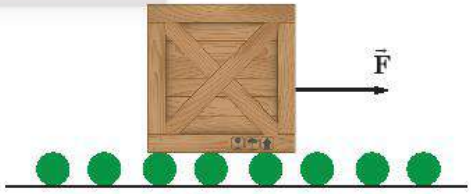
**2.** Vào năm 231 trước Công nguyên, nhà vua Hy Lạp cổ đại Hieron (Hai-ơ-rôn) nghi ngờ những thợ kim hoàn trộn lẫn những kim loại khác ngoài vàng khi đúc vương miện cho ông. Archimedes đã tiến hành thí nghiệm như Hình 11P.2 để giải đáp thắc mắc của nhà vua. Dựa vào các kiến thức đã học hãy giải thích cách tiến hành trên. Biết rằng người thợ này đã dùng bạc thay thế cho một phần vàng và bạc có khối lượng riêng nhỏ hơn vàng.



***Hình 11P.2.*** **Phương án thí nghiệm của Archimedes**

Chân trời sáng tạo

**3.** Tác dụng lực đẩy theo phương ngang rất khó để làm khối nặng di chuyển trượt trên mặt sàn. Thay vì vậy, ta thường đặt vật tựa lên các con lăn như Hình 11P.3 và đẩy với cùng lực đó thì vật chuyển động dễ dàng. Giải thích tại sao.




▲ ***Hình 11P.3.*** **Di chuyển vật trên hệ thống con lăn**

Bài 12

# CHUYỂN ĐỘNG CỦA VẬT TRONG CHẤT LƯU

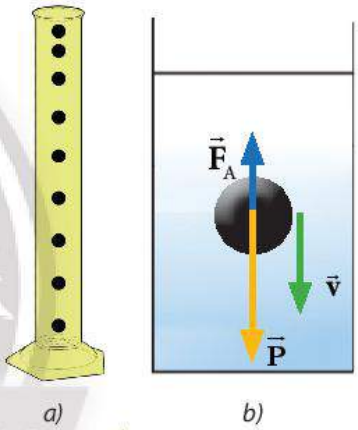
– Chuyển động rơi của vật trong chất lưu.
– Thiết kế và thực hiện dự án nghiên cứu ứng dụng sự tăng hay giảm sức cản không khí theo hình dạng vật.

Trong thực tế, mọi vật rơi luôn chịu lực cản của không khí. Với vật nặng kích thước nhỏ (ví dụ viên bi thép), lực cản này có độ lớn không đáng kể và có thể bỏ qua. Nhưng với các vật kích thước lớn (ví dụ dù lượn), lực cản của không khí có độ lớn đáng kể. Khi này, chuyển động của vật rơi có những tính chất gì?

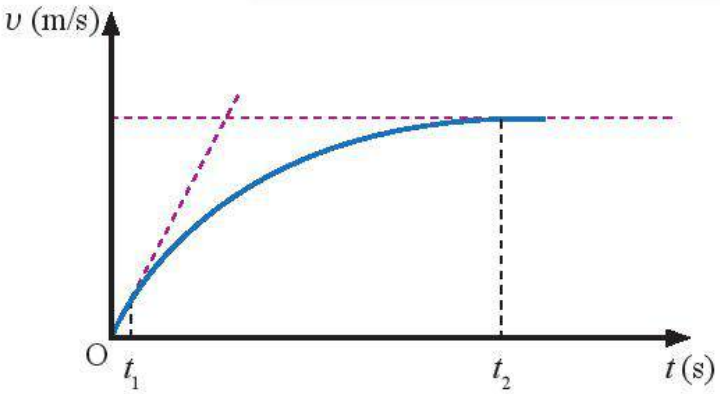
## 1 CHUYỂN ĐỘNG RƠI CỦA VẬT

Khi chuyển động trong không khí, trong nước hoặc trong chất lỏng nói chung (gọi chung là chất lưu), vật đều chịu tác dụng của lực cản.

Xét một vật được thả rơi không vận tốc đầu trong không khí khi có lực cản lớn hoặc trong một chất lỏng như viên bi thép được thả rơi trong dầu (Hình 12.1). Tốc độ rơi của vật được ghi nhận tại từng thời điểm và đồ thị tốc độ – thời gian của vật có dạng như Hình 12.2.




**Hình 12.1.**
*a) Chuyển động của viên bi thép khi được thả rơi trong dầu tại những thời điểm khác nhau; b) Lực tác dụng lên viên bi khi rơi trong dầu*




**Hình 12.2. Đồ thị tốc độ theo thời gian của vật rơi trong chất lưu khi có lực cản**

Từ đồ thị trong Hình 12.2, ta thấy khi xuất hiện lực cản của chất lưu, chuyển động rơi của vật không còn là chuyển động nhanh dần đều đơn giản mà được chia làm ba giai đoạn:

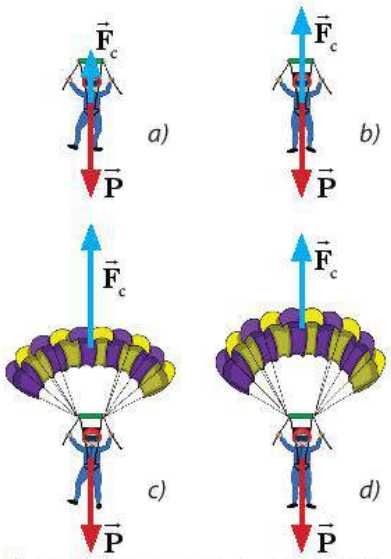
1. Dựa vào đồ thị ở Hình 12.2, phân tích tính chất chuyển động của vật trong những khoảng thời gian: từ 0 – $t_1$, $t_1$ – $t_2$ và từ thời điểm $t_2$ trở đi.
2. Quan sát Hình 12.1, vẽ vectơ lực cản của dầu tác dụng lên viên bi và mô tả chuyển động của viên bi khi được thả không vận tốc đầu vào dầu.

Chân trời sáng tạo

– Nhanh dần đều từ lúc bắt đầu rơi trong một thời gian ngắn.

– Nhanh dần không đều trong một khoảng thời gian tiếp theo. Lúc này lực cản bắt đầu có độ lớn đáng kể và tăng dần.

– Chuyển động đều với **tốc độ giới hạn** không đổi. Khi đó, tổng lực tác dụng lên vật rơi bị triệt tiêu.




**Hình 12.3. Quá trình nhảy dù khi:** *a) chưa bung dù; b) chuyển động ổn định khi chưa bung dù; c) vừa bung dù; d) chuyển động ổn định*

***Lưu ý:*** Sau khi vật chuyển động đều, nếu có thêm tác nhân làm tăng lực cản của chất lưu (ví dụ như người nhảy dù bung dù ra như trong Hình 12.3c), thì vật sẽ chuyển động chậm dần. Tốc độ rơi của vật giảm dần, lực cản cũng giảm đến khi tổng lực tác dụng lên vật lại bị triệt tiêu và vật trở lại trạng thái chuyển động đều.

Mọi chất lưu đều tác dụng lực cản vào vật chuyển động. Lực này tăng khi tốc độ của vật tăng và không đổi khi vật chuyển động đạt tốc độ giới hạn. Khi đó, các lực tác dụng vào vật cân bằng nhau và vật chuyển động thẳng đều.

Lực cản của chất lưu được biểu diễn bởi một lực đặt tại trọng tâm vật, cùng phương và ngược chiều với chiều chuyển động của vật trong chất lưu. Lực cản này phụ thuộc vào hình dạng vật.

Quan sát Hình 12.3, mô tả chuyển động của vận động viên nhảy dù từ khi bắt đầu nhảy khỏi máy bay đến khi chạm đất. Phân tích lực tác dụng lên dù trong từng giai đoạn chuyển động.

Tìm hiểu một số biện pháp thực tiễn giúp giảm lực cản của nước lên cơ thể khi chúng ta bơi.

## 2 SỰ PHỤ THUỘC CỦA LỰC CẢN KHÔNG KHÍ VÀO HÌNH DẠNG VẬT

### Thực hiện dự án nghiên cứu

*** Xây dựng ý tưởng dự án và quyết định chủ đề:**

– *Mục đích:* Nghiên cứu ứng dụng sự tăng hay giảm lực cản không khí theo hình dạng vật.

*–Vấn đề thực tiễn:*




a) b)

▲ ***Hình 12.5.*** *a) Tên lửa được phóng đi; b) Dù bung ra khi nhảy dù*

Trên thực tế, tên lửa (Hình 12.5a) được thiết kế có hình dạng phù hợp sao cho lực cản của không khí là nhỏ nhất, mặc dù hình dạng này khó thiết kế và chế tạo hơn hình hộp hay hình trụ. Trong khi đó, dù cần phải bung ra để có diện tích tiếp xúc lớn với không khí nhằm tăng lực cản của không khí (Hình 12.5b) để đảm bảo an toàn cho vận động viên nhảy dù.

Như vậy, tuỳ thuộc theo mục đích sử dụng, người ta có thể thiết kế hình dạng của vật khác nhau để làm tăng hoặc giảm lực cản của không khí tác dụng lên vật. Hãy thực hiện dự án khảo sát lực cản do không khí tác dụng lên các vật có hình dạng khác nhau.

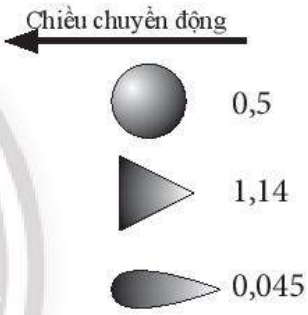
* **Lập kế hoạch thực hiện dự án**

* **Báo cáo kết quả:** Công bố sản phẩm và báo cáo kết quả thực hiện dự án.

**3.** Thực hiện thí nghiệm thả rơi hai tờ giấy giống nhau như Hình 12.4, trong đó một tờ được vo tròn và một tờ được để phẳng. So sánh chuyển động của hai tờ giấy này và dự đoán nguyên nhân dẫn đến sự khác nhau đó.



▲ ***Hình 12.4.*** **Thí nghiệm thả rơi giấy**




▲ ***Hình 12.6.*** **Hệ số lực cản theo hình dạng vật** *(Nguồn: NASA)*

Quan sát Hình 12.6, kết hợp với kết quả nghiên cứu của dự án để chỉ ra khi vật có hình dạng nào thì lực cản không khí lên vật là lớn nhất và nhỏ nhất.

Ngoài các ví dụ được đề cập, hãy tìm hiểu và trình bày ứng dụng của sự tăng hay giảm sức cản không khí theo hình dạng vật trong đời sống. (Gợi ý: Có thể tham khảo các hiện tượng trong Hình 12.7).



a) b) c) d) e)

▲ ***Hình 12.7.*** *a) Chim ưng săn mồi; b) Vận động viên xe đạp; c) Máy bay tiêm kích của không quân Việt Nam; d) Chim ưng sà xuống; e) Em bé thả diều*

Chân trời sáng tạo

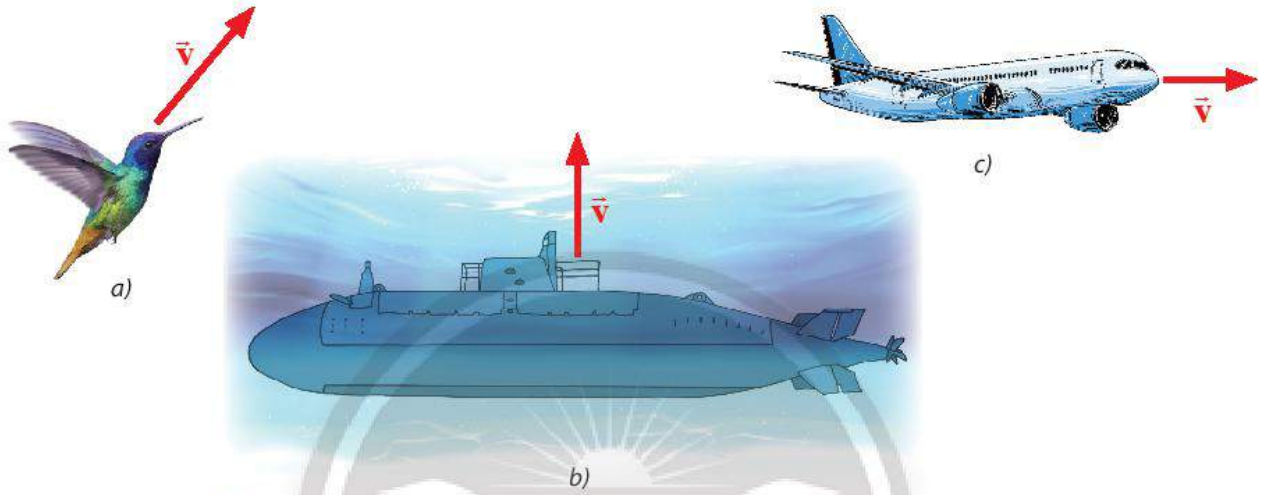
## BÀI TẬP

**1.** Xét một vật rơi trong không khí có đồ thị tốc độ rơi theo thời gian được biểu diễn trong Hình 12.2.

a) Vẽ hình và biểu diễn các lực tác dụng lên vật tại thời điểm $t_1$, $t_2$.

b) Xác định độ lớn hợp lực tác dụng lên vật tại thời điểm $t_2$.

**2.** Hãy vẽ lực cản của không khí hoặc nước tác dụng lên các vật trong các trường hợp được mô tả trong Hình 12P.1.




▲ ***Hình 12P.1.*** *a) Con chim ruồi đang bay theo phương xiên hướng lên trên; b) Tàu ngầm đang di chuyển lên trên mặt nước theo phương thẳng đứng; c) Máy bay đang bay theo phương ngang*

**3.** Một con cá hề (Hình 12P.2) đang bơi trong nước chịu tác dụng của lực cản $F = 0{,}65v$ ($v$ là tốc độ tức thời tính theo đơn vị m/s). Hãy tính lực tối thiểu để con cá đạt được tốc độ 6 m/s, giả sử con cá bơi theo phương ngang.



▲ ***Hình 12P.2.*** **Cá hề**

Chân trời sáng tạo

# TỔNG KẾT CHƯƠNG

## 1 ĐỊNH LUẬT I NEWTON

Một vật nếu không chịu tác dụng của lực nào (vật tự do) thì vật đó giữ nguyên trạng thái đứng yên, hoặc chuyển động thẳng đều mãi mãi.

## 2 ĐỊNH LUẬT II NEWTON

Gia tốc của vật có cùng hướng với lực tác dụng lên vật. Độ lớn của gia tốc tỉ lệ thuận với độ lớn của lực và tỉ lệ nghịch với khối lượng của vật.

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$$

Khối lượng là đại lượng đặc trưng cho mức quán tính của vật.

## 3 LỰC BẰNG NHAU – LỰC KHÔNG BẰNG NHAU

– **Hai lực bằng nhau:** khi lần lượt tác dụng vào cùng một vật sẽ gây ra hai vectơ gia tốc bằng nhau (giống nhau về hướng và bằng nhau về độ lớn).

– **Hai lực không bằng nhau:** khi tác dụng lần lượt vào cùng một vật sẽ gây ra hai vectơ gia tốc khác nhau (về hướng hoặc độ lớn).

## 4 ĐỊNH LUẬT III NEWTON

Khi vật A tác dụng lên vật B một lực, thì vật B cũng tác dụng lại vật A một lực. Hai lực này có cùng giá, cùng độ lớn nhưng ngược chiều.

$$\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$$

## 5 TRỌNG LỰC

Trọng lực có điểm đặt tại **trọng tâm**, có hướng hướng vào tâm Trái Đất, có độ lớn gọi là **trọng lượng** của vật:

$$P = m \cdot g$$

## 6 LỰC MA SÁT

– **Lực ma sát nghỉ** có điểm đặt trên vật và ngay tại vị trí tiếp xúc của hai bề mặt, phương tiếp tuyến và ngược chiều với xu hướng chuyển động tương đối của hai bề mặt tiếp xúc. Độ lớn của lực ma sát nghỉ bằng độ lớn của lực tác dụng gây ra xu hướng chuyển động.

– **Lực ma sát trượt** có điểm đặt trên vật và ngay tại vị trí tiếp xúc của hai bề mặt, phương tiếp tuyến và ngược chiều với chuyển động của vật. Độ lớn của lực ma sát trượt:

+ Không phụ thuộc vào diện tích tiếp xúc và tốc độ chuyển động của vật.

+ Phụ thuộc vào vật liệu và tính chất của hai bề mặt tiếp xúc.

+ Tỉ lệ với độ lớn của áp lực giữa hai bề mặt tiếp xúc:

$$F = \mu \cdot N$$

## 7 LỰC CĂNG DÂY

Lực căng dây có đặc điểm:

– Điểm đặt là điểm mà đầu dây tiếp xúc với vật.

– Phương trùng với chính sợi dây.

– Chiều hướng từ hai đầu dây vào phần giữa của sợi dây.

Với những dây có khối lượng không đáng kể thì lực căng ở hai đầu dây luôn có cùng một độ lớn.

# TỔNG KẾT CHƯƠNG

## 8 LỰC ĐẨY ARCHIMEDES

Lực đẩy Archimedes tác dụng lên vật có điểm đặt tại vị trí trùng với trọng tâm của phần chất lỏng bị vật chiếm chỗ, có phương thẳng đứng, có chiều từ dưới lên trên, có độ lớn bằng trọng lượng phần chất lỏng bị chiếm chỗ.

$$F_A = \rho \cdot g \cdot V$$

## 9 KHỐI LƯỢNG RIÊNG $\rho$ CỦA MỘT CHẤT

Khối lượng riêng $\rho$ của một chất là đại lượng được xác định bằng khối lượng $m$ của vật tạo thành từ chất đó trên một đơn vị thể tích $V$ của vật theo công thức:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Đơn vị của khối lượng riêng trong hệ SI là kg/m$^3$.

## 10 ĐỘ CHÊNH LỆCH ÁP SUẤT GIỮA HAI ĐIỂM CÓ ĐỘ SÂU KHÁC NHAU TRONG CHẤT LỎNG

$$\Delta p = \rho \cdot g \cdot \Delta h$$

## 11 LỰC CẢN CỦA KHÔNG KHÍ HOẶC NƯỚC

Lực cản của chất lưu được biểu diễn bởi một lực đặt tại trọng tâm vật, cùng phương và ngược chiều với chiều chuyển động của vật trong chất lưu. Lực cản này phụ thuộc vào hình dạng vật.

## 12 SỰ RƠI CỦA CÁC VẬT TRONG CHẤT LƯU KHI CÓ LỰC CẢN

Được chia thành ba giai đoạn:

– Nhanh dần đều từ lúc bắt đầu rơi trong một thời gian ngắn.

– Nhanh dần không đều trong một khoảng thời gian tiếp theo. Lúc này lực cản xuất hiện và tăng dần.

– Chuyển động đều với **tốc độ giới hạn** không đổi. Khi đó, tổng lực tác dụng lên vật rơi bị triệt tiêu.

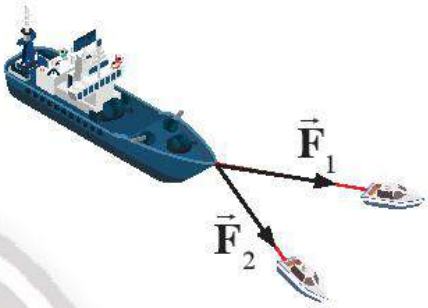
Chân trời sáng tạo

# Chương 5: MOMENT LỰC. ĐIỀU KIỆN CÂN BẰNG

## Bài 13 TỔNG HỢP LỰC – PHÂN TÍCH LỰC

– Tổng hợp lực, phân tích lực.
– Thiết kế và thực hiện thí nghiệm tổng hợp hai lực: đồng quy, song song.

Ngày 23/03/2021, siêu tàu Ever Given bị mắc cạn khi di chuyển qua kênh đào Suez[1]. Sự cố đã làm tê liệt tuyến giao thông huyết mạch này theo cả hai hướng. Ngày 29/03/2021, con tàu đã được giải cứu thành công nhờ các tàu kéo hạng nặng (Hình 13.1). Tại sao các tàu kéo chuyển động lệch phương với nhau nhưng vẫn kéo được tàu Ever Given khỏi điểm mắc cạn?




▲ ***Hình 13.1.*** **Minh hoạ lực kéo của các tàu kéo lên mũi tàu Ever Given**

## 1 TỔNG HỢP VÀ PHÂN TÍCH LỰC

### Phương pháp tổng hợp lực trên một mặt phẳng




a) b) c)

▲ ***Hình 13.2.*** **Lực tác dụng lên một số vật trong thực tiễn:** *a) gàu nước đang được kéo lên; b) thùng hàng đang dịch chuyển về bên phải; c) con lắc đang chuyển động*

Trong trường hợp vật chịu tác dụng bởi nhiều lực cùng một lúc, ta có thể sử dụng các quy tắc toán học để xác định **lực tổng hợp**:

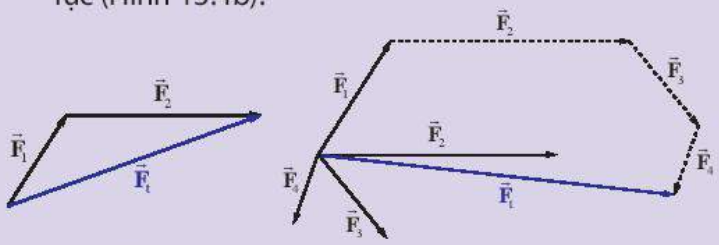
– Quy tắc hình bình hành: lực tổng hợp $\vec{F}_t = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$ của hai lực đồng quy $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$ được biểu diễn bởi vectơ đường chéo của hình bình hành như Hình 13.3. Khi này, gốc của hai vectơ lực phải trùng nhau.

**1.** Quan sát Hình 13.2, nêu ra những lực tác dụng lên từng vật chuyển động.

[1] Kênh đào Suez là kênh giao thông nhân tạo nằm trên lãnh thổ Ai Cập, nối Địa Trung Hải với vịnh Suez – một nhánh của biển Đỏ. Kênh được hoàn thành vào ngày 17/11/1869, dài khoảng 164 km, giúp tàu thuyền đi từ các nước Đông Á sang Tây Âu không phải đi vòng qua vùng biển cực Nam châu Phi, rút ngắn được một quãng đường khoảng 6 000 km.

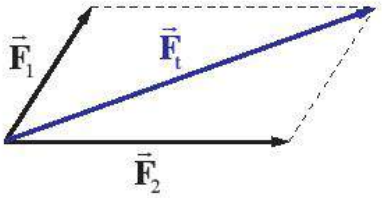
– Quy tắc tam giác lực: Ta có thể tịnh tiến vectơ lực $\vec{F}_2$ sao cho gốc của nó trùng với ngọn của vectơ lực $\vec{F}_1$ như Hình 13.4a. Khi này, vectơ lực tổng hợp $\vec{F}_t$ là vectơ nối gốc của $\vec{F}_1$ với ngọn của $\vec{F}_2$.

– Khi vật chịu tác dụng của nhiều hơn hai lực. Ta có thể áp dụng một cách liên tiếp quy tắc tam giác lực để tìm hợp lực. Quy tắc này gọi là quy tắc đa giác lực (Hình 13.4b).




a) b)

▲ ***Hình 13.4.*** **Minh hoạ cách tổng hợp lực bằng:** *a) quy tắc tam giác lực; b)quy tắc đa giác lực*




▲ ***Hình 13.3.*** **Minh hoạ cách tổng hợp lực bằng quy tắc hình bình hành**

**2.** Em có nhận xét gì về lực tổng hợp nếu sau khi dùng quy tắc đa giác lực thì các lực thành phần tạo thành một đa giác kín.

Lực tổng hợp là một lực thay thế các lực tác dụng đồng thời vào cùng một vật, có tác dụng giống hệt các lực ấy.

***Ví dụ:*** Xét một viên đá quý được gắn vào một sợi dây chuyền nhẹ như Hình 13.5. Khi hệ cân bằng, xác định điểm đồng quy của các lực tác dụng lên viên đá và lực tổng hợp của chúng.

**Bài giải**

Phân tích hai lực căng dây $\vec{T}_1$, $\vec{T}_2$ và trọng lực $\vec{P}$ tác dụng lên viên đá đồng quy tại điểm O như Hình 13.6. Lực tổng hợp $\vec{F}_t = \vec{T}_1 + \vec{T}_2 + \vec{P} = \vec{T} + \vec{P} = \vec{0}$.



▲ ***Hình 13.5.*** **Viên đá quý**




▲ ***Hình 13.6***

Hãy chọn một trường hợp trong các trường hợp ở Hình 13.2 để xác định lực tổng hợp tác dụng lên vật.

## Phương pháp phân tích một lực thành các lực thành phần vuông góc




▲ ***Hình 13.7.*** *a) Khối gỗ được kéo trượt trên mặt phẳng ngang; b) Người chơi trượt cát từ đỉnh đồi theo một mặt phẳng nghiêng*

**3.** Quan sát Hình 13.7 và thực hiện các yêu cầu sau:

a) Xác định hướng của lực ma sát tác dụng lên khối gỗ (Hình 13.7a) và ván trượt (Hình 13.7b).

b) Trình bày phương pháp tính toán độ lớn của các lực ma sát này.

Trong nhiều trường hợp, ta cần phân tích một lực thành hai thành phần vuông góc với nhau để có thể giải quyết một bài toán cụ thể.

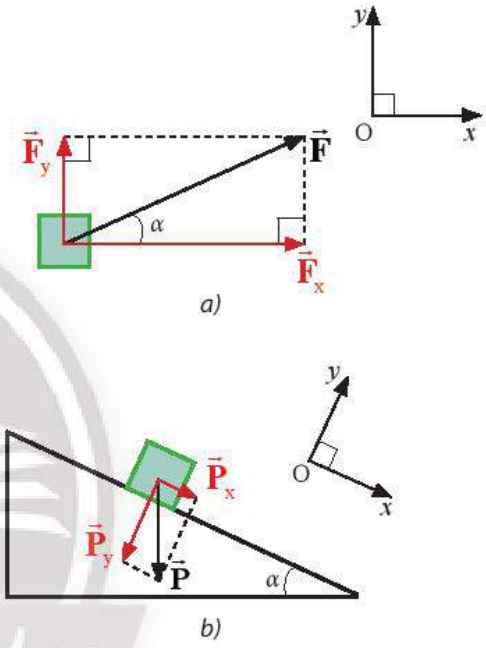
***Ví dụ:*** Để xác định được độ lớn của lực ma sát (cùng phương chuyển động) tác dụng lên các hệ trong Hình 13.7, ta phải xác định được độ lớn của phản lực (vuông góc với phương chuyển động).

Trong khi đó, lực kéo $\vec{F}$ của xe và trọng lực $\vec{P}$ của hệ người – ván trượt lại hợp với phương chuyển động một góc xác định. Vì vậy, ta cần phải phân tích các lực này thành những thành phần vuông góc với nhau như minh hoạ trong Hình 13.8:

$$\vec{F} = \vec{F}_x + \vec{F}_y \text{ hoặc } \vec{P} = \vec{P}_x + \vec{P}_y$$

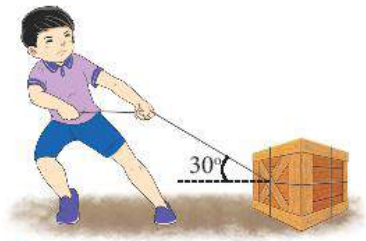
Độ lớn của các lực thành phần được xác định dựa vào các phép tính hình học.

Ngoài ra, phép phân tích lực còn được sử dụng để phân tích một lực thành hai thành phần theo hai phương cho trước.




▲ ***Hình 13.8.*** **Phân tích:** *a) lực kéo $\vec{F}$ trong Hình 13.7a; b) trọng lực $\vec{P}$ trong Hình 13.7b*

Một cậu bé đang kéo thùng hàng trên mặt đất bằng sợi dây hợp với phương ngang một góc 30° (Hình 13.9). Hãy tìm độ lớn lực kéo thành phần trên hai phương vuông góc và song song với mặt đất, biết độ lớn lực kéo cậu bé tác dụng lên dây là 12 N.




▲ ***Hình 13.9.*** **Cậu bé kéo thùng hàng trên sàn**

Chân trời sáng tạo

Hãy vận dụng quy tắc phân tích lực để giải thích tại sao khi đưa những kiện hàng nặng từ mặt đất lên xe tải, người ta thường dùng mặt phẳng nghiêng để đẩy hàng lên thay vì khiêng trực tiếp lên xe.

## 2 THÍ NGHIỆM TỔNG HỢP LỰC

### Thí nghiệm 1: Tổng hợp hai lực đồng quy

* **Mục đích:** Tổng hợp được hai lực đồng quy.

* **Dụng cụ:**

– Một số lực kế (1) có giới hạn đo 5 N, lò xo (2) có độ cứng phù hợp.

– Bảng từ (3).

– Thước êke ba chiều, thước đo góc (4) gắn trên bảng từ.

– Dây nối ba nhánh (5) nhẹ, không dãn.

– Nam châm (6).

* **Tiến hành thí nghiệm:**

*Bước 1:* Bố trí thí nghiệm theo gợi ý ở Hình 13.11:

– Hiệu chỉnh lực kế (điều chỉnh lực kế sao cho khi chưa đo lực thì kim chỉ thị nằm đúng vạch số 0).

– Móc một đầu lò xo vào chốt của đế nam châm gắn trên bảng từ.

– Móc hai lực kế gắn lên bảng vào đầu dưới của lò xo nhờ sợi dây ba nhánh.

*Bước 2:* Kéo hai lực kế về hai phía cho lò xo dãn ra một đoạn (trong giới hạn đàn hồi).

*Bước 3:* Đặt thước đo góc lên bảng từ sao cho tâm thước trùng với vị trí giao nhau của ba nhánh dây. Lưu ý dùng êke ba chiều để căn chỉnh dây nối lò xo có phương trùng với vạch số 0.

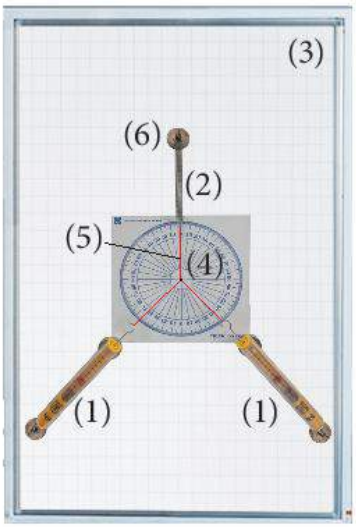
*Bước 4:* Đo góc $\alpha$ hợp bởi hai nhánh dây nối với lực kế, đọc số chỉ số đo của hai lực kế $F_1$, $F_2$. Ghi số liệu theo mẫu Bảng 13.1.



▲ ***Hình 13.10.*** **Minh hoạ các lực đồng quy tác dụng lên móc treo**

**4.** Quan sát Hình 13.10 và chỉ ra các lực tác dụng lên móc treo.

**5.** Đề xuất phương án xác định lực tổng hợp của hai lực đồng quy với dụng cụ được gợi ý trong bài.




▲ ***Hình 13.11.*** **Gợi ý bố trí thí nghiệm**

Chân trời sáng tạo

*Bước 5:* Bỏ bớt một lực kế, canh chỉnh lực kế còn lại sao cho vị trí giao nhau của ba nhánh dây trở lại tâm thước và dây nối lò xo có phương trùng với vạch số 0 như ban đầu. Đọc số chỉ $F$ trên lực kế và ghi theo mẫu Bảng 13.1.

***Lưu ý:*** Thực hiện thí nghiệm 3 lần và ghi số liệu theo mẫu Bảng 13.1.

* **Báo cáo kết quả thí nghiệm:**

Dựa vào bảng số liệu, biểu diễn $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}$ theo tỉ xích xác định. Chứng minh lực tổng hợp $\vec{F}$ nằm trên đường chéo của hình bình hành với 2 cạnh là 2 lực thành phần.

***Bảng 13.1.*** **Kết quả số liệu thực nghiệm**

| Lần đo | $\alpha$ (độ) | $F_1$ (N) | $F_2$ (N) | $F$ (N) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | – | – | – | – |
| 2 | – | – | – | – |
| 3 | – | – | – | – |

## Thí nghiệm 2: Tổng hợp hai lực song song cùng chiều

* **Mục đích:** Tổng hợp được hai lực song song cùng chiều.

* **Dụng cụ:**

– Thước nhôm nhẹ (1) có độ chia đến mm, có móc treo di chuyển được.

– Các quả cân (2) có khối lượng 50 g.

– Hai lò xo (3).

– Bảng từ, nam châm (4).

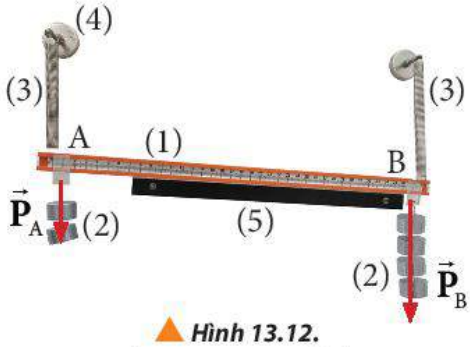
– Thước định vị (5).

* **Tiến hành thí nghiệm:**

*Bước 1:* Bố trí thí nghiệm theo gợi ý: gắn hai đầu thước nhôm nhẹ với hai lò xo và treo lên bảng từ bằng hai nam châm.

*Bước 2:* Treo vào hai điểm A, B ở hai đầu của thước nhôm một số quả cân (khối lượng mỗi bên khác nhau). Đánh dấu vị trí cân bằng mới này của thước nhờ vào êke ba chiều (Hình 13.12). Ghi giá trị trọng lượng $P_A$, $P_B$ của các quả cân mỗi bên theo mẫu Bảng 13.2.

**6.** Đề xuất phương án xác định lực tổng hợp của hai lực song song với dụng cụ và bố trí được gợi ý trong bài.

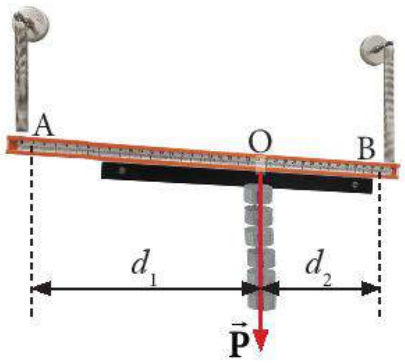



***Hình 13.12.*** **Gợi ý bố trí thí nghiệm để tổng hợp hai lực song song**

Chân trời sáng tạo

*Bước 3:* Treo các quả cân vào cùng một vị trí trên thước AB (số lượng các quả cân và vị trí treo có thể thay đổi) sao cho thước trở lại đúng vị trí đánh dấu lúc đầu (Hình 13.13). Đo các giá trị *AO* và *BO* trên thước ghi theo mẫu Bảng 13.2.

***Lưu ý:*** Thực hiện thí nghiệm 3 lần và ghi số liệu theo mẫu Bảng 13.2.




▲ *Hình 13.13*

* **Báo cáo kết quả thí nghiệm:**

Dựa vào bảng số liệu để chứng minh tỉ số $\frac{P_A}{P_B} = \frac{\overline{BO}}{\overline{AO}} = \frac{d_2}{d_1}$.

▼ ***Bảng 13.2.* Số liệu thực nghiệm tổng hợp hai lực song song**

Chọn $P_A$ = ... N , $P_B$ = ... N

| Lần | 1 | 2 | 3 | Trung bình |
|---|---|---|---|---|
| *OA* (cm) | – | – | – | – |
| *OB* (cm) | – | – | – | – |

**7.** Rút ra kết luận từ kết quả của thí nghiệm tổng hợp hai lực song song.

Từ kết quả của thí nghiệm trên, ta thấy:

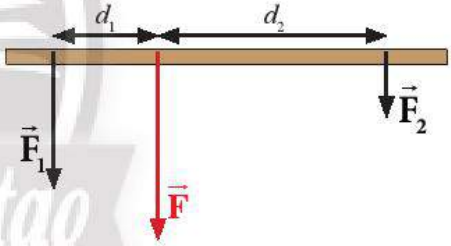
Lực tổng hợp của hai lực song song cùng chiều là một lực:

– Song song, cùng chiều với các lực thành phần.

– Có độ lớn bằng tổng độ lớn của các lực: $F_t = F_1 + F_2$.

– Có giá nằm trong mặt phẳng của hai lực thành phần, chia khoảng cách giữa hai giá của hai lực song song thành những đoạn tỉ lệ nghịch với độ lớn của hai lực ấy (Hình 13.14):

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{d_2}{d_1} \quad (13.1)$$




▲ ***Hình 13.14.* Minh hoạ tổng hợp hai lực song song cùng chiều**

Một người đang gánh lúa như Hình 13.15. Hỏi vai người đặt ở vị trí nào trên đòn gánh để đòn gánh có thể nằm ngang cân bằng trong quá trình di chuyển? Biết khối lượng hai bó lúa lần lượt là $m_1$ = 7 kg, $m_2$ = 5 kg và chiều dài đòn gánh là 1,5 m. Xem như điểm treo hai bó lúa sát hai đầu đòn gánh và bỏ qua khối lượng đòn gánh.



▲ ***Hình 13.15.* Người gánh lúa**

Dựa vào quy tắc tổng hợp hai lực song song cùng chiều, đề xuất phương án xác định trọng tâm của chiếc đũa ăn cơm.

## BÀI TẬP

**1.** Một gấu bông được phơi trên dây treo nhẹ như Hình 13P.1.

a) Xác định các lực tác dụng lên gấu bông.

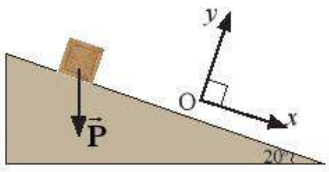
b) Vẽ hình để xác định lực tổng hợp của các lực do dây treo tác dụng lên gấu bông.

c) Em có thể dựa vào lập luận mà không cần vẽ hình để xác định lực tổng hợp của các dây treo được không? Giải thích.



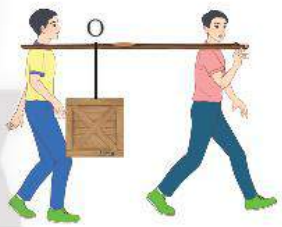
▲ ***Hình 13P.1.*** **Gấu bông được treo trên dây**

**2.** Một chiếc thùng gỗ khối lượng $m$ đang trượt xuống từ một dốc nghiêng 20° so với phương ngang như Hình 13P.2. Em hãy phân tích thành phần vectơ trọng lực tác dụng lên thùng gỗ theo các phương $Ox$ và $Oy$.




▲ ***Hình 13P.2.*** **Thùng gỗ đang trượt xuống dốc**

**3.** Hai người đang khiêng một thùng hàng khối lượng 30 kg bằng một đòn tre dài 2 m như Hình 13P.3. Hỏi phải treo thùng hàng ở điểm nào để lực đè lên vai người đi sau lớn hơn lực đè lên vai người đi trước 100 N. Bỏ qua khối lượng của đòn tre.




▲ ***Hình 13P.3.*** **Hai bạn đang khiêng thùng hàng**

Chân trời sáng tạo

# Bài 14 MOMENT LỰC. ĐIỀU KIỆN CÂN BẰNG CỦA VẬT

– Moment lực, moment ngẫu lực.
– Quy tắc moment và điều kiện cân bằng của vật.



▲ *Hình 14.1.* Trò chơi bập bênh

Trong trò chơi bập bênh ở Hình 14.1, người lớn ở đầu bên trái "nâng bổng" một bạn nhỏ ở đầu bên phải. Nhưng cũng có khi bạn nhỏ ở đầu bên phải lại có thể "nâng bổng" được người lớn ở đầu bên trái. Dựa vào nguyên tắc nào mà bạn nhỏ có thể làm được như vậy?

## 1 MOMENT LỰC – MOMENT NGẪU LỰC

### Khái niệm moment lực

Nhiều trường hợp trong thực tiễn, lực hoặc hệ lực tác dụng vào vật không có tác dụng làm vật chuyển động theo hướng của lực tổng hợp mà làm cho vật quay.

***Ví dụ:*** Tác dụng lực làm cánh cửa quay (Hình 14.2) và làm cho cờ lê quay từ đó có thể giúp tháo ốc (Hình 14.3).



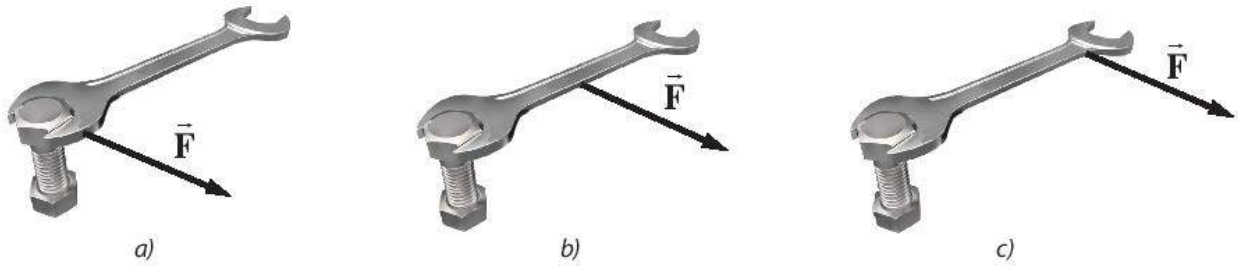

▲ *Hình 14.3.* Lực tác dụng lên cờ lê để tháo ốc



▲ *Hình 14.2.* Mở cửa bằng cách tác dụng lực

1. Quan sát Hình 14.2, mô tả chuyển động của cánh cửa khi chịu lực tác dụng của bạn học sinh.

Chân trời sáng tạo




▲ ***Hình 14.4.*** **Lắp bu lông khi đặt lực ở những vị trí khác nhau trên cờ lê**

Xét trường hợp lực tác dụng vuông góc với trục quay cố định của vật như trong Hình 14.4. Bu lông càng dễ quay trong các trường hợp:

– Khi điểm đặt lực cố định (Hình 14.4b): Độ lớn của lực tác dụng lên cờ lê càng lớn.

– Khi giữ lực có độ lớn không đổi: điểm đặt lực càng xa trục quay.

Ngoài ra, việc làm vật quay còn phụ thuộc vào giá của lực.

Như vậy, tác dụng làm quay vật của lực không chỉ phụ thuộc vào độ lớn $F$ của lực mà còn phụ thuộc vào phương của lực và khoảng cách $d$ từ trục quay đến giá của lực, gọi là **cánh tay đòn**.

Đại lượng đặc trưng cho tác dụng làm quay vật của lực là **moment lực**, có định nghĩa như sau:

Moment lực đối với một trục quay là đại lượng đặc trưng cho tác dụng làm quay của lực và được đo bằng tích của lực với cánh tay đòn của nó.

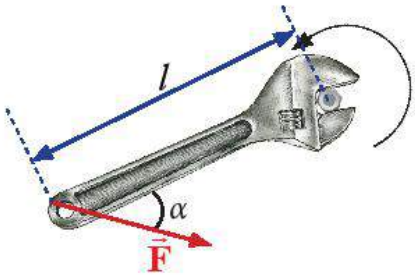
$$M = F \cdot d \quad (14.1)$$

Trong hệ SI, đơn vị của moment lực là $\mathrm{N \cdot m}$.

**2.** Quan sát Hình 14.4, nhận xét về khả năng lắp bu lông khi đặt lực ở các vị trí khác nhau trên cờ lê.

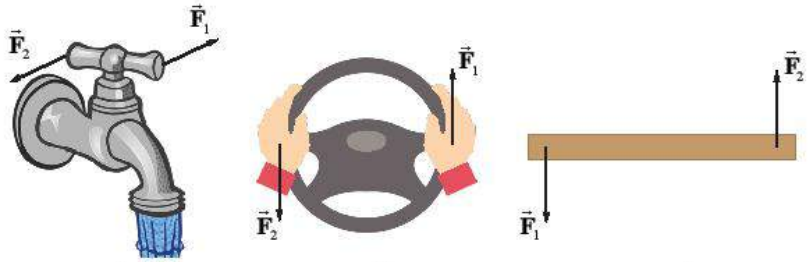
**3.** Lực có gây ra tác dụng làm quay vật không nếu có phương song song với trục quay? Dựa vào tình huống trong Hình 14.4 để minh hoạ cho câu trả lời của em.

Xét lực tác dụng vào mỏ lết có hướng như Hình 14.5. Hãy xác định cánh tay đòn và độ lớn của moment lực. Biết $F = 50$ N, $l = 20$ cm và $\alpha = 20^{\circ}$.




▲ ***Hình 14.5.*** **Lực tác dụng không vuông góc với mỏ lết**

## Khái niệm moment ngẫu lực




▲ ***Hình 14.6.*** **Một vài ví dụ về ngẫu lực trong thực tiễn:**
*a) lực của tay tác dụng khi vặn vòi nước; b) lực tác dụng vào vô lăng ô tô; c) lực tác dụng vào một thanh tự do*

**4.** Quan sát Hình 14.6 và thực hiện các yêu cầu sau:

a) Xác định các cặp lực của tay tác dụng khi vặn vòi nước (Hình 14.6a), cầm vô lăng khi lái ô tô (Hình 14.6b).

b) Nhận xét tính chất của các cặp lực này và chuyển động của các vật đang xét.

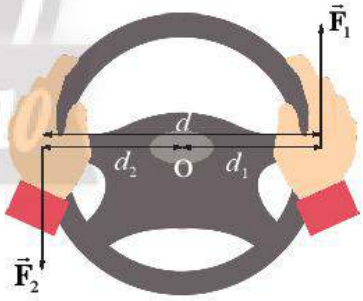
Các vật trong Hình 14.6 được tác dụng bởi hai lực bằng nhau về độ lớn nhưng song song và ngược chiều với nhau.

Hệ hai lực song song, ngược chiều, có độ lớn bằng nhau và cùng tác dụng vào một vật được gọi là ngẫu lực. Dưới tác dụng của **ngẫu lực**, chỉ có chuyển động quay của vật bị biến đổi.

**5.** Có thể xác định được lực tổng hợp của ngẫu lực không? Tại sao?

Xét trường hợp trong Hình 14.6b, lực $\vec{F}_1$ và $\vec{F}_2$ đều có tác dụng làm vô lăng quay ngược chiều kim đồng hồ và có cánh tay đòn lần lượt là $d_1$ và $d_2$.

Ta có khoảng cách giữa hai giá của hai lực là $d = d_1 + d_2$. Lúc đó, $d$ được gọi là cánh tay đòn của ngẫu lực (Hình 14.7).




▲ ***Hình 14.7***

Khi đó, moment của ngẫu lực đối với trục quay đi qua điểm O (tâm vô lăng) được xác định:

$$M = F_1 \cdot d_1 + F_2 \cdot d_2 = F \cdot d \quad (14.2)$$

***Lưu ý:*** Dưới tác dụng của ngẫu lực, chuyển động quay của vật bị thay đổi. Vật sẽ quay:

– quanh một trục cố định như các vật trong Hình 14.6a và 14.6b.

– quanh một trục qua trọng tâm đối với vật tự do như thanh trong Hình 14.6c.

Chân trời sáng tạo

Ngoài các ví dụ được nêu trong bài học, hãy tìm hiểu và trình bày những ứng dụng của ngẫu lực trong đời sống.
Gợi ý: Các em có thể tham khảo các trường hợp được giới thiệu trong Hình 14.8.

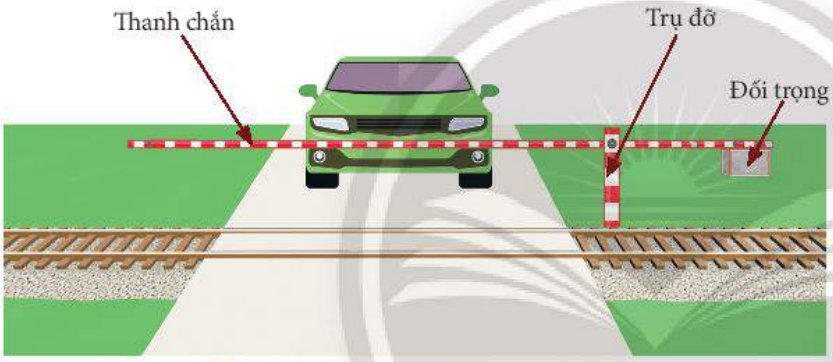


a) b) c)

**Hình 14.8.** *a) Vặn khoá cửa; b) Tháo bánh xe; c) Vặn nút ga*

## 2 QUY TẮC MOMENT

### Quy tắc moment




**Hình 14.9.** Thanh chắn đường tàu

Để hỗ trợ cho tàu hoả di chuyển an toàn qua các nơi giao nhau với đường bộ, người ta thường sử dụng thanh chắn như Hình 14.9. Xét trục quay đi qua khớp nối giữa thanh chắn với trụ đỡ và vuông góc với mặt phẳng thẳng đứng (P) (chứa thanh chắn và trụ đỡ). Ở trạng thái cân bằng, chuyển động xoay của thanh chắn trong mặt phẳng (P) cần phải được loại bỏ. Khi đó, điều kiện phải có chính là quy tắc moment lực.

Muốn cho một vật có trục quay cố định ở trạng thái cân bằng, tổng độ lớn các moment lực có xu hướng làm vật quay theo chiều kim đồng hồ phải bằng tổng độ lớn các moment lực có xu hướng làm vật quay theo chiều ngược lại.

$$M_1 + M_2 + \ldots = M_1' + M_2' + \ldots \quad (14.3)$$

**6.** Quan sát Hình 14.9 và thực hiện các yêu cầu sau:

a) Xác định các lực tác dụng lên thanh chắn.

b) Xét trục quay là khớp nối giữa thanh chắn với trụ đỡ và vuông góc với mặt phẳng thẳng đứng (P) (chứa thanh chắn và trụ đỡ), những lực nào có tác dụng làm thanh chắn xoay cùng chiều kim đồng hồ và ngược chiều kim đồng hồ trong mặt phẳng (P)?



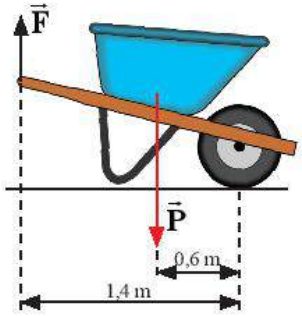

**Hình 14.10.** Cân thăng bằng

**7.** Quan sát hình 14.10, chỉ rõ lực nào có tác dụng làm cân quay cùng chiều kim đồng hồ và ngược chiều kim đồng hồ.

Chân trời sáng tạo

## Vận dụng quy tắc moment

***Ví dụ 1:*** Một xe đẩy chuyển vật liệu có cấu tạo như Hình 14.11. Tổng khối lượng vật liệu và xe là 100 kg. Áp dụng quy tắc moment, tính lực nâng đặt vào tay cầm để giữ xe thăng bằng. Lấy $g = 9{,}8\ \text{m/s}^2$.




▲ ***Hình 14.11.*** **Xe đẩy vật liệu**

**Bài giải**

Xét trục quay đi qua trục bánh xe. Lực nâng của tay có tác dụng làm xe quay cùng chiều kim đồng hồ trong khi trọng lực của vật liệu có tác dụng làm xe quay ngược chiều kim đồng hồ.

Áp dụng quy tắc moment lực, ta có: $F \cdot d_1 = P \cdot d_2$

Suy ra: $F = \dfrac{m \cdot g \cdot d_2}{d_1} = \dfrac{100 \cdot 9{,}8 \cdot 0{,}6}{1{,}4} = 420\,\text{N}$

***Ví dụ 2:*** Một cột truyền tải điện có các dây cáp dẫn điện nằm ngang ở đầu cột và được giữ cân bằng thẳng đứng nhờ dây cáp thép gắn chặt xuống đất như Hình 14.12. Biết dây cáp thép tạo góc 30° so với cột điện, các dây cáp dẫn điện tác dụng lực kéo $F$ = 500 N vào đầu cột theo phương vuông góc với cột. Xác định lực căng của dây cáp thép để cột điện thăng bằng.




▲ ***Hình 14.12.*** **Dây thép giữ cột điện**

**Bài giải**

Xét trục quay đi qua điểm tựa của cột điện lên mặt đất, lực căng của dây cáp dẫn điện có tác dụng làm cột điện quay ngược chiều kim đồng hồ; lực căng của dây cáp thép có tác dụng chống lại sự quay này.

Áp dụng quy tắc moment lực, ta có:

$F \cdot h = T \cdot h \cdot \sin 30°$ ($h$ là chiều cao của cột điện)

Suy ra: $T = 2F = 1\,000$ N

## Điều kiện cân bằng của vật

Ta thấy, các vật được xét trong các ví dụ minh hoạ trong bài đều không thể xem như là chất điểm bởi có hình dạng và kích thước xác định. Khi khoảng cách giữa hai điểm bất kì trên vật không đổi, vật được gọi là **vật rắn**.

Khối lượng và vị trí trọng tâm là hai đại lượng đặc trưng cho vật rắn. Chuyển động của trọng tâm đại diện cho chuyển động tịnh tiến của vật rắn.

**8.** Nêu điều kiện để thanh chắn đường tàu trong Hình 14.9:

a) Không có chuyển động tịnh tiến. Biết chuyển động tịnh tiến của vật rắn là chuyển động trong đó đường thẳng nối hai điểm bất kì của vật luôn song song với chính nó.

b) Không có chuyển động quay.

Chân trời sáng tạo

Khi vật rắn ở trạng thái cân bằng, lực tác dụng vào vật phải có hai điều kiện sau:

– Lực tổng hợp tác dụng lên vật bằng không.

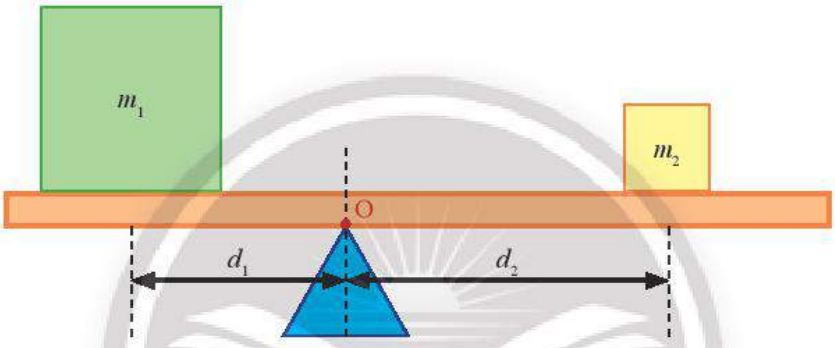
– Tổng moment lực tác dụng lên vật đối với một điểm bất kì bằng không.

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \ldots + \vec{F}_n = \vec{0}$$

$$M_1 + M_2 + \ldots + M_n = 0$$

Trong điều kiện về moment lực, ta cần quy ước các moment lực có xu hướng làm vật quay theo một chiều có giá trị dương. Từ đó, các moment lực có xu hướng làm vật quay theo chiều ngược với chiều dương quy ước sẽ có giá trị âm.

Xét hai vật có khối lượng lần lượt là $m_1$ = 5 kg, $m_2$ = 2 kg được đặt trên một thanh thẳng nằm ngang có khối lượng không đáng kể. Hệ nằm cân bằng trên một cạnh nêm có mặt cắt được mô tả như Hình 14.13. Hãy xác định $d_2$ và độ lớn lực do cạnh nêm tác dụng lên điểm tựa O. Biết $d_1$ = 20 cm.




*Hình 14.13.* **Hệ vật cân bằng trên nêm**

Dựa vào điều kiện cân bằng, hãy nêu và phân tích các yếu tố an toàn trong tình huống được đưa ra trong Hình 14.14.

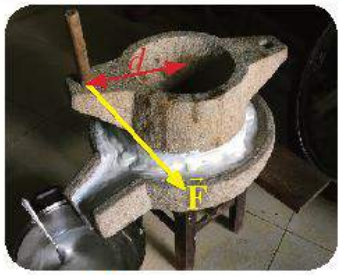


***Hình 14.14.***

*Diễn viên xiếc giữ thăng bằng trên dây*

## BÀI TẬP

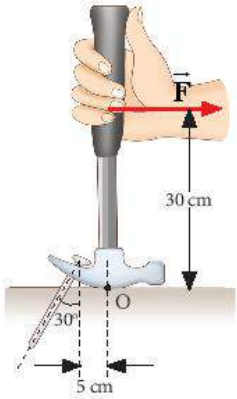
**1.** Người ta tác dụng lực $\vec{F}$ có độ lớn 80 N lên tay quay để xoay chiếc cối xay như Hình 14P.1. Cho rằng $\vec{F}$ có phương tiếp tuyến với bề mặt cối xay, khoảng cách từ tay quay đến tâm quay là $d$ = 40 cm. Xác định moment của lực $\vec{F}$ đối với trục quay qua tâm cối xay.




***Hình 14P.1.***

**Tác dụng lực để xoay cối xay**

**2.** Để nhổ một cây đinh ghim vào bàn tạo thành một góc 30° so với phương thẳng đứng, ta tác dụng lực $F$ = 150 N theo phương vuông góc với cán búa như Hình 14P.2. Búa có thể quay quanh trục quay vuông góc với mặt phẳng hình vẽ tại điểm O, khoảng cách từ điểm đặt tay đến trục quay là 30 cm và khoảng cách từ đầu đinh đến trục quay là 5 cm. Xác định lực do búa tác dụng lên đinh.




***Hình 14P.2.***
**Nhổ đinh bằng búa**

# TỔNG KẾT CHƯƠNG

## 1 TỔNG HỢP LỰC – PHÂN TÍCH LỰC

– Tổng hợp lực: Sử dụng quy tắc hình bình hành hoặc tam giác lực (có trường hợp tổng quát là quy tắc đa giác lực).

– Tổng hợp hai lực song song, cùng chiều: Lực tổng hợp của hai lực song song, cùng chiều là một lực:

+ Song song, cùng chiều với các lực thành phần.

+ Có độ lớn bằng tổng độ lớn của các lực: $F_t = F_1 + F_2$.

+ Có giá nằm trong mặt phẳng của hai lực thành phần, chia khoảng cách giữa hai giá của hai lực song song thành những đoạn tỉ lệ nghịch với độ lớn của hai lực ấy:

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{d_2}{d_1}$$

– Phân tích lực thành các lực thành phần vuông góc: sử dụng quy tắc hình bình hành khi đã biết được một trong hai phương vuông góc.

## 2 MOMENT LỰC

Moment lực đối với một trục quay là đại lượng đặc trưng cho tác dụng làm quay của lực và được đo bằng tích của lực với cánh tay đòn của nó.

$$M = F \cdot d$$

Đơn vị của moment lực là N·m.

## 3 NGẪU LỰC

– Ngẫu lực là hệ hai lực song song, ngược chiều, có độ lớn bằng nhau và cùng tác dụng vào một vật. Dưới tác dụng của ngẫu lực, vật chỉ có chuyển động quay.

– Moment của ngẫu lực được tính theo công thức:

$$M = F \cdot d$$

với $d$ là cánh tay đòn của ngẫu lực.

## 4 QUY TẮC MOMENT LỰC

Muốn cho một vật có trục quay cố định ở trạng thái cân bằng, tổng độ lớn các moment lực có xu hướng làm vật quay theo chiều kim đồng hồ phải bằng tổng độ lớn các moment lực có xu hướng làm vật quay theo chiều ngược lại.

$$M_1 + M_2 + \ldots = M_1' + M_2' + \ldots$$

## 5 ĐIỀU KIỆN CÂN BẰNG CỦA MỘT VẬT

Lực tổng hợp tác dụng lên vật bằng không và tổng moment lực tác dụng lên vật đối với một điểm bất kì bằng không.

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \ldots + \vec{F}_n = \vec{0}$$

$$M_1 + M_2 + \ldots + M_n = 0$$

# Chương 6: NĂNG LƯỢNG

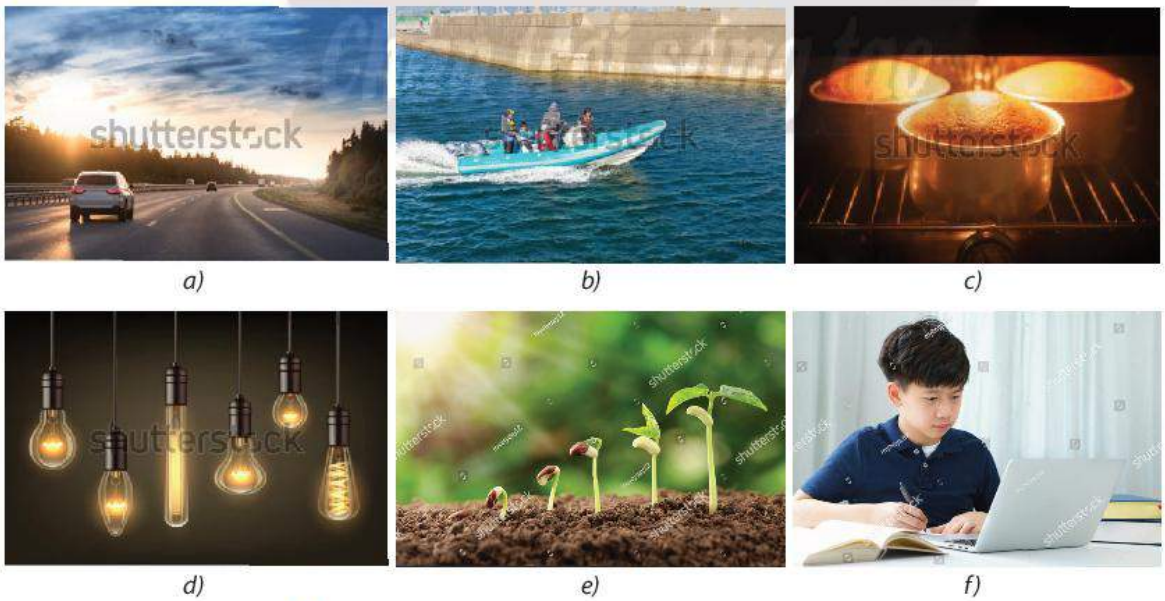
Bài 15

## NĂNG LƯỢNG VÀ CÔNG

– Định luật bảo toàn năng lượng.
– Công.

Năng lượng tồn tại ở khắp mọi nơi xung quanh ta. Việc đưa ra một định nghĩa hoàn thiện về năng lượng đã và đang là một thử thách cho các nhà khoa học. Trong cơ học, năng lượng được hiểu như thế nào trong một số trường hợp cụ thể? Khi được truyền từ vật này sang vật khác bằng cách tác dụng lực thì phần năng lượng này được đo như thế nào?

### 1 NĂNG LƯỢNG



a) b) c)

d) e) f)

▲ ***Hình 15.1.*** **Năng lượng trong đời sống hằng ngày:**
*a) xe chuyển động trên đường; b) thuyền chuyển động trên mặt nước; c) bánh được nướng trong lò; d) đèn chiếu sáng; e) cây nảy mầm và lớn lên; f) con người hoạt động tư duy*

### Khái niệm năng lượng

Tất cả mọi quá trình như: xe chuyển động trên đường, thuyền chuyển động trên nước, bánh được nướng trong lò, đèn chiếu sáng, sự phát triển của động vật và thực vật, sự tư duy của con người đều cần đến **năng lượng**.

Qua các ví dụ trong Hình 15.1, ta thấy năng lượng có ý nghĩa rất rộng.

### Tính chất của năng lượng

Năng lượng của một hệ bất kì luôn có một số tính chất sau:

– Năng lượng là một đại lượng vô hướng.

– Năng lượng có thể tồn tại ở những dạng khác nhau.

– Năng lượng có thể truyền từ vật này sang vật khác, hoặc chuyển hoá qua lại giữa các dạng khác nhau và giữa các hệ, các thành phần của hệ.

– Trong hệ SI, năng lượng có đơn vị là joule (J).

– Một đơn vị thông dụng khác của năng lượng là calo. Một calo là lượng năng lượng cần thiết để làm tăng nhiệt độ 1 g nước lên thêm 1 °C.

$$1 \text{ cal} = 4{,}184 \text{ J}$$

1. Quan sát Hình 15.1, hãy cho biết tên những dạng năng lượng liên quan mà em đã được học ở môn Khoa học tự nhiên.

2. Một thỏi socola (Hình 15.2) có khối lượng 60 g chứa 280 cal năng lượng. Hãy tính lượng năng lượng của thỏi socola này theo đơn vị joule.



▲ ***Hình 15.2.*** **Thỏi socola**

## 2 ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN NĂNG LƯỢNG

### Quá trình truyền và chuyển hoá năng lượng



a) b) c) d)

▲ ***Hình 15.3.*** **Một số quá trình truyền và chuyển hoá năng lượng trong thực tiễn:** *a) đốt vật bằng kính lúp; b) đun nước bằng bếp gas; c) cọ xát để tạo lửa; d) sạc điện thoại không dây*

Các ví dụ minh hoạ trong Hình 15.3 cho thấy năng lượng có thể chuyển từ dạng này sang dạng khác, truyền từ vật này sang vật khác dưới nhiều hình thức khác nhau: truyền năng lượng ánh sáng, truyền nhiệt, truyền năng lượng thông qua tác dụng lực, truyền năng lượng điện từ.

3. Quan sát Hình 15.3, hãy cho biết cách thức truyền năng lượng và phân tích sự chuyển hoá năng lượng trong từng trường hợp.



▲ ***Hình 15.4.*** **Năng lượng của xe được truyền từ người đẩy xe**

Năng lượng thay đổi dạng, truyền từ vật này sang vật khác. Từ những nghiên cứu định tính và định lượng, các nhà khoa học đã rút ra được định luật bảo toàn năng lượng.

Năng lượng không tự nhiên sinh ra và cũng không tự nhiên mất đi mà chỉ truyền từ vật này sang vật khác hoặc chuyển hoá từ dạng này sang dạng khác. Như vậy, năng lượng luôn được bảo toàn.

Hãy chỉ ra quá trình truyền và chuyển hoá năng lượng trong một số trường hợp như Hình 15.4 và 15.5.



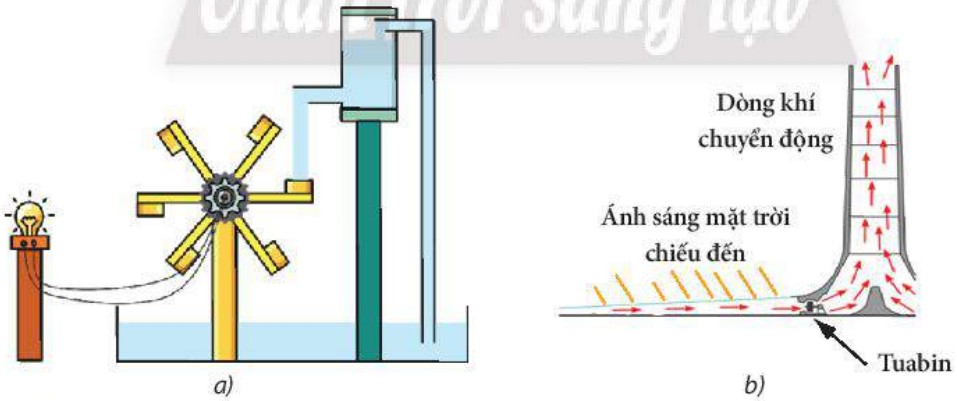
a) b) c)

▲ ***Hình 15.5.*** *a) Trò chơi xích đu; b) Nhấc bình nước lên vai; c) Dùng giấy nhám chà phẳng bề mặt*

Tìm hiểu và giải thích tại sao ta không thể chế tạo được động cơ hoạt động liên tục mà không cần cung cấp năng lượng cho động cơ.

## Minh hoạ sự chuyển hoá năng lượng và định luật bảo toàn năng lượng

Chân trời sáng tạo




a) b)

▲ ***Hình 15.6.*** **Một số mô hình minh hoạ cho sự chuyển hoá và bảo toàn năng lượng:**
*a) mô hình thuỷ điện; b) mô hình tháp quang năng*

Xét hai mô hình như trong Hình 15.6:

– Mô hình 1 (Hình 15.6a): Nước được đưa lên bình chứa, sau đó chảy từ trên cao xuống làm quay tuabin của máy phát điện và làm sáng bóng đèn.

– Mô hình 2 (Hình 15.6b): Ánh sáng được chiếu từ nguồn sáng (đèn, Mặt Trời) đến chân tháp để làm nóng dòng khí đi vào chân tháp. Dòng khí nóng chuyển động lên trên làm cho cánh quạt đặt ở đỉnh tháp quay. Trên thực tế, sự chuyển động của các dòng khí này làm xoay các tuabin đặt ở chân tháp, từ đó tạo ra điện.

Từ các ví dụ trên, ta thấy năng lượng có thể chuyển hoá qua lại giữa các thành phần của một hệ, dưới những dạng năng lượng khác nhau, nhưng tổng năng lượng của vũ trụ luôn không đổi.

**4.** Từ những vật liệu đơn giản như các thanh gỗ thẳng, hòn bi, máng cong, dây không dãn,... Hãy tạo ra các mô hình thí nghiệm minh hoạ sự chuyển hoá và bảo toàn năng lượng.

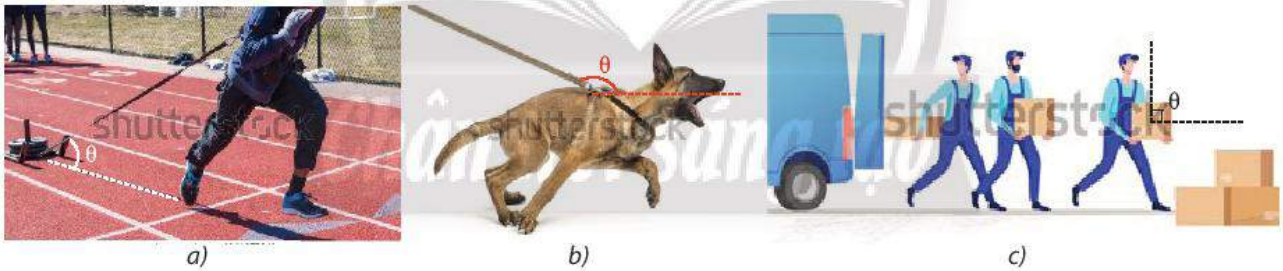



▲ ***Hình 15.7.*** **Biểu ngữ kêu gọi tiết kiệm điện**

**5.** Lời kêu gọi tiết kiệm điện (Hình 15.7) có thể hiểu là để bảo toàn năng lượng được hay không?

## 3 CÔNG CỦA MỘT LỰC KHÔNG ĐỔI

### Biểu thức tính công và đơn vị của công




a) b) c)

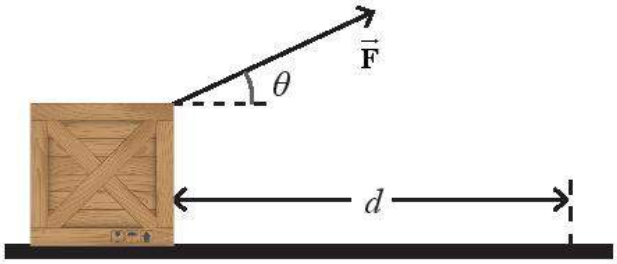
▲ ***Hình 15.8.*** **Lực tác dụng vào vật chuyển động:**
*a) vận động viên kéo vật nặng; b) dùng dây để kéo chú chó; c) nhân viên khuân các thùng hàng đang đi đều*

Ở môn Khoa học tự nhiên 9, các em đã được học cách tính công trong trường hợp lực tác dụng lên vật có hướng cùng với hướng dịch chuyển của vật. Trong trường hợp tổng quát, khi vectơ lực hợp với vectơ độ dịch chuyển 1 góc $\theta$ (Hình 15.9) thì ta có:

Về mặt toán học, công của một lực được đo bằng tích của ba đại lượng: độ lớn lực tác dụng $F$, độ dịch chuyển $d$ và cosin góc hợp bởi vectơ lực tác dụng và vectơ độ dịch chuyển theo biểu thức:

$$\boxed{A = F \cdot d \cdot \cos\theta} \quad (15.1)$$

**6.** Quan sát Hình 15.8, thảo luận để phân tích mối quan hệ về hướng của lực tác dụng vào vật và độ dịch chuyển của vật. Từ đó, đưa ra dự đoán về sự thay đổi năng lượng của vật trong quá trình tác dụng lực.




▲ *Hình 15.9.*

***Lưu ý:*** Khi vật chuyển động thẳng theo một chiều thì độ dịch chuyển $d$ chính bằng quãng đường đi được $s$ và công được tính theo công thức: $A = F \cdot s \cdot \cos\theta$.

Như ta đã biết, công cơ học chính là số đo của phần năng lượng cơ học được chuyển hoá. Vì vậy, đơn vị của công chính là đơn vị của năng lượng.

$$1\ \text{J} = 1\ \text{N}\cdot 1\ \text{m}$$

Trong cơ học, 1 J là số đo công thực hiện khi lực có giá trị là 1 N đặt lên vật và làm vật dịch chuyển được 1 m theo phương của lực tác dụng.

### Các đặc điểm của công

– Công là một đại lượng vô hướng.

– $0^\circ \le \theta < 90^\circ$ (Hình 15.8a): công của lực có giá trị dương và được gọi là **công phát động**.

– $90^\circ < \theta \le 180^\circ$ (Hình 15.8b): công của lực có giá trị âm và được gọi là **công cản**.

– $\theta = 90^\circ$ (Hình 15.8c): khi lực tác dụng vuông góc với độ dịch chuyển thì công bằng 0.

### Vận dụng biểu thức tính công

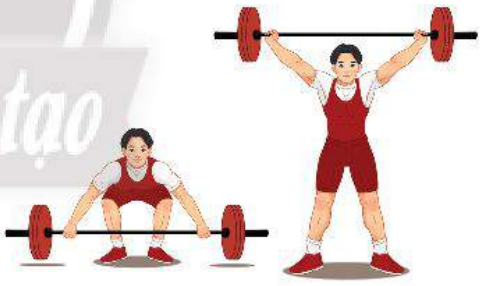
***Ví dụ:*** Trong nội dung cử tạ đẩy, vận động viên phải thực hiện ba giai đoạn: nâng tạ lên một độ cao nhất định, giữ tạ tại độ cao đó trong một khoảng thời gian quy định, hạ tạ xuống mặt đất (Hình 15.10). Vào năm 2020, một vận động viên trẻ người Việt Nam đã tạo tiếng vang khi thực hiện thành công phần thi cử đẩy với khối lượng tạ là 136 kg. Hãy tính công do lực đẩy tạ của vận động viên này sinh ra ứng với giai đoạn nâng tạ và giữ tạ. Biết độ cao mà vận động viên này phải nâng tạ lên là khoảng 1,7 m.

**Bài giải**

Chọn trục toạ độ thẳng đứng có chiều dương hướng lên.

Để nâng và hạ tạ, lực do vận động viên tác dụng vào tạ phải có độ lớn ít nhất bằng với trọng lượng của tạ:

$$F = m_t \cdot g = 136 \cdot 9{,}8 = 1\,332{,}8\ \text{N}$$



▲ ***Hình 15.10.*** **Quá trình nâng tạ của vận động viên cử tạ**

**7.** Trong giai đoạn giữ tạ trên cao, lực của vận động viên không sinh công. Tuy nhiên, vận động viên vẫn bị mỏi cơ, nghĩa là đang bị mất năng lượng. Lượng năng lượng nào được sử dụng trong trường hợp này?

Chân trời sáng tạo

– Giai đoạn nâng tạ lên: Lực tác dụng của tay người đặt vào tạ và độ dịch chuyển của tạ cùng hướng và có giá trị dương, do đó:

$$A = F \cdot d \cdot \cos 0^\circ = 1\,332{,}8 \cdot 1{,}7 \cdot 1 = 2\,265{,}76 \text{ J}$$

– Giai đoạn giữ tạ: Tạ không có độ dịch chuyển, do đó:

$$A = 0 \text{ J}$$

a) Phân tích các lực tác dụng lên hệ người và ván khi trượt từ trên đồi cát (Hình 15.11).

b) Phân tích đặc điểm của công do những lực này sinh ra trong quá trình trượt.



▲ *Hình 15.11.* Trượt cát

Có nhận định cho rằng: Công phát động luôn có lợi và công cản luôn có hại. Hãy thảo luận và liên hệ một số tình huống thực tiễn để nêu ý kiến của em về nhận định trên.

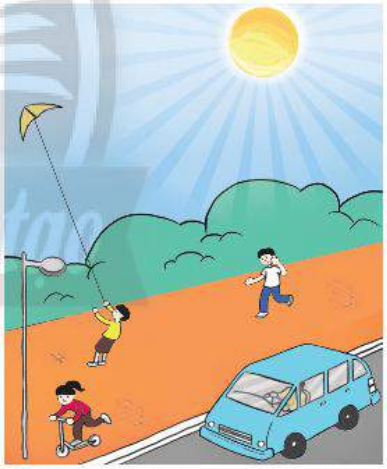
## BÀI TẬP

**1.** Em hãy kể tên các dạng năng lượng trong hoạt động hằng ngày được thể hiện như Hình 15P.1.

**2.** Hãy chỉ ra sự chuyển hoá năng lượng trong các quá trình được cho trong Hình 15P.2.




▲ *Hình 15P.2.* Sự chuyển hoá của một số dạng năng lượng



▲ *Hình 15P.1.* Một số hoạt động ngoài trời

**3.** Một người sơn tường đứng trên một cái thang (Hình 15P.3). Bất ngờ người thợ làm con lăn rơi thẳng đứng xuống sàn. Biết khoảng cách từ nơi con lăn bắt đầu rơi đến sàn là 2 m và con lăn có khối lượng 200 g. Tìm công của trọng lực tác dụng lên con lăn trong suốt quá trình rơi.



▲ *Hình 15P.3.* Sơn tường

Bài 16

# CÔNG SUẤT – HIỆU SUẤT

Công suất và hiệu suất.




a) b)

**Hình 16.1.** *a) Đầu máy hơi nước vào đầu thế kỉ XX; b) Đầu máy tàu cao tốc hiện nay*

Hai thế hệ đầu máy trong Hình 16.1 có sự khác biệt rất nhiều về tốc độ sinh công, đại lượng nào đặc trưng cho khả năng này?

## 1 CÔNG SUẤT

### Khái niệm công suất



a) b)

**Hình 16.2. Hai cách vặn đinh vít:**
*a) dùng tuanovit; b) dùng máy khoan*

Trong sản xuất và đời sống, ngoài khả năng sinh công thì tốc độ sinh công của các máy cũng là một đại lượng được quan tâm. Đại lượng đặc trưng cho tốc độ sinh công của lực là **công suất**.

Công suất là đại lượng đặc trưng cho tốc độ sinh công của lực, được xác định bằng công sinh ra trong một đơn vị thời gian.

$$\mathcal{P} = \frac{A}{t} \quad (16.1)$$

1. Quan sát Hình 16.2 và cho biết trong trường hợp nào thì tốc độ sinh công của lực là lớn hơn.

Trong hệ SI, đơn vị của công suất là watt (kí hiệu W). 1 watt là công suất của một thiết bị hoặc lực thực hiện công bằng 1 J trong thời gian 1 s.

Các bội số thường được sử dụng là kW, MW với 1 kW = $10^3$ W và 1 MW = $10^6$ W.

Một đơn vị thông dụng khác của công suất được sử dụng trong kĩ thuật là mã lực, kí hiệu là HP.

$$1 \text{ HP} = 746 \text{ W hay } 1 \text{ kW} \approx \frac{4}{3} \text{ HP}.$$

## Mối liên hệ giữa công suất với lực tác dụng lên vật và vận tốc của vật

Máy bay chuyển động về phía trước là nhờ động cơ đẩy không khí ra phía sau. Lực đẩy của động cơ càng lớn, tốc độ sinh công càng cao nên máy bay chuyển động càng nhanh, công suất của động cơ càng lớn.

Giả sử một máy bay chuyển động với tốc độ $v$, lực do động cơ máy bay tạo ra có độ lớn là $F$ (lớn hơn lực cản của không khí). Trong thời gian $t$, máy bay đi được một đoạn $s = v_{tb} \cdot t$ với $v_{tb}$ là tốc độ trung bình của máy bay. Xét máy bay chuyển động thẳng và theo một chiều, độ dịch chuyển $d$ chính là quãng đường đi được $s$ của máy bay.

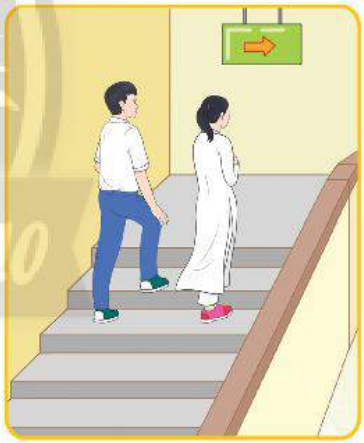
Khi lực $\vec{\mathbf{F}}$ và độ dịch chuyển cùng hướng, công cung cấp bởi động cơ được xác định:

$$A = F \cdot d = F \cdot v_{tb} \cdot t \quad (16.2)$$

Từ đó, ta suy ra mối liên hệ giữa công suất trung bình với lực tác dụng lên vật và vận tốc của vật được biểu diễn bởi biểu thức:

$$\mathcal{P}_{tb} = \frac{A}{t} = F \cdot v_{tb} \quad (16.3)$$

**2.** Quan sát Hình 16.3, hãy phân tích những yếu tố ảnh hưởng đến công suất của các học sinh này khi đi lên cầu thang để cùng vào một lớp học.



***Hình 16.3.*** **Các bạn học sinh đi cầu thang để vào lớp học**

Khi xét cho một khoảng thời gian rất bé, các đại lượng trong công thức (16.3) có ý nghĩa tức thời.

$$\boxed{\mathcal{P} = \frac{A}{t} = F \cdot v} \quad (16.4)$$

Chân trời sáng tạo

### Vận dụng mối liên hệ giữa công suất với lực tác dụng lên vật và vận tốc của vật

***Ví dụ:*** Máy nâng chuyên dụng có công suất không đổi $\mathcal{P} = 2$ kW được sử dụng để vận chuyển các thùng hàng nặng lên độ cao 4 m so với mặt đất. Giả sử vật được nâng với tốc độ không đổi. Hãy so sánh tốc độ nâng vật và thời gian nâng trong hai trường hợp: vật nặng 500 kg và vật nặng 1 000 kg. Lấy gia tốc trọng trường $g = 9{,}8$ m/s$^2$.

**Bài giải**

Do vật được nâng với tốc độ không đổi nên lực do xe nâng vật có độ lớn bằng với trọng lượng của vật $F = mg$.

Áp dụng công thức (16.4) ta xác định được tốc độ nâng vật:

$$v = \frac{\mathcal{P}}{F}$$

Thời gian để nâng vật đến độ cao $h$:

$$t = \frac{A}{\mathcal{P}} = \frac{F \cdot h}{\mathcal{P}} = \frac{m \cdot g \cdot h}{\mathcal{P}}$$

Với $m_1 = 500$ kg: $v_1 \approx 0{,}41$ m/s, $t_1 = 9{,}8$ s.

Với $m_2 = 1\,000$ kg: $v_2 \approx 0{,}2$ m/s, $t_2 = 19{,}6$ s.

Như vậy, với công suất không đổi, khi nâng vật nặng hơn thì xe cần dùng lực lớn hơn. Do đó, tốc độ nâng của xe sẽ nhỏ hơn và thời gian nâng sẽ kéo dài hơn.




▲ *Hình 16.4.* Xe nâng vật

Tìm hiểu cấu tạo và nguyên tắc hoạt động của hộp số xe ô tô, xe máy để giải thích tại sao khi bắt đầu chuyển động hoặc lên dốc, xe đi ở số nhỏ. Khi xe chạy với tốc độ cao trên đường, xe đi ở số lớn.

## 2 HIỆU SUẤT

### Khái niệm hiệu suất

Trong xe ô tô, năng lượng cung cấp cho xe (**năng lượng toàn phần**) chính là năng lượng hoá học được tạo ra từ việc đốt nhiên liệu được chuyển thành cơ năng (**năng lượng có ích**) làm xe chuyển động. Ngoài ra còn những năng lượng mất mát dưới nhiều dạng khác nhau gọi là **năng lượng hao phí**.

Gọi công suất toàn phần của động cơ là $\mathcal{P}$, công suất có ích là $\mathcal{P}'$.

Chân trời sáng tạo

Hiệu suất của động cơ $H$ là tỉ số giữa công suất có ích và công suất toàn phần của động cơ, đặc trưng cho hiệu quả làm việc của động cơ.

$$H = \frac{\mathcal{P}'}{\mathcal{P}} \cdot 100\% \quad (16.5)$$

Khi đó: $\Delta\mathcal{P} = \mathcal{P} - \mathcal{P}'$ được gọi là công suất hao phí của động cơ.

Hiệu suất của động cơ còn có thể được tính theo công thức:

$$H = \frac{A'}{A} \cdot 100\% \quad (16.6)$$

với $A'$, $A$ lần lượt là công có ích và công toàn phần (năng lượng toàn phần) của động cơ. Khi đó: $\Delta A = A - A'$ được gọi là công hao phí của động cơ.

***Lưu ý:*** Hiệu suất của động cơ luôn nhỏ hơn 1, vì không có một máy móc nào hoạt động mà không có sự mất mát năng lượng do ma sát, nhiệt và các dạng năng lượng hao phí khác (Hình 16.5).

Việc ra đời của máy móc hiện đại giúp nâng cao hiệu quả công việc do hiệu suất được nâng lên như minh hoạ trong việc nâng hàng hoá (Hình 16.6).

**3.** Em hãy chỉ ra những loại năng lượng cần cung cấp để động cơ xe máy hoặc xe ô tô vận hành. Thảo luận những yếu tố ảnh hưởng đến hiệu suất của động cơ xe.




▲ ***Hình 16.5.*** **Giản đồ Sankey minh hoạ cho sự chuyển hóa năng lượng**




a)



b)

▲ ***Hình 16.6.*** **Vận chuyển hàng hoá:** *a) sử dụng sức người; b) sử dụng động cơ*

## Vận dụng công thức tính hiệu suất trong một số trường hợp thực tiễn

***Ví dụ 1:*** Một thùng hàng có khối lượng 30 kg được đẩy lên một con dốc cao 2 m bằng một động cơ băng chuyền (Hình 16.7). Hiệu suất của động cơ là bao nhiêu? Biết rằng trong cả quá trình vận chuyển, động cơ cần sử dụng năng lượng tổng là 5 000 J. Lấy $g = 9{,}8$ m/s$^2$.

**Bài giải**

Công có ích khi thực hiện đẩy thùng hàng lên đến đỉnh dốc là:

$$A' = m \cdot g \cdot h$$

Hiệu suất của động cơ băng chuyền trong quá trình vận chuyển này được xác định từ công thức (16.6):

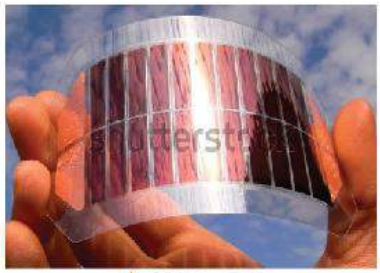
$$H = \frac{A'}{A} \cdot 100\% = \frac{30 \cdot 9{,}8 \cdot 2}{5\,000} \cdot 100\% \approx 12\%$$




▲ ***Hình 16.7.*** **Vật được nâng lên cao bằng băng chuyền**

Chân trời sáng tạo

*Ví dụ 2:* Trong mỗi giây, một tấm pin mặt trời (Hình 16.8) có thể hấp thụ 750 J năng lượng ánh sáng, nhưng nó chỉ có thể chuyển hoá thành 120 J năng lượng điện. Hiệu suất của tấm pin này là bao nhiêu?



**Hình 16.8.**
**Tấm pin năng lượng mặt trời**

**Bài giải**

Hiệu suất của tấm pin là:

$$H = \frac{A'}{A} \cdot 100\% = \frac{120}{750} \cdot 100\% \approx 16\%$$

**Công suất của con người**

Năng lượng cung cấp cho hoạt động của chúng ta đến từ thức ăn, có giá trị tiêu chuẩn từ 2 000 – 3 000 kcal mỗi ngày, tương đương là 10 MJ, năng lượng hằng ngày giúp chúng ta giữ ấm, di chuyển, lao động. Ta có thể xác định được công suất trung bình của mọi hoạt động cho cơ thể chúng ta là 10 MJ trên 1 ngày chia ra ta có 116 W. Như vậy, công suất tiêu thụ trung bình của con người là khoảng 100 W, tương đương bóng đèn 100 W. Do đó, sự hiện diện của 20 người trong một căn phòng sẽ tương đương với một máy sưởi có công suất 2 kW. Công suất đang xét là công suất trung bình của con người, nếu ta hoạt động mạnh, công suất sẽ lớn hơn.

Em hãy đề xuất giải pháp làm tăng hiệu suất của quạt điện (Hình 16.9) sau một thời gian sử dụng. Giải thích lí do lựa chọn giải pháp này.



**Hình 16.9. Quạt điện**

Chân trời sáng tạo

## BÀI TẬP

1. Một người chạy bộ lên một đoạn dốc, người đó có khối lượng 60 kg, đi hết 4 s, độ cao của đoạn dốc này là 4,5 m. Xác định công suất của người chạy bộ (tính theo đơn vị watt và mã lực).

2. Một máy bơm nước đưa nước từ mặt đất lên độ cao 10 m, nước được bơm với lưu lượng là 30 kg/phút với tốc độ không đổi. Tính công suất máy bơm thực hiện để làm công việc đó theo đơn vị mã lực. Xem máy hoạt động với hiệu suất gần đúng bằng 100%.

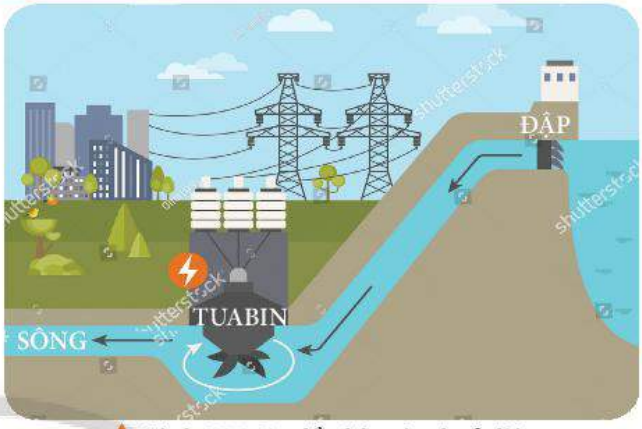
3. Một xe bán tải có khối lượng 1,5 tấn, hiệu suất của xe là 18%. Tìm số lít xăng cần dùng để tăng tốc xe từ trạng thái nghỉ đến tốc độ 15 m/s. Biết năng lượng chứa trong 3,8 lít xăng là $1,3 \cdot 10^8$ J.

Bài 17

# ĐỘNG NĂNG VÀ THẾ NĂNG. ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN CƠ NĂNG

– Động năng và thế năng.
– Cơ năng và định luật bảo toàn cơ năng.

Nhà máy thuỷ điện sản xuất điện năng từ dòng nước chảy từ trên cao xuống (Hình 17.1). Trong quá trình đó, có những dạng năng lượng cơ học nào xuất hiện? Chúng có thể chuyển hoá qua lại với nhau không? Trong những điều kiện nào thì tổng của các dạng năng lượng cơ học đó được bảo toàn?




**Hình 17.1.** Sơ đồ nhà máy thuỷ điện

## 1 ĐỘNG NĂNG



a) b) c) d)

**Hình 17.2.** *a) Hai người chạy trên bờ biển; b) Sóng biển; c) Loài báo châu Phi săn mồi; d) Điện gió*

### Mối liên hệ giữa động năng và công

Trong bài trước, các em đã biết khi một vật chịu lực tác dụng, vật có thể dịch chuyển với vận tốc tăng lên hoặc giảm xuống tuỳ theo hướng của vectơ lực và vectơ độ dịch chuyển.

Xét một vật bắt đầu chuyển động với gia tốc $\vec{\mathbf{a}}$ dưới tác dụng của một lực $\vec{\mathbf{F}} = m \cdot \vec{\mathbf{a}}$ không đổi, vật dịch chuyển cùng hướng với vectơ lực. Sau một khoảng thời gian, tốc độ của vật là $v$. Công của lực thực hiện trên quãng đường này là:

$$A = F \cdot s = \frac{1}{2} m \cdot v^2 \quad (17.1)$$

1. Quan sát Hình 17.2, hãy tìm các điểm chung về dạng năng lượng trong các trường hợp trên. Năng lượng này phụ thuộc vào những yếu tố nào?
2. Dựa vào phương trình chuyển động thẳng biến đổi đều, rút ra biểu thức (17.1).

Như vậy, sau khi lực tác dụng vào vật thực hiện một công thì vật chuyển từ trạng thái đứng yên sang chuyển động. Nghĩa là tác nhân sinh ra lực đã chuyển một phần năng lượng vào vật và làm cho vật tăng năng lượng. Ta gọi phần năng lượng thêm vào này là động năng.

Động năng của một vật là năng lượng vật có được do chuyển động, có giá trị được tính theo công thức:

$$W_đ = \frac{1}{2}m \cdot v^2 \quad (17.2)$$

Với $m$ là khối lượng của vật và $v$ là tốc độ của vật tại thời điểm khảo sát.

Trong hệ SI, đơn vị của động năng là joule (J).

### Đặc điểm của động năng

– Động năng của vật phụ thuộc vào khối lượng của vật và tốc độ chuyển động của vật.

– Động năng là một đại lượng vô hướng, không âm.

– Động năng có giá trị phụ thuộc vào hệ quy chiếu.

Một ô tô có khối lượng 1,5 tấn chuyển động thẳng với tốc độ không đổi là 80 km/h, sau đó giảm tốc độ đến 50 km/h, cuối cùng thì dừng lại hẳn.

– Tìm động năng của ô tô tại các thời điểm ứng với các giá trị tốc độ đã cho.

– Phần động năng mất đi của ô tô đã chuyển hoá thành các dạng năng lượng nào?

Hãy tìm hiểu về "trục phá thành" dùng để phá cổng thành trong các cuộc chiến thời xưa (Hình 17.3). Giải thích tại sao "trục phá thành" phải có khối lượng đủ lớn.

Trong trường hợp vật đang chuyển động với tốc độ ban đầu $v_0$, dưới tác dụng của lực $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$, sau một khoảng thời gian vật sẽ có tốc độ $v$. Lập luận tương tự, ta có:

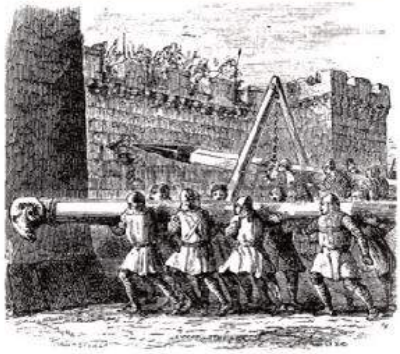
$$W_đ - W_{đ0} = \frac{1}{2}m \cdot v^2 - \frac{1}{2}m \cdot v_0^2 = A$$

**Định lí động năng:** Độ biến thiên động năng của một vật bằng công của lực tác dụng lên vật trong một khoảng thời gian.

3. Em đang ngồi yên trên chiếc xe buýt chuyển động thẳng đều với tốc độ 50 km/h. Xác định động năng của em trong trường hợp:

a) Chọn hệ quy chiếu gắn với xe buýt.

b) Chọn hệ quy chiếu gắn với hàng cây bên đường.

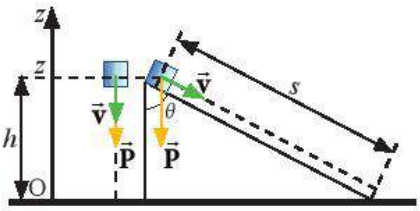


*Hình 17.3.* **Phá cổng thành bằng "trục phá thành"**

## 2 THẾ NĂNG

### Thế năng trong trường trọng lực đều

Xét một vật được thả từ vị trí có độ cao $h$ theo phương thẳng đứng bằng hai cách: thả rơi tự do và thả trượt không ma sát trên một mặt phẳng nghiêng (Hình 17.4). Ta có trọng lực tác dụng lên vật là $\vec{\mathbf{P}} = m \cdot \vec{\mathbf{g}}$ thẳng đứng hướng xuống ($\vec{\mathbf{g}}$ là gia tốc trọng trường).




▲ *Hình 17.4.*
**Thả vật theo hai cách**

– Khi vật rơi tự do, công của trọng lực được xác định:

$$A_1 = P \cdot h \cdot \cos 0^\circ = m \cdot g \cdot h \quad (17.3)$$

– Khi vật trượt không ma sát trên mặt phẳng nghiêng, công của trọng lực được xác định:

$$A_2 = P \cdot h \cdot \cos\theta = m \cdot g \cdot h = A_1 \quad (17.4)$$

Ta nhận thấy: Trong cả hai trường hợp, hình chiếu vị trí điểm đầu và điểm cuối của vật lên phương thẳng đứng trùng nhau. Như vậy, công của trọng lực không phụ thuộc vào đường đi mà chỉ phụ thuộc vào vị trí đầu và vị trí cuối, lực có tính chất như vậy được gọi là **lực bảo toàn (lực thế)**.

Giá trị công của trọng lực cũng chính là phần năng lượng của vật bị chuyển hoá khi di chuyển theo phương thẳng đứng.

Một vật có khối lượng $m$ ở độ cao $h$ so với một vị trí làm gốc dự trữ một dạng năng lượng được gọi là **thế năng trọng trường**.

$$\boxed{W_t = m \cdot g \cdot h} \quad (17.5)$$

Trong hệ SI, đơn vị của thế năng trọng trường là joule (J).

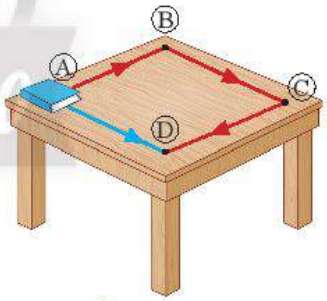
***Lưu ý:***

– Để xác định thế năng, ta cần phải chọn gốc thế năng là vị trí mà tại đó thế năng bằng 0.

– Khi chọn gốc toạ độ trùng gốc thế năng và chiều dương của trục Oz hướng lên thì vị trí phía trên gốc thế năng có giá trị $h > 0$, vị trí phía dưới gốc thế năng có giá trị $h < 0$.

– Độ biến thiên thế năng giữa hai vị trí không phụ thuộc vào việc chọn gốc thế năng.

**4.** Quan sát Hình 17.5, chứng tỏ trong hai cách dịch chuyển quyển sách thì công của trọng lực là như nhau trong khi công của lực ma sát là khác nhau.




▲ *Hình 17.5.*
**Đẩy quyển sách dịch chuyển trên bàn từ A đến D theo hai cách**

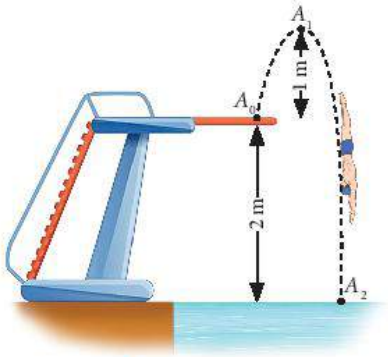
**5.** Lập luận để rút ra độ biến thiên thế năng trọng trường bằng về độ lớn nhưng trái dấu với công của trọng lực.

## Vận dụng công thức thế năng trọng trường

***Ví dụ:*** Xét một vận động viên nhảy cầu có khối lượng 60 kg bắt đầu giậm nhảy từ cầu có độ cao 2 m so với mặt nước (Hình 17.6). Độ cao cực đại mà người này có thể đạt được là 1 m tính từ cầu nhảy. Lấy gia tốc trọng trường $g = 9{,}8\ \text{m/s}^2$. Chọn chiều dương hướng lên và gốc thế năng lần lượt tại các vị trí $A_0$, $A_1$ và $A_2$.

a) Xác định thế năng trọng trường của vận động viên tại các vị trí $A_0$, $A_1$ và $A_2$.

b) Xác định độ biến thiên thế năng từ khi vận động viên này giậm nhảy đến khi chạm mặt nước.




▲ ***Hình 17.6.***
**Vận động viên nhảy cầu**

**Bài giải**

Gọi thế năng tại $A_0$, $A_1$ và $A_2$ lần lượt là $W_{t0}$, $W_{t1}$ và $W_{t2}$. Chọn chiều dương thẳng đứng hướng lên. Thế năng tại các điểm đang xét và độ biến thiên thế năng giữa hai điểm $A_2$ và $A_0$ được cho ở bảng dưới đây.

| | Gốc thế năng tại $A_0$ | Gốc thế năng tại $A_1$ | Gốc thế năng tại $A_2$ |
|---|---|---|---|
| **Thế năng tại $A_0$** | $W_{t0} = m \cdot g \cdot h_0 = 0\ \text{J}$ | $W'_{t0} = m \cdot g \cdot h'_0 = 60 \cdot 9{,}8 \cdot (-1) = -588\ \text{J}$ | $W''_{t0} = m \cdot g \cdot h''_0 = 60 \cdot 9{,}8 \cdot 2 = 1\,176\ \text{J}$ |
| **Thế năng tại $A_1$** | $W_{t1} = m \cdot g \cdot h_1 = 60 \cdot 9{,}8 \cdot 1 = 588\ \text{J}$ | $W'_{t1} = m \cdot g \cdot h'_1 = 0\ \text{J}$ | $W''_{t1} = m \cdot g \cdot h''_1 = 60 \cdot 9{,}8 \cdot 3 = 1\,764\ \text{J}$ |
| **Thế năng tại $A_2$** | $W_{t2} = m \cdot g \cdot h_2 = 60 \cdot 9{,}8 \cdot (-2) = -1\,176\ \text{J}$ | $W'_{t2} = m \cdot g \cdot h'_2 = 60 \cdot 9{,}8 \cdot (-3) = -1\,764\ \text{J}$ | $W''_{t2} = m \cdot g \cdot h''_2 = 0\ \text{J}$ |
| **Độ biến thiên thế năng** | $\Delta W_t = W_{t2} - W_{t0} = -1\,176\ \text{J}$ | $\Delta W'_t = W'_{t2} - W'_{t0} = -1\,176\ \text{J}$ | $\Delta W''_t = W''_{t2} - W''_{t0} = -1\,176\ \text{J}$ |

Chân trời sáng tạo

Thả một viên bi sắt xuống một hố cát được làm phẳng, viên bi sẽ tạo nên trên hố cát một vết lõm rõ nét. Thảo luận để đưa ra dự đoán về bán kính tương ứng của vết lõm trên hố cát khi thả viên bi sắt ở những độ cao khác nhau. Giải thích dự đoán của em và tiến hành thí nghiệm.

## 3 CƠ NĂNG

### Quá trình chuyển hoá giữa động năng và thế năng



a) b)

▲ ***Hình 17.7.*** *a) Đường trượt nước; b) Ném quả bóng rổ lên cao*

**6.** Quan sát Hình 17.7, nhận xét về sự chuyển hoá qua lại giữa động năng và thế năng của người khi trượt xuống đường trượt nước (Hình 17.7a) và quả bóng rổ khi được ném lên cao (Hình 17.7b).

Chọn gốc thế năng trọng trường tại chân đường trượt nước (Hình 17.7a) và tại mặt đất (Hình 17.7b). Xét hai trường hợp trong Hình 17.7:

– Đường trượt nước: Người chơi phải đi cầu thang lên đến đỉnh của đường trượt nước ở một độ cao nhất định, sau đó dùng ván để trượt từ trên cao xuống. Khi này, động năng của người chơi tăng trong khi thế năng của họ giảm.

– Môn bóng rổ: Trong môn thể thao này, để ghi điểm, vận động viên phải ném được quả bóng lên cao và rơi vào rổ. Khi bóng bay lên, động năng của bóng giảm trong khi thế năng của bóng tăng. Khi bóng rơi xuống, động năng của bóng tăng trong khi thế năng của bóng giảm.

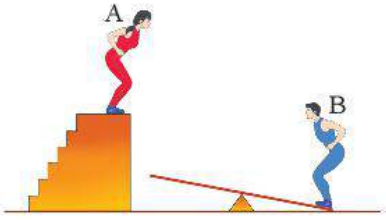
Trong quá trình chuyển động, động năng và thế năng của vật có thể chuyển hoá qua lại với nhau.

Thảo luận và chỉ ra các dạng năng lượng của hai vận động viên xiếc khi thực hiện trò chơi nhảy cầu (Hình 17.8) vào lúc:

a) Người A chuẩn bị nhảy, người B đứng trên đòn bẩy.

b) Người A chạm vào đòn bẩy.

c) Người B ở vị trí cao nhất.




▲ ***Hình 17.8.*** **Trò chơi nhảy cầu trong biểu diễn xiếc**

Phân tích sự chuyển hoá giữa động năng và thế năng trong một số hoạt động của đời sống hằng ngày.

Chân trời sáng tạo

## Định luật bảo toàn cơ năng

Ta có khái niệm cơ năng:

Tổng động năng và thế năng được gọi là cơ năng của vật.

$$\boxed{W = W_đ + W_t} \quad (17.6)$$

Trong hệ SI, đơn vị của cơ năng là joule (J).

Xét quả bóng được thả rơi không vận tốc đầu từ một độ cao $h$ như Hình 17.9. Nếu xem lực cản của không khí lên quả bóng là không đáng kể thì trọng lực (lực bảo toàn) là lực duy nhất tác dụng lên quả bóng trong quá trình rơi.

Từ biểu thức (17.2), ta có công của trọng lực tác dụng lên vật bằng động năng của quả bóng ngay trước khi chạm đất:

$$A = W_đ = m \cdot g \cdot h$$

Độ biến thiên động năng của quả bóng từ khi bắt đầu được thả đến ngay trước khi chạm đất:

$$\Delta W_đ = W_đ - W_{đ0} = m \cdot g \cdot h - 0 = m \cdot g \cdot h \quad (17.7)$$

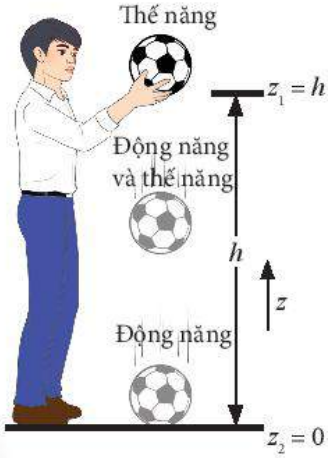
Chọn gốc thế năng trọng trường tại mặt đất, độ biến thiên thế năng của quả bóng từ khi bắt đầu được thả đến ngay trước khi chạm đất:

$$\Delta W_t = W_t - W_{t0} = 0 - m \cdot g \cdot h = -m \cdot g \cdot h \quad (17.8)$$

Kết hợp hai biểu thức (17.7) và (17.8), ta có:

$$\Delta W_đ = -\Delta W_t \Rightarrow \Delta W_đ + \Delta W_t = \Delta W = 0 \quad (17.9)$$

Như vậy, ta có: $W = W_0$




▲ ***Hình 17.9.*** **Một học sinh thả quả bóng từ một độ cao $h$**

Khi một vật chuyển động chỉ chịu tác dụng của lực bảo toàn thì cơ năng của vật là một đại lượng bảo toàn.

***Hệ quả:*** Trong trường trọng lực, tại vị trí vật có động năng cực đại thì thế năng cực tiểu và ngược lại.

**7.** Phân tích lực tác dụng lên quả bóng và sự chuyển hoá giữa động năng và thế năng của quả bóng trong quá trình rơi (Hình 17.9).

## Vận dụng định luật bảo toàn cơ năng

***Ví dụ:*** Một thiết bị được thả không vận tốc đầu xuống bề mặt của Mặt Trăng, biết rằng gia tốc rơi tự do tại bề mặt của Mặt Trăng là 1,62 m/s$^2$. Muốn thiết bị được an toàn thì tốc độ khi tiếp đất của thiết bị đó phải nhỏ hơn 2 m/s. Xác định độ cao cần thiết để thả thiết bị được an toàn.

Chân trời sáng tạo

**Bài giải**

Chọn gốc thế năng tại bề mặt của Mặt Trăng.

Tại vị trí thả thiết bị, cơ năng của vật chính là thế năng:

$$W_1 = W_{đ1} + W_{t1} = m \cdot g \cdot h$$

Tại bề mặt của Mặt Trăng, cơ năng của vật chính là động năng:

$$W_2 = W_{đ2} + W_{t2} = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

Vì thiết bị chỉ chịu tác dụng của trọng lực do Mặt Trăng sinh ra (lực bảo toàn) nên cơ năng của thiết bị được bảo toàn: $W_1 = W_2$.

Do đó, ta có: $v = \sqrt{2g \cdot h}$.

Để thiết bị được an toàn thì $v \leq 2$ m/s $\Rightarrow h \leq 1{,}23$ m.

Vậy phải thả rơi thiết bị ở độ cao nhỏ hơn 1,23 m.

Một con bọ chét có khối lượng 1 mg có thể bật nhảy thẳng đứng lên độ cao tối đa 0,2 m từ mặt đất. Bỏ qua sức cản của không khí và lấy $g = 9{,}8$ m/s$^2$. Hãy xác định tốc độ của bọ chét ngay khi bật nhảy.

Chân trời sáng tạo

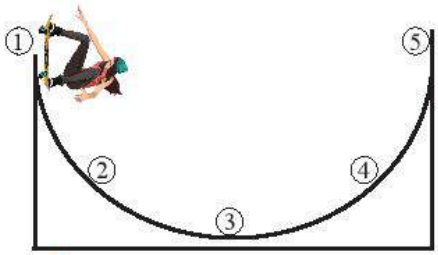
Hãy chỉ ra vị trí đặt bồn nước (Hình 17.10) phục vụ cho việc sinh hoạt trong gia đình sao cho nước chảy ra từ vòi nước sinh hoạt là mạnh nhất và giải thích tại sao.



▲ *Hình 17.10.* Bồn nước

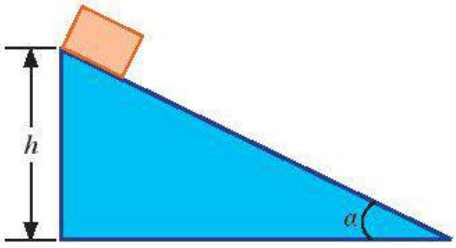
## BÀI TẬP

**1.** Em có nhận xét gì về động năng, thế năng và cơ năng của cô gái đang chơi ván trượt ở các vị trí 1, 2, 3, 4, 5 (Hình 17P.1). Bỏ qua mọi ma sát.




▲ *Hình 17P.1.* **Trò chơi trượt ván**

**2.** Một vật được thả từ đỉnh của một mặt phẳng nghiêng có độ cao $h$ (Hình 17P.2). Vậy động năng của vật tại chân của mặt phẳng nghiêng có phụ thuộc vào góc nghiêng của mặt phẳng nghiêng hay không? Bỏ qua mọi ma sát.




▲ *Hình 17P.2.* **Thả vật từ đỉnh mặt phẳng nghiêng**

**3.** Một người đi bộ lên các bậc thang như Hình 17P.3. Các bậc thang có chiều cao 15 cm, tổng cộng có 25 bậc thang. Người đi bộ này có khối lượng là 55 kg, chuyển động lên với tốc độ xem như không thay đổi từ bậc thang đầu tiên cho đến bậc thang cuối cùng là 1,5 m/s.

a) Tính cơ năng người này trước khi bước lên bậc thang đầu tiên.

b) Tính cơ năng người này ở bậc thang trên cùng.

c) Phần năng lượng thay đổi ở hai vị trí này được cung cấp từ đâu?



▲ *Hình 17P.3.* **Người đi lên cầu thang**

**4.** Trò chơi đệm nhún là một trò chơi vui vẻ dành cho các bạn nhỏ (Hình 17P.4). Hai bạn nhỏ có khối lượng lần lượt là 16 kg và 13 kg, nhảy từ trên độ cao khoảng 70 cm xuống đệm nhún với tốc độ ban đầu theo phương thẳng đứng hoàn toàn giống nhau và bằng 1 m/s.

a) Tính công trọng lực tác dụng lên hai bạn trong quá trình từ lúc bắt đầu nhảy đến thời điểm ngay trước khi chạm đệm nhún.

b) Tính tốc độ của cả hai bạn khi sắp chạm đệm nhún.



▲ *Hình 17P.4.* **Trò chơi đệm nhún lò xo**

# TỔNG KẾT CHƯƠNG

## 1 ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN NĂNG LƯỢNG

Năng lượng không tự nhiên sinh ra và cũng không tự nhiên mất đi mà chỉ truyền từ vật này sang vật khác hoặc chuyển hoá từ dạng này sang dạng khác. Như vậy, năng lượng luôn được bảo toàn.

## 2 CÔNG

Quá trình thực hiện công là quá trình truyền năng lượng. Công cơ học là số đo phần năng lượng cơ học được chuyển hoá và có biểu thức:

$$A = F \cdot d \cdot \cos\theta$$

Trong hệ SI, đơn vị của công là joule (J).

## 3 CÔNG SUẤT

Công suất là đại lượng đặc trưng cho tốc độ sinh công của lực, được xác định bằng công sinh ra trong một đơn vị thời gian.

$$\mathcal{P} = \frac{A}{t}$$

Trong hệ SI, đơn vị của công suất là watt (W).

## 4 HIỆU SUẤT

Hiệu suất của động cơ là tỉ số giữa công suất có ích và công suất toàn phần của động cơ, đặc trưng cho hiệu quả làm việc của động cơ.

$$H = \frac{\mathcal{P}'}{\mathcal{P}} \cdot 100\% = \frac{A'}{A} \cdot 100\%$$

## 5 ĐỘNG NĂNG

Động năng của một vật là năng lượng vật có được do chuyển động, có giá trị được tính theo công thức:

$$W_đ = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

Trong hệ SI, đơn vị của động năng là joule (J).

## 6 THẾ NĂNG TRỌNG TRƯỜNG

Một vật có khối lượng $m$ ở độ cao $h$ so với một vị trí làm gốc dự trữ một dạng năng lượng được gọi là thế năng trọng trường.

$$W_t = m \cdot g \cdot h$$

## 7 CƠ NĂNG

Cơ năng bằng tổng động năng và thế năng.

$$W = W_đ + W_t$$

## 8 ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN CƠ NĂNG

Khi một vật chuyển động chỉ chịu tác dụng của lực bảo toàn thì cơ năng của vật là một đại lượng bảo toàn.

Chân trời sáng tạo

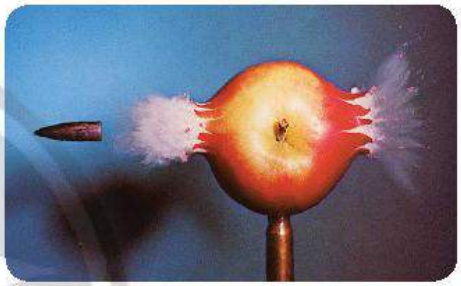
# Chương 7: ĐỘNG LƯỢNG

Bài 18

# ĐỘNG LƯỢNG VÀ ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN ĐỘNG LƯỢNG

– Công thức và ý nghĩa động lượng.
– Định luật bảo toàn động lượng.

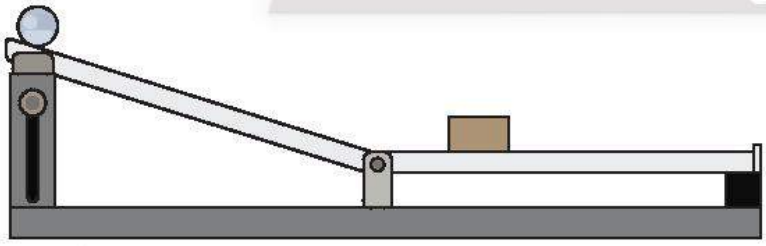
Trong thực tế, có rất nhiều quá trình tương tác giữa các hệ vật mà ta không biết rõ lực tương tác, do đó không thể sử dụng trực tiếp định luật II Newton để khảo sát. Ví dụ: Yếu tố nào quyết định sự chuyển động của các mảnh vỡ sau khi pháo hoa nổ? Yếu tố nào làm cho viên đạn thể thao đường kính 9 mm có khả năng gây ra sự tàn phá mạnh khi bắn vào quả táo (Hình 18.1)?



*Hình 18.1.* Viên đạn bắn vào quả táo

## 1 ĐỘNG LƯỢNG

### Thí nghiệm



*Hình 18.2.* Viên bi lăn trên mặt phẳng nghiêng nhẵn

Xét thí nghiệm như Hình18.2: Lần lượt thả từng viên bi nhỏ có cùng hình dạng và kích thước nhưng có khối lượng khác nhau (một viên bằng sắt và một viên bằng thuỷ tinh) từ cùng một độ cao trên mặt phẳng nghiêng nhẵn, không vận tốc đầu. Sau đó, thả một trong hai viên bi từ hai độ cao khác nhau. Trong từng trường hợp, ta đặt một khúc gỗ nhỏ tại chân mặt phẳng nghiêng.

1. Từ thí nghiệm trong Hình 18.2: Dự đoán độ dịch chuyển của khúc gỗ trong các trường hợp và cho biết độ dịch chuyển đó phụ thuộc vào những yếu tố nào của viên bi. Tiến hành thí nghiệm kiểm chứng.

Chân trời sáng tạo

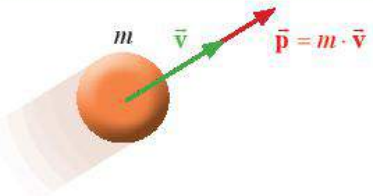
## Khái niệm động lượng

Đại lượng đặc trưng cho khả năng **truyền chuyển động** của vật này lên vật khác thông qua tương tác giữa chúng được gọi là **động lượng**.

**Động lượng của một vật là đại lượng được đo bằng tích của khối lượng và vận tốc của vật.**

$$\boxed{\vec{p} = m \cdot \vec{v}} \quad (18.1)$$

Trong hệ SI, đơn vị của động lượng là $\mathrm{kg \cdot m/s}$.




▲ ***Hình 18.3.*** **Mối liên hệ giữa vectơ động lượng và vận tốc của một vật**

***Lưu ý:***

– Động lượng là một đại lượng vectơ có hướng cùng với hướng của vận tốc (Hình 18.3).

– Động lượng phụ thuộc vào hệ quy chiếu.

– Vectơ động lượng của nhiều vật bằng tổng các vectơ động lượng của các vật đó.

**2.** Cho ví dụ để giải thích tại sao động lượng của một vật lại phụ thuộc vào hệ quy chiếu.




▲ ***Hình 18.4.*** **Hai cầu thủ đang tranh bóng**

Trong một trận bóng đá, cầu thủ A có khối lượng 78 kg chạy dẫn bóng với tốc độ 8,5 m/s. Trong khi đó, cầu thủ B có khối lượng 82 kg (ở đội đối phương) cũng chạy đến tranh bóng với tốc độ 9,2 m/s theo hướng ngược với hướng của cầu thủ A (Hình 18.4).

a) Hãy xác định hướng và độ lớn của vectơ động lượng của từng cầu thủ.

b) Hãy xác định vectơ tổng động lượng của hai cầu thủ.

Chân trời sáng tạo

## 2 ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN ĐỘNG LƯỢNG

### Khái niệm hệ kín

Một hệ được xem là **hệ kín** khi hệ đó không có tương tác với các vật bên ngoài hệ.

Ngoài ra, khi tương tác của các vật bên ngoài hệ lên hệ bị triệt tiêu hoặc không đáng kể so với tương tác giữa các thành phần của hệ, hệ vẫn có thể được xem gần đúng là hệ kín.

Việc không tồn tại tương tác với môi trường ngoài là điều kiện của một hệ kín lí tưởng.

Ví dụ: Hệ hai viên bi da va chạm nhau.

3. Trên thực tế, có tồn tại hệ kín lí tưởng không? Giải thích.

### Thí nghiệm khảo sát định luật bảo toàn động lượng

* **Mục đích:** Khảo sát động lượng của hệ vật trước và sau khi xảy ra tương tác, từ đó chứng minh động lượng của hệ đang xét không đổi.

* **Dụng cụ:**

– Đệm không khí (1).

– Hai tấm chắn cổng quang điện (2).

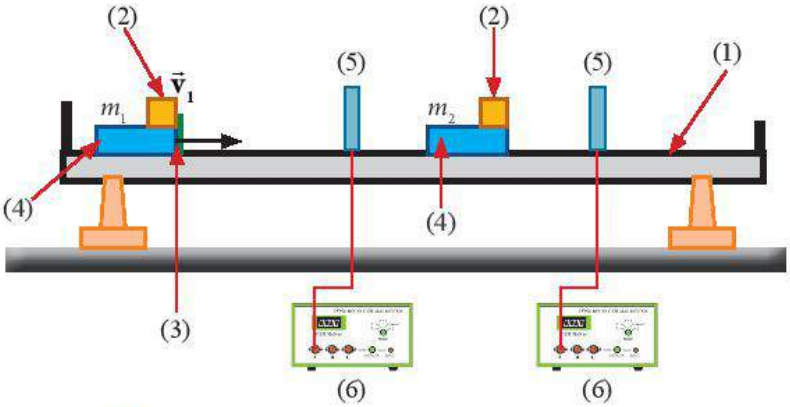
– Miếng dính (3).

– Hai xe trượt (4) và một số quả nặng để thay đổi khối lượng của xe.

– Hai cổng quang điện (5) được nối với hai đồng hồ đo thời gian hiện số (6) (có độ chính xác đến 1 ms).

– Thước đo chiều dài có độ chia nhỏ nhất là 1 mm.

– Cân có độ chính xác đến 0,1 g để xác định khối lượng $m$ của mỗi xe và $\Delta m$ của mỗi quả nặng.




▲ *Hình 18.5.* **Sơ đồ bố trí thí nghiệm va chạm giữa hai xe trượt trên đệm không khí**

4. Lập luận để giải thích tại sao hệ hai xe trượt trong thí nghiệm khảo sát định luật bảo toàn động lượng được xem gần đúng là hệ kín.

5. Nêu những lưu ý trong khi bố trí dụng cụ như Hình 18.5 để hạn chế sai số của thí nghiệm.

6. Nếu chỉ có 1 đồng hồ đo thời gian hiện số thì các em cần thiết lập chế độ đo thời gian như thế nào?

Kết nối tri thức Sáng tạo

* **Tiến hành thí nghiệm:**

*Bước 1:* Gắn miếng dính vào đầu của xe 1. Gắn 2 tấm chắn cổng quang điện lên mỗi xe.

*Bước 2:* Đo tổng khối lượng của xe 1 và xe 2 sau khi đã gắn miếng dính và tấm chắn cổng quang điện, ghi vào bảng số liệu như gợi ý trong Bảng 18.1.

*Bước 3:* Giữ xe 2 đứng yên, đẩy cho xe 1 chuyển động đến va chạm với xe 2.

*Bước 4:* Đo thời gian hai xe đi qua cổng quang điện trước và sau va chạm.

***Lưu ý:*** Vectơ động lượng của nhiều vật bằng tổng các vectơ động lượng của các vật đó.

* **Báo cáo kết quả thí nghiệm:**

Ghi số liệu đo được vào bảng số liệu như gợi ý trong Bảng 18.1. Tính toán động lượng của hai xe và của cả hệ trước và sau va chạm.

***Lưu ý:*** Có thể sử dụng các quả nặng để thay đổi khối lượng của hai xe.

**7.** Giải thích tại sao chúng ta có thể xác định được vận tốc tức thời của xe dựa vào thời gian xe đi qua cổng quang điện (Hình 18.5). Trình bày lưu ý về dấu của vận tốc tức thời của hai xe trong quá trình tiến hành thí nghiệm.

***Số liệu tham khảo của thí nghiệm khảo sát định luật bảo toàn động lượng***

Tổng khối lượng xe 1: $m_1 = 460{,}0$ g; tổng khối lượng xe 2: $m_2 = 500{,}0$ g; độ rộng tấm chắn cổng quang điện: $d = 12{,}5$ mm.

***Bảng 18.1.*** **Bảng số liệu gợi ý thí nghiệm khảo sát định luật bảo toàn động lượng**

| Lần đo | Trước va chạm: $v_2 = 0$ | | | Sau va chạm (xe 1 và xe 2) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $\Delta t_1\ (s)$ | $v_1\ (m/s)$ | $p_1 = m_1 \cdot v_1$ $(kg \cdot m/s)$ | $\Delta t'(s)$ | $v'\ (m/s)$ | $p' = (m_1 + m_2) \cdot v'$ $(kg \cdot m/s)$ |
| 1 | 0,025 | 0,500 | 0,230 | 0,054 | 0,231 | 0,222 |
| 2 | 0,024 | 0,521 | 0,240 | 0,052 | 0,240 | 0,231 |
| 3 | 0,024 | 0,521 | 0,240 | 0,051 | 0,245 | 0,235 |

**7.** Từ kết quả thí nghiệm, hãy tính độ chênh lệch tương đối động lượng của hệ trước và sau va chạm $\frac{|p_1 - p'|}{p_1} \cdot 100\%$. Từ đó, nêu nhận xét về động lượng của hệ trước và sau va chạm.

Chân trời sáng tạo

## Định luật bảo toàn động lượng

Hệ hai xe va chạm trong thí nghiệm trên được xem gần đúng là **hệ kín**.

Gọi $\vec{p}_1$ và $\vec{p}_1'$ lần lượt là động lượng của vật 1 trước và sau khi xảy ra tương tác.

$\vec{p}_2$ và $\vec{p}_2'$ lần lượt là động lượng của vật 2 trước và sau khi xảy ra tương tác.

Từ kết quả thí nghiệm trên, suy ra:

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}_1' + \vec{p}_2' \quad (18.2)$$

nghĩa là động lượng của từng vật trong hệ có thể thay đổi, nhưng tổng động lượng của các vật trong hệ không đổi.

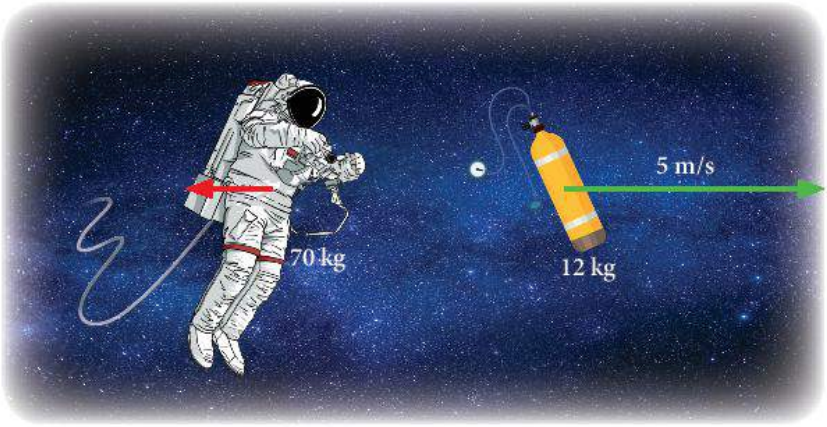
Một cách tổng quát, ta có định luật bảo toàn động lượng của hệ kín được phát biểu như sau:

**Động lượng của một hệ kín luôn bảo toàn.**

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 + ... + \vec{p}_n = \vec{p}_1' + \vec{p}_2' + ... + \vec{p}_n' \quad (18.3)$$

## Vận dụng định luật bảo toàn động lượng

***Ví dụ:*** Một nữ phi hành gia khi đang thực hiện nhiệm vụ tại một vị trí cách cửa trạm không gian một đoạn 140 m thì sợi dây kết nối cô với trạm đột ngột bị đứt. Để có thể quay trở lại, từ trạng thái cân bằng, phi hành gia đã gỡ và ném bình oxygen với tốc độ 5 m/s theo hướng ra xa trạm không gian (Hình 18.6). Biết tổng khối lượng của phi hành gia và toàn bộ thiết bị hỗ trợ (kể cả bình oxygen) là 82 kg, khối lượng bình oxygen là 12 kg và lượng khí trong mũ bảo hiểm đủ để cô ấy có thể duy trì hô hấp thông thường trong 3 phút. Hỏi phi hành gia có thể quay trở về trạm không gian an toàn không?




*Hình 18.6.* **Phi hành gia ném bình oxygen để tạo ra chuyển động**

**Bài giải**

Ngoại lực tác dụng lên hệ gồm phi hành gia (bao gồm đồ bảo hộ) và bình oxygen trong quá trình tương tác bị triệt tiêu, do đó hệ có thể được xem như kín và động lượng của hệ được bảo toàn.

Chọn trục Ox có phương trùng với đường nối từ cửa trạm không gian đến vị trí ban đầu của phi hành gia, chiều dương là chiều ném bình oxygen.

Tổng khối lượng của phi hành gia và đồ bảo hộ là $m_1 = 70$ kg.

Trước khi ném: động lượng của cả phi hành gia và bình oxygen đều có độ lớn bằng 0.

Sau khi ném: động lượng của phi hành gia và bình oxygen lần lượt là:

$$\vec{\mathbf{p}}_1' = m_1 \cdot \vec{\mathbf{v}}_1' \text{ và } \vec{\mathbf{p}}_2' = m_2 \cdot \vec{\mathbf{v}}_2'$$

Theo định luật bảo toàn động lượng:

$$\vec{\mathbf{0}} = \vec{\mathbf{p}}_1' + \vec{\mathbf{p}}_2' \Leftrightarrow \vec{\mathbf{0}} = m_1 \cdot \vec{\mathbf{v}}_1' + m_2 \cdot \vec{\mathbf{v}}_2'$$

Chiếu lên trục Ox, ta có: $-m_1 \cdot v_1' + m_2 \cdot v_2' = 0$

Suy ra: $v_1' = \dfrac{m_2 \cdot v_2'}{m_1}$

Quãng đường tối đa phi hành gia có thể di chuyển trong thời gian an toàn cho phép là:

$$s = v_1' \cdot t = \frac{m_2 \cdot v_2'}{m_1} \cdot t = \frac{12 \cdot 5}{70} \cdot 180 \approx 154 \text{ m} > 140 \text{ m}$$

Như vậy, phi hành gia có thể quay trở lại trạm không gian an toàn.

Em hãy vận dụng định luật bảo toàn động lượng để chế tạo một số đồ chơi khoa học.

Chân trời sáng tạo

## BÀI TẬP

**1.** Hãy tính độ lớn động lượng của một số hệ sau:

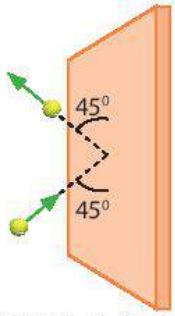
a) Một electron khối lượng $9{,}1 \cdot 10^{-31}$ kg chuyển động với tốc độ $2{,}2 \cdot 10^6$ m/s.

b) Một viên đạn khối lượng 20 g bay với tốc độ 250 m/s.

c) Một chiếc xe đua thể thức I (F1) đang chạy với tốc độ 326 km/h. Biết tổng khối lượng của xe và tài xế khoảng 750 kg.

d) Trái Đất chuyển động trên quỹ đạo quanh Mặt Trời với tốc độ $2{,}98 \cdot 10^4$ m/s. Biết khối lượng Trái Đất là $5{,}972.10^{24}$ kg.

**2.** Một quả bóng tennis khối lượng 60 g chuyển động với tốc độ 28 m/s đến đập vào một bức tường và phản xạ lại với cùng một góc 45° như Hình 18P.1. Hãy xác định các tính chất của vectơ động lượng trước và sau va chạm của bóng.




▲ *Hình 18P.1.* **Quả bóng đập vào tường**

**3.** Một viên đạn nặng 6 g được bắn ra khỏi nòng của một khẩu súng trường 4 kg với tốc độ 320 m/s .

a) Tìm tốc độ giật lùi của súng.

b) Nếu một người nặng 75 kg tì khẩu súng vào vai và ngắm bắn thì tốc độ giật lùi của người là bao nhiêu?

Bài 19

# CÁC LOẠI VA CHẠM

- Mối liên hệ giữa lực tổng hợp tác dụng lên vật và tốc độ thay đổi của động lượng.
- Thiết kế và thực hiện thí nghiệm đánh giá động lượng và năng lượng của vật trước và sau va chạm.

Làm thế nào để xác định được lực tương tác giữa hai vật khi va chạm nếu biết được động lượng của các vật trước và sau tương tác. Trong quá trình va chạm (Hình 19.1), động lượng và động năng của hệ có được bảo toàn hay không? Ngoài ra, những kiến thức về động lượng có thể được vận dụng trong thực tiễn như thế nào?



▲ *Hình 19.1.* **Hai xe ô tô va chạm**

## 1 MỐI LIÊN HỆ GIỮA LỰC TỔNG HỢP TÁC DỤNG LÊN VẬT VÀ TỐC ĐỘ THAY ĐỔI CỦA ĐỘNG LƯỢNG

### Mối liên hệ giữa lực tổng hợp tác dụng lên vật và tốc độ thay đổi của động lượng

Xét một vật có khối lượng $m$ không đổi trong suốt quá trình chuyển động. Khi vật chịu tác dụng bởi một lực không đổi $\vec{\mathbf{F}}$ thì gia tốc của vật là $\vec{\mathbf{a}}$. Sau khoảng thời gian $\Delta t$, độ biến thiên động lượng của vật là $\Delta\vec{\mathbf{p}}$. Ta có:

**Lực tác dụng lên vật bằng tốc độ thay đổi động lượng của vật.**

$$\vec{\mathbf{F}} = \frac{\Delta\vec{\mathbf{p}}}{\Delta t} \quad (19.1)$$

***Lưu ý:*** Nếu vật chịu tác dụng của nhiều lực thì $\vec{\mathbf{F}}$ là hợp lực tác dụng lên vật.

Từ biểu thức (19.1), ta có $\Delta\vec{\mathbf{p}} = \vec{\mathbf{F}} \cdot \Delta t$: Độ biến thiên động lượng của một vật bằng xung lượng của lực tác dụng lên vật. Trong đó, tích $\vec{\mathbf{F}} \cdot \Delta t$ được gọi là xung lượng của lực (xung lực).

1. Chứng minh công thức (19.1).
2. Đưa ra phương án kéo một tờ giấy ra khỏi cốc nước (Hình 19.2) sao cho cốc nước không đổ. Giải thích và làm thí nghiệm kiểm chứng.




▲ *Hình 19.2.* **Thí nghiệm kéo một tờ giấy ra khỏi cốc nước**

***Lưu ý:*** Biểu thức (19.1) là dạng tổng quát của định luật II Newton và có thể áp dụng cho cả trường hợp khối lượng của vật thay đổi theo thời gian trong quá trình chuyển động (tên lửa, xe bồn đang tưới cây).

Từ biểu thức (19.1) ta thấy, để làm thay đổi động lượng của vật về phương diện độ lớn và hướng, ta cần phải tác dụng lên vật một lực. Lực càng mạnh và thời gian tác dụng lực càng lâu thì động lượng của vật (theo phương của lực) thay đổi càng nhiều. Trên thực tế, lực tác dụng vào vật thường thay đổi theo thời gian. $\vec{F}$ trong công thức (19.1) khi đó là lực trung bình của quá trình tương tác.



***Hình 19.3.*** **Đệm hơi được sử dụng trong công tác cứu hộ**

Một trong những giải pháp khi cứu hộ người dân trong những vụ tai nạn hoả hoạn ở nhà cao tầng là sử dụng đệm hơi. Đệm hơi được đặt ở vị trí thích hợp để người bị nạn có thể nhảy xuống an toàn (Hình 19.3). Thảo luận để trình bày vai trò của đệm hơi.

## 2 THÍ NGHIỆM KHẢO SÁT VA CHẠM

### Các loại va chạm

Va chạm đàn hồi và va chạm mềm:

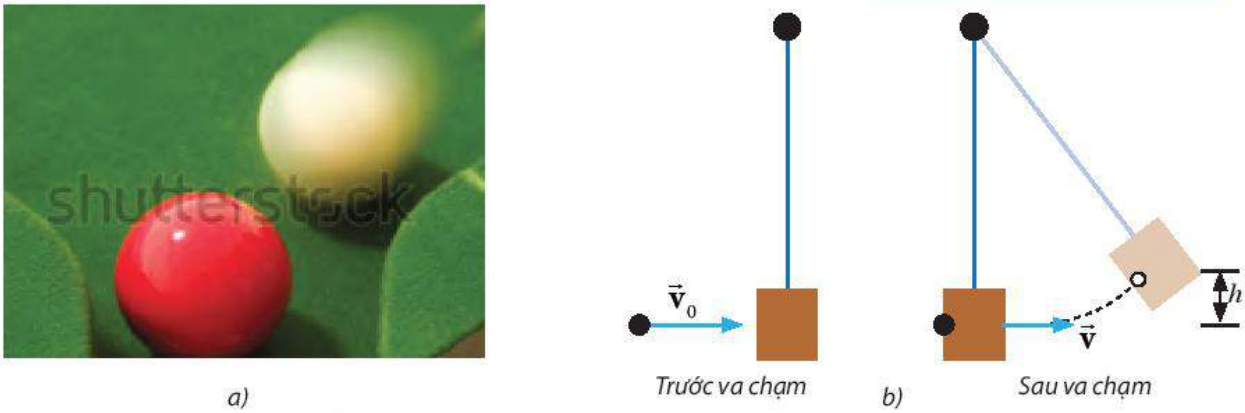
+ Va chạm đàn hồi là va chạm trong đó vật xuất hiện biến dạng đàn hồi trong khoảng thời gian va chạm. Sau va chạm, vật lấy lại hình dạng ban đầu và tiếp tục chuyển động tách rời nhau như va chạm của hai viên bi da trong Hình 19.4a.

+ Va chạm mềm (hay còn gọi là va chạm không đàn hồi) xảy ra khi hai vật dính vào nhau và chuyển động với cùng vận tốc sau va chạm như Hình 19.4b.

**3.** Quan sát Hình 19.4 mô tả về hai trường hợp va chạm và nhận xét những tính chất của va chạm:

a) Va chạm giữa hai viên bi da.

b) Va chạm giữa viên đạn và khối gỗ (viên đạn bị mắc lại trong khối gỗ sau khi va chạm).




a) b)

***Hình 19.4.*** **Một số tình huống trong thực tiễn:**
*a) Va chạm giữa hai viên bi da; b) Va chạm giữa viên đạn và khối gỗ*

## Thí nghiệm khảo sát va chạm đàn hồi và va chạm mềm

* **Mục đích:**

– Xác định được tốc độ của hai vật trước và sau khi xảy ra va chạm.

– Đánh giá được động lượng, năng lượng của từng vật và của hệ trước và sau khi xảy ra va chạm.

* **Dụng cụ:** Tương tự như thí nghiệm khảo sát định luật bảo toàn động lượng trong Bài 18.

* **Tiến hành thí nghiệm:**

– Thí nghiệm 1 – Va chạm đàn hồi: Các bước tiến hành tương tự như thí nghiệm khảo sát định luật bảo toàn động lượng trong Bài 18 với sự điều chỉnh trong Bước 1: Thay miếng dính bằng lò xo được gắn vào đầu của một xe.

– Thí nghiệm 2 – Va chạm mềm: Tương tự như thí nghiệm khảo sát định luật bảo toàn động lượng trong Bài 18.

* **Báo cáo kết quả thí nghiệm:**

– Thí nghiệm 1: Ghi số liệu đo được vào bảng số liệu như gợi ý trong Bảng 19.1.

– Thí nghiệm 2: Sử dụng kết quả thí nghiệm trong Bài 18.

4. Lập luận để chứng tỏ tổng động lượng của hệ hai vật va chạm với nhau được bảo toàn.
5. Đề xuất phương án xác định tốc độ của hai xe ngay trước và sau va chạm với dụng cụ được gợi ý trong bài.
6. Khi xác định tốc độ của hai xe ngay trước và sau va chạm, em cần lưu ý gì đến dấu của vận tốc?
7. Dựa vào bảng số liệu ghi nhận được, tính toán động lượng của hai xe trước và sau va chạm.
8. Đánh giá sự thay đổi động lượng của từng xe và cả hệ trước và sau va chạm.

9. Dựa vào kết quả đo vận tốc từ hai thí nghiệm trên, tiến hành tính toán và lập bảng số liệu về động năng của hai xe trước và sau va chạm (như gợi ý ở Bảng 19.2) cho cả hai loại va chạm.
10. Đánh giá sự thay đổi năng lượng (thông qua động năng) của hệ trong hai loại va chạm đang xét.

Chân trời sáng tạo

***Số liệu tham khảo của thí nghiệm khảo sát va chạm***

Tổng khối lượng xe 1: $m_1$ = 460,0 g; tổng khối lượng xe 2: $m_2$ = 776,0 g;
độ rộng tấm chắn cổng quang điện: $d$ = 12,5 mm.

***Bảng 19.1.*** **Bảng số liệu gợi ý thí nghiệm khảo sát va chạm đàn hồi**

| Lần đo | Trước va chạm: $v_2 = 0$ | | | Sau va chạm | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $\Delta t_1$ (s) | $v_1$ (m/s) | $p_1 = m_1 \cdot v_1$ (kg·m/s) | $\Delta t_1'$(s) | $v_1'$ (m/s) | $\Delta t_2'$(s) | $v_2'$ (m/s) | $p' = m_1 \cdot v_1' + m_2 \cdot v_2'$ (kg·m/s) |
| 1 | 0,023 | 0,543 | 0,250 | 0,127 | – 0,098 | 0,034 | 0,368 | 0,240 |
| 2 | 0,022 | 0,568 | 0,261 | 0,126 | – 0,099 | 0,033 | 0,379 | 0,248 |
| 3 | 0,023 | 0,543 | 0,250 | 0,133 | – 0,094 | 0,034 | 0,368 | 0,242 |

*Bảng 19.2.* **Động năng của hai xe trước và sau va chạm**

| Loại va chạm | Lần thí nghiệm | Trước va chạm | | Sau va chạm | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Xe 1 | Xe 2 | Xe 1 | Xe 2 |
| | | $\frac{1}{2}m_1 \cdot v_1^2$ (J) | $\frac{1}{2}m_2 \cdot v_2^2$ (J) | $\frac{1}{2}m_1 \cdot v_1'^2$ (J) | $\frac{1}{2}m_2 \cdot v_2'^2$ (J) |
| Va chạm đàn hồi | Lần 1 | – | – | – | – |
| | Lần 2 | – | – | – | – |
| | Lần 3 | – | – | – | – |
| Va chạm mềm | Lần 1 | – | – | – | – |
| | Lần 2 | – | – | – | – |
| | Lần 3 | – | – | – | – |

Từ kết quả thí nghiệm, ta có thể phân va chạm thành hai loại:

– Va chạm đàn hồi: Động năng của hệ sau va chạm bằng động năng của hệ trước va chạm.

– Va chạm mềm: Động năng của hệ sau va chạm nhỏ hơn động năng của hệ trước va chạm.

Hãy kéo quả nặng đầu tiên của hệ con lắc Newton (Hình 19.5) lệch một góc nhỏ và thả ra. Quan sát, mô tả và giải thích hiện tượng.



*Hình 19.5.* Hệ con lắc Newton

## 3 ỨNG DỤNG KIẾN THỨC ĐỘNG LƯỢNG VÀO CUỘC SỐNG

### Cách thức giảm chấn thương não trong quyền anh (Boxing)

Vào thế kỉ XIX, các võ sĩ quyền anh đều không mang găng tay bảo hộ mà sử dụng tay trần khi thi đấu (Hình 19.6). Tuy nhiên hiện nay, việc mang găng tay bảo hộ trong những trận thi đấu quyền anh đỉnh cao là yêu cầu bắt buộc đối với các võ sĩ (Hình 19.7) nhằm giảm thiểu chấn thương, trong đó có chấn thương não cho các võ sĩ. Ngoài ra, võ sĩ thường có phản xạ "dịch chuyển theo cú đấm" của đối thủ khi bị tấn công nhằm giảm chấn thương cho bản thân mình.



*Hình 19.6.* Võ sĩ quyền anh không mang găng tay bảo hộ khi thi đấu



*Hình 19.7.* Võ sĩ quyền anh chịu cú đấm vào mặt khi mang găng tay bảo hộ

Ta có thể áp dụng kiến thức về động lượng để giải thích cho vấn đề này.

Xét võ sĩ thứ nhất, khi nhận phải cú đấm của đối thủ vào đầu (Hình 19.7), động lượng của hộp sọ và não của võ sĩ này sẽ tăng lên một lượng $\Delta p$.

Mà $\Delta p = F \cdot \Delta t$ với $F$ và $\Delta t$ lần lượt là lực của võ sĩ thứ hai và thời gian diễn ra tương tác.

Xét $\Delta p$ không đổi, thời gian tương tác $\Delta t$ càng lớn thì độ lớn của lực $F$ mà võ sĩ thứ nhất phải chịu càng nhỏ. Đây là nguyên nhân việc mang găng tay bảo hộ là yêu cầu bắt buộc bởi lớp đệm của găng tay giúp cho thời gian tương tác của cú đấm được kéo dài hơn so với khi sử dụng tay trần. Điều này giúp cho độ lớn của lực $F$ được giảm xuống và khả năng chấn thương của võ sĩ được giảm thiểu.

Với cơ chế tương tự, các võ sĩ luôn có phản xạ "dịch chuyển theo cú đấm" của đối thủ nhằm tăng thời gian tương tác của cú đấm, từ đó giảm độ lớn lực tương tác và giảm thiểu khả năng chấn thương cho bản thân.

## Vai trò của đai an toàn và túi khí trong ô tô

Khi xảy ra tai nạn ô tô, người ngồi trong xe sẽ va đập vào vô lăng hoặc kính dẫn đến những chấn thương nghiêm trọng. Do đó, người ta cần có những thử nghiệm tai nạn ô tô như Hình 19.8. Từ đó, khi thiết kế ô tô, nhà sản xuất luôn trang bị đai an toàn và túi khí (Hình 19.9) nhằm tăng thời gian va chạm của tài xế với các vật dụng trong xe từ 10 đến 100 lần. Điều này dẫn đến việc giảm đáng kể độ lớn của lực tác dụng lên tài xế và giảm thiểu khả năng chấn thương của tài xế.



▲ ***Hình 19.8.*** **Thử nghiệm tai nạn ô tô**



▲ ***Hình 19.9.*** **Đai an toàn và túi khí trong ô tô**



a) b) c)

▲ ***Hình 19.10.***

*a) Đầu máy bay bị lõm do bị chim đâm; b) Phóng tên lửa Epsilon – 5 chở vệ tinh NanoDragon; c) Bãi cát trong môn nhảy xa*

**11.** Ngoài việc bảo vệ cho đối phương, việc mang găng tay có bảo vệ gì cho bản thân võ sĩ hay không?

**12.** Phân tích ứng dụng kiến thức động lượng trong việc thiết kế đai an toàn và túi khí trong ô tô.

**13.** Quan sát Hình 19.10, dựa vào kiến thức động lượng để:

a) Giải thích tại sao một chú chim nhỏ lại có thể gây ra sự cố lớn cho máy bay như vết lõm ở Hình 19.10a trong sự cố ngày 30/9/2015 gần sân bay Nội Bài, Hà Nội.

b) Phân tích định tính cơ chế chuyển động của tên lửa (Hình 19.10b).

c) Giải thích tại sao bãi cát giúp giảm chấn thương cho vận động viên khi tiếp đất (19.10c).

Giả sử trong nhà em có em bé nhỏ, hãy đề xuất phương án xử lí nền nhà để hạn chế đến mức tối thiểu chấn thương khi em bé ngã. Giải thích tại sao chọn phương án đó.

## BÀI TẬP

**1.** Trong không trung, một con chim đại bàng nặng 1,8 kg bay đến bắt một con chim bồ câu nặng 0,65 kg đang bay cùng chiều với tốc độ 7 m/s. Biết tốc độ của chim đại bàng ngay trước khi bắt được bồ câu là 18 m/s (Hình 19P.1). Hãy tính tốc độ của chúng ngay sau khi chim đại bàng bắt được bồ câu.



▲ *Hình 19P.1.* Đại bàng bắt bồ câu

**2.** Một võ sĩ Karate có thể dùng tay để chặt gãy một tấm gỗ như Hình 19P.2. Hãy xác định lực trung bình của tay tác dụng lên tấm gỗ. Lấy khối lượng của bàn tay và một phần cánh tay là 1 kg , tốc độ của cánh tay ngay trước khi chạm vào tấm gỗ là 10 m/s , thời gian tương tác là $2 \cdot 10^{-3}$ s.



▲ *Hình 19P.2.* Võ sĩ Karate chặt tấm gỗ

## TỔNG KẾT CHƯƠNG

### 1 ĐỘNG LƯỢNG

Động lượng của một vật là đại lượng được đo bằng tích của khối lượng và vận tốc của vật.

$$\vec{p} = m \cdot \vec{v}$$

- Động lượng là một đại lượng vectơ có phương, chiều trùng với phương, chiều của vận tốc.
- Vì vận tốc phụ thuộc vào hệ quy chiếu nên vectơ động lượng cũng phụ thuộc vào hệ quy chiếu.
- Trong hệ SI, đơn vị của động lượng là $kg \cdot m \cdot s^{-1}$.
- Động lượng đặc trưng cho khả năng **truyền chuyển động** của vật này lên vật khác thông qua tương tác giữa chúng.

### 2 ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN ĐỘNG LƯỢNG

Động lượng của một hệ kín luôn bảo toàn.

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 + ... + \vec{p}_n = \vec{p}_1' + \vec{p}_2' + ... + \vec{p}_n'$$

### 3 ĐỘNG LƯỢNG VÀ LỰC

Lực tổng hợp tác dụng lên vật bằng tốc độ thay đổi động lượng của vật.

$$\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$$

### 4 VA CHẠM

– Va chạm đàn hồi: Động năng của hệ sau va chạm bằng động năng của hệ trước va chạm.

– Va chạm mềm: Động năng của hệ sau va chạm nhỏ hơn động năng của hệ trước va chạm.

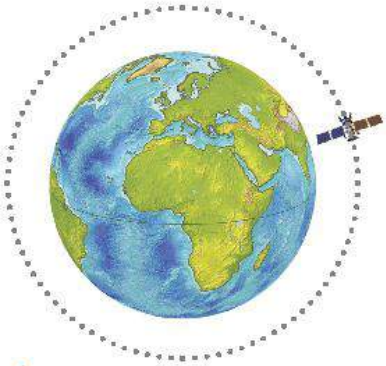
Chân trời sáng tạo

# Chương 8: CHUYỂN ĐỘNG TRÒN

Bài 20

# ĐỘNG HỌC CỦA CHUYỂN ĐỘNG TRÒN

Độ dịch chuyển góc, tốc độ góc, gia tốc hướng tâm.



▲ *Hình 20.1.* **Vệ tinh nhân tạo**

Quỹ đạo của vệ tinh nhân tạo của Trái Đất (Hình 20.1) có hình dạng gì? Tốc độ chuyển động của vệ tinh có phụ thuộc độ cao của vệ tinh đối với Trái Đất hay không?

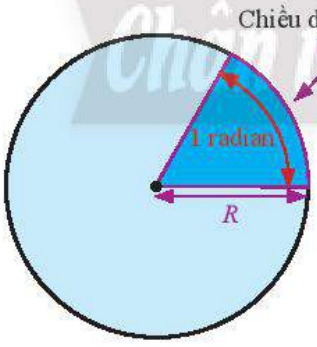
## 1 ĐỊNH NGHĨA RADIAN. SỐ ĐO CUNG TRÒN THEO GÓC

### Định nghĩa radian

Vẽ một đường tròn có bán kính $R$. Tiếp theo, vẽ một cung tròn có chiều dài bằng $R$ (Hình 20.3). Khi đó, góc ở tâm chắn cung này có số đo bằng 1 radian (viết tắt: rad).




▲ *Hình 20.2.* **Cánh quạt quét một góc $\alpha$ khi quay**

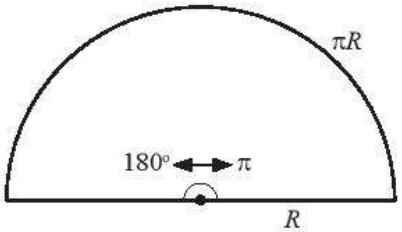



▲ *Hình 20.3.* **Minh hoạ góc có số đo 1 rad**

1. Khi cánh quạt quay, mọi điểm trên cánh quạt đều quét một cung tròn (Hình 20.2). Ta có thể tính trực tiếp chiều dài cung tròn này nếu biết được góc quét bởi cánh quạt không?

Theo công thức tính chu vi đường tròn có bán kính $R$, ta có chiều dài của nửa đường tròn bằng $\pi R$. Vì một cung tròn của đường tròn này có chiều dài $R$ tương ứng với góc 1 rad nên chiều dài $\pi R$ tương ứng với góc $\pi$ rad (Hình 20.4).

$$1 \text{ rad} = \frac{180^\circ}{\pi} = \frac{180^\circ}{3{,}1416...} \approx 57{,}2958^\circ$$




▲ *Hình 20.4.* **Minh hoạ góc $\pi$ rad**

Chân trời sáng tạo

và: $1^\circ = \frac{\pi}{180^\circ} = \frac{3{,}1416...}{180^\circ} = 0{,}0174 \text{ rad}$.

Các hệ thức chuyển đổi đơn vị từ độ sang radian và từ radian sang độ:

$$\alpha_{(\text{radian})} = \alpha_{(\text{độ})} \cdot \frac{\pi}{180^\circ} \quad \text{hoặc} \quad \alpha_{(\text{độ})} = \alpha_{(\text{radian})} \cdot \frac{180^\circ}{\pi} \quad (20.1)$$

Hãy xác định số đo một số góc đặc biệt theo radian.

| Số đo theo độ | $0^\circ$ | $30^\circ$ | $45^\circ$ | $60^\circ$ | $90^\circ$ | $180^\circ$ | $360^\circ$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Số đo theo rad | – | – | – | – | – | – | – |

### Mối liên hệ giữa cung tròn và góc

Một trong các lí do để sử dụng đơn vị radian thay vì độ là ta có thể xác định được **hệ thức liên hệ trực tiếp giữa chiều dài của một cung tròn và số đo góc ở tâm chắn cung** (theo đơn vị radian). Thật vậy, trên đường tròn bán kính $R$, chiều dài cung tròn được chắn bởi góc 1 radian là $R$ theo định nghĩa.

Khi góc chắn cung có số đo là $\alpha$ (radian) thì chiều dài cung tròn (Hình 20.5) sẽ bằng

$$s = \alpha_{(\text{radian})} \cdot R \quad (20.2)$$

Đồng thời, như ta sẽ thấy, với số đo của một góc được tính theo radian, ta sẽ có các hệ thức đơn giản để tính tốc độ góc của một chất điểm chuyển động tròn hoặc của một vật rắn thực hiện chuyển động quay.

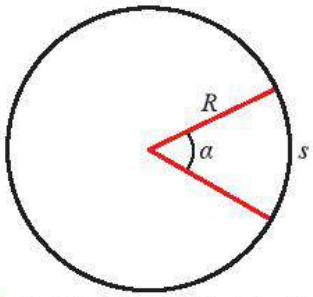
## 2 TỐC ĐỘ TRONG CHUYỂN ĐỘNG TRÒN

### Chuyển động tròn

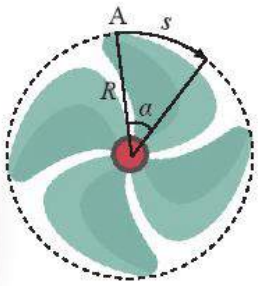
Chuyển động tròn là một trong những loại chuyển động ta thường thấy trong đời sống: một điểm trên cánh quạt chuyển động theo một đường tròn khi cánh quạt quay, chuyển động của một vệ tinh nhân tạo xung quanh Trái Đất,…

**Định nghĩa:** Một chất điểm M chuyển động tròn khi có quỹ đạo là đường tròn.

2. Nêu công thức tính chiều dài cung tròn $s$ mà các em đã được học. Trong công thức này, đơn vị của góc là gì? Hãy đề xuất công thức tính chiều dài cung tròn trực tiếp và đơn giản hơn.




*Hình 20.5.* **Mối liên hệ giữa độ dài cung tròn và góc chắn cung đo bằng rad**




*Hình 20.6.* **Điểm A chuyển động tròn khi cánh quạt quay**

3. Khi cánh quạt trần quay một góc $\alpha$, điểm A trên cánh quạt đi quãng đường $s$ dài bằng bao nhiêu (Hình 20.6)?

4. Ta cần lưu ý gì khi sử dụng công thức (20.2) để tính độ lớn của một góc chắn cung tròn có chiều dài $s$?

Chân trời sáng tạo

## Tốc độ góc trong chuyển động tròn

Để đánh giá mức độ nhanh chậm của một chuyển động tròn, người ta dựa vào tốc độ góc.

Tốc độ góc trong chuyển động tròn có giá trị bằng góc quay được bởi bán kính trong một đơn vị thời gian:

$$\omega = \frac{\Delta\alpha}{\Delta t} \quad (20.3)$$

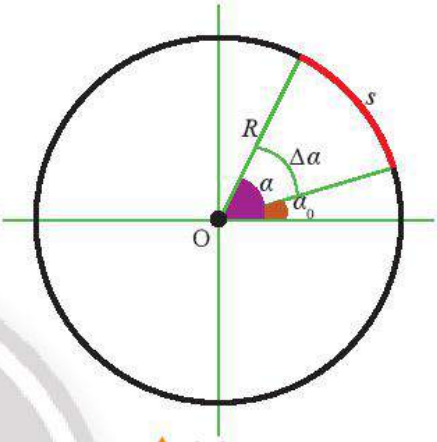
Trong công thức (20.3), $\Delta\alpha$ (tính theo rad) là độ dịch chuyển góc, hay góc quét bởi bán kính R sau khoảng thời gian $\Delta t$ (tính theo s): $\Delta\alpha = \alpha - \alpha_0$ (Hình 20.7).

Tốc độ góc $\omega$ có đơn vị: rad/s. Ngoài ra, còn có các đơn vị khác như vòng/s, độ/s,...

Khi $\omega$ là hằng số thì trong các khoảng thời gian bằng nhau, góc quay được cũng bằng nhau. Chuyển động tròn này là chuyển động tròn đều.

***Lưu ý:*** Khi cánh quạt (Hình 20.6) bắt đầu quay, chuyển động quay của cánh quạt là không đều.

**5.** Em đứng yên trên mặt đất. Vì Trái Đất tự quay quanh trục của nó nên em cũng chuyển động theo. Tốc độ chuyển động của em phụ thuộc những yếu tố nào?




**Hình 20.7.**
**Độ dịch chuyển góc $\Delta\alpha$**

## Vận dụng tốc độ góc

***Ví dụ:*** Hãy so sánh tốc độ góc của kim giây và kim phút của một đồng hồ (Hình 20.8). Giả sử rằng các kim này quay đều.

***Bài giải***

Xem kim giây quay đều không giật. Thời gian kim giây và kim phút quay được 1 vòng (2π rad) là: $T_g$ = 1 phút = 60 s, $T_{ph}$ = 60 phút = 3 600 s.

Tốc độ góc của kim giây: $\omega_g = \frac{\Delta\alpha}{\Delta t} = \frac{2\pi}{T_g} = \frac{2\pi}{60} = \frac{\pi}{30}$ rad/s.

Tốc độ góc của kim phút:

$$\omega_{ph} = \frac{\Delta\alpha}{\Delta t} = \frac{2\pi}{T_{ph}} = \frac{2\pi}{3\,600} = \frac{\pi}{1\,800} \text{ rad/s.}$$

Vậy: $\omega_g > \omega_{ph}$, do đó chuyển động của kim giây nhanh hơn chuyển động của kim phút (gấp 60 lần).




**Hình 20.8. Đồng hồ kim**

Cộng đồng sáng tạo

Các vệ tinh của hệ thống GPS (hệ thống định vị toàn cầu) (Hình 20.9) quay một vòng quanh Trái Đất sau thời gian 12 giờ (gọi là chu kì). Hãy xác định tốc độ góc của các vệ tinh này.



*Hình 20.9.* **Một vệ tinh của hệ thống GPS**

### Vận tốc trong chuyển động tròn

Trong chuyển động tròn, mỗi điểm trên bán kính đều có cùng tốc độ góc, nhưng vì mỗi điểm này có thể có quãng đường chuyển động khác nhau nên để phân biệt với tốc độ góc, ta đưa vào tốc độ.

Tương tự như tốc độ trong chuyển động thẳng, ta có định nghĩa: Tốc độ của một chất điểm chuyển động tròn được tính bằng quãng đường mà chất điểm di chuyển được trong một đơn vị thời gian, theo hệ thức:

$$v = \frac{s}{\Delta t} \quad (20.4)$$

Kết hợp với công thức (20.2) và công thức (20.3), ta có hệ thức liên hệ giữa tốc độ và tốc độ góc:

$$\boxed{v = \omega \cdot R} \quad (20.5)$$

Trong đó, $R$ là bán kính của chuyển động tròn.

Đơn vị: Khi $\omega$ tính theo đơn vị rad/s, $R$ có đơn vị là m thì đơn vị của $v$ là m/s.

Điều này một lần nữa cho thấy sự tiện lợi của việc sử dụng radian là đơn vị để đo góc.

Tương tự như trong chuyển động thẳng, chuyển động tròn là đều nếu tốc độ có độ lớn không đổi.

**Vận tốc** của một chuyển động tròn đều (Hình 20.11) có:

– *Phương:* Tiếp tuyến với quỹ đạo (đường tròn);

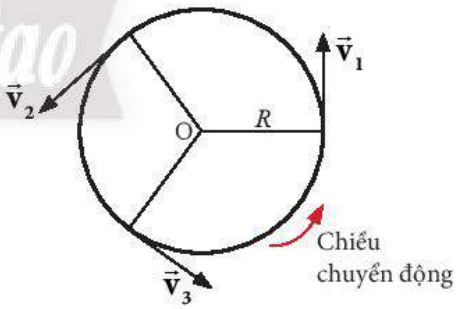
– *Chiều:* Theo chiều chuyển động;

– *Độ lớn:* Không đổi, bằng: $v = \omega \cdot R$.

**6.** Quan sát Hình 20.10, giải thích tại sao ta thấy phần cánh quạt ở gần trục quay rõ hơn phần ở xa trục quay? Biết rằng khi vật chuyển động càng nhanh, mắt ta sẽ càng khó để nhìn.



*Hình 20.10.* **Hình chụp cánh quạt trần đang quay**




*Hình 20.11.* **Vận tốc trong chuyển động tròn đều**

## 3 GIA TỐC HƯỚNG TÂM CỦA CHUYỂN ĐỘNG TRÒN ĐỀU

### Gia tốc hướng tâm

Trong chuyển động tròn đều, tuy vận tốc có độ lớn không đổi nhưng lại có phương luôn thay đổi.

**7.** Trong chuyển động tròn đều, tốc độ của vật là không đổi. Vậy, chuyển động tròn đều có gia tốc không?

Chân trời sáng tạo

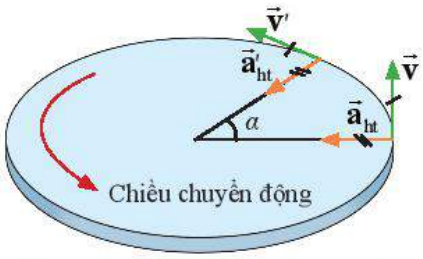
Vì gia tốc đặc trưng cho sự thay đổi của vận tốc nên **chuyển động tròn đều có gia tốc**. Gia tốc của chuyển động tròn đều (Hình 20.12) có đặc điểm:

– *Phương:* Trùng với bán kính;

– *Chiều:* Hướng về tâm của vòng tròn quỹ đạo (nên có tên là gia tốc hướng tâm);

– *Độ lớn:* Không đổi và bằng:

$$a_{ht} = \frac{v^2}{R} = \omega^2 \cdot R \quad (20.6)$$




**Hình 20.12. Gia tốc của chuyển động tròn đều luôn hướng về tâm quỹ đạo**

### Vận dụng gia tốc hướng tâm

***Ví dụ:*** Một bánh xe đạp có đường kính bằng 62,2 cm, quay đều với tốc độ 7 vòng/s. Tính gia tốc hướng tâm của một điểm trên vành bánh xe.

Tốc độ góc của bánh xe: $\omega = 7 \cdot 2\pi = 43{,}98$ rad/s.

Gia tốc hướng tâm: $a_{ht} = R \cdot \omega^2 = \frac{0{,}622}{2} \cdot (43{,}98)^2 = 601{,}5$ m/s$^2$.

Hãy suy ra gia tốc hướng tâm của một điểm ở chính giữa một nan hoa xe đạp trong ví dụ trên. Từ đó, có thể suy ra điều gì?

Chân trời sáng tạo

## BÀI TẬP

**1.** Em hãy điền vào chỗ trống ở bảng dưới đây:

| Độ | $15^\circ$ | – | $150^\circ$ | – |
|---|---|---|---|---|
| Rad | – | $\frac{3\pi}{4}$ | – | $\frac{\pi}{10}$ |

**2.** Tìm chiều dài của một cung tròn của đường tròn có bán kính 1,2 m, được chắn bởi góc $200^\circ$.

**3.** Trong hệ thống GPS (hệ thống định vị toàn cầu), mỗi vệ tinh nhân tạo quay xung quanh Trái Đất được hai vòng trong một ngày, có độ cao khoảng 20 200 km so với mặt đất. Tính tốc độ và gia tốc hướng tâm của mỗi vệ tinh. Cho bán kính của Trái Đất bằng 6 400 km.

Bài 21

# ĐỘNG LỰC HỌC CỦA CHUYỂN ĐỘNG TRÒN. LỰC HƯỚNG TÂM

Lực hướng tâm.

Em nhận xét gì về mặt đường đua trong Hình 21.1? Tại sao người ta phải xây dựng mặt đường ở một số đoạn vòng cung có độ nghiêng so với phương ngang như vậy?



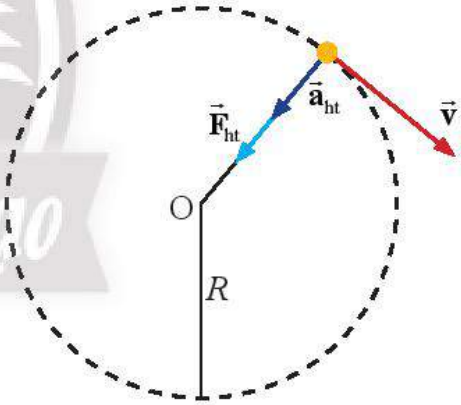
*Hình 21.1.* Xe chạy theo đoạn đường vòng cung

## 1 LỰC HƯỚNG TÂM

Ta biết rằng mối liên hệ giữa gia tốc $\vec{a}$ của một chuyển động và lực tác dụng $\vec{F}$ được thiết lập bởi **định luật II Newton**. Theo định luật này, khi một chất điểm có khối lượng $m$ chuyển động tròn đều với gia tốc hướng tâm $\vec{a}_{ht}$, ta có:

$$\vec{F}_{ht} = m \cdot \vec{a}_{ht} \quad (21.1)$$

Trong đó, $\vec{F}_{ht}$ là hợp lực tác dụng lên vật.



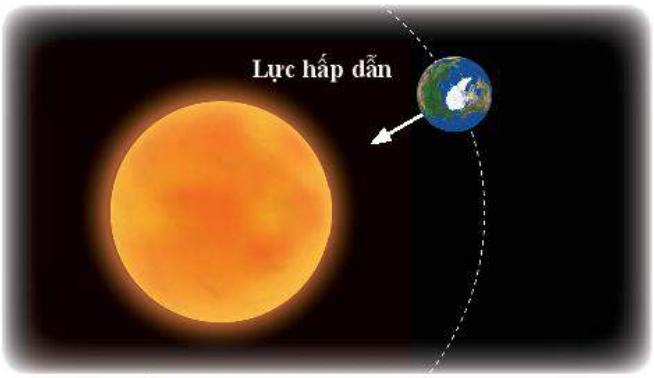

*Hình 21.2.* Gia tốc hướng tâm và lực hướng tâm trong chuyển động tròn đều

$\vec{F}_{ht}$ có phương dọc theo bán kính, chiều hướng vào tâm quỹ đạo và được gọi là lực hướng tâm (Hình 21.2), có độ lớn không đổi, bằng:

$$F_{ht} = m \cdot a_{ht} = m \cdot \frac{v^2}{R} = m \cdot \omega^2 \cdot R \quad (21.2)$$

Điều kiện để một vật có thể chuyển động tròn đều: hợp lực tác dụng lên vật phải hướng vào tâm của quỹ đạo của vật. Hợp lực này là lực hướng tâm.

Chân trời sáng tạo




**Hình 21.3.** Trái Đất được xem như chuyển động tròn đều quanh Mặt Trời

**1.** Trong hệ Mặt Trời, chuyển động của một số hành tinh như Trái Đất được xem **gần đúng** là chuyển động tròn đều xung quanh Mặt Trời (Hình 21.3). Lực nào đóng vai trò là lực hướng tâm trong chuyển động này của Trái Đất?

Vinasat-1 là vệ tinh viễn thông địa tĩnh (có vị trí cố định trong không gian so với Trái Đất) đầu tiên của Việt Nam được phóng vào vũ trụ năm 2008. Biết khối lượng vệ tinh là $m = 2{,}7$ tấn và vệ tinh có quỹ đạo chuyển động nằm trong mặt phẳng xích đạo cách tâm Trái Đất 42 000 km. Hãy xác định độ lớn lực hướng tâm do Trái Đất tác dụng lên vệ tinh.

## 2 ỨNG DỤNG TRONG THỰC TẾ CỦA CHUYỂN ĐỘNG TRÒN

### Trường hợp xe chạy theo đường vòng cung trên mặt đường ngang

Xét một xe chạy trên đường nằm ngang theo cung tròn. Nếu mặt đường trơn trượt; ma sát giữa các bánh xe và mặt đường không đáng kể, hợp lực của trọng lực $\vec{P} = m \cdot \vec{g}$ thẳng đứng hướng xuống và phản lực của mặt đường $\vec{N}$ vuông góc với mặt đường hướng lên là:

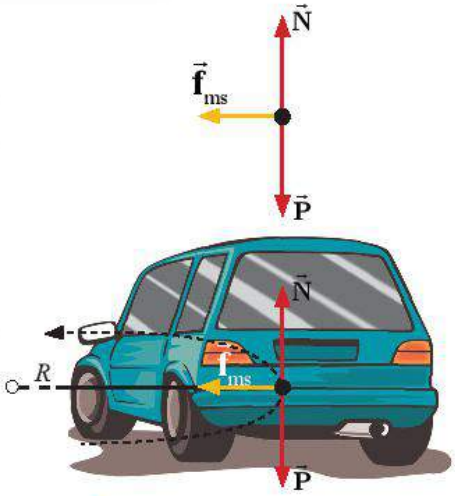
$$\vec{F} = \vec{P} + \vec{N} = 0 \quad (21.3)$$

**2.** Khi ô tô chạy theo đường vòng cung, tài xế cần lưu ý những điều gì để tránh xảy ra tai nạn?

Như vậy, xe không thể chuyển động theo quỹ đạo tròn mà tiếp tục chuyển động thẳng do quán tính, từ đó có thể bị lệch ra khỏi cung đường và gây ra tai nạn.

Nếu có lực ma sát nghỉ giữa các bánh xe và mặt đường, vì lực ma sát này luôn có hướng ngược với khuynh hướng chuyển động trượt ra ngoài nên sẽ có chiều hướng vào bề lõm của đường tròn (Hình 21.4). Vậy, trong trường hợp này, **lực ma sát nghỉ đóng vai trò lực hướng tâm**, có tác dụng giúp xe chạy vòng theo cung tròn.

Như ta đã biết, nếu gọi $\mu$ là hệ số ma sát nghỉ thì lực ma sát nghỉ có độ lớn: $f_{ms} = \mu \cdot N$, với $N = P = m \cdot g$.




**Hình 21.4.** Lực ma sát nghỉ giữa các bánh xe và mặt đường đóng vai trò lực hướng tâm

Theo định luật II Newton, ta có:

$$F_{ht} = f_{ms} = \mu \cdot N = m \cdot a_{ht} \Leftrightarrow \mu \cdot m \cdot g = m \cdot \frac{v^2}{R}$$

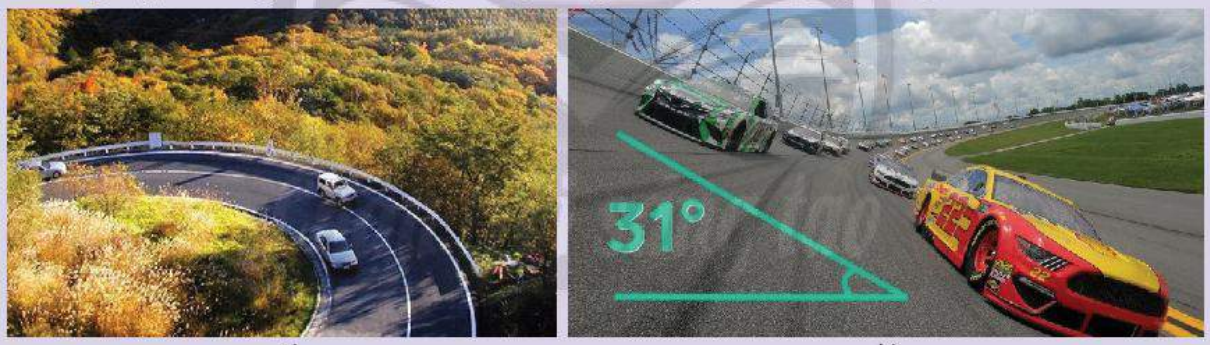
Từ đó, ta có công thức tốc độ giới hạn:

$$\boxed{v = \sqrt{\mu \cdot g \cdot R}} \quad (21.4)$$

Cho bán kính cung tròn mà xe chạy theo bằng 35,0 m, hệ số ma sát nghỉ giữa mặt đường và bánh xe bằng 0,523. Xác định tốc độ tối đa để xe có thể đi vào đoạn đường cung tròn an toàn.

Khi xe chạy theo đường vòng cung nằm ngang, tốc độ tối đa của xe để giữ an toàn phụ thuộc như thế nào vào hệ số ma sát nghỉ và bán kính đường tròn? Tốc độ này có phụ thuộc trọng lượng của xe không? Từ đó, hãy đề xuất những yếu tố quan trọng cần lưu ý khi thiết kế cầu đường có hình vòng cung.

**Trường hợp xe chạy theo đường vòng cung có mặt đường nghiêng**




a) b)

**Hình 21.5. Xe chạy vào đoạn đường cong trong các trường hợp:**
*a) chạy trên đường đèo và b) chạy trong trường đua với tốc độ cao*

Khi xe chạy trên đường đèo, trong đường đua có tốc độ cao (Hình 21.5), hoặc mặt đường trơn trượt, lực ma sát giữa các bánh xe và mặt đường không đủ để tạo lực hướng tâm, do phải tồn tại lực hướng tâm để xe có thể thực hiện chuyển động tròn, mặt đường phải được thiết kế *nghiêng một góc θ* so với phương ngang để hợp lực hướng vào tâm đường tròn và đóng vai trò **lực hướng tâm**, bảo đảm cho xe chạy vòng theo quỹ đạo tròn. Dù vậy, tốc độ của xe cũng bị giới hạn để xe không bị trượt ra khỏi cung tròn.

## BÀI TẬP

**1.** Một đầu của dây nhẹ dài 0,80 m được buộc một vật có khối lượng 3,00 kg. Vật chuyển động tròn đều quanh đầu kia của dây trên mặt bàn nằm ngang (Hình 21P.1). Giả sử không có ma sát giữa vật và mặt bàn. Khi tốc độ quay của dây là 1,60 vòng/s thì dây đứt. Tính lực căng dây lớn nhất.

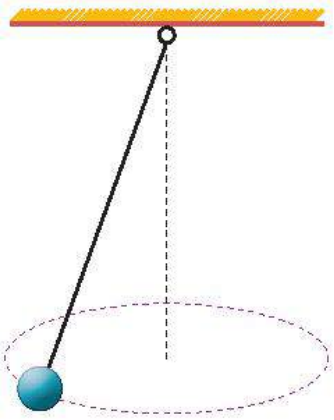


***Hình 21P.1.*** **Một vật chuyển động tròn đều trên mặt bàn**

**2.** Mô hình đơn giản của nguyên tử hydrogen giả sử rằng electron chuyển động tròn đều quanh hạt nhân với tốc độ bằng $2{,}2 \cdot 10^{6}$ m/s. Quỹ đạo chuyển động có bán kính bằng $0{,}53 \cdot 10^{-10}$ m. Hãy tính độ lớn của lực tương tác giữa electron và hạt nhân.

Chân trời sáng tạo

**3.** Một vật nặng có kích thước nhỏ, có khối lượng 0,50 kg, được buộc vào đầu một dây có chiều dài 1,5 m. Vật chuyển động đều trên đường tròn nằm ngang (Hình 21P.2). Cho biết dây chỉ chịu được lực căng tối đa bằng 50 N. Hãy tính tốc độ quay lớn nhất của vật để dây không bị đứt.



***Hình 21P.2.*** **Vật chuyển động tròn đều trên đường tròn nằm ngang**

# TỔNG KẾT CHƯƠNG

## 1 RADIAN

Radian là đơn vị đo độ lớn của một góc (tương tự như độ): 1 radian là góc chắn cung có chiều dài bằng bán kính đường tròn.

## 2 TỐC ĐỘ GÓC

Tốc độ góc đặc trưng cho tính nhanh chậm của chuyển động tròn, có biểu thức:

$$\omega = \frac{\Delta \alpha}{\Delta t}$$

Mối liên hệ giữa tốc độ góc và tốc độ:

$$\omega = \frac{v}{R}$$

## 3 GIA TỐC HƯỚNG TÂM

Gia tốc hướng tâm trong chuyển động tròn đều có độ lớn không đổi, hướng về tâm của quỹ đạo, có độ lớn được xác định bởi biểu thức:

$$a_{ht} = \frac{v^2}{R} = \omega^2 \cdot R$$

## 4 LỰC HƯỚNG TÂM

Lực hướng tâm có phương bán kính, chiều hướng vào tâm quỹ đạo và có độ lớn được xác định bởi biểu thức:

$$F_{ht} = m \cdot a_{ht} = m \cdot \frac{v^2}{R} = m \cdot \omega^2 \cdot R$$

Một vật chuyển động tròn đều khi chịu tác dụng của một lực hay hợp lực là lực hướng tâm.

Chân trời sáng tạo

# Chương 9: BIẾN DẠNG CỦA VẬT RẮN

Bài 22

## BIẾN DẠNG CỦA VẬT RẮN. ĐẶC TÍNH CỦA LÒ XO

– Biến dạng kéo, biến dạng nén.
– Đặc tính của lò xo: giới hạn đàn hồi, độ dãn, độ cứng.

Tại sao khi ta đặt vật lên bàn cân, kim chỉ của cân quay đến một vạch xác định, sau đó kim chỉ sẽ trở lại vị trí ban đầu nếu ta lấy vật ra (Hình 22.1a)? Các lò xo gắn dưới yên xe đạp (Hình 22.1b) có công dụng gì? Trong bài này, ta sẽ khảo sát các đặc tính quan trọng của lò xo cũng như ứng dụng của lò xo trong cuộc sống hằng ngày và kĩ thuật công nghệ.



a) b)

▲ ***Hình 22.1.* Các thiết bị sử dụng lò xo:** *a) Cân đồng hồ lò xo; b) Yên xe đạp*

Chân trời sáng tạo

### 1 BIẾN DẠNG KÉO VÀ BIẾN DẠNG NÉN

Dưới tác dụng của ngoại lực đủ lớn, hình dạng và kích thước của vật sẽ bị thay đổi. Tuỳ theo độ lớn của lực tác dụng, kích thước và hình dạng của vật có thể thay đổi theo nhiều cách khác nhau.

1. Nêu một số ví dụ về vật không phải là vật rắn và giải thích tại sao đó không phải là vật rắn.

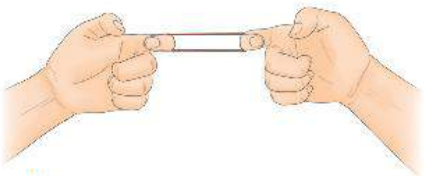
#### Thí nghiệm về biến dạng kéo

* **Mục đích:** Khảo sát về biến dạng kéo của vật.

* **Dụng cụ:** Sợi dây cao su.

* **Tiến hành thí nghiệm:** Dùng hai ngón tay kéo căng sợi dây cao su rồi thả (Hình 22.2). Thực hiện thí nghiệm nhiều lần sao cho chiều dài sợi dây cao su mỗi lần kéo là khác nhau.

* **Báo cáo kết quả thí nghiệm:** Nhận xét về hình dạng, kích thước của sợi dây cao su và độ lớn của lực do tay tác dụng.



▲ ***Hình 22.2.* Kéo dãn dây cao su**

### Thí nghiệm về biến dạng nén

* **Mục đích:** Khảo sát về biến dạng nén của vật.

* **Dụng cụ:** Quả bóng cao su và miếng xốp.

* **Tiến hành thí nghiệm:** Dùng các ngón tay bóp quả bóng cao su và một miếng xốp rửa bát rồi thả (Hình 22.3).

* **Báo cáo kết quả thí nghiệm:** Nhận xét về sự thay đổi hình dạng, kích thước quả bóng nhựa và miếng xốp rửa bát.

Trong hai thí nghiệm trên, dây cao su chịu *biến dạng kéo*, trái bóng và miếng xốp chịu *biến dạng nén*.



a) b)

**Hình 22.3.** Quả bóng cao su (a) và miếng xốp (b) bị biến dạng

**Biến dạng kéo:** Kích thước của vật theo phương tác dụng của lực tăng lên so với kích thước tự nhiên của nó.

**Biến dạng nén:** Kích thước của vật theo phương tác dụng của lực giảm xuống so với kích thước tự nhiên của nó.

Hãy phân loại biến dạng trong từng trường hợp được mô tả ở Hình 22.4.



a) b) c)

**Hình 22.4.** Một số trường hợp biến dạng trong thực tế

## 2 CÁC ĐẶC TÍNH CỦA LÒ XO

Trên thực tế, lò xo được dùng rộng rãi trong đời sống và công nghệ. Tuỳ theo công năng sử dụng mà lò xo có nhiều hình dạng khác nhau. Ví dụ như lò xo thẳng (Hình 22.5a), lò xo xoắn ốc (Hình 22.5b), lò xo lá (Hình 22.5c). Các loại lò xo này có đặc tính giống nhau là đều có **tính đàn hồi**. Sau đây, ta sẽ khảo sát tính đàn hồi của lò xo thẳng.



a) b) c)

**Hình 22.5. Một số loại lò xo có hình dạng khác nhau:**
*a) lò xo thẳng; b) lò xo xoắn ốc ; c) lò xo lá*

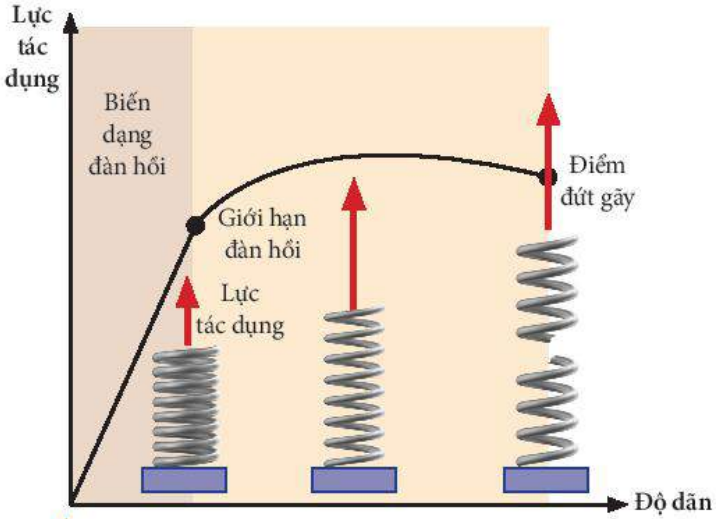
Lò xo luôn bị biến dạng khi chịu lực tác dụng. Biến dạng của lò xo là kéo hoặc nén tuỳ thuộc vào chiều của lực đặt vào hai đầu lò xo. Đặc trưng cho sự biến dạng của lò xo là **độ biến dạng**.

Độ biến dạng của lò xo là hiệu số giữa chiều dài khi bị biến dạng và chiều dài tự nhiên của lò xo.

– Khi lò xo biến dạng nén: độ biến dạng của lò xo âm, độ lớn của độ biến dạng được gọi là **độ nén**.

– Khi lò xo biến dạng kéo: độ biến dạng của lò xo dương và được gọi là **độ dãn**.

Đồ thị trong Hình 22.6 cho thấy sự liên hệ giữa độ dãn của lò xo và ngoại lực tác dụng. Khi xuất hiện ngoại lực tác dụng, lò xo sẽ bị biến dạng. Khi độ dãn của lò xo không quá lớn, ở hai đầu lò xo xuất hiện **lực đàn hồi** ngược chiều biến dạng. Khi ngoại lực tác dụng lên lò xo có độ lớn tăng dần thì độ dãn của lò xo cũng tăng. Khi ngừng tác dụng lực, lò xo tự động **lấy lại chiều dài ban đầu**. Ta nói lò xo có tính đàn hồi.




**Hình 22.6. Đồ thị biểu diễn mối liên hệ giữa độ dãn lò xo và lực tác dụng**

**2.** a) Với dụng cụ là một lò xo thẳng, đề xuất phương án thí nghiệm đơn giản để khảo sát tính chất biến dạng của lò xo.

b) Dự đoán về hiện tượng xảy ra nếu ta tiếp tục tăng độ lớn của lực để kéo dãn hai đầu lò xo (có thể dùng máy).

**3.** Quan sát Hình 22.6, nhận xét sơ lược về tính chất của lò xo khi tăng lực tác dụng. Khi lò xo còn đang có biến dạng đàn hồi, đưa ra dự đoán về mối quan hệ giữa độ dãn của lò xo và lực tác dụng.

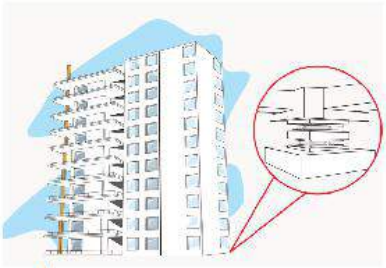
Trong thực tiễn, người ta sử dụng khái niệm ứng suất (là lực tác dụng trên một đơn vị tiết diện) và độ biến dạng tương đối (là tỉ số giữa độ biến dạng và chiều dài ban đầu của vật).

Khi hai lò xo chịu tác dụng bởi hai lực kéo/nén có độ lớn bằng nhau và đang bị biến dạng đàn hồi, lò xo có **độ cứng** lớn hơn sẽ bị biến dạng ít hơn.

Giới hạn trong đó vật rắn còn giữ được tính đàn hồi của nó gọi là **giới hạn đàn hồi**.

Giải thích tại sao trong kĩ thuật, người ta cần phải xác định giới hạn đàn hồi của vật liệu?

Tìm hiểu và giải thích tại sao ở Nhật Bản, nhiều toà nhà cao tầng được xây dựng với các lò xo ở dưới móng cọc như Hình 22.7.

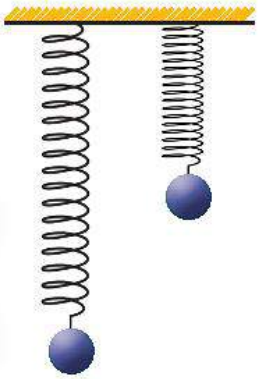


***Hình 22.7.*** **Lò xo được đặt dưới móng cọc nhà cao tầng ở Nhật Bản**

## BÀI TẬP

**1.** Trong những vật sau đây: một viên đất sét, dây cung, một cây bút chì vỏ gỗ, một li thuỷ tinh. Những vật nào không có tính chất đàn hồi? Tại sao?

**2.** Hai vật có cùng khối lượng treo vào hai lò xo làm bằng hai vật liệu khác nhau và có chiều dài tự nhiên giống nhau thì lò xo bị dãn như Hình 22P.1. Lò xo nào có độ cứng lớn hơn? Giải thích.



***Hình 22P.1.*** **Hai vật có cùng khối lượng treo vào hai lò xo khác nhau**

**3.** Giải thích tại sao một số giày được thiết kế với một số lò xo rất nhỏ nằm ở dưới đế (Hình 22P.2).



***Hình 22P.2.*** **Cấu tạo của đế giày**

Chân trời sáng tạo

Bài 23

# ĐỊNH LUẬT HOOKE

– Thiết kế và thực hiện thí nghiệm tìm mối liên hệ giữa lực đàn hồi và độ biến dạng của lò xo.
– Định luật Hooke.

Tính chất cơ bản của một lò xo là gì? Hai lò xo có cùng chiều dài nhưng làm bởi hai loại vật liệu khác nhau thì có đặc tính khác nhau như thế nào khi chịu lực tác dụng? Trong bài này, ta sẽ tìm phương án thí nghiệm để thiết lập hệ thức liên hệ giữa lực tác dụng và độ biến dạng của lò xo.

## 1 MỐI LIÊN HỆ GIỮA LỰC ĐÀN HỒI VÀ ĐỘ BIẾN DẠNG CỦA LÒ XO

### Thí nghiệm khảo sát lực đàn hồi và độ biến dạng của lò xo

* **Mục đích:** Tìm hiểu mối liên hệ giữa lực đàn hồi và độ biến dạng của lò xo.

* **Dụng cụ:** Giá đỡ, hai đến ba lò xo thẳng khác nhau, vật nặng, thước đo, cân.

Ta có thể bố trí thí nghiệm như Hình 23.1. Bảng 23.1 trình bày một bộ số liệu đã đo được.

*Bảng 23.1.* Số liệu thí nghiệm

| Khối lượng vật nặng (kg) | Lực đàn hồi (N) | Độ biến dạng lò xo 1 (m) | Độ biến dạng lò xo 2 (m) |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0,05 | 0,49 | 0,015 | 0,007 |
| 0,10 | 0,98 | 0,031 | 0,014 |
| 0,15 | 1,47 | 0,046 | 0,022 |
| 0,20 | 1,96 | 0,063 | 0,029 |
| 0,25 | 2,45 | 0,079 | 0,036 |

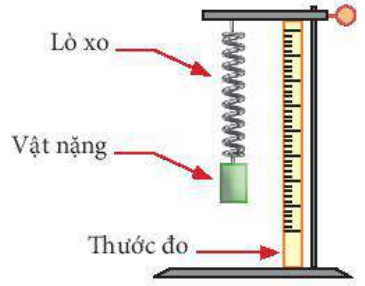
**Kết luận:** Trong giới hạn đàn hồi, lò xo có độ dãn **tỉ lệ thuận** với lực tác dụng. Hệ số tỉ lệ đặc trưng cho mỗi lò xo và được gọi là **độ cứng** (hệ số đàn hồi) của lò xo.

1. a) Dựa vào bộ dụng cụ được đề xuất, hãy thiết kế phương án thí nghiệm (trong đó thể hiện rõ các bước tiến hành) để tìm mối liên hệ giữa lực đàn hồi và độ biến dạng của lò xo.

b) Tiến hành thí nghiệm khảo sát, ghi lại số liệu đo được vào bảng số liệu như gợi ý trong Bảng 23.1.

2. a) Dựa vào số liệu đo được từ thí nghiệm hoặc Bảng 23.1, vẽ đồ thị biểu diễn mối liên hệ giữa độ biến dạng của lò xo và lực tác dụng lên lò xo.

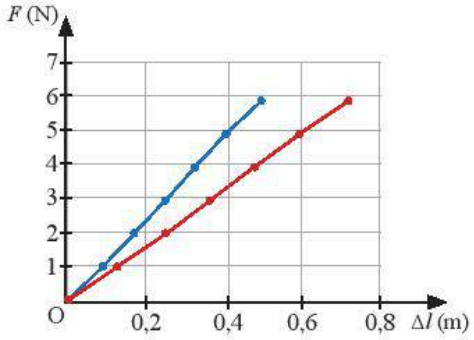
b) Nhận xét về hình dạng của đồ thị và rút ra kết luận.




*Hình 23.1.* Sơ đồ bố trí thí nghiệm

Chân trời sáng tạo

Dựa vào đồ thị Hình 23.2, hãy xác định độ cứng của hai lò xo tương ứng với hai đường biểu diễn xanh và đỏ.




*Hình 23.2.* Đồ thị mối liên hệ giữa độ dãn và lực tác dụng lên lò xo

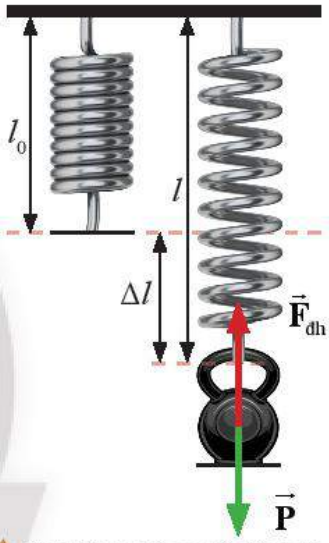
## 2 ĐỊNH LUẬT HOOKE (HÚC)

### Định luật Hooke

Xét lò xo có độ cứng $k$. Gọi $l_0$ là chiều dài tự nhiên của lò xo khi chưa biến dạng. Khi treo vật nặng vào một đầu của lò xo (Hình 23.3) thì lò xo sẽ bị dãn ra một đoạn và vật sẽ đứng ở một vị trí cân bằng xác định.

Tại vị trí cân bằng, lò xo có chiều dài $l$. Độ biến dạng (dãn) của lò xo là $\Delta l = l - l_0$.

Mối liên hệ giữa lực đàn hồi và độ biến dạng của lò xo được mô tả bởi định luật Hooke:




*Hình 23.3.* Lò xo bị dãn khi treo vật vào

Trong giới hạn đàn hồi, độ lớn lực đàn hồi của lò xo tỉ lệ thuận với độ biến dạng của lò xo theo biểu thức:

$$F_{đh} = k \cdot |\Delta l| \quad (23.1)$$

Trong hệ SI, đơn vị của độ cứng là N/m.

***Lưu ý:*** Lực đàn hồi có tác dụng chống lại sự biến dạng của vật, do đó luôn ngược chiều với lực gây ra sự biến dạng cho vật. Trong trường hợp ở Hình 23.3 nếu lò xo bị nén, hệ thức (23.1) vẫn đúng, nhưng $\Delta l < 0$ và lực đàn hồi có chiều hướng xuống.

### Vận dụng định luật Hooke

***Ví dụ:*** Một lò xo có chiều dài tự nhiên bằng 20 cm được treo thẳng đứng vào một điểm cố định. Khi treo vào đầu còn lại một vật có khối lượng 500 g, lò xo có chiều dài 22 cm khi vật ở vị trí cân bằng. Lấy $g = 9{,}8\ m/s^2$.

a) Tính độ cứng của lò xo.

b) Để giữ vật nặng cố định tại vị trí lò xo có chiều dài bằng 19 cm, cần tác dụng một lực nâng vào vật theo phương thẳng đứng có độ lớn bằng bao nhiêu?

Chân trời sáng tạo

***Bài giải***

a) Độ dãn của lò xo khi vật nặng ở vị trí cân bằng:

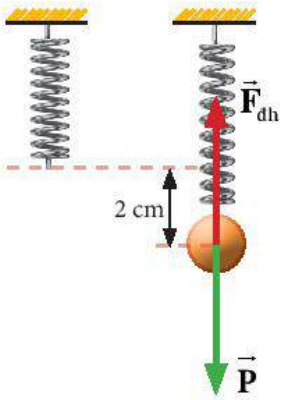
$$\Delta l = l - l_o = 22 - 20 = 2 \text{ cm}$$

Khi này, lực đàn hồi của lò xo cân bằng với trọng lực của vật như phân tích lực trong Hình 23.4:

$$F_{đh} = m \cdot g = 0,5 \cdot 9,8 = 4,9 \text{ N}$$

Từ biểu thức (23.1) ta xác định được độ cứng của lò xo:

$$k = \frac{F}{\Delta l} = \frac{4,9}{0,02} = 245 \text{ N/m}$$




▲ ***Hình 23.4.*** **Treo vật vào lò xo và các lực tác dụng vào vật nặng khi vật ở vị trí cân bằng**

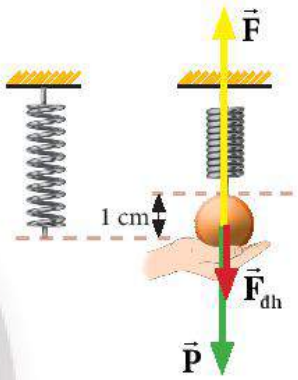
b) Khi nén vật, có ba lực tác dụng vào vật theo phương thẳng đứng: trọng lực có chiều hướng xuống; lực đàn hồi của lò xo lúc này có chiều hướng xuống vì lò xo **bị nén** so với chiều dài tự nhiên và lực nâng của tay hướng lên.

Khi này, lực đàn hồi có độ lớn:

$$F_{đh} = k \cdot |\Delta l| = 245 \cdot |0,19 - 0,2| = 2,45 \text{ N}$$

Do vật đứng yên nên lực tổng hợp tác dụng vào vật triệt tiêu, dựa vào phân tích lực ở Hình 23.5 ta suy ra được lực nâng của tay có độ lớn:

$$F = m \cdot g + F_{đh} = 4,9 + 2,45 = 7,35 \text{ N}$$




▲ ***Hình 23.5.*** **Lực tác dụng lên vật để lò xo bị nén**

Hãy sử dụng những dụng cụ học tập của em và cân hiện số để xác định độ cứng lò xo trong bút bi (Hình 23.6).



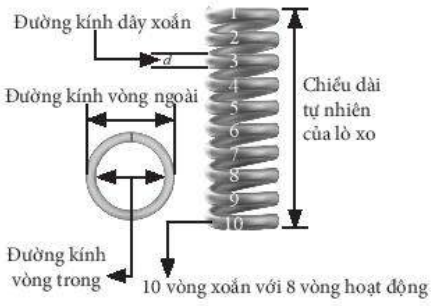
▲ ***Hình 23.6.*** **Lò xo trong bút bi**

**Những yếu tố ảnh hưởng đến độ cứng của lò xo**

Như đã đề cập ở trên, với cùng một giá trị lực tác dụng thì độ biến dạng của vật rắn khác nhau tuỳ theo vật liệu.

Giá trị độ cứng *k* của từng lò xo phụ thuộc nhiều yếu tố như: loại vật liệu, chiều dài của lò xo, kích thước vòng xoắn, số vòng xoắn, kích thước dây xoắn,... như biểu thị trên Hình 23.7.

Ví dụ, ta có giá trị của *k* = 470 N/m đối với một lò xo bằng thép, có chiều dài bằng 2,54 cm, có 8 vòng xoắn, mỗi vòng có bán kính ngoài bằng 1,27 cm.




▲ ***Hình 23.7.*** **Các yếu tố ảnh hưởng đến độ cứng của một lò xo**

Chân trời sáng tạo

## BÀI TẬP

**1.** Một học sinh thực hiện thí nghiệm đo độ cứng của một lò xo bằng cách treo một đầu của một lò xo thẳng đứng vào một điểm cố định, đầu kia của lò xo được buộc lần lượt vào nhiều vật có trọng lượng khác nhau. Học sinh này đo được các chiều dài của lò xo như trong bảng.

a) Hãy điền vào các chỗ trống trong bảng.

b) Vẽ đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của độ dãn lò xo theo lực tác dụng vào lò xo. Tính độ cứng của lò xo dùng trong thí nghiệm.

| Trọng lượng (N) | Chiều dài (mm) | Độ dãn (mm) |
|---|---|---|
| 0 | 50 | 0 |
| 0,2 | 54 | 4 |
| 0,3 | 56 | – |
| 0,5 | – | 10 |
| 0,8 | 66 | – |

**2.** Xương là một bộ phận của cơ thể, có nhiều hình dạng với các vai trò khác nhau như: hỗ trợ cấu trúc cơ thể, bảo vệ các cơ quan quan trọng và cho phép cơ thể di chuyển. Ngoài ra, xương còn là một bộ phận có tính đàn hồi. Xem xương đùi của người tương đương với một lò xo có độ cứng $1 \cdot 10^{10}$ N/m. Hãy tính độ nén của mỗi xương đùi khi mang trên vai một vật nặng có khối lượng 20 kg. Giả sử toàn bộ trọng lực của vật nặng được phân bố đều cho hai chân và ban đầu xương đùi chưa bị nén.

## TỔNG KẾT CHƯƠNG

### 1 BIẾN DẠNG VẬT RẮN

Vật rắn như lò xo có thể có **biến dạng kéo** (kích thước vật theo phương tác dụng của lực tăng lên) hoặc **biến dạng nén** (kích thước vật theo phương tác dụng của lực giảm xuống) khi vật chịu tác dụng của ngoại lực.

### 2 ĐỘ CỨNG CỦA LÒ XO

**Tính đàn hồi** của lò xo được đặc trưng bởi một hằng số là **độ cứng** $k$ (đơn vị trong hệ SI là N/m).

### 3 GIỚI HẠN ĐÀN HỒI

Giới hạn đàn hồi của lò xo là giới hạn trong đó vật rắn còn giữ được tính đàn hồi của nó.

### 4 ĐỊNH LUẬT HOOKE

Trong giới hạn đàn hồi, độ lớn của lực đàn hồi của lò xo tỉ lệ thuận với độ biến dạng của lò xo theo biểu thức:

$$F_{đh} = k \cdot |\Delta l|$$

# GIẢI THÍCH THUẬT NGỮ

| CHƯƠNG | TỪ KHOÁ | CHÚ GIẢI NGẮN GỌN | TRANG |
|---|---|---|---|
| 4 | Áp suất | Áp lực trên một đơn vị diện tích của mặt bị ép. | 71 |
| 4 | Biến dạng | Sự thay đổi hình dạng của vật. | 55 |
| 5 | Cân bằng | Trạng thái đứng yên hoặc chuyển động đều của vật hoặc hệ vật. | 92 |
| 4 | Chất lưu | Chất có thể chảy, bao gồm chất khí, chất lỏng. | 74 |
| 2 | Chuyển động biến đổi | Chuyển động có tốc độ thay đổi trong quá trình chuyển động. | 40 |
| 2 | Chuyển động đều | Chuyển động có tốc độ không đổi theo thời gian. | 25 |
| 3 | Chuyển động ném ngang | Chuyển động có quỹ đạo là một nhánh parabol và có hình chiếu chuyển động của vật lên phương nằm ngang là chuyển động thẳng đều, lên phương thẳng đứng là chuyển động rơi tự do (chuyển động thẳng nhanh dần đều). | 50 |
| 3 | Chuyển động thẳng biến đổi đều | Chuyển động có quỹ đạo là đường thẳng, tốc độ thay đổi (tăng hoặc giảm) đều theo thời gian, gia tốc là một hằng số. | 43 |
| 8 | Chuyển động tròn đều | Chuyển động có quỹ đạo là đường tròn, tốc độ không đổi trong quá trình chuyển động. | 128 |
| 6 | Công cản | Công do lực thực hiện có tác dụng làm giảm năng lượng của vật (công âm). | 98 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Đại lượng cơ bản | Gồm 7 đại lượng: chiều dài, khối lượng, thời gian, nhiệt độ, cường độ dòng điện, lượng chất, cường độ ánh sáng. | 16 |
| 9 | Độ cứng lò xo | Đại lượng đặc trưng cho tính đàn hồi của lò xo. | 139 |
| 1 | Đơn vị cơ bản | Đơn vị đo tương ứng với 7 đại lượng cơ bản. | 15 |
| 1 | Đơn vị dẫn xuất | Đơn vị được dẫn ra từ các đơn vị cơ bản. | 16 |
| 5 | Giá của lực | Đường thẳng mang vectơ lực. | 88 |
| 3 | Gia tốc tức thời | Gia tốc trung bình trong khoảng thời gian rất ngắn, là số chỉ của gia tốc kế. | 42 |
| 1 | Hệ đơn vị SI | Hệ đơn vị đo lường Quốc tế (Système International d'unités) được xây dựng trên cơ sở của 7 đơn vị cơ bản. | 15 |
| 7 | Hệ kín | Hệ không có tương tác với môi trường ngoài hoặc ngoại lực tác dụng lên hệ triệt tiêu lẫn nhau. | 116 |
| 6 | Lực bảo toàn (lực thế) | Lực mà công của lực đó sinh ra không phụ thuộc vào đường đi mà chỉ phụ thuộc vào vị trí đầu và vị trí cuối. | 107 |
| 4 | Lực cân bằng | Hai lực đồng thời tác dụng vào một vật theo hướng ngược nhau và có tác dụng làm vật đứng yên hoặc chuyển động thẳng đều. | 63 |
| 5 | Lực đồng quy | Các lực có giá giao nhau và cùng tác dụng vào một vật. | 80 |
| 5 | Lực song song | Các lực có giá song song. | 84 |

Chân trời sáng tạo

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 | Phản lực | Lực trực đối của lực tác dụng. | 64 |
| 1 | Phương pháp lí thuyết | Phương pháp sử dụng ngôn ngữ toán học và suy luận lí thuyết để phát hiện một kết quả mới. Kết quả mới này cần được kiểm chứng bằng thực nghiệm. | 8 |
| 1 | Phương pháp thực nghiệm | Phương pháp dùng thí nghiệm để phát hiện kết quả mới giúp kiểm chứng, hoàn thiện, bổ sung hay bác bỏ giả thuyết nào đó. | 8 |
| 4 | Tốc độ giới hạn | Tốc độ của vật rơi (có giá trị không đổi) khi trọng lực cân bằng với lực cản không khí. | 75 |
| 4 | Trọng tâm | Điểm đặt của trọng lực tác dụng lên vật. | 66 |
| 5 | Trục quay | Đường thẳng mà vật rắn quay quanh. | 88 |
| 7 | Tương tác | Sự tác động qua lại lẫn nhau giữa vật chất trong tự nhiên. | 115 |
| 6 | Vectơ độ dịch chuyển | Có độ lớn bằng quãng đường vật chuyển dời và có hướng trùng với hướng chuyển dời. | 97 |

Chân trời sáng tạo

*Nhà xuất bản Giáo dục Việt Nam xin trân trọng cảm ơn các tác giả có tác phẩm, tư liệu được sử dụng, trích dẫn trong cuốn sách này*

**Chịu trách nhiệm xuất bản:**
Chủ tịch Hội đồng Thành viên NGUYỄN ĐỨC THÁI
Tổng Giám đốc HOÀNG LÊ BÁCH

**Chịu trách nhiệm nội dung:**
Tổng biên tập PHẠM VĨNH THÁI

| | |
|---|---|
| *Biên tập nội dung:* | TRƯƠNG HUÊ BẢO – NGUYỄN BÔNG |
| *Biên tập mĩ thuật:* | PHẠM THỊ HẠ LIÊN |
| *Thiết kế sách:* | PHẠM THỊ HẠ LIÊN |
| *Trình bày bìa:* | THÁI HỮU DƯƠNG |
| *Minh hoạ:* | PHẠM THỊ HẠ LIÊN |
| *Sửa bản in:* | TRƯƠNG HUÊ BẢO – NGUYỄN BÔNG – PHẠM TRƯỜNG THỊNH |
| *Chế bản tại:* | CÔNG TY CP DỊCH VỤ XUẤT BẢN GIÁO DỤC GIA ĐỊNH |

Chân trời sáng tạo

**Bản quyền © (2022) thuộc Nhà xuất bản Giáo dục Việt Nam.**

Xuất bản phẩm đã đăng kí quyền tác giả. Tất cả các phần của nội dung cuốn sách này đều không được sao chép, lưu trữ, chuyển thể dưới bất kì hình thức nào khi chưa có sự cho phép bằng văn bản của Nhà xuất bản Giáo dục Việt Nam.

**VẬT LÍ 10 (Chân trời sáng tạo)**
Mã số:
In……bản, (QĐ in số….) Khổ 19x26,5 cm.
Đơn vị in:……
Cơ sở in:……
Số ĐKXB: ……
Số QĐXB:..... ngày …. tháng…. năm 20 ...
In xong và nộp lưu chiểu tháng ….năm 20….
Mã số ISBN:



HUÂN CHƯƠNG HỒ CHÍ MINH

## BỘ SÁCH GIÁO KHOA LỚP 10 – CHÂN TRỜI SÁNG TẠO

1. Toán 10, Tập một
2. Toán 10, Tập hai
3. Chuyên đề học tập Toán 10
4. Ngữ văn 10, Tập một
5. Ngữ văn 10, Tập hai
6. Chuyên đề học tập Ngữ văn 10
7. Tiếng Anh 10 Friends Global
8. Lịch sử 10
9. Chuyên đề học tập Lịch sử 10
10. Địa lí 10
11. Chuyên đề học tập Địa lí 10
12. Giáo dục Kinh tế và Pháp luật 10
13. Chuyên đề học tập Giáo dục Kinh tế và Pháp luật 10
14. Vật lí 10
15. Chuyên đề học tập Vật lí 10
16. Hoá học 10
17. Chuyên đề học tập Hoá học 10
18. Sinh học 10
19. Chuyên đề học tập Sinh học 10
20. Âm nhạc 10
21. Chuyên đề học tập Âm nhạc 10
22. Hoạt động trải nghiệm, hướng nghiệp 10 (BẢN 1)
23. Hoạt động trải nghiệm, hướng nghiệp 10 (BẢN 2)

Chân trời sáng tạo


### Các đơn vị đầu mối phát hành

- **Miền Bắc:** CTCP Đầu tư và Phát triển Giáo dục Hà Nội
  CTCP Sách và Thiết bị Giáo dục miền Bắc
- **Miền Trung:** CTCP Đầu tư và Phát triển Giáo dục Đà Nẵng
  CTCP Sách và Thiết bị Giáo dục miền Trung
- **Miền Nam:** CTCP Đầu tư và Phát triển Giáo dục Phương Nam
  CTCP Sách và Thiết bị Giáo dục miền Nam
- **Cửu Long:** CTCP Sách và Thiết bị Giáo dục Cửu Long

**Sách điện tử:** http://hanhtrangso.nxbgd.vn


Kích hoạt để mở học liệu điện tử: Cào lớp nhũ trên tem để nhận mã số. Truy cập http://hanhtrangso.nxbgd.vn và nhập mã số tại biểu tượng chìa khoá.