



NGUYỄN VĂN KHÁNH (Tổng Chủ biên kiêm Chủ biên)

LÊ ĐỨC ÁNH – ĐÀO TUẤN ĐẠT – CAO TIẾN KHOA – ĐOÀN THỊ HẢI QUỲNH

TRẦN BÁ TRÌNH – TRƯƠNG ANH TUẤN

Vật lí

10

BẢN MẪU



NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC SƯ PHẠM

Đọc sách tại hoc10.vn

NGUYỄN VĂN KHÁNH (Tổng Chủ biên kiêm Chủ biên)
LÊ ĐỨC ÁNH – ĐÀO TUẤN ĐẠT – CAO TIẾN KHOA
ĐOÀN THỊ HẢI QUỲNH – TRẦN BÁ TRÌNH – TRƯƠNG ANH TUẤN

Vật lí

10

BẢN MẪU

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC SƯ PHẠM



Hướng dẫn sử dụng sách

Bạn thân mến

Khi bạn bắt đầu học tập theo quyển sách này, cũng là lúc bạn bắt đầu quá trình khám phá thế giới tự nhiên kì thú dưới góc độ vật lí. Những kiến thức, kĩ năng cốt lõi về những dạng vận động đơn giản nhất của các dạng vật chất và tương tác giữa chúng sẽ đến với bạn qua các bài học gần gũi, thú vị và hấp dẫn. Chúng sẽ góp phần giúp bạn cảm nhận được vẻ đẹp của thiên nhiên qua hệ thống các quy luật vật lí, nâng cao nhận thức của mình về trách nhiệm công dân trong việc tôn trọng các quy luật của thiên nhiên, trân trọng, giữ gìn, bảo vệ và ứng xử với thiên nhiên phù hợp với yêu cầu phát triển bền vững. Thông qua đó, giúp bạn hình thành và phát triển thế giới quan khoa học, rèn luyện tính trung thực, tình yêu lao động và tinh thần trách nhiệm.

Bạn hãy tích cực học tập theo hướng dẫn của sách cũng như của thầy cô giáo và bạn bè. Chúc bạn hứng thú và học tập tốt với quyển sách này!

CHỦ ĐỀ 1 MÔ TẢ CHUYỂN ĐỘNG

1 TỐC ĐỘ, ĐỘ DỊCH CHUYỂN VÀ VẬN TỐC

Học xong bài học này, bạn có thể:

- Lập luận để rút ra được công thức tính tốc độ trung bình, định nghĩa được tốc độ theo một phương.
- Từ hình ảnh hoặc ví dụ thực tiễn, định nghĩa được độ dịch chuyển.
- Sơ nháp được quãng đường đi và độ dịch chuyển.
- Dựa vào định nghĩa tốc độ theo một phương và độ dịch chuyển, rút ra được công thức tính và định nghĩa được vận tốc.
- Vận dụng được công thức tính tốc độ, vận tốc.
- Mô tả được một vài phương pháp đo tốc độ thông dụng và đánh giá được ưu, nhược điểm của chúng.
- Thảo luận để đánh giá phương án hoặc lựa chọn phương án và thực hiện phương án, đo được tốc độ bằng dụng cụ thực hành.

Tại Đại hội thể thao Đông Nam Á lần thứ 30 được tổ chức ở Philippines (Phi-líp-pin), một vận động viên Việt Nam đã giành huy chương Vàng ở nội dung thi chạy 10 000 m, với thành tích 36 phút 23 giây 44. Có mỗi giây, vận động viên này chạy được một đoạn đường như nhau hay khác nhau?

1.1. Tốc độ

Trong các cuộc thi chạy, vận động viên không chạy với cùng tốc độ trên toàn quãng đường mà khi gần về đích sẽ chạy nước rút với tốc độ nhanh hơn. Tốc độ mà vận động viên chạy trên cả quãng đường là **tốc độ trung bình**.

1.2. Vận tốc

Vận tốc là đại lượng đặc trưng cho độ nhanh của chuyển động. Vận tốc là một đại lượng vectơ, có hướng và độ lớn. Hướng của vận tốc trùng với hướng của chuyển động.

1.3. Độ dịch chuyển

Độ dịch chuyển là đại lượng đặc trưng cho độ thay đổi vị trí của vật chuyển động. Độ dịch chuyển là một đại lượng vectơ, có hướng và độ lớn. Hướng của độ dịch chuyển trùng với hướng của chuyển động.

1.4. Vận tốc trung bình

Vận tốc trung bình là đại lượng đặc trưng cho độ thay đổi vị trí của vật chuyển động trong một khoảng thời gian nhất định. Vận tốc trung bình là một đại lượng vectơ, có hướng và độ lớn. Hướng của vận tốc trung bình trùng với hướng của chuyển động.

Trang đầu tiên của phần

2 ĐỒ THỊ ĐỘ DỊCH CHUYỂN THEO THỜI GIAN ĐỘ DỊCH CHUYỂN TỔNG HỢP VÀ VẬN TỐC TỔNG HỢP

Học xong bài học này, bạn có thể:

- Thực hiện thí nghiệm (hoặc dựa trên số liệu cho trước), vẽ được đồ thị độ dịch chuyển-thời gian trong chuyển động thẳng.
- Tính được tốc độ từ đồ thị của đồ thị độ dịch chuyển-thời gian.
- Xác định được độ dịch chuyển tổng hợp, vận tốc tổng hợp.

Từ địa điểm xuất phát, một vị trí di chuyển qua một loạt các địa điểm trung gian để đến địa điểm cuối cùng, ví dụ như tàu ngầm hiện ở hình 2.1. Làm thế nào để xác định được quãng đường, độ dịch chuyển hay vận tốc của vật?

2.1. Đồ thị độ dịch chuyển theo thời gian của chuyển động thẳng

Chúng ta có thể biểu diễn sự thay đổi vị trí của một vật chuyển động trên đường thẳng bằng cách vẽ đồ thị độ dịch chuyển-thời gian. Dựa vào đồ thị này, có thể tính được tốc độ của vật. Nếu vật chuyển động trên đường thẳng theo một chiều xác định thì độ lớn của vận tốc trung bình bằng tốc độ.

2.2. Vận tốc trung bình

Vận tốc trung bình là đại lượng đặc trưng cho độ thay đổi vị trí của vật chuyển động trong một khoảng thời gian nhất định. Vận tốc trung bình là một đại lượng vectơ, có hướng và độ lớn. Hướng của vận tốc trung bình trùng với hướng của chuyển động.

2.3. Độ dịch chuyển tổng hợp

Độ dịch chuyển tổng hợp là đại lượng đặc trưng cho độ thay đổi vị trí của vật chuyển động trong một khoảng thời gian nhất định. Độ dịch chuyển tổng hợp là một đại lượng vectơ, có hướng và độ lớn. Hướng của độ dịch chuyển tổng hợp trùng với hướng của chuyển động.

2.4. Vận tốc tổng hợp

Vận tốc tổng hợp là đại lượng đặc trưng cho độ thay đổi vị trí của vật chuyển động trong một khoảng thời gian nhất định. Vận tốc tổng hợp là một đại lượng vectơ, có hướng và độ lớn. Hướng của vận tốc tổng hợp trùng với hướng của chuyển động.

Trang bài học

BẢNG GIẢI THÍCH THUẬT NGỮ		
	Giải thích thuật ngữ	Trang
biến dạng	sự thay đổi kích thước và hình dạng của vật dưới tác dụng của ngoại lực	114
chuyển động trên trục	chuyển động trên một đường tròn với tốc độ không đổi	109
cơ năng	tổng động năng và thế năng trong không gian	91
công	đặc trưng cho khả năng truyền năng lượng của lực được xác định bằng tích của lực tác dụng và độ dịch chuyển theo phương của lực, đơn vị là J.	82
công suất	tốc độ thực hiện công, đơn vị W	85
đại lượng vectơ	đại lượng được thể hiện bởi 3 yếu tố: phương, chiều và độ lớn.	17
độ dịch chuyển	khoảng cách mà vật di chuyển được theo một hướng xác định	17
gia tốc	tốc độ thay đổi vận tốc	29
gia tốc hướng tâm	gia tốc của vật chuyển động tròn đều, hướng vào tâm của quỹ đạo	110
gia tốc rơi tự do	gia tốc của vật rơi trên mặt đất khi bỏ qua lực cản của không khí	38
hiệu suất	tỉ lệ giữa năng lượng có ích được tạo ra và tổng năng lượng thu vào	93
lực hướng tâm	lực làm vật chuyển động tròn quỹ đạo trên và không làm thay đổi tốc độ của vật.	110
lực nhớt	lực cản của môi trường lỏng hoặc khí lên vật chuyển động trong môi trường đó.	53

Trang Bảng giải thích thuật ngữ

Một bài học thường có:

Học xong bài học này, bạn có thể:

Đây là những yêu cầu về kiến thức, kĩ năng mà bạn cần đạt được sau bài học:

Các hoạt động

Mở đầu



Hoạt động này sẽ giúp bạn hướng đến những điều cần tìm hiểu của bài học.

Hình thành kiến thức, kĩ năng



Quan sát, trả lời câu hỏi hoặc thảo luận

Hoạt động này sẽ giúp bạn hình thành được kiến thức và kĩ năng theo yêu cầu của bài học.



Thực hành, khám phá

Hoạt động này sẽ giúp bạn khám phá các hiện tượng vật lí và hình thành được kĩ năng.

Luyện tập



Hoạt động này sẽ giúp bạn rèn luyện các kiến thức, kĩ năng đã học.

Vận dụng



Hoạt động này sẽ giúp bạn vận dụng kiến thức và kĩ năng đã học qua các câu hỏi, bài tập và các yêu cầu về xử lí tình huống thực tiễn.

Mở rộng

Bạn có biết

Những thông tin trong phần này sẽ giúp bạn mở rộng tri thức của mình về những vấn đề lí thú của thế giới tự nhiên dưới góc độ vật lí

Tìm hiểu thêm

Bạn hãy thực hiện những yêu cầu ở đây để nhận thức thêm những điều mới

Kiến thức, kĩ năng cốt lõi



Đây là những kiến thức, kĩ năng cốt lõi mà bạn cần đạt được sau khi học xong mỗi bài

GIỚI THIỆU MỤC ĐÍCH HỌC TẬP MÔN VẬT LÍ

Học xong bài học này, bạn có thể:

- *Nêu được đối tượng nghiên cứu của vật lý học và mục tiêu của môn Vật lý.*
- *Phân tích được một số ảnh hưởng của vật lý đối với cuộc sống, đối với sự phát triển của khoa học, công nghệ và kỹ thuật.*
- *Nêu được ví dụ chứng tỏ kiến thức, kỹ năng vật lý được sử dụng trong một số lĩnh vực khác nhau.*
- *Nêu được một số ví dụ về phương pháp nghiên cứu vật lý (phương pháp thực nghiệm và phương pháp lý thuyết).*
- *Mô tả được các bước trong tiến trình tìm hiểu thế giới tự nhiên dưới góc độ vật lý.*
- *Thảo luận để nêu được:*
 - *Một số loại sai số đơn giản hay gặp khi đo các đại lượng vật lý và cách khắc phục chúng;*
 - *Các quy tắc an toàn trong nghiên cứu và học tập môn Vật lý.*



Từ bây giờ, bạn sẽ bắt đầu quá trình tìm hiểu và khám phá thế giới tự nhiên dưới góc độ vật lý, học cách suy nghĩ như một nhà vật lý.

Bạn sẽ khám phá được nhiều vấn đề lý thú bằng cách hình thành giả thuyết, tìm bằng chứng kiểm tra giả thuyết để xác nhận hoặc giải thích những phát hiện của mình.

Tri thức vật lý có liên quan đến nhiều ngành nghề. Các nhà vật lý nghiên cứu nhiều hiện tượng tự nhiên khác nhau, từ thế giới của các hạt bé hơn nguyên tử nhiều lần cho đến những thiên hà cách chúng ta hàng tỉ tỉ kilômét.

Bạn thích nghiên cứu hiện tượng tự nhiên nào?



Hình 1.

Chế tạo tàu thăm dò vũ trụ là lĩnh vực kết tinh những thành quả tiên tiến nhất của khoa học, kỹ thuật và công nghệ. Trên hình là tàu thăm dò Mars (Mác) 2020 của NASA, đang được kiểm tra trước khi khởi hành (tàu đã hạ cánh xuống Hoả Tinh ngày 18-2-2021).



Hãy mô tả sơ lược nội dung nghiên cứu của một nhà vật lí mà bạn biết.



Học tốt môn Vật lí sẽ giúp ích gì cho bạn?



Lấy ví dụ chứng tỏ tri thức vật lí giúp tránh được nguy cơ gây tổn hại về sức khoẻ hoặc tài sản.

I. ĐỐI TƯỢNG NGHIÊN CỨU CỦA VẬT LÍ HỌC VÀ MỤC TIÊU CỦA MÔN VẬT LÍ

Vật lí học là ngành khoa học nghiên cứu về chất, năng lượng và mối quan hệ giữa chúng. Các nhà vật lí nghiên cứu các hiện tượng tự nhiên khác nhau. Họ xây dựng các mô hình và lí thuyết với mục đích giải thích, dự đoán tương tác giữa chất và năng lượng. Mục tiêu là mô tả được quy luật vận động của thế giới vật chất quanh ta.

Trong nhà trường phổ thông, học tập tốt môn Vật lí sẽ giúp bạn có được những kiến thức, kĩ năng phổ thông cốt lõi về: mô hình hệ vật lí, năng lượng và sóng, lực và trường. Bạn sẽ có thể vận dụng được một số kĩ năng mà các nhà khoa học thường dùng trong nghiên cứu khoa học để khám phá, giải quyết vấn đề dưới góc độ vật lí. Trên cơ sở kiến thức, kĩ năng đã học, bạn sẽ có thể giải quyết một số vấn đề thực tiễn vừa sức mình, ứng xử với thiên nhiên phù hợp với yêu cầu phát triển bền vững xã hội và bảo vệ môi trường.

Mặt khác, tri thức thu nhận được qua môn Vật lí cũng góp phần giúp bạn nhận biết được năng lực, sở trường của bản thân, định hướng được nghề nghiệp và có kế hoạch học tập, rèn luyện đáp ứng yêu cầu của nghề nghiệp mà bạn sẽ thực hiện trong tương lai.

II. VẬT LÍ VỚI CUỘC SỐNG, KHOA HỌC, KỸ THUẬT VÀ CÔNG NGHỆ

Kết quả thu nhận được từ nghiên cứu vật lí giúp các nhà khoa học mô tả quy luật vận động tổng quát nhất của thế giới tự nhiên, từ vận động của các hạt tích điện bé nhỏ, con người, ô tô, tàu vũ trụ cho đến vận động của các hành tinh. Chính vì thế, vật lí có vai trò cực kì quan trọng đối với cuộc sống cũng như sự phát triển khoa học, kĩ thuật và công nghệ.

1. Vật lí với cuộc sống

Trong cuộc sống, tri thức vật lí có ảnh hưởng rất rộng, là cơ sở khoa học để chế tạo và giải thích nguyên tắc hoạt động của rất nhiều vật dụng mà chúng ta không thể liệt kê hết được. Sau đây là vài ví dụ.

Tri thức vật lý giúp mô tả cách dòng điện chạy qua các mạch của chiếc điện thoại thông minh có chức năng định vị toàn cầu (GPS), góp phần tạo ra một vật dụng đóng vai trò to lớn trong cuộc sống.

Tri thức vật lý là cơ sở giúp bạn hiểu cách hoạt động của lò vi sóng, giúp bạn biết vì sao không được cho vật kim loại vào lò và tại sao hoạt động của lò vi sóng có thể ảnh hưởng đến máy điều hòa nhịp tim.

Tri thức vật lý cũng giúp bạn giải thích tại sao bộ tản nhiệt ô tô màu đen giúp loại bỏ nhiệt trong động cơ ô tô nhiều hơn và tại sao mái nhà màu trắng giúp giữ cho bên trong ngôi nhà mát mẻ hơn là màu đen.

Nhờ tri thức vật lý, bạn sẽ có thể hiểu hoạt động của hệ thống đánh lửa trên ô tô cũng như việc truyền tín hiệu điện qua hệ thần kinh của cơ thể, ...

2. Vật lý với khoa học, kỹ thuật và công nghệ

Vật lý học là một ngành khoa học có quan hệ mật thiết và là nền tảng cho nhiều ngành khoa học, kỹ thuật, công nghệ. Nhiều thành tựu của Vật lý học đã được ứng dụng rộng rãi, làm tiền đề cho các cuộc cách mạng công nghiệp. Ngược lại kỹ thuật và công nghệ cũng góp phần thúc đẩy sự phát triển của vật lý.

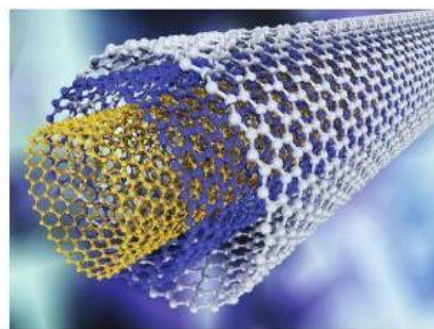
Một số ví dụ sau đây sẽ góp phần giúp bạn hình dung tri thức vật lý có ảnh hưởng và được sử dụng rộng rãi như thế nào trong các lĩnh vực khác nhau.

Vật lý với sự phát triển công nghệ nano

Các nhà vật lý đã đạt được những kết quả nghiên cứu đột phá về các đối tượng có kích thước cỡ nanômét, cách kiểm soát năng lượng và chuyển động ở cấp độ nguyên tử. Từ đó, giúp họ khám phá các quá trình mà các nguyên tử và phân tử có thể được sử dụng riêng lẻ như các khối xây dựng để có thể tạo nên những vật dụng siêu nhỏ không thể nhìn thấy bằng mắt thường, hoặc thậm chí qua hầu hết các kính hiển vi. Với những công dụng gần như không tưởng, nhưng kích thước chỉ



Lấy ví dụ và phân tích ảnh hưởng của vật lý đối với sự phát triển của khoa học kỹ thuật và công nghệ.



Hình 2. Ống nanô carbon là ví dụ tiên phong của một loại vật liệu mới

Bạn có biết

Một khi được hoàn thiện, công nghệ nano sẽ cho phép các máy cực nhỏ thực hiện các nhiệm vụ phức tạp với từng nguyên tử, phân tử. Hãy tưởng tượng một thiết bị robot nhỏ bé có thể được lập trình để sản xuất các sản phẩm cụ thể, như giấy hoặc thép, chỉ đơn giản bằng cách chiết xuất các nguyên tử cần thiết từ khí quyển rồi sắp xếp lại thành sản phẩm, giống như cách một cây lúa hấp thụ chất dinh dưỡng từ đất, nước, không khí để sinh ra nhiều cây lúa hơn.

bằng cỡ vài nguyên tử, những thiết bị cực nhỏ như thế đã và đang góp phần thúc đẩy sự phát triển của nhiều ngành khoa học, kĩ thuật và làm thay đổi đáng kể cuộc sống của chúng ta.

Vật lí với sự phát triển laser và y học

Những nghiên cứu về bức xạ ánh sáng đã giúp các nhà vật lí phát hiện ra một loại bức xạ có độ đơn sắc, độ kết hợp và tính định hướng cao, đó là tia laser. Công nghệ đã rất nhanh chóng tinh chỉnh và cải thiện hoạt động của laser khiến cho việc sử dụng tia laser đã trở thành phổ biến. Sự tham gia của tia laser vào cuộc sống của chúng ta gần như xảy ra hằng ngày. Trong y học, dao mổ bằng tia laser là dụng cụ mang lại lợi ích to lớn trong phẫu thuật. Bằng loại dao mổ vô cùng tiện dụng này bác sĩ có thể thực hiện những vết mổ rất nhỏ, mau lành và thậm chí không để lại vết sẹo trên da.



Hình 3. Ứng dụng laser trong mổ mắt

Vật lí với sự phát triển giao thông

Những tiến bộ trong nghiên cứu Vật lí lượng tử và Vật lí bán dẫn đã góp phần tạo ra công nghệ chế tạo pin và acquy thế hệ mới có thể lưu trữ năng lượng nhiều hơn. Điều này đã thúc đẩy ngành sản xuất ô tô điện, tạo ra các phương tiện giao thông thân thiện với môi trường.



Hình 4. Ô tô điện, thân thiện với môi trường hơn các loại động cơ đốt trong hiện nay

Vật lí với sự phát triển bền vững

Những thành quả trong nghiên cứu vật lí bán dẫn và phát triển các loại vật liệu mới cho phép tạo ra những ngôi nhà sử dụng năng lượng mặt trời, nhờ đó giảm đáng kể nhu cầu sử dụng nhiên liệu hoá thạch, trong khi vẫn đảm bảo cho chủ nhân những tiện nghi tiên tiến. Chúng ta không thể kể hết các lĩnh vực có ứng dụng tri thức vật lí. Điều quan trọng hơn là khám phá những kiến thức về vật lí và rèn kĩ năng để áp dụng chúng. Quá trình đó có thể giúp nâng cao năng lực giải quyết vấn đề của bạn. Các kiến thức, kĩ năng vật lí còn là cơ sở có thể giúp bạn nhận thức các ngành khoa học khác tốt hơn.



Hình 5. Nhà có sử dụng pin mặt trời

III. TÌM HIỂU THẾ GIỚI TỰ NHIÊN DƯỚI GÓC ĐỘ VẬT LÝ

Phương pháp nghiên cứu vật lý

Ở THCS, bạn đã học phương pháp và kỹ năng tìm hiểu thế giới tự nhiên. Vật lý học là một ngành của khoa học tự nhiên, nghiên cứu thế giới tự nhiên dưới góc độ vật lý. Vật lý học sử dụng phương pháp nghiên cứu tuân theo cùng một tiến trình như các ngành khoa học tự nhiên khác (hình 6).



Hình 6. Sơ đồ minh họa phương pháp nghiên cứu khoa học

Phương pháp nghiên cứu khoa học được cụ thể hoá thành phương pháp tìm hiểu thế giới tự nhiên dưới góc độ vật lý. Phương pháp này được thực hiện theo tiến trình gồm các bước sau:

Bước 1. Quan sát, suy luận.

Bước 2. Đề xuất vấn đề.

Bước 3. Hình thành giả thuyết.

Bước 4. Kiểm tra giả thuyết.

Bước 5. Rút ra kết luận.

Trong môn Vật lý, kiến thức có thể được hình thành từ các quan sát hoặc được suy luận từ những lý thuyết đã biết.

Ví dụ về kiến thức được hình thành từ quan sát thực nghiệm

Từ quan sát thu được: vật chắn ánh sáng nên tạo ra bóng. Vậy ánh sáng truyền theo đường cong hay đường thẳng?



Mô tả các bước trong tiến trình tìm hiểu tự nhiên mà bạn đã học.



Lấy ví dụ minh họa các bước trong tiến trình tìm hiểu thế giới tự nhiên dưới góc độ vật lý.



Lấy ví dụ về một vấn đề được hình thành từ quan sát thực nghiệm.

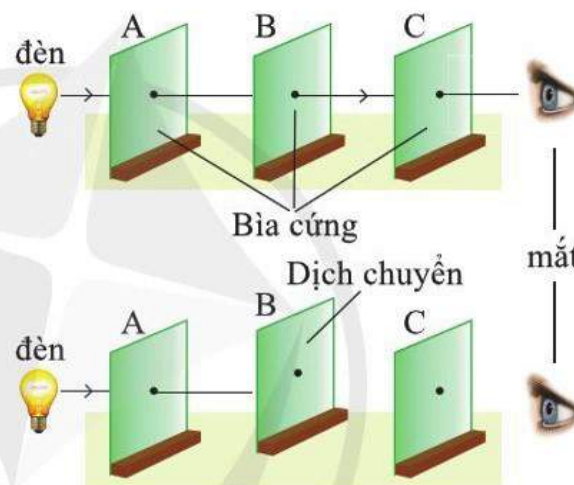
Có thể đưa ra giả thuyết: Ánh sáng truyền theo đường thẳng. Để kiểm tra giả thuyết này, ta tiến hành thí nghiệm như mô tả trên hình 7.

Ba tấm bìa cứng được đặt song song với nhau sao cho ba lỗ nằm trên một đường thẳng để thấy ánh sáng truyền từ đèn đến mắt.

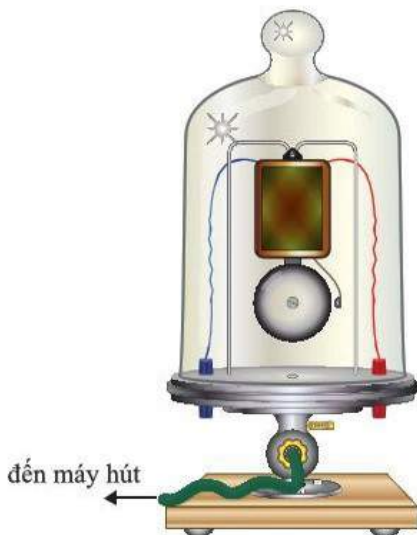
Dịch chuyển tấm bìa ở giữa lệch khỏi phương sáng lúc đầu, mắt sẽ không thấy ánh đèn nữa.

Kết quả thí nghiệm đã ủng hộ giả thuyết: ánh sáng truyền theo đường thẳng.

Sau nhiều lần thử nghiệm và được kết luận là đúng, giả thuyết cho rằng ánh sáng truyền theo đường thẳng đã trở thành một định luật khoa học.



Hình 7. Thí nghiệm chứng minh ánh sáng truyền thẳng



Hình 8. Thí nghiệm âm thanh không truyền được trong chân không

Ví dụ về kiến thức được hình thành từ suy luận dựa trên lý thuyết đã biết

Đặt một chuông điện trong một bình thủy tinh kín (hình 8). Cho chuông điện kêu rồi dùng máy bơm hút dần không khí ra khỏi bình. Khi không khí trong bình càng ít, tiếng chuông nghe được càng nhỏ. Đến khi trong bình gần như hết không khí, cũng gần như không nghe được tiếng chuông nữa. Sau đó, nếu cho không khí vào bình, bạn lại nghe được tiếng chuông.

Vậy trong chân không âm thanh có truyền được không? Ta biết rằng, âm thanh truyền được trong chất rắn, chất lỏng và chất khí vì các phân tử tạo nên các chất ấy đã dao động và truyền âm thanh từ nguồn âm ra xung quanh.

Như vậy, nếu không có các phân tử dao động thì âm thanh không truyền được từ nguồn âm ra xung quanh.

Từ đây có thể suy luận rằng vì trong chân không không có các phân tử dao động nên âm thanh không truyền được trong chân không.

IV. SAI SỐ KHI ĐO CÁC ĐẠI LƯỢNG VẬT LÝ

Trong vật lý, tất cả các phép đo đều chỉ có một độ tin cậy nhất định, ngoài ra sẽ có độ không tin cậy được gọi là sai số. Sai số trong một phép đo khoa học là không thể tránh khỏi đối với tất cả các phép đo. Ví dụ, người đo giỏi nhất, dùng thước đo chia độ đến milimét, bằng tất cả sự cẩn thận cũng không thể đo chiều cao của ô cửa với độ chính xác đến một phần tư milimét.

Trong các phép đo, cần đảm bảo sai số càng nhỏ càng tốt.

1. Sai số ngẫu nhiên

Sai số ngẫu nhiên là kết quả của những thay đổi trong các lần đo do các điều kiện thay đổi ngẫu nhiên (thời tiết, độ ẩm, thiết bị, ...) gây ra. Sai số ngẫu nhiên có giá trị khác nhau trong các lần đo. Ví dụ, dùng đồng hồ bấm giây đo thời gian một vật chuyển động giữa hai vị trí A và B. Do bấm, ngắt không đúng lúc, có kết quả đo sẽ lớn hơn, có kết quả đo lại nhỏ hơn thời gian vật chuyển động. Giá trị những sai lệch này khác nhau trong các lần đo.

Thực hiện đo lặp đi, lặp lại nhiều lần sẽ làm giảm nhưng không thể loại bỏ được hết sai số ngẫu nhiên.

2. Sai số hệ thống

Sai số hệ thống là sai số có giá trị không đổi trong các lần đo, được tiến hành bằng cùng dụng cụ và phương pháp đo. Ví dụ, dùng cân bị sai lệch 0,01 g để đo khối lượng một vật thì kết quả đo luôn luôn tăng hoặc giảm 0,01 g.

Khác với sai số ngẫu nhiên, không thể làm giảm sai số hệ thống bằng cách đo lặp đi lặp lại, mà phải cải tiến dụng cụ hoặc phương pháp đo.

3. Giá trị trung bình

Để khắc phục sai số ngẫu nhiên, phải lặp lại phép đo nhiều lần. Khi đo n lần cùng một đại lượng A , ta được



Lấy ví dụ về một vấn đề được hình thành từ suy luận dựa trên lý thuyết đã biết.

Bạn có biết

Khi các thí nghiệm đáng tin cậy mà lại cho kết quả mâu thuẫn với một định luật đã được công nhận, thì định luật đó phải được sửa đổi hoặc bị thay thế.



Lấy ví dụ về các yếu tố có thể gây sai số ngẫu nhiên khi bạn đo tốc độ bằng đồng hồ bấm giây và thước đo chiều dài.

các giá trị $A_1, A_2, \dots, A_n$. Giá trị trung bình được tính là

$$\bar{A} = \frac{A_1 + A_2 + \dots + A_n}{n}$$

4. Sai số của phép đo

Giá trị tuyệt đối của hiệu số giữa giá trị trung bình và giá trị của mỗi lần đo được gọi là sai số tuyệt đối ứng với lần đo đó.

$$\Delta A_1 = |\bar{A} - A_1|; \Delta A_2 = |\bar{A} - A_2|; \Delta A_3 = |\bar{A} - A_3| \dots$$

Sai số tuyệt đối trung bình của n lần đo được tính bằng

$$\overline{\Delta A} = \frac{\Delta A_1 + \Delta A_2 + \dots + \Delta A_n}{n}$$

Sai số tuyệt đối của phép đo là

$$\Delta A = \overline{\Delta A} + \Delta A'$$

Với $\Delta A'$ là sai số hệ thống.

Nếu trong phép đo mà sai số hệ thống chỉ là sai số dụng cụ thì thường lấy bằng nửa độ chia nhỏ nhất trên dụng cụ đó (ví dụ: thước đo chiều dài, đồng hồ đo thời gian,...)

Với các dụng cụ đo hiện số và một số loại dụng cụ đo điện, sai số dụng cụ được quy định riêng.

5. Viết kết quả phép đo

Kết quả đo một đại lượng A nào đó được biểu diễn dưới dạng một khoảng giá trị có chứa giá trị thực của đại lượng A .

$$(\bar{A} - \Delta A) \leq A \leq (\bar{A} + \Delta A)$$

Kết quả trên có thể viết dưới dạng

$$A = \bar{A} \pm \Delta A$$

Chú ý

- Các chữ số có nghĩa:
Các chữ số khác 0 (159 có ba chữ số có nghĩa)
Các chữ số 0 giữa hai chữ số khác 0 (105 có ba chữ số có nghĩa)
Chữ số 0 ở bên phải của dấu thập phân và một chữ số khác 0 (1,80 có ba chữ số có nghĩa).
- Sai số tuyệt đối ΔA thường được viết đến một hoặc hai chữ số có nghĩa. Còn giá trị trung bình $\bar{A}$ được viết đến bậc thập phân tương ứng.



Đo chiều dày của một cuốn sách, được kết quả: 2,3 cm; 2,4 cm; 2,5 cm; 2,4 cm. Tính giá trị trung bình chiều dày cuốn sách. Sai số tuyệt đối trung bình của phép đo này là bao nhiêu?



Tìm những chữ số có nghĩa trong các số: 215; 0,56; 0,002; $3,8 \cdot 10^4$.

Ví dụ, kết quả đo độ dài quãng đường là $s = 1,52723 \text{ m}$.

Nếu sai số là $\Delta s = 0,002 \text{ m}$ thì

$$s = (1,527 \pm 0,002) \text{ m}$$

6. Sai số tỉ đối

Sai số tỉ đối là tỉ số (tính ra phần trăm) giữa sai số tuyệt đối và giá trị trung bình của đại lượng cần đo.

$$\delta A = \frac{\Delta A}{A} \times 100\%$$

Sai số tỉ đối càng nhỏ, phép đo càng chính xác.

Chú ý

- Sai số tuyệt đối của một tổng hay hiệu bằng tổng sai số tuyệt đối của các số hạng.

Ví dụ, nếu $H = X + Y - Z$ thì $\Delta H = \Delta X + \Delta Y + \Delta Z$

- Sai số tỉ đối của một tích hay thương bằng tổng sai số tỉ đối của các thừa số.

Ví dụ, nếu $H = X \frac{Y}{Z}$ thì $\delta H = \delta X + \delta Y + \delta Z$

- Khi thực hiện các phép tính, phải đảm bảo rằng kết quả cuối cùng có cùng số chữ số có nghĩa với số có ít chữ số có nghĩa nhất được sử dụng trong các phép tính.

Ví dụ tích của các độ dài: $12,5 \text{ m}$; 16 m và $15,88 \text{ m}$ phải được viết là $3,2 \cdot 10^3 \text{ m}^3$ vì số chữ số có nghĩa của 16 là hai chữ số có nghĩa.



Thực hiện phép tính và viết kết quả đúng số chữ số có nghĩa:

a) $127 + 1,60 + 3,1$

b) $(224,612 \times 0,31) : 25,116$



Bảng 1 ghi thời gian một vật rơi giữa hai điểm cố định.

Bảng 1

Thời gian rơi (s)				
Lần 1	Lần 2	Lần 3	Lần 4	Lần 5
0,2027	0,2024	0,2023	0,2023	0,2022

a) Tính giá trị trung bình của thời gian rơi.

b) Tìm sai số tuyệt đối trung bình.



Bạn đã học những quy định an toàn nào trong phòng thực hành?

Nêu một số biển cảnh báo có trong phòng thực hành ở môn Khoa học tự nhiên.

V. MỘT SỐ QUY ĐỊNH VỀ AN TOÀN

Ở môn Khoa học tự nhiên, bạn đã làm quen với việc giữ an toàn khi làm việc ở phòng thực hành. Khi học tập ở phòng thực hành cần tuân theo hướng dẫn của thầy cô giáo và thực hiện các quy định của phòng thực hành. Các kí hiệu an toàn ở bảng 2 cảnh báo về những nguy cơ có thể xảy ra ở nơi có bảng ghi các kí hiệu này. Bạn cần hiểu từng kí hiệu trước khi bắt đầu học tập ở phòng thực hành vật lí.

Bảng 2. Biển cảnh báo an toàn



Biển cảnh báo bề mặt nóng.



Biển cảnh báo nguy cơ điện giật.



Biển cảnh báo vật sắc, nhọn.



Biển cảnh báo nguy cơ dễ cháy.



Biển cảnh báo đeo mặt nạ phòng độc.



Biển cảnh báo hoá chất.



Thảo luận để nêu được tác dụng của việc tuân thủ các biển báo an toàn trong phòng thực hành.



- Vật lí học là ngành khoa học nghiên cứu về chất, năng lượng và mối quan hệ giữa chúng.
- Học xong môn Vật lí bạn sẽ được rèn luyện, phát triển nhân cách của mình; đồng thời bạn sẽ có được những kiến thức, kĩ năng phổ thông cốt lõi về: mô hình hệ vật lí; năng lượng và sóng; lực và trường.

Tiến trình tìm hiểu thế giới tự nhiên dưới góc độ vật lí gồm các bước sau:

1. Quan sát, suy luận.
2. Đề xuất vấn đề.
3. Hình thành giả thuyết.
4. Kiểm tra giả thuyết.
5. Rút ra kết luận.

- Tri thức vật lí ảnh hưởng sâu rộng đến đời sống và là cơ sở cho nhiều ngành nghề.
- Những thay đổi trong khoa học và công nghệ có những tác động to lớn đến xã hội của chúng ta và đến môi trường toàn cầu.
- Kết quả đo một đại lượng A nào đó được biểu diễn dưới dạng: $A = \bar{A} \pm \Delta A$.

1**TỐC ĐỘ, ĐỘ DỊCH CHUYỂN VÀ VẬN TỐC**

Học xong bài học này, bạn có thể:

- Lập luận để rút ra được công thức tính tốc độ trung bình, định nghĩa được tốc độ theo một phương.
- Từ hình ảnh hoặc ví dụ thực tiễn, định nghĩa được độ dịch chuyển.
- So sánh được quãng đường đi và độ dịch chuyển.
- Dựa vào định nghĩa tốc độ theo một phương và độ dịch chuyển, rút ra được công thức tính và định nghĩa được vận tốc.
- Vận dụng được công thức tính tốc độ, vận tốc.
- Mô tả được một vài phương pháp đo tốc độ thông dụng và đánh giá được ưu, nhược điểm của chúng.
- Thảo luận để thiết kế phương án hoặc lựa chọn phương án và thực hiện phương án, đo được tốc độ bằng dụng cụ thực hành.



Tại Đại hội thể thao Đông Nam Á lần thứ 30 được tổ chức ở Philippines (Phi-líp-pin), một vận động viên Việt Nam đã giành huy chương Vàng ở nội dung thi chạy 10 000 m, với thành tích 36 phút 23 giây 44.

Cứ mỗi giây, vận động viên này chạy được một đoạn đường như nhau hay khác nhau?



Hình 1.1. Nơi diễn ra cuộc thi điền kinh trong Đại hội thể thao Đông Nam Á lần thứ 30

I. TỐC ĐỘ

Trong các cuộc thi chạy, vận động viên không chạy với cùng tốc độ trên toàn quãng đường mà khi gần về đích sẽ chạy nước rút với tốc độ nhanh hơn. Tốc độ mà vận động viên chạy trên cả quãng đường là **tốc độ trung bình**.



Ở hình 1.2, kim của đồng hồ đo tốc độ trên ô tô chỉ vào con số ứng với vạch giữa 80 và 100; kim này đang chỉ tốc độ trung bình hay tốc độ tức thời của ô tô?



Hình 1.2. Đồng hồ tốc độ trên ô tô



Một vận động viên đã chạy 10 000 m trong thời gian là 36 phút 23 giây 44. Tính tốc độ trung bình của vận động viên đó theo đơn vị là m/s.



Khi nào quãng đường và độ dịch chuyển của một vật chuyển động có cùng độ lớn?

1. Tốc độ trung bình

Chúng ta có thể tính được tốc độ trung bình của một vật chuyển động nếu biết quãng đường mà nó di chuyển và thời gian để đi hết quãng đường ấy:

$$\text{tốc độ trung bình} = \frac{\text{quãng đường đã đi}}{\text{khoảng thời gian đi}}$$

Nếu kí hiệu v_{tb} là tốc độ trung bình, s là quãng đường vật đi được trong thời gian t , thì:

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

Tốc độ trung bình tính trong một thời gian rất ngắn được gọi là tốc độ tức thời. Ví dụ, khi nhìn vào đồng hồ tốc độ trên ô tô, ta không biết tốc độ trung bình của ô tô, mà chỉ biết tốc độ của ô tô đúng lúc ta nhìn vào đồng hồ, tức là tốc độ tức thời của ô tô.

2. Đơn vị đo tốc độ

Quãng đường được đo bằng mét, kí hiệu là m ; thời gian được đo bằng giây, kí hiệu là s . Do đó, tốc độ được tính bằng mét trên giây, kí hiệu là m/s . Có nhiều đơn vị khác cũng được dùng để đo tốc độ. Việc lựa chọn đơn vị phụ thuộc vào tình huống. Có thể đo tốc độ của một con sên bằng đơn vị khác với đơn vị đo tốc độ của một chiếc xe đua.

II. QUÃNG ĐƯỜNG VÀ ĐỘ DỊCH CHUYỂN

Từ địa điểm A đến địa điểm C, xe ô tô phải đi qua địa điểm B (hình 1.3). Độ dài tuyến đường ABC mà xe này đã đi là 7,3 km, độ dài này chính là quãng đường vật đi. Tuy nhiên, khoảng cách từ địa điểm A đến địa điểm C lại nhỏ hơn so với giá trị 7,3 km. Điểm đến của xe cách điểm đầu 4,1 km.

Để biểu thị rõ xe đã cách vị trí A như thế nào, chúng ta cần thông tin về khoảng cách từ A đến C. Trên hình 1.3, xe đã di chuyển khỏi vị trí A một đoạn là 4,1 km, theo hướng

đông bắc. Nói cách khác, độ thay đổi vị trí từ A đến C của xe là 4,1 km.

Khoảng cách mà vật di chuyển được theo một hướng xác định là **độ dịch chuyển**.

Độ dịch chuyển là một đại lượng vector. Khi xác định độ dịch chuyển, phải xác định cả độ lớn và hướng của nó. Trong khi đó, quãng đường là đại lượng vô hướng chỉ được đặc trưng bởi độ lớn.

Trong ví dụ ở hình 1.3, quãng đường đi được ABC (7,3 km) là một đại lượng vô hướng. Độ dịch chuyển AC là một đại lượng vector, có độ lớn và hướng xác định.

III. VẬN TỐC

Trong nhiều trường hợp, cần phải biết cả tốc độ và hướng mà vật đang chuyển động. Trong những trường hợp này, ta dùng một đại lượng được gọi là **vận tốc**. Vận tốc của một vật có thể được coi là tốc độ của nó theo một hướng cụ thể. Vì vậy, giống như độ dịch chuyển, vận tốc là một đại lượng vector. Tốc độ là đại lượng vô hướng.

Ví dụ

Nếu hai đoàn tàu cùng chuyển động theo hướng bắc với tốc độ 20 m/s thì chúng có cùng tốc độ 20 m/s và cùng vận tốc 20 m/s theo hướng bắc. Nếu một đoàn tàu đi về phía bắc còn đoàn tàu kia đi về phía nam, thì tốc độ của chúng giống nhau nhưng vận tốc của chúng khác nhau vì hướng chuyển động của chúng khác nhau. Khi nói về vận tốc của một vật nào đó, chúng ta phải xác định hướng mà nó đang chuyển động. Ví dụ, một máy bay đang bay với vận tốc 300 m/s theo hướng đông (hình 1.4).

Nếu biết độ dịch chuyển trong một khoảng thời gian, thì vận tốc được xác định là:

$$\text{vận tốc} = \frac{\text{độ dịch chuyển}}{\text{khoảng thời gian dịch chuyển}}$$

Có thể viết công thức xác định vận tốc là

$$\vec{v} = \frac{\vec{\Delta d}}{\Delta t}$$



Hình 1.3. Phân biệt quãng đường và độ dịch chuyển



Một xe ô tô xuất phát từ tỉnh A, đi đến tỉnh B; rồi lại trở về vị trí xuất phát ở tỉnh A. Xe này đã dịch chuyển, so với vị trí xuất phát một đoạn bằng bao nhiêu?



Một ô tô chuyển động trên đường thẳng. Tại thời điểm t_1 , ô tô ở cách vị trí xuất phát 5 km. Tại thời điểm t_2 , ô tô cách vị trí xuất phát 12 km. Từ t_1 đến t_2 , độ dịch chuyển của ô tô đã thay đổi một đoạn bằng bao nhiêu?

300 m/s →

Hình 1.4. Biểu diễn vận tốc của máy bay đang bay về phía đông với tốc độ 300 m/s



Vận tốc của một vật là không đổi nếu nó chuyển động với tốc độ không đổi theo một hướng xác định. Tại sao nếu vật di chuyển theo đường cong thì vận tốc của vật là thay đổi?

Từ đây ta thấy, hướng của vận tốc là hướng của độ dịch chuyển. Giá trị v của vận tốc được tính bằng:

$$v = \frac{\Delta d}{\Delta t}$$

Với Δd là giá trị độ dịch chuyển, Δt là khoảng thời gian diễn ra độ dịch chuyển đó.

Từ biểu thức này, ta cũng có thể nói rằng, vận tốc của một vật đang chuyển động là tốc độ thay đổi độ dịch chuyển.

Vận tốc xác định như trên là vận tốc trung bình. Nếu khoảng thời gian là rất ngắn, vận tốc được gọi là vận tốc tức thời.

Vận tốc cũng được đo bằng đơn vị như đơn vị đo tốc độ.

IV. MỘT SỐ PHƯƠNG PHÁP ĐO TỐC ĐỘ

1. Phương pháp đo tốc độ

Chúng ta có thể xác định tốc độ của một vật chuyển động bằng cách đo thời gian vật đi giữa hai vị trí xác định và khoảng cách (hay quãng đường) giữa chúng.

Ví dụ, ở một số đường cao tốc, cứ sau một quãng đường cố định, chẳng hạn 2 000 m, lại có một biển báo số điện thoại khẩn cấp. Sử dụng đồng hồ bấm giây, đo thời gian ô tô đi trên quãng đường này sẽ tính được tốc độ trung bình của ô tô giữa hai vị trí đặt biển báo.

Trong nhiều trường hợp có thể không đo trực tiếp được quãng đường bằng dụng cụ đo độ dài mà phải qua các bước trung gian.

Trong xe ô tô, tốc độ xe được xác định qua cảm biến, máy tính xử lý tín hiệu và hiển thị giá trị trên đồng hồ giúp người lái xe biết tốc độ xe của mình.

2. Đo tốc độ trong phòng thực hành

Trong phòng thực hành, tốc độ của xe chuyển động thẳng được đo bằng các thiết bị như trình bày sau đây. Có thể vận dụng các cách đo này để đo tốc độ của những chuyển động khác như chuyển động rơi tự do.

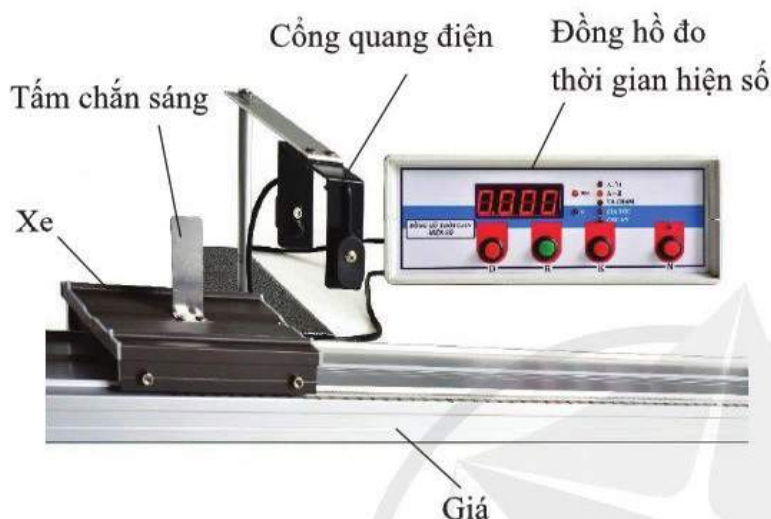


Phát biểu nào sau đây nói về vận tốc, quãng đường, độ dịch chuyển?

- Con tàu đã đi 200 km về phía đông nam.
- Một xe ô tô đã đi 200 km từ Hà Nội đến Nam Định.
- Một thùng hàng được kéo thẳng đứng lên trên với mỗi 2 m trong một giây.

Dùng cổng quang điện và đồng hồ đo thời gian hiện số
Ở lớp 7, bạn đã học cách đo thời gian vật chuyển động giữa hai vị trí xác định bằng hai cổng quang điện kết hợp với đồng hồ đo thời gian hiện số.

Để đo tốc độ của xe chuyển động theo một đường thẳng, ta cũng có thể dùng cổng quang điện và đồng hồ đo thời gian hiện số như trên hình 1.5.



Hình 1.5. Đo tốc độ của xe với một cổng quang điện

Khi tấm chắn sáng bắt đầu chắn chùm tia sáng ở cổng quang điện thì đồng hồ bắt đầu đo thời gian. Ngay khi tấm chắn sáng này không chắn chùm tia sáng nữa thì đồng hồ ngừng đo. Thời gian hiển thị trên đồng hồ là thời gian xe đi hết quãng đường bằng chiều rộng của tấm chắn sáng. Từ các số liệu này có thể tính được tốc độ của xe.

Dùng xe kĩ thuật số



Hình 1.6. Đo tốc độ của xe (dùng xe kĩ thuật số)

Trên trục của xe này (hình 1.6) có gắn bộ đo mã hoá (encoder) để đo độ dịch chuyển của xe thông qua tốc độ



Trên hình 1.5, quãng đường xe đi qua cổng quang điện được xác định như thế nào?

Bạn có biết

Dùng cảm biến chuyển động đo tốc độ (hình 1.7)



Hình 1.7

Nguyên tắc đo tốc độ sử dụng cảm biến chuyển động dùng sóng siêu âm:

Phát sóng siêu âm có tốc độ định trước truyền đến xe. Thu sóng phản xạ. Tính quãng đường giữa cảm biến và xe. Sau đó, lại phát sóng truyền đến xe và tính quãng đường giữa cảm biến và xe.

Bộ phận xử lý tính ra tốc độ của xe bằng cách chia hiệu quãng đường giữa hai lần phát sóng cho thời gian giữa hai lần phát (được lập trình sẵn).



So sánh các phương pháp đo tốc độ được trình bày ở trên, rút ra một số ưu điểm và nhược điểm của chúng.



Kết quả đo thời gian tấm chắn sáng (rộng 10 mm) đi qua cổng quang điện được cho ở bảng 1.2.

Bảng 1.2

Lần đo	1	2	3
Thời gian (s)	0,101	0,098	0,102

Từ số liệu ở bảng 1.2, tính thời gian trung bình và sai số tuyệt đối trung bình của phép đo.



Bạn hãy thiết lập phương án để đo được tốc độ của xe chuyển động trên máng đỡ bằng các dụng cụ sau đây:
Xe kĩ thuật số kèm bộ xử lí số liệu; giá đỡ.

quay của trục bánh xe trong những khoảng thời gian bằng nhau. Bộ đo thời gian cho phép đặt được độ dài mỗi khoảng thời gian đến 0,01 s. Biết quãng đường xe đi trong mỗi khoảng thời gian đã định trước, ta sẽ xác định được tốc độ chuyển động của xe.

Thí nghiệm đo tốc độ bằng dụng cụ thực hành

Ta có thể đo tốc độ của xe chuyển động trên máng đỡ như sau đây.



Dụng cụ

Xe có tấm chắn sáng, máng đỡ, cổng quang điện, đồng hồ đo thời gian hiện số.

Tiến hành

Lắp các dụng cụ như trên hình 1.4.

+ Đặt máng đỡ nghiêng so với phương ngang để xe có thể chuyển động trên máng đỡ.

+ Cắm đầu nối dây của cổng quang điện vào ổ A của đồng hồ đo thời gian hiện số và chọn kiểu đo là A / B.

+ Cho xe chuyển động qua cổng quang điện, ghi thời gian trên đồng hồ đo thời gian hiện số. Đo ít nhất 3 lần.

Kết quả

Ghi kết quả đo vào bảng số liệu (như bảng 1.1)

Bảng 1.1

Lần đo	1	2	3
Thời gian (s)	?	?	?



- Độ dịch chuyển là khoảng cách mà vật di chuyển theo một hướng xác định, độ dịch chuyển là một đại lượng vector.
- Tốc độ trung bình là đại lượng đặc trưng cho độ nhanh, chậm của chuyển động và được tính bằng thương số giữa quãng đường đi được với khoảng thời gian đi hết quãng đường ấy.
- Vận tốc được xác định bằng độ dịch chuyển trên khoảng thời gian thực hiện độ dịch chuyển ấy, vận tốc là một đại lượng vector.

- Công thức xác định vận tốc:
$$\vec{v} = \frac{\overline{\Delta d}}{\Delta t}$$

Học xong bài học này, bạn có thể:

- Thực hiện thí nghiệm (hoặc dựa trên số liệu cho trước), vẽ được đồ thị độ dịch chuyển-thời gian trong chuyển động thẳng.
- Tính được tốc độ từ độ dốc của đồ thị độ dịch chuyển-thời gian.
- Xác định được độ dịch chuyển tổng hợp, vận tốc tổng hợp.



Từ địa điểm xuất phát, một vật di chuyển qua một loạt các địa điểm trung gian để đến địa điểm cuối cùng, ví dụ như tàu thám hiểm ở hình 2.1. Làm thế nào để xác định được quãng đường, độ dịch chuyển hay vận tốc của vật?



Hình 2.1. Đường đi của tàu thám hiểm trên bề mặt Hoả Tinh vào năm 2021

I. ĐỒ THỊ ĐỘ DỊCH CHUYỂN THEO THỜI GIAN CỦA CHUYỂN ĐỘNG THẲNG

Chúng ta có thể biểu diễn sự thay đổi vị trí của một vật chuyển động trên đường thẳng bằng cách vẽ đồ thị độ dịch chuyển-thời gian. Dựa vào đồ thị này, có thể tính được tốc độ của vật. Nếu vật chuyển động trên đường thẳng theo một chiều xác định thì độ lớn của vận tốc trung bình bằng tốc độ.

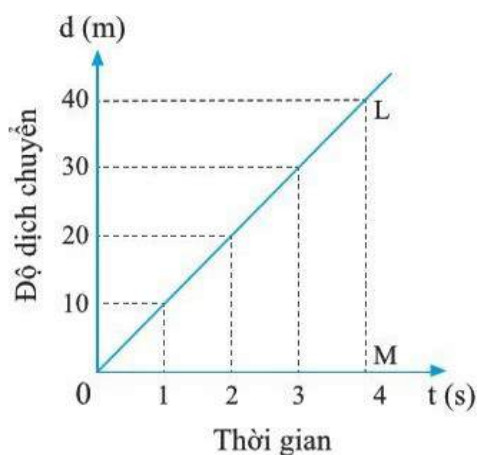
1. Vẽ đồ thị độ dịch chuyển theo thời gian

Một vật chuyển động dọc theo đường thẳng. Độ dịch chuyển của nó tại các thời điểm khác nhau được cho trong bảng 2.1.

Bảng 2.1

Độ dịch chuyển (m)	0	10	20	30	40	50
Thời gian (s)	0	1	2	3	4	5

Bảng số liệu này cho ta biết, vật đang chuyển động với độ dịch chuyển tăng đều sau mỗi giây. Tức là vật đang chuyển động với tốc độ không đổi, có giá trị là 10 m/s.



Hình 2.2

Vẽ đồ thị độ dịch chuyển-thời gian của vật, ta được hình 2.2.

Đồ thị này là đường thẳng qua gốc tọa độ. Độ dốc của đường thẳng này (cách gọi khác của hệ số góc) là

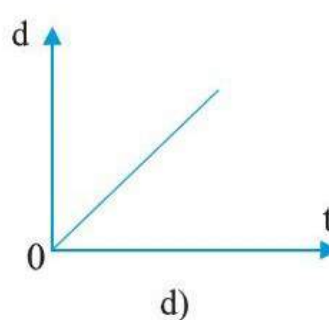
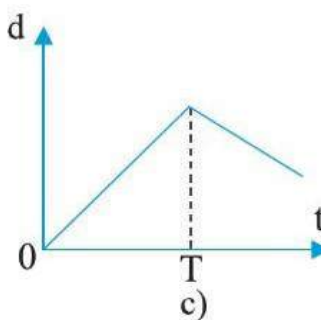
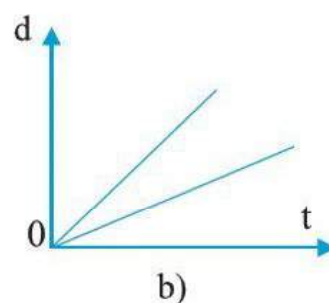
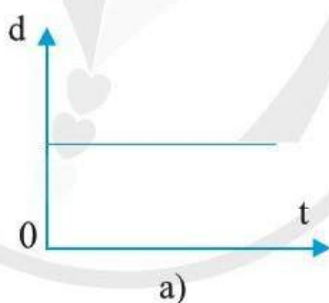
$$\text{độ dốc} = \frac{LM}{OM} = \frac{40}{4} = 10$$

Giá trị này chính là giá trị của vận tốc. Tức là giá trị của vận tốc bằng độ dốc của đồ thị độ dịch chuyển theo thời gian.

Dựa vào độ dốc của đường biểu diễn độ dịch chuyển-thời gian, chúng ta có thể biết một vật đang chuyển động nhanh hay chậm. Độ dốc càng lớn, vật chuyển động càng nhanh (tốc độ càng lớn).

Nếu độ dốc của đồ thị là âm, vật đang chuyển động theo chiều ngược lại.

Hình 2.3 là một số ví dụ về đồ thị độ dịch chuyển-thời gian của chuyển động thẳng.



Hình 2.3. Một số đồ thị độ dịch chuyển-thời gian của chuyển động thẳng.

?

Nêu đặc điểm của đồ thị độ dịch chuyển-thời gian đối với một vật chuyển động thẳng theo một hướng với tốc độ không đổi.

?

Từ độ dốc của đường biểu diễn độ dịch chuyển-thời gian của chuyển động thẳng trên hình 2.3, hãy cho biết hình nào tương ứng với mỗi phát biểu sau đây:

1. Độ dốc không đổi, tốc độ không đổi.
2. Độ dốc lớn hơn, tốc độ lớn hơn.
3. Độ dốc bằng không, vật đứng yên.
4. Từ thời điểm độ dốc âm, vật chuyển động theo chiều ngược lại.

2. Tính tốc độ từ đồ thị độ dịch chuyển-thời gian

Một người chạy bộ trên đường thẳng. Độ dịch chuyển của người đó tại các thời điểm khác nhau được cho trong bảng 2.2. Trong đó, chọn $t = 0$ ứng với thời điểm người có độ dịch chuyển 10 m.

Bảng 2.2

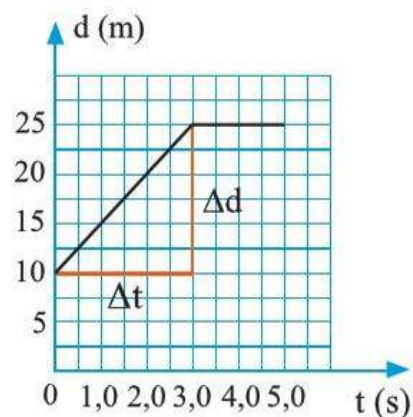
Độ dịch chuyển (m)	10	15	20	25	25	25
Thời gian (s)	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0

Trong trường hợp này, lúc đầu độ dịch chuyển tăng đều, nhưng sau 3,0 s thì độ dịch chuyển không thay đổi. Nói cách khác, ban đầu người đang chạy với tốc độ không đổi, nhưng sau đó dừng lại.

Để tìm tốc độ trong 3 giây đầu tiên, chúng ta sẽ tính độ dốc của đồ thị. Vẽ một tam giác vuông như hình 2.4, chia độ dịch chuyển Δd cho khoảng thời gian Δt , ta được tốc độ.

$$v = \frac{\Delta d}{\Delta t}$$

$$v = \frac{25 \text{ m} - 10 \text{ m}}{3 \text{ s} - 0 \text{ s}} = \frac{15 \text{ m}}{3 \text{ s}} = 5 \text{ m/s}$$



Hình 2.4

Một xe đua chuyển động thẳng trong quá trình thử tốc độ. Độ dịch chuyển của nó tại các thời điểm khác nhau được cho trong bảng 2.3.

Bảng 2.3

Độ dịch chuyển (m)	0	85	170	255	340
Thời gian (s)	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0

Vẽ đồ thị độ dịch chuyển-thời gian và sử dụng đồ thị này để tìm tốc độ của xe.

II. ĐỘ DỊCH CHUYỂN TỔNG HỢP

Khi vật di chuyển từ vị trí này đến một vị trí khác theo một số đoạn dịch chuyển khác nhau thì độ dịch chuyển cuối cùng của vật là tổng các độ dịch chuyển đó.

Độ dịch chuyển tổng hợp chính là độ dịch chuyển từ vị trí đầu đến vị trí cuối.

Trên hình 2.5, một chiếc xe đã đi từ địa điểm A, qua các địa điểm B, C, D rồi đến E.

Có thể xác định được quãng đường và độ dịch chuyển của xe này, ví dụ bằng cách dùng một sợi chỉ và tỉ lệ ghi trên bản đồ.



Tính độ dịch chuyển và quãng đường từ nhà bạn đến trường bằng bản đồ.



Hình 2.5

Đo độ dịch chuyển từ A đến E của ô tô bằng cách kéo thẳng sợi chỉ từ điểm bắt đầu A đến điểm kết thúc E; sau đó, đo chiều dài đoạn chỉ rồi so với tỉ lệ của bản đồ.

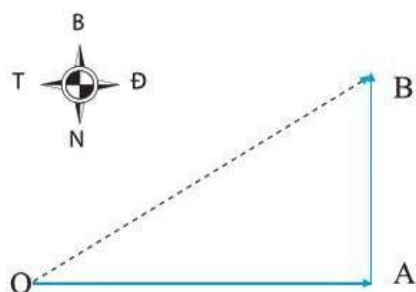
Để xác định quãng đường của xe đi từ A đến E, đặt sợi dây chỉ dọc theo đường đi, đo chiều dài các đoạn AB, BC, CD và DE. Dựa vào tỉ lệ của bản đồ tính được chiều dài quãng đường xe đi từ A đến E.

Vì độ dịch chuyển là đại lượng vector nên để tìm độ dịch chuyển tổng hợp ta phải dùng cách cộng vector. Ví dụ sau đây minh họa điều này.

Ví dụ

Một ô tô đi 17 km theo hướng đông và sau đó đi 10 km về hướng bắc (hình 2.6). Quãng đường ô tô đi được là 27 km. Tìm độ dịch chuyển tổng hợp của ô tô.

Để tìm độ dịch chuyển tổng hợp của ô tô, vẽ một tam giác vector như sau:



Hình 2.6

- + Vẽ vector thứ nhất theo hướng chuyển động của ô tô.
- + Vẽ vector thứ hai với điểm bắt đầu chính là điểm kết thúc của vector thứ nhất (hình 2.6).

+ Nối điểm bắt đầu của vector thứ nhất với điểm kết thúc của vector thứ hai.

Từ tam giác vector này, tìm độ lớn và hướng của độ dịch chuyển tổng hợp.

Tìm độ lớn

Độ dịch chuyển tổng hợp được biểu diễn bằng vector OB. Vì góc giữa vector OA và vector AB là góc vuông, nên độ lớn của độ dịch chuyển tổng hợp được tính bằng:

$$OB^2 = OA^2 + AB^2 = 17^2 + 10^2 = 389$$

$$OB = \sqrt{389} = 19,7 \approx 20 \text{ km}$$

Tìm hướng

Vì cạnh huyền của tam giác vuông có chiều dài gấp đôi cạnh góc vuông nên góc giữa vector OB và vector AB là 60° .

Vậy, độ dịch chuyển cuối cùng của ô tô là 20 km lệch so với hướng bắc góc 60° về phía đông.

III. VẬN TỐC TỔNG HỢP

Một chiếc thuyền máy qua sông với vận tốc có độ lớn v_1 và hướng vuông góc với dòng sông, khi nước không chảy. Thuyền sẽ đến bờ đối diện ở vị trí A.

Giả sử rằng, người điều khiển động cơ của thuyền giữ nguyên tốc độ và hướng nhưng nước sông chảy với vận tốc có độ lớn v_2 và hướng vuông góc với vận tốc của thuyền. Thuyền sẽ đến bờ đối diện ở vị trí B, không trùng với vị trí A.

Như vậy, khi thuyền đi trong nước sông đang chảy, vận tốc do động cơ của thuyền và vận tốc do nước sông chảy kết hợp với nhau để tạo ra một vận tốc tổng hợp cho thuyền.

Vận tốc là một đại lượng vector và do đó hai vận tốc có thể được kết hợp bằng phép cộng vector theo cùng một cách mà chúng ta đã thấy đối với hai hoặc nhiều độ dịch chuyển.



Người ta ném một hòn đá từ vách đá ở bờ biển xuống dưới. Hòn đá chạm vào mặt biển với vận tốc v có thành phần thẳng đứng xuống dưới là v_1 và thành phần ngang là v_2 . Biết vận tốc $v = 24 \text{ m/s}$, $v_1 = 17 \text{ m/s}$.

a) Vẽ sơ đồ các vector thể hiện các vận tốc.

b) Sử dụng sơ đồ để tìm v_2 .

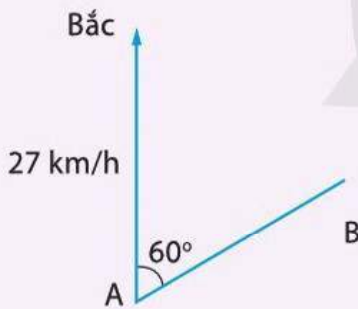
c) Sử dụng sơ đồ để tìm góc giữa vận tốc của viên đá và phương thẳng đứng khi nó chạm vào mặt nước.

Tìm hiểu thêm

Trái Đất quay xung quanh trục từ phía tây sang phía đông, một vòng mỗi ngày. Tại đường xích đạo, bề mặt Trái Đất đang quay với tốc độ 1 675 km/h. Từ một vị trí trên đường xích đạo của Trái Đất, phóng tên lửa về phía đông hay về phía tây sẽ có lợi hơn?



Một người điều khiển thiết bị bay cá nhân bay theo hướng từ A đến B. Gió thổi với vận tốc không đổi 27 km/h theo hướng bắc. Hướng AB lệch với hướng bắc 60° về phía đông (hình 2.8).



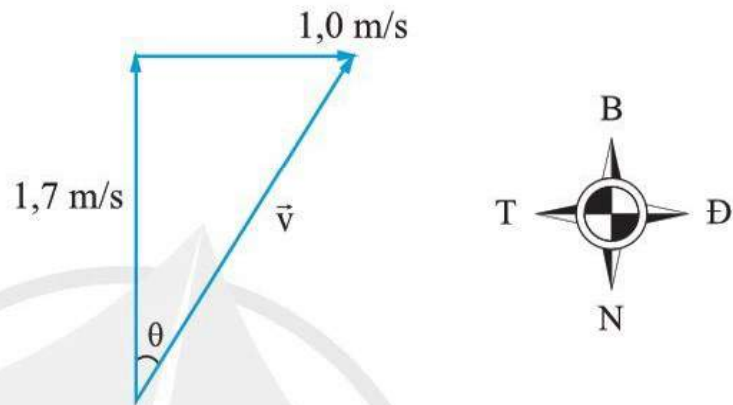
Hình 2.8

1. Để bay theo đúng hướng từ A đến B, với vận tốc tổng hợp là 54 km/h, người lái phải hướng thiết bị theo hướng nào.
2. Bay được 6 km, thiết bị quay đầu bay về A với vận tốc tổng hợp có độ lớn là 45 km/h đúng hướng B đến A. Tìm tốc độ trung bình của thiết bị trên cả quãng đường bay.

Ví dụ, một vận động viên bơi về phía bắc với vận tốc 1,7 m/s, nước sông chảy với vận tốc 1,0 m/s về phía đông. Tìm độ lớn và hướng vận tốc tổng hợp của vận động viên tương tự như với cách tìm độ dịch chuyển tổng hợp.

– Vẽ tam giác vector

+ Đặt điểm bắt đầu của vector thứ hai ở điểm kết thúc của vector đầu tiên (hình 2.7).



Hình 2.7

+ Nối điểm đầu và điểm cuối để thành tam giác vector.

– Tính độ lớn của vector tổng hợp

$$\text{Ta có } v = \sqrt{1,7^2 + 1^2} = 1,97 \approx 2 \text{ m/s}$$

– Tính góc θ giữa vector tổng hợp và vector thứ nhất.

Do cạnh huyền gấp đôi cạnh góc vuông nên góc θ là 30° .

Vì vậy, vận tốc tổng hợp của vận động viên là 2 m/s và có hướng lệch so với hướng bắc 30° về phía đông.



- Giá trị của vận tốc bằng độ dốc của đường biểu diễn độ dịch chuyển-thời gian trong chuyển động thẳng.
- Độ dịch chuyển tổng hợp bằng tổng các độ dịch chuyển mà vật trải qua trong cả quá trình chuyển động.
- Nếu một vật tham gia đồng thời hai chuyển động theo hai phương và mỗi phương có một vận tốc thì vận tốc tổng hợp bằng tổng các vận tốc này.



1. Trái Đất quay quanh Mặt Trời theo quỹ đạo có bán kính 150 000 000 km.
 - a) Phải mất bao lâu để ánh sáng từ Mặt Trời đến Trái Đất? Biết tốc độ ánh sáng trong không gian là $3,0 \times 10^8$ m/s.
 - b) Tính tốc độ quay quanh Mặt Trời của Trái Đất. Giải thích tại sao đây là tốc độ trung bình, không phải là vận tốc của Trái Đất.
2. Một người đi bằng thuyền với tốc độ 2,0 m/s về phía đông. Sau khi đi được 2,2 km, người này lên ô tô đi về phía bắc trong 15 phút với tốc độ 60 km/h. Bỏ qua thời gian chuyển từ thuyền lên ô tô.

Tìm:

 - a) Tổng quãng đường đã đi.
 - b) Độ lớn của độ dịch chuyển tổng hợp.
 - c) Tổng thời gian đi.
 - d) Tốc độ trung bình tính bằng m/s.
 - e) Độ lớn của vận tốc trung bình.
3. Hai người đi xe đạp theo một con đường thẳng. Tại thời điểm $t = 0$, người A đang đi với tốc độ không đổi là 3,0 m/s qua chỗ người B đang ngồi trên xe đạp đứng yên. Cũng tại thời điểm đó, người B bắt đầu đuổi theo người A. Tốc độ của người B tăng từ thời điểm $t = 0,0$ s đến $t = 5,0$ s, khi đi được 10 m. Sau đó người B tiếp tục đi với tốc độ không đổi là 4 m/s.
 - a) Vẽ đồ thị độ dịch chuyển-thời gian của người A, từ $t = 0,0$ s đến $t = 12,0$ s.
 - b) Khi nào người B đuổi kịp người A?
 - c) Người B đi được bao nhiêu mét trong khoảng thời gian đi với tốc độ không đổi (đến khi gặp nhau)?

CHỦ ĐỀ 2 CHUYỂN ĐỘNG BIẾN ĐỔI

1

GIA TỐC VÀ ĐỒ THỊ VẬN TỐC-THỜI GIAN

Học xong bài học này, bạn có thể:

- Thực hiện thí nghiệm và lập luận dựa vào sự biến đổi vận tốc trong chuyển động thẳng, rút ra được công thức tính gia tốc; nêu được ý nghĩa, đơn vị của gia tốc.
- Thực hiện thí nghiệm (hoặc dựa trên số liệu cho trước), vẽ được đồ thị vận tốc-thời gian trong chuyển động thẳng.
- Vận dụng đồ thị vận tốc-thời gian để tính được độ dịch chuyển và gia tốc trong một số trường hợp đơn giản.



Báo đốm (hình 1.1) có tốc độ tối đa khoảng 30 m/s. Từ lúc đứng yên, sau một vài bước nhảy, một con báo đốm có thể đạt tốc độ 20 m/s chỉ sau 2 s. Một chiếc ô tô thông thường thì không thể tăng tốc nhanh như vậy trong 2 s, nhưng trên một con đường thẳng và dài, nó có thể dễ dàng đi nhanh hơn một con báo.

Bạn hiểu thế nào là tăng tốc độ?



Hình 1.1

I. GIA TỐC

Sử dụng các dụng cụ và bố trí thí nghiệm như hình 1.5 trang 19 để đo vận tốc của xe kỹ thuật số. Bảng 1.1 liệt kê số đo vận tốc xe kỹ thuật số chuyển động trên máng đỡ nghiêng so với mặt phẳng ngang một góc xác định. Mỗi giá trị vận tốc được đo cách nhau 0,1 s.

Bảng 1.1

t (s)	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
v (mm/s)	0	35	70	105	140	175

Từ bảng số liệu này, chúng ta thấy cứ mỗi 0,1 giây, vận tốc của xe tăng thêm 35 mm/s. Nói cách khác, độ tăng tốc của xe là 35 mm/s trong 0,1 giây.

Trong ngôn ngữ hằng ngày, mỗi khi một chuyển động có tốc độ tăng lên, ta nói nó đang tăng tốc, còn khi có tốc độ giảm, ta nói nó đang giảm tốc.

Bất kì vật nào có tốc độ thay đổi hoặc đang đổi hướng chuyển động đều có **gia tốc**.

Người ta định nghĩa gia tốc là độ thay đổi vận tốc trong một đơn vị thời gian.

Nếu biết độ thay đổi vận tốc và khoảng thời gian diễn ra sự thay đổi đó thì gia tốc được xác định bằng:

$$\text{gia tốc} = \frac{\text{độ thay đổi vận tốc}}{\text{khoảng thời gian}}$$

Biểu diễn bằng kí hiệu:

$$\vec{a} = \frac{\vec{\Delta v}}{\Delta t}$$

với $\vec{\Delta v}$ là độ thay đổi vận tốc.

- Gia tốc xét như trên là gia tốc trung bình. Nếu khoảng thời gian là rất nhỏ thì gia tốc được gọi là gia tốc tức thời.

- Nếu trong khoảng thời gian Δt , vật chuyển động thẳng, vận tốc thay đổi từ v_1 đến v_2 thì giá trị gia tốc là

$$a = \frac{v_2 - v_1}{\Delta t}$$

Vì gia tốc được xác định từ vận tốc nên nó là một đại lượng vector. Khi xác định gia tốc, cần xác định cả độ lớn và hướng của nó.

Đơn vị đo vận tốc là m/s. Gia tốc là tốc độ thay đổi vận tốc nên đơn vị của gia tốc là m/s² (mét trên giây bình phương).



1. Một ô tô tăng tốc từ lúc đứng yên, sau 6,0 s đạt vận tốc 18 m/s. Tính độ lớn gia tốc của ô tô.

2. Người lái xe ô tô hãm phanh để xe giảm tốc độ từ 23 m/s đến 11 m/s trong 20 s. Tính độ lớn của gia tốc.

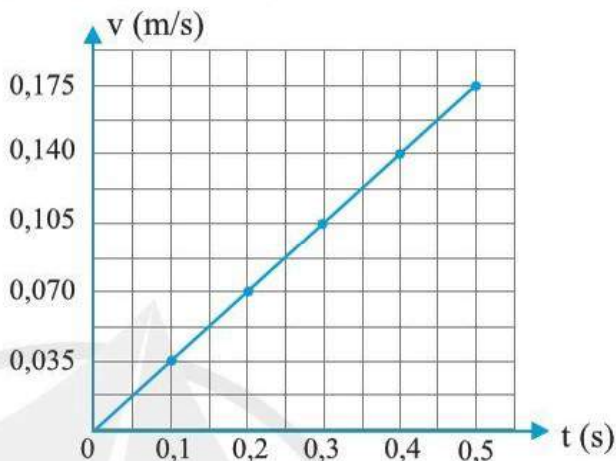


Trong một cuộc thi chạy, từ trạng thái đứng yên, một vận động viên chạy với gia tốc 5,0 m/s² trong 2,0 giây đầu tiên. Tính vận tốc của vận động viên sau 2,0 s.

II. VẼ ĐỒ THỊ VẬN TỐC-THỜI GIAN TRONG CHUYỂN ĐỘNG THẲNG

Chúng ta có thể biểu diễn tốc độ thay đổi vận tốc của một vật chuyển động bằng cách vẽ đồ thị vận tốc-thời gian.

Sử dụng số đo vận tốc từ bảng 1.1, chúng ta có thể vẽ đồ thị vận tốc-thời gian. Hình 1.2 biểu diễn đồ thị thu được với mỗi giá trị vận tốc được đo cách nhau 0,1 s.

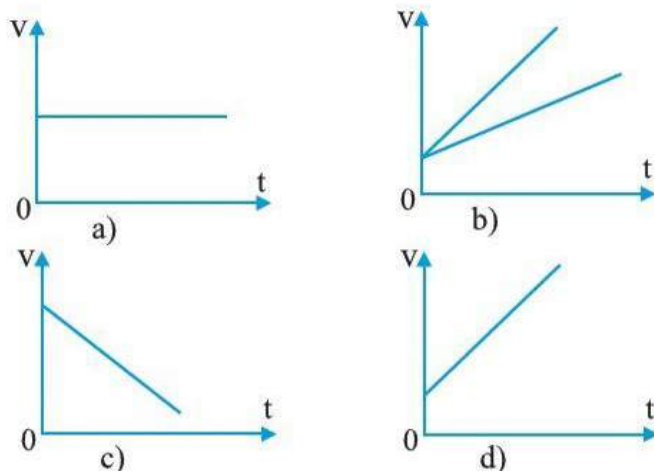


Hình 1.2 Đồ thị vận tốc-thời gian

Độ dốc của đồ thị này cho chúng ta biết độ thay đổi vận tốc của xe. Nói cách khác, *độ dốc của đồ thị vận tốc-thời gian có giá trị bằng gia tốc của chuyển động.*

Độ dốc càng lớn, gia tốc càng lớn. Nếu độ dốc là âm và vật đang chuyển động với vận tốc theo chiều được quy ước là dương thì gia tốc của vật mang giá trị âm, nghĩa là vật đang chuyển động chậm dần.

Các đồ thị trên hình 1.3 là một số ví dụ về đồ thị vận tốc-thời gian của chuyển động thẳng.



Hình 1.3. Độ dốc của đồ thị vận tốc-thời gian cho biết vận tốc của vật đang thay đổi nhanh hay chậm

?

Một người lái ô tô đang đi với tốc độ ổn định trên đường cao tốc, chợt nhìn thấy tín hiệu báo có nguy hiểm ở phía trước nên dần dần giảm tốc độ. Ô tô tiến thêm một đoạn thì người này thấy một tai nạn đã xảy ra và phanh gấp để dừng lại. Vẽ phác đồ thị vận tốc-thời gian để biểu diễn chuyển động của ô tô này.

?

Từ độ dốc của đồ thị vận tốc-thời gian của chuyển động thẳng trên hình 1.3, hình nào tương ứng với mỗi phát biểu sau đây?

1. Độ dốc dương, gia tốc không đổi.
2. Độ dốc lớn hơn, gia tốc lớn hơn.
3. Độ dốc bằng không, gia tốc $a = 0$.
4. Độ dốc âm, gia tốc âm (chuyển động chậm dần).

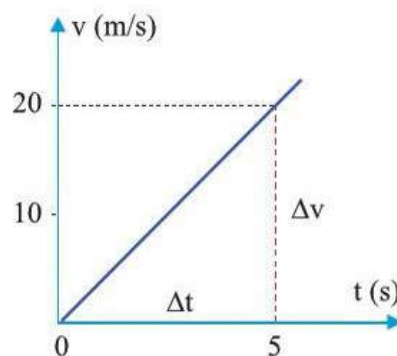
III. TÍNH GIA TỐC VÀ ĐỘ DỊCH CHUYỂN TỪ ĐỒ THỊ VẬN TỐC-THỜI GIAN

1. Tính gia tốc từ đồ thị vận tốc-thời gian

Hình 1.4 là đồ thị vận tốc-thời gian biểu diễn sự thay đổi vận tốc của một chuyển động. Chúng ta có thể tìm gia tốc của chuyển động này bằng cách sử dụng tam giác với cạnh Δv biểu thị độ thay đổi vận tốc, cạnh Δt biểu thị thời gian.

Trong 5 giây đầu tiên, gia tốc có giá trị không đổi:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{20 \text{ m/s} - 0 \text{ m/s}}{5 \text{ s}} = 4 \text{ m/s}^2$$



Hình 1.4. Đồ thị vận tốc-thời gian của chuyển động thẳng biến đổi đều

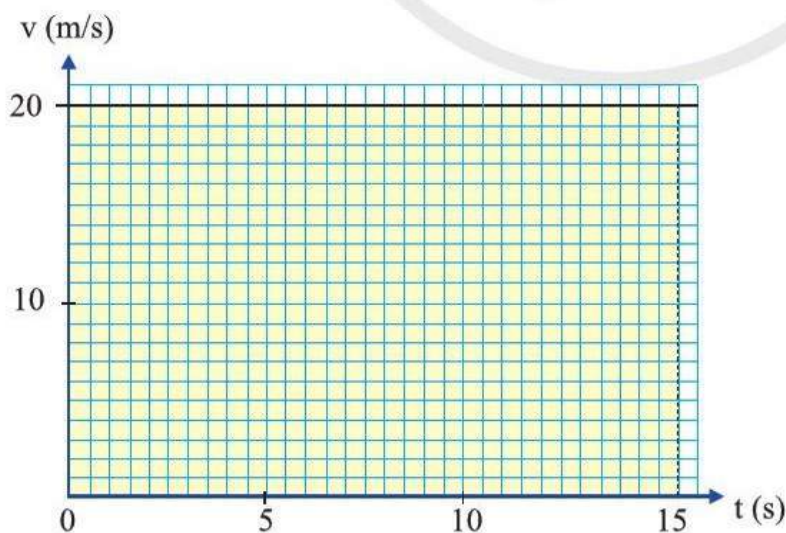
2. Tính độ dịch chuyển từ đồ thị vận tốc-thời gian

Chúng ta cũng có thể tìm độ dịch chuyển của một vật chuyển động thẳng từ đồ thị vận tốc-thời gian của nó. Giá trị của độ dịch chuyển được cho bởi diện tích dưới đồ thị (là phần diện tích giới hạn bởi đồ thị vận tốc-thời gian, trục hoành và hai đường thẳng đứng đứng ứng với thời điểm đầu và thời điểm cuối của chuyển động):

Độ lớn độ dịch chuyển = diện tích dưới đồ thị vận tốc-thời gian

Các ví dụ sau đây sẽ làm sáng tỏ điều này.

Chuyển động thẳng với vận tốc không đổi



Hình 1.5. Đồ thị vận tốc-thời gian của chuyển động thẳng với vận tốc không đổi



Bảng 1.2 liệt kê một số giá trị vận tốc của người đi xe máy trong quá trình thử tốc độ dọc theo một con đường thẳng.

Bảng 1.2

Vận tốc (m/s)	0	15	30	30	20	10	0
Thời gian (s)	0	5	10	15	20	25	30

- Vẽ đồ thị vận tốc-thời gian cho chuyển động này.
- Từ những số đo trong bảng, hãy suy ra gia tốc của người đi xe máy trong 10 s đầu tiên.
- Kiểm tra kết quả tính được của bạn bằng cách tìm độ dốc của đồ thị trong 10 s đầu tiên.
- Xác định gia tốc của người đi xe máy trong thời gian 15 s cuối cùng.
- Sử dụng đồ thị để tìm tổng quãng đường đã đi trong quá trình thử tốc độ.

Trong trường hợp đơn giản này, độ dịch chuyển bằng tích của vận tốc và thời gian có giá trị bằng diện tích của hình chữ nhật được tô màu (hình 1.5).

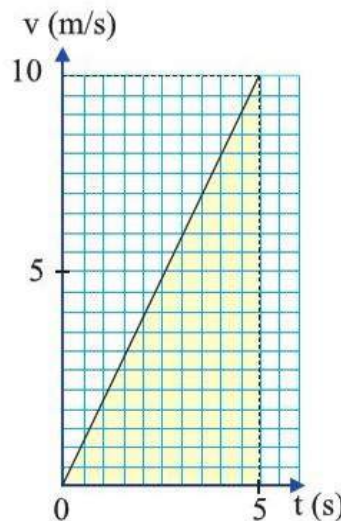
$$\text{độ dịch chuyển} = 20 \text{ m/s} \times 15 \text{ s} = 300 \text{ m}$$

Chuyển động thẳng với vận tốc biến đổi đều

Trong trường hợp này, ta cũng có thể tính được độ dịch chuyển bằng diện tích dưới đồ thị vận tốc-thời gian (diện tích tam giác được tô màu hình 1.6).

Độ dịch chuyển là diện tích của tam giác được tô màu:

$$d = \frac{1}{2} \times 10 \text{ m/s} \times 5 \text{ s} = 25 \text{ m}$$

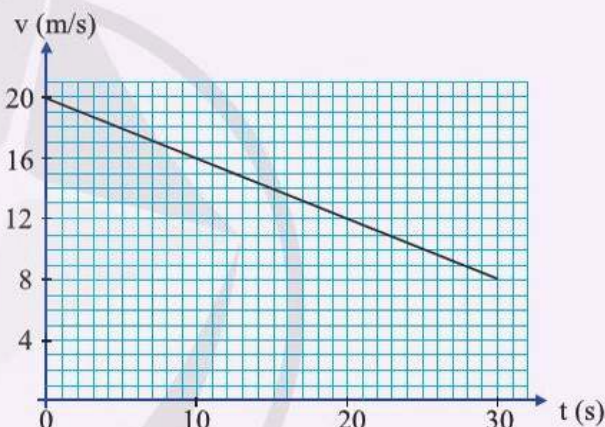


Hình 1.6. Đồ thị vận tốc-thời gian của chuyển động thẳng với vận tốc thay đổi



Đồ thị vận tốc-thời gian (hình 1.7) biểu diễn chuyển động thẳng của ô tô trong khoảng thời gian 30 s.

- Mô tả chuyển động của ô tô.
- Từ đồ thị, xác định vận tốc ban đầu và vận tốc cuối cùng của ô tô trong thời gian 30 s.
- Xác định gia tốc a của ô tô.
- Bằng cách tính diện tích dưới đồ thị, hãy xác định độ dịch chuyển của ô tô.
- Tính độ dịch chuyển của ô tô bằng công thức $d = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$. So sánh với kết quả ở phần d.



Hình 1.7. Đồ thị vận tốc-thời gian của ô tô chuyển động thẳng



- Gia tốc là đại lượng vectơ, được xác định bằng độ thay đổi vận tốc trong một đơn vị thời gian.

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

- Đơn vị đo gia tốc là m/s^2 .
- Có thể tính độ dịch chuyển trong chuyển động thẳng bằng diện tích dưới đường biểu diễn vận tốc-thời gian.

2

CHUYỂN ĐỘNG BIẾN ĐỔI

Học xong bài học này, bạn có thể:

- Rút ra được các công thức của chuyển động thẳng biến đổi đều.
- Vận dụng được các công thức của chuyển động thẳng biến đổi đều.
- Thảo luận để thiết kế phương án hoặc lựa chọn phương án và thực hiện phương án, đo được gia tốc rơi tự do bằng dụng cụ thực hành.
- Mô tả và giải thích được chuyển động khi vật có vận tốc không đổi theo một phương và có gia tốc không đổi theo phương vuông góc với phương này.
- Thực hiện được dự án hay đề tài nghiên cứu tìm điều kiện ném vật trong không khí ở độ cao nào đó để đạt độ cao hoặc tầm xa lớn nhất.



Để điều tra các vụ tai nạn giao thông đường bộ, có thể sử dụng nhiều phương pháp khác nhau, dựa trên cơ sở của nhiều ngành khoa học, đặc biệt là các cơ sở vật lý.

Người ta thử nghiệm trên bề mặt đường với các loại ô tô khác nhau để tìm gia tốc của ô tô trong **khoảng cách dừng lại** (khoảng cách từ lúc bánh xe không quay mà chỉ trượt trên mặt đường đến khi dừng lại). Dựa vào các vết trượt mà bánh xe để lại trên đường, dùng các công thức mô tả chuyển động, có thể suy ra được người lái xe có đi quá tốc độ cho phép khi gây ra tai nạn không.

Họ đã dựa vào những công thức nào để suy ra được điều này?



Hình 2.1. Thanh tra giao thông đo vết phanh xe trong kiểm tra tốc độ xe khi phanh

I. CÔNG THỨC CỦA CHUYỂN ĐỘNG THẲNG BIẾN ĐỔI ĐỀU

Chuyển động thẳng với gia tốc không đổi được gọi là chuyển động thẳng biến đổi đều. Từ các định nghĩa về vận tốc và gia tốc, chúng ta có thể tìm được các công thức của chuyển động thẳng biến đổi đều.

1. Công thức tính vận tốc

Đồ thị vận tốc-thời gian trong hình 2.2 biểu diễn chuyển động của một vật với vận tốc tăng dần đều từ v_0 đến v trong thời gian t .

Đồ thị hình 2.2 là một đường thẳng, do đó gia tốc của vật là không đổi. Độ dốc của đường thẳng có giá trị bằng gia tốc.

Tức là:

$$a = \frac{v - v_0}{t} \text{ hay } v = v_0 + at \quad (1)$$

2. Công thức tính độ dịch chuyển

Hình 2.3 biểu diễn đồ thị vận tốc-thời gian của một vật chuyển động với vận tốc tăng dần đều. Do đó, vận tốc trung bình của vật bằng một nửa tổng vận tốc ban đầu và vận tốc cuối cùng của nó:

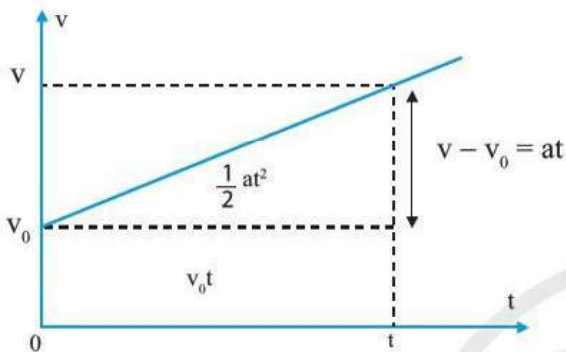
$$\text{vận tốc trung bình} = \frac{v_0 + v}{2}$$

Độ dịch chuyển của vật bằng giá trị của diện tích vùng được tô màu trong hình 2.3. Đây là một hình chữ nhật, chúng ta có:

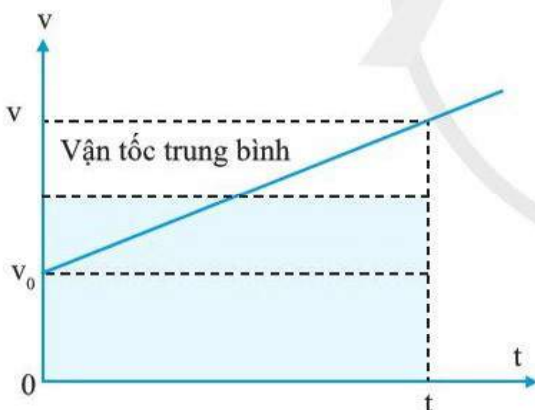
$$\text{Độ dịch chuyển} = \text{vận tốc trung bình} \times \text{thời gian}$$

Từ đây ta có công thức tính độ dịch chuyển:

$$d = \frac{v_0 + v}{2} \times t \quad (2)$$



Hình 2.2. Tính vận tốc của chuyển động thẳng biến đổi đều



Hình 2.3. Tính độ dịch chuyển của chuyển động thẳng biến đổi đều



Một chiếc ô tô có gia tốc trong khoảng cách dừng lại là $-7,0 \text{ m/s}^2$. Ước tính khoảng cách dừng lại nếu lúc bắt đầu trượt ô tô này đang chạy ở tốc độ 108 km/h .

3. Công thức tính quãng đường

Trong chuyển động thẳng theo một chiều xác định, độ dịch chuyển chính là quãng đường.

Thay v từ công thức (1) vào công thức (2), ta được

$$s = \frac{v_0 + v_0 + at}{2} \times t \quad \text{suy ra} \quad s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2 \quad (3)$$

4. Công thức liên hệ giữa quãng đường, vận tốc và gia tốc

Từ công thức (1) và (2) ta có

$$s = \frac{v_0 + v}{2} \times \frac{v - v_0}{a} \quad \text{hay} \quad s = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$$

$$\text{Từ đây ta có} \quad v^2 - v_0^2 = 2as \quad (4)$$

5. Ví dụ áp dụng các công thức chuyển động

Cần lưu ý rằng các công thức này chỉ có thể sử dụng được cho chuyển động theo đường thẳng, với gia tốc không đổi.

Một số ví dụ sau đây sẽ giúp bạn vận dụng được các công thức chuyển động đã rút ra ở trên.

Ví dụ 1

Một tên lửa được phóng từ trạng thái đứng yên với gia tốc 20 m/s^2 . Tính vận tốc của nó sau 50 s.

Áp dụng công thức $v = v_0 + at$

Thay giá trị $v = 0 \text{ m/s} + 20 \text{ m/s}^2 \times 50 \text{ s} = 1\,000 \text{ m/s}$

Vậy sau khi phóng 50 s, tên lửa sẽ bay với vận tốc $1\,000 \text{ m/s} = 3\,600 \text{ km/h}$.

Ví dụ 2

Một đoàn tàu đang chạy với vận tốc 20 m/s thì tăng tốc với gia tốc $0,5 \text{ m/s}^2$ trong 30 s. Tính quãng đường tàu đi được trong thời gian này.

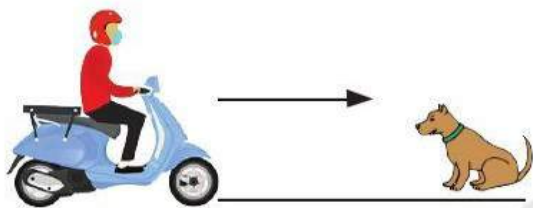
Áp dụng công thức $s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$

Thay giá trị $s = 20 \text{ m/s} \times 30 \text{ s} + \frac{1}{2} \times 0,5 \text{ m/s}^2 \times (30 \text{ s})^2 = 825 \text{ m}$

Vậy đoàn tàu đi được quãng đường 825 m trong khoảng thời gian tăng tốc.



Tại hiện trường vụ tai nạn trên một con đường, cảnh sát phát hiện vết trượt kéo dài 50 m. Thử nghiệm trên mặt đường này cho thấy loại ô tô đó có gia tốc trong khoảng cách dừng lại là $-6,5 \text{ m/s}^2$. Biết tốc độ cho phép loại ô tô này chạy trên đường đó là 90 km/h. Ô tô này có chạy quá tốc độ cho phép không?



Hình 2.4

Ví dụ 3

Người đi xe máy trong hình 2.4 đang chuyển động với vận tốc 10 m/s. Để không va vào con chó, người ấy phanh xe. Biết độ dài vết phanh xe là 5 m. Tính giá trị của gia tốc.

Áp dụng công thức $v^2 = v_0^2 + 2as$

$$a = \frac{v^2 - v_0^2}{2s}$$

Thay giá trị

$$a = \frac{(0 \text{ m/s})^2 - (10 \text{ m/s})^2}{2 \times (5 \text{ m})}$$

Tính được

$$a = \frac{-100 (\text{m/s})^2}{10 \text{ m}} = -10 \text{ m/s}^2.$$

Vậy người đi xe máy sẽ phải phanh gấp để đạt được gia tốc có độ lớn 10 m/s^2 . Dấu trừ cho thấy gia tốc có giá trị âm, tốc độ của xe giảm.

II. ĐO GIA TỐC RƠI TỰ DO

1. Gia tốc rơi tự do

Nếu ta thả rơi một quả bóng hoặc hòn đá, nó sẽ rơi xuống đất.

Làm thí nghiệm với một ống thủy tinh, bên trong có một đồng xu và một mảnh giấy nhỏ. Hút hết không khí trong ống rồi lộn ngược ống lên, đồng xu và mảnh giấy rơi chạm đáy cùng lúc (hình 2.5). Trong trường hợp này, đồng xu và mảnh giấy rơi chỉ do tác dụng của trọng lực.

Sự rơi của các vật khi chỉ chịu tác dụng của trọng lực được gọi là sự **rơi tự do**.

Hình 2.6 là một bức ảnh hoạt nghiệm chụp một quả bóng đang rơi. Hình ảnh này thể hiện vị trí quả bóng ở những khoảng thời gian bằng nhau. Ta có thể thấy rằng vận tốc của quả bóng đang tăng khi nó rơi vì khoảng cách giữa các vị trí của quả bóng tăng dần. Quả bóng không rơi đều mà đang tăng tốc. Khi quả bóng rơi, lực



Hình 2.5. Thí nghiệm vật rơi trong ống được hút khí

cản của không khí lên nó có thể coi là nhỏ không đáng kể so với trọng lực tác dụng lên nó. Ta có thể coi là quả bóng rơi tự do.

Nhiều thí nghiệm do các nhà khoa học tiến hành đã cho thấy gia tốc của một vật rơi trên bề mặt Trái Đất có giá trị tùy thuộc vào vị trí mà vật rơi. Giá trị thường lấy là $9,81 \text{ m/s}^2$. Gia tốc này được gọi là gia tốc rơi tự do, kí hiệu g ; nó có chiều hướng thẳng đứng xuống dưới.

Bạn có biết

Gia tốc g ở ngang mặt biển tại một số vị trí khác nhau được ghi ở bảng 2.1.

Bảng 2.1

Địa điểm	$g \text{ (m/s}^2\text{)}$
Cực Trái Đất	9,8324
Hà Nội	9,7872
TP Hồ Chí Minh	9,7867



Hình 2.6. Ảnh hoạt nghiệm một quả bóng đang rơi

2. Đo gia tốc rơi tự do

Tùy theo dụng cụ ở phòng thực hành, có thể đo gia tốc rơi tự do theo một số phương án khác nhau. Sau đây là một phương án.



Dụng cụ

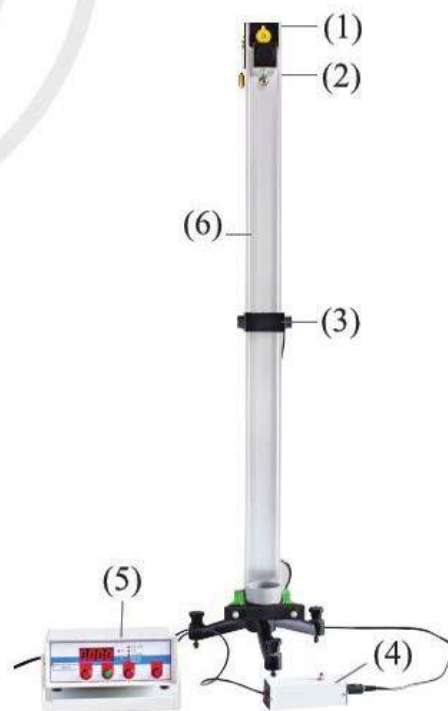
Bộ dụng cụ đo gia tốc rơi tự do gồm:

- | | |
|--------------------------|-------------------------|
| (1) Nam châm điện | (2) Viên bi thép |
| (3) Cổng quang điện | (4) Công tắc điều khiển |
| (5) Đồng hồ đo thời gian | (6) Giá |

Tiến hành

Bước 1: Lắp các dụng cụ thành bộ như hình 2.7.

- Đặt bi thép dính vào phía dưới nam châm
- Nhấn công tắc cho bi thép rơi
- Đọc số chỉ thời gian rơi trên đồng hồ
- Lặp lại thao tác với các khoảng cách từ vị trí vật bắt đầu rơi đến cổng quang điện khác nhau



Hình 2.7. Bộ dụng cụ thí nghiệm đo gia tốc rơi tự do



Đề xuất phương án và đo gia tốc rơi tự do với bộ dụng cụ: Giá, bi thép, nam châm điện, 2 cổng quang điện, công tắc điều khiển, đồng hồ đo thời gian hiện số.

Đánh giá sơ bộ nguyên nhân ảnh hưởng đến kết quả trong thí nghiệm.

Bước 2: Hãy so sánh kết quả tính bằng số liệu đo được trong thí nghiệm mà bạn đã tiến hành với kết quả tính bằng số liệu ở bảng 2.2.

Bảng 2.2. Khoảng cách và thời gian rơi của vật

Lần đo s (m)	Thời gian rơi (s)		
	1	2	3
0,400	0,285	0,286	0,284
0,600	?	?	?
0,800	?	?	?

Bước 3: Tính gia tốc trung bình của vật rơi tự do và sai số cực đại trung bình của phép đo.

Áp dụng phương trình

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

cho một vật có vận tốc ban đầu bằng không, rơi tự do với gia tốc g , ta được biểu thức gia tốc

$$g = \frac{2s}{t^2}$$

Trong đó, t là trung bình cộng của ba thời gian rơi cho mỗi khoảng cách s .

Viết kết quả: $g = \bar{g} \pm \Delta g$

III. CHUYỂN ĐỘNG CỦA VẬT BỊ NÉM

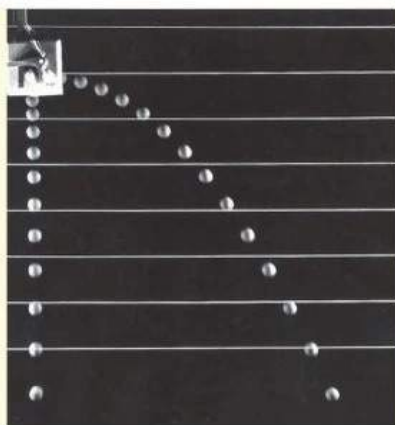
Trong thực tiễn có những vật chuyển động với vận tốc không đổi theo một phương và có gia tốc không đổi theo phương vuông góc với phương này. Ví dụ, một viên đạn được bắn theo phương ngang với vận tốc ban đầu nào đó.

Sau đây ta sẽ xét chuyển động của một vật có vận tốc ban đầu theo phương ngang hoặc xiên góc với phương ngang.

1. Vận tốc ban đầu theo phương ngang

Mô tả chuyển động

Bức ảnh trên hình 2.8 chụp quá trình chuyển động của hai quả bóng nhỏ giống nhau. Thiết bị trên hình 2.8 đảm bảo



Hình 2.8. Hai quả bóng rơi chạm đất đồng thời

để hai quả bóng, từ trạng thái đứng yên, được thả cho cùng chuyển động. Quả bóng thứ nhất được thả rơi theo phương thẳng đứng, đồng thời quả bóng thứ hai được đẩy sang bên theo phương ngang.

Kết quả trên hình cho thấy, cả hai quả bóng chạm đất đồng thời. Điều này chứng tỏ rằng, vận tốc theo phương ngang của quả bóng thứ hai không ảnh hưởng đến chuyển động thẳng đứng của nó. Thời gian rơi chạm đất cũng bằng thời gian chuyển động theo phương ngang.

Giải thích chuyển động

Như đã nói ở trên, cả hai quả bóng cùng có gia tốc thẳng đứng bằng nhau với giá trị là g .

Nhớ lại rằng, lực tác dụng vào một vật có thể làm thay đổi cả tốc độ và hướng chuyển động của vật, tức là làm thay đổi vận tốc của vật. Nếu bỏ qua lực cản của không khí thì theo phương ngang không có lực nào tác dụng lên các quả bóng. Vì thế, vận tốc theo phương này sẽ giữ nguyên giá trị ban đầu của nó.

Nói cách khác quả bóng thứ hai trong thí nghiệm nói trên sẽ rơi xuống với gia tốc g , đồng thời nó chuyển động sang bên phải với vận tốc không đổi.

Nhiều kết quả nghiên cứu đã chỉ ra rằng, với một vật được bắn theo phương ngang với vận tốc ban đầu xác định, thì chuyển động của vật theo phương ngang và theo phương thẳng đứng độc lập với nhau.

Ví dụ minh họa

Giả sử quả bóng thứ hai trong ảnh chụp ở hình 2.8 được đẩy với vận tốc ban đầu theo phương nằm ngang là 10 m/s , ở độ cao là 4 m .

Sau bao lâu quả bóng rơi chạm mặt đất?

Quả bóng này có vận tốc ban đầu bằng không theo phương thẳng đứng và đi quãng đường 4 m với gia tốc $9,81 \text{ m/s}^2$ hướng thẳng đứng xuống dưới.



Quãng đường rơi theo phương thẳng đứng và chuyển động theo phương nằm ngang của quả bóng thứ hai trên hình 2.8 được ghi ở bảng 2.3.

Bảng 2.3

Khoảng cách theo phương thẳng đứng (m)	Khoảng cách theo phương ngang (m)
0	0
0,008	0,1
0,031	0,2
0,071	0,3
0,126	0,4
0,196	0,5
0,283	0,6
0,383	0,7

Sử dụng số liệu ở bảng 2.3 vẽ đồ thị với trục thẳng đứng là khoảng cách theo phương thẳng đứng, trục nằm ngang là khoảng cách theo phương nằm ngang. Chọn chiều dương hướng thẳng đứng xuống dưới và từ trái sang phải.

- Hình dạng đồ thị này giống hình dạng đồ thị nào đã học?
- Mô tả chuyển động của quả bóng này.

Áp dụng công thức

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 = \frac{1}{2} a t^2$$

Thay giá trị, ta có: $4 \text{ m} = \frac{1}{2} \times (9,81 \text{ m/s}^2) \times t^2$

Rút ra $t = 0,9 \text{ s}$.

Quả bóng đi được khoảng cách bao xa theo phương nằm ngang?

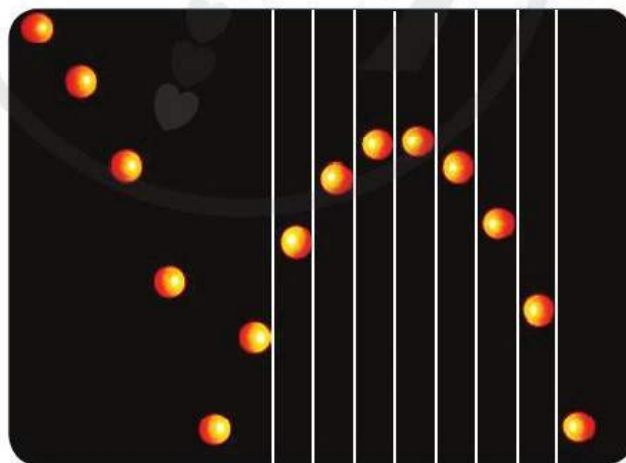
Quả bóng đồng thời rơi và chuyển động theo phương ngang. Thời gian mà nó chuyển động theo phương ngang cũng chính là thời gian nó rơi được quãng đường 4 m. Vậy khoảng cách theo phương nằm ngang là: $10 \text{ m/s} \times 0,9 \text{ s} = 9 \text{ m}$.

Sau khi được đẩy, quả bóng rơi được 4 m, đồng thời chuyển động đều sang bên phải 9 m.

2. Vận tốc ban đầu tạo góc xác định với phương ngang

Mô tả chuyển động

Hình 2.9 cho thấy hình ảnh của một quả bóng đã được ném xuống sàn và nảy lên xiên góc với phương ngang. Theo phương thẳng đứng, hình ảnh của quả bóng ngày càng gần nhau, sau đó ngày càng xa nhau. Điều này chứng tỏ khi đi lên, nó giảm tốc; khi rơi xuống nó tăng tốc. Đồng thời với quá trình đi lên và rơi xuống, quả bóng chuyển động đều sang phải.



Hình 2.9. Hình ảnh quả bóng nảy lên sau khi chạm sàn

Giải thích chuyển động

Sau khi nảy lên, nếu bỏ qua lực cản của không khí, quả bóng chịu tác dụng của lực hấp dẫn, tức là trọng lực tác dụng lên nó hướng thẳng đứng xuống dưới. Vì vậy, quả bóng đi lên chậm dần, đi xuống nhanh dần. Chuyển động ngang của quả bóng không bị ảnh hưởng bởi trọng lực.

Trong điều kiện không có lực cản của không khí, quả bóng có vận tốc không đổi theo phương ngang nên nó chuyển động đều sang phải.

Cũng như khi được ném theo phương ngang, ta có thể coi chuyển động thẳng đứng và chuyển động ngang của quả bóng độc lập với nhau.

Nghiên cứu về chuyển động của các vật như một viên đạn được bắn từ gần mặt đất, theo một góc xác định có nhiều ứng dụng trong khoa học kỹ thuật và đời sống.

Các kết quả nghiên cứu đã chứng tỏ rằng, khoảng cách theo phương ngang mà viên đạn di chuyển, tức là tầm xa của nó, phụ thuộc vào tốc độ ban đầu và góc bắn, tốc độ ban đầu càng lớn thì tầm xa càng lớn. Có thể tìm hiểu tầm xa liên hệ với góc của vận tốc ban đầu hợp với phương ngang qua dự án học tập sau đây.

Dự án học tập: Điều kiện ném vật trong không khí để đạt độ cao hoặc tầm xa lớn nhất

1. Lập kế hoạch dự án

Thảo luận câu hỏi định hướng:

Ném vật theo phương thẳng đứng thì độ cao của vật lớn nhất. Nếu ném vật theo phương ngang thì tầm xa của vật lớn nhất không?

Giả thuyết của bạn về điều kiện ném vật để đạt tầm xa (hoặc độ cao) lớn nhất là gì?

Sản phẩm dự án: Bài trình bày trên lớp về kết quả kiểm tra giả thuyết.

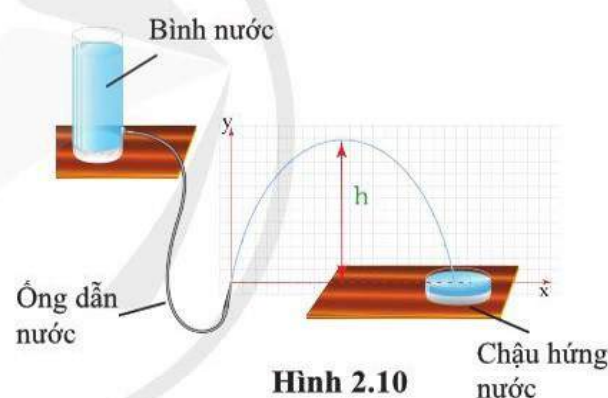
Lập kế hoạch:

- Xác định nhiệm vụ cần thực hiện
- Phân chia nhiệm vụ cho các thành viên
- Thời hạn và dụng cụ (có thể tham khảo dụng cụ trên hình 2.10)

Sản phẩm

2. Thực hiện, báo cáo và thảo luận

- Làm thí nghiệm kiểm tra giả thuyết đã đặt ra
- Thảo luận kết quả thí nghiệm
- Báo cáo kết quả



- Công thức tính vận tốc
- Công thức tính độ dịch chuyển

$$v = v_0 + at$$

$$d = \frac{v_0 + v}{2} \times t$$

- Công thức tính quãng đường

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

- Công thức độc lập với thời gian

$$v^2 - v_0^2 = 2as$$

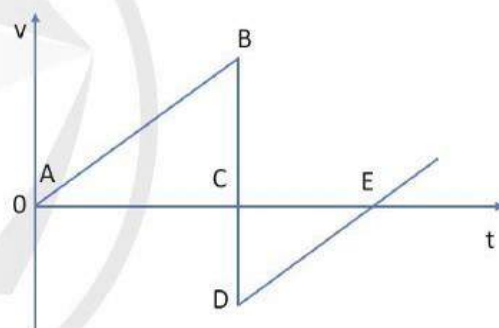
- Khi bỏ qua sức cản, vật rơi trong không khí được coi là rơi tự do với gia tốc rơi tự do hướng thẳng đứng xuống dưới.

- Độ cao và tầm xa của vật bị ném phụ thuộc vào góc giữa vận tốc ban đầu và phương nằm ngang.

BÀI TẬP CHỦ ĐỀ 2

1. Trước khi vào đường cao tốc, người ta làm một đoạn đường nhập làn để ô tô có thể tăng tốc. Giả sử rằng một ô tô bắt đầu vào một đoạn đường nhập làn với tốc độ 36 km/h, tăng tốc với gia tốc $4,0 \text{ m/s}^2$, đạt tốc độ 72 km/h khi hết đường nhập làn để bắt đầu vào đường cao tốc. Tính độ dài tối thiểu của đường nhập làn.
2. Hai xe ô tô A và B chuyển động thẳng cùng chiều. Xe A đang đi với tốc độ không đổi 72 km/h thì vượt xe B tại thời điểm $t = 0$. Để đuổi kịp xe A, xe B đang đi với tốc độ 45 km/h ngay lập tức tăng tốc đều trong 10 s để đạt tốc độ không đổi 90 km/h. Tính:
 - a) Quãng đường xe A đi được trong 10 s đầu tiên, kể từ lúc $t = 0$.
 - b) Gia tốc và quãng đường đi được của xe B trong 10 s đầu tiên.
 - c) Thời gian cần thiết để xe B đuổi kịp xe A.
 - d) Quãng đường mỗi ô tô đi được, kể từ lúc $t = 0$ đến khi hai xe gặp nhau.

3. Hình 1 biểu diễn đồ thị vận tốc-thời gian của một quả bóng thả rơi chạm đất rồi nảy lên theo phương thẳng đứng. Quả bóng được thả tại A và chạm đất tại B. Quả bóng rời khỏi mặt đất tại D và đạt độ cao cực đại tại E. Có thể bỏ qua tác dụng của lực cản không khí.



Hình 1

- a) Tại sao độ dốc của đoạn thẳng AB lại giống độ dốc của đoạn thẳng DE?
 - b) Diện tích tam giác ABC biểu thị đại lượng nào?
 - c) Tại sao diện tích tam giác ABC lớn hơn diện tích tam giác CDE?
4. Một quả bóng được thả rơi từ độ cao 1,20 m. Sau khi chạm đất, quả bóng bật lên ở độ cao 0,80 m. Thời gian tiếp xúc giữa bóng và mặt đất là 0,16 s. Lấy $g = 9,81 \text{ m/s}^2$. Bỏ qua sức cản của không khí. Tìm:
 - a) Tốc độ của quả bóng ngay trước khi chạm đất.
 - b) Tốc độ của quả bóng ngay khi bắt đầu bật lên.
 - c) Độ lớn và phương gia tốc của quả bóng khi nó tiếp xúc với mặt đất.

CHỦ ĐỀ 3 LỰC VÀ CHUYỂN ĐỘNG

1

LỰC VÀ GIA TỐC

Học xong bài học này, bạn có thể:

- Thực hiện thí nghiệm, hoặc sử dụng số liệu cho trước để rút ra được $a \sim F$, $a \sim \frac{1}{m}$, từ đó rút ra được biểu thức $a = \frac{F}{m}$ hoặc $F = ma$.
- Vận dụng được mối liên hệ đơn vị dẫn xuất với 7 đơn vị cơ bản của hệ SI.



Hình 1.1. Ô tô tăng tốc

Hình 1.1 là một chiếc siêu xe. Nhà sản xuất công bố nó có thể tăng tốc từ 0 km/h đến 100 km/h trong khoảng thời gian dưới 2 giây, tăng tốc từ 0 km/h đến 300 km/h trong khoảng thời gian dưới 12 giây. Tốc độ tối đa khoảng 350 km/h. Một trong những thông số mà các nhà sản xuất ô tô thường cạnh tranh là giảm thời gian tăng tốc. Mối liên hệ giữa lực và gia tốc là cơ sở để các nhà sản xuất cải tiến ô tô nhằm giảm thời gian tăng tốc.

Vậy làm thế nào để rút ngắn thời gian tăng tốc của ô tô?

I. LIÊN HỆ GIỮA GIA TỐC VỚI LỰC VÀ KHỐI LƯỢNG

Ở THCS, bạn đã biết lực có thể làm thay đổi độ nhanh chậm hoặc hướng của chuyển động. Ta nói rằng lực có thể gây ra gia tốc cho vật. Để khảo sát mối liên hệ giữa lực và gia tốc, có thể sử dụng bộ thí nghiệm như hình 1.2 với xe kỹ thuật số được gắn cảm biến đo lực và đo gia tốc.



Hình 1.2. Thí nghiệm khảo sát liên hệ giữa lực và gia tốc

Sử dụng xe có khối lượng không đổi, thay đổi giá trị F của lực tác dụng lên xe và xác định giá trị a của gia tốc xe. Kết quả thí nghiệm thu được ở bảng 1.1 với xe có khối lượng 0,334 kg.

Bảng 1.1. Khảo sát gia tốc theo lực tác dụng

F (N)	0,071	0,089	0,108	0,127	0,144
a (m/s ²)	0,206	0,263	0,315	0,369	0,423

Từ số liệu của bảng 1.1, hãy chỉ ra mối liên hệ giữa gia tốc của xe với lực tác dụng lên nó.

Kết quả thí nghiệm cho thấy với một xe có khối lượng không đổi thì độ lớn của gia tốc tỉ lệ thuận với độ lớn của lực hay $a \sim F$.

Trên thực tế, vật nào có khối lượng lớn hơn thì khó tăng tốc hơn và cũng mất nhiều thời gian hơn để dừng lại.

Để khảo sát sự phụ thuộc của gia tốc vào khối lượng, ta cần thực hiện thí nghiệm như thế nào?



Hình 1.3. Đẩy xe chứa đầy hàng khó hơn đẩy xe trống

Thực hiện thí nghiệm tương tự cho các xe có khối lượng m khác nhau, tổng hợp các kết quả đo giá trị a của gia tốc khi cảm biến lực cho giá trị như nhau, người ta thu được kết quả như bảng 1.2.

Bảng 1.2. Khảo sát gia tốc theo khối lượng khi lực tác dụng là 0,071N

m (kg)	0,225	0,280	0,334
a (m/s ²)	0,306	0,248	0,206

Như vậy, với lực tác dụng không đổi, xe khối lượng lớn hơn sẽ có gia tốc nhỏ hơn. Nói cách khác, vật có khối lượng càng lớn thì càng khó thay đổi vận tốc, tức là

$$a \sim \frac{1}{m}$$

$$a = \frac{F}{m} \quad (1)$$

Từ đây, ta có:

Độ lớn gia tốc của một vật có khối lượng xác định tỉ lệ thuận với độ lớn của lực gây ra gia tốc cho vật.

Một lực có độ lớn xác định gây ra cho các vật có khối lượng khác nhau các gia tốc có độ lớn tỉ lệ nghịch với khối lượng của mỗi vật.

Ví dụ: Một ô tô khối lượng $9,0 \cdot 10^2$ kg đang đi với vận tốc 20 m/s thì người lái xe nhìn thấy đèn giao thông chuyển màu đỏ ở phía trước. Để xe giảm tốc độ và dừng lại sau 10 s thì lực hãm khi phanh ô tô phải là bao nhiêu?

Giá trị a của gia tốc mà ô tô cần có để giảm tốc và dừng lại sau 10 s là: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0 - 20}{10 - 0} = -2,0 \text{ m/s}^2$

Giá trị lực hãm khi phanh là:

$$F = ma = (9,0 \cdot 10^2) \cdot (-2,0) = -1,8 \cdot 10^3 \text{ N}$$

Như vậy, độ lớn lực hãm khi phanh là $1,8 \cdot 10^3$ N để xe giảm tốc và dừng lại sau 10 s từ vận tốc 20 m/s. Dấu “-” thể hiện lực ngược chiều chuyển động, gây ra gia tốc ngược hướng vận tốc.

II. ĐƠN VỊ CƠ BẢN VÀ ĐƠN VỊ DẪN XUẤT

Với biểu thức $F = ma$, ta có cách để “đo” lực tác dụng lên vật qua khối lượng và gia tốc của vật. Đơn vị đo lực, vì thế, được xác định thông qua đơn vị đo khối lượng và đơn vị đo gia tốc.

Bạn có biết

Người lái xe tải biết rằng xe chở đầy hàng tăng tốc chậm hơn khi không chở hàng. Điều này là do khối lượng của xe chở đầy hàng lớn hơn so với khi không chở. Tương tự, việc dừng xe tải chở nặng khi nó đang di chuyển sẽ khó hơn nên cần đạp phanh xe sớm để có thể dừng lại đúng vị trí.

Tìm hiểu thêm

Ngoài lực của động cơ, thời gian tăng tốc của ô tô phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác như điều kiện mặt đường thử nghiệm, khối lượng xe, điều kiện thời tiết, lốp xe, độ cao so với mực nước biển, ... Mẫu xe điện có thời gian tăng tốc nhanh nhất được thử nghiệm đã tăng tốc từ 0 km/h đến 97,0 km/h trong 1,98 giây. Hãy tính gia tốc của xe và lực để tạo ra gia tốc đó. Coi xe chuyển động biến đổi đều và khối lượng của mẫu xe này là 2,00 tấn.

Hãy tìm hiểu thêm về hai mẫu xe khác và tính các kết quả tương tự cho mỗi xe.

Bạn có biết

Hiện nay, việc một công ti kĩ thuật ở một nơi được yêu cầu sản xuất các chi tiết cho một chiếc máy tính được lắp ráp tại một nơi khác là việc bình thường và phải đảm bảo các tiêu chuẩn nghiêm ngặt. Kích thước của các chi tiết này phải được chế tạo với độ chính xác đến từng micrômét. Tất cả những người liên quan phải đảm bảo chi tiết đó được lắp vừa khít, và do đó sẽ phải sử dụng một hệ thống đơn vị quốc tế ở các quốc gia.



Thông số của một mẫu xe ô tô được cung cấp như bảng dưới đây.

Chiều dài cơ sở (mm)	2 933
Khối lượng (tấn)	2,140
Tải trọng (tấn)	0,710
Công suất cực đại (hp)	228
Dung tích bình nhiên liệu (lít)	85
Lazang hợp kim nhôm (inch)	19
Tốc độ tối ưu (km/h)	80

a) Hãy đổi các thông số về độ dài, khối lượng, tốc độ ở bảng trên sang giá trị theo đơn vị đo trong hệ SI.

b) Tính lực tác dụng để mẫu xe trên chở đủ tải trọng và tăng tốc từ trạng thái nghỉ đến tốc độ tối ưu trong 2 giây.

Trong vật lí nói riêng và trong khoa học kĩ thuật nói chung, mọi phép đo phải được thực hiện trên cùng một hệ đơn vị để đối chiếu các thí nghiệm khoa học khác nhau cũng như thuận lợi trong thương mại. Các phép đo trong khoa học kĩ thuật được sử dụng đơn vị trong hệ SI để đảm bảo một hệ thống chuẩn chung trên toàn thế giới. Vì vậy, các phòng thí nghiệm tiêu chuẩn được thành lập để đảm bảo rằng các dụng cụ đo chính xác. Khi trao đổi, so sánh các đơn vị khác ngoài hệ SI, như inch, hải lí hoặc giờ, đều được chuyển về theo đơn vị trong hệ SI.

Trong hệ SI có 7 đơn vị là đơn vị cơ bản như bảng 1.3:

Bảng 1.3. Các đại lượng và đơn vị cơ bản trong hệ SI

Đại lượng	Đơn vị
Chiều dài	mét (m)
Khối lượng	kilôgam (kg)
Thời gian	giây (s)
Cường độ dòng điện	ampe (A)
Nhiệt độ	kenvin (K)
Lượng chất	mol (mol)
Cường độ sáng	candela (cd)

Bạn có biết

Mỗi đơn vị trong hệ SI có thể có bội số hoặc ước số để thuận tiện khi biểu diễn với các giá trị quá lớn hoặc quá nhỏ. Ví dụ, khi đo đường kính của sợi dây mảnh thì ta dùng đơn vị milimét (mm), còn khi đo độ dài đường cao tốc thì ta dùng đơn vị kilômét (km).

Các bội số hay ước số này được thể hiện bằng tiền tố ghi trước đơn vị.

Bảng 1.4. Các tiền tố thường gặp

Bội số			Ước số		
Hệ số	Tiền tố	Kí hiệu	Hệ số	Tiền tố	Kí hiệu
10^3	kilô	k	10^{-2}	centi	c
10^6	mega	M	10^{-3}	mili	m
10^9	giga	G	10^{-6}	micrô	μ
10^{12}	tera	T	10^{-9}	nanô	n
10^{15}	peta	P	10^{-12}	picô	p

Các đơn vị khác đều có thể được biểu diễn qua các đơn vị cơ bản và được gọi là đơn vị dẫn xuất. Đơn vị dẫn xuất để đo một đại lượng được xác định bằng cách sử dụng định nghĩa hoặc biểu thức tính của đại lượng đó. Ví dụ, tốc độ trung bình được tính bằng tỉ số giữa quãng đường đi được và thời gian đi hết quãng đường đó nên đơn vị của nó trong hệ SI là m/s.

Khi thiết lập biểu thức liên hệ các đại lượng khác nhau thì ở mỗi vế của biểu thức phải có cùng tổ hợp đơn vị cơ bản, nếu không thì biểu thức đó không chính xác.

Ví dụ, biểu thức $v \cdot t = a$ với v , t , a lần lượt là kí hiệu tốc độ, thời gian, gia tốc. Khi đó, vế trái có đơn vị là mét (m) còn vế phải có đơn vị là m/s^2 nên đây là biểu thức sai.

III. ĐỊNH NGHĨA ĐƠN VỊ LỰC

Như trên đã đề cập, ta có thể sử dụng biểu thức $F = ma$ để định nghĩa đơn vị lực và chỉ ra phép đo lực qua việc đo khối lượng và gia tốc: *Một niutơn là độ lớn của một lực gây ra gia tốc 1 m/s^2 cho vật có khối lượng 1 kg .* Do đó, $1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot 1 \text{ m/s}^2 = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$

Lực và một số đại lượng vật lí khác có đơn vị dẫn xuất được biểu diễn qua các đơn vị cơ bản theo biểu thức khá phức tạp. Khi đó, để thuận tiện, người ta đặt kí hiệu riêng cho đơn vị dẫn xuất đó. Ví dụ: ta dùng đơn vị niutơn (N) thay cho $\text{kg} \cdot \text{m/s}^2$.



Hãy chỉ ra tổ hợp đơn vị cơ sở của đơn vị dẫn xuất niutơn.



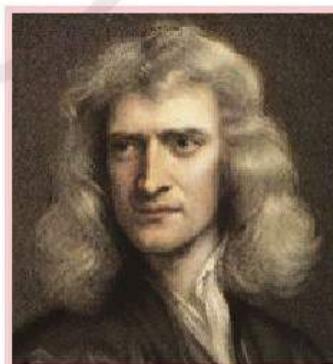
Chúng tỏ rằng các công thức ở chủ đề trước không vi phạm về đơn vị:

$$\text{a) } s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$\text{b) } s = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$$

Bạn có biết

Nhà bác học Newton (Niu-tơn) đóng một vai trò quan trọng trong việc phát triển ý tưởng khoa học về lực gắn với sự thay đổi chuyển động của vật. Dựa trên những kết quả trước đó của Galilei (Ga-li-lê), ông đã giải thích mối quan hệ giữa lực, khối lượng và gia tốc. Đơn vị lực trong hệ SI được đặt theo tên ông để ghi nhận đóng góp lớn lao của ông với các công trình nghiên cứu về chuyển động.



Isaac Newton (1642 – 1727)



- Với một vật có khối lượng không đổi, giá trị a của gia tốc tỉ lệ với giá trị F của lực tác dụng: $a = \frac{F}{m}$.
- Trong hệ SI có 7 đơn vị cơ bản.

Học xong bài học này, bạn có thể:

- Mô tả được bằng ví dụ thực tế về lực cân bằng, không cân bằng.
- Mô tả được bằng ví dụ thực tiễn và biểu diễn được bằng hình vẽ một số lực thường gặp như: Trọng lực, Lực ma sát, Lực cản khi một vật chuyển động trong nước (hoặc trong không khí), Lực nâng (đẩy lên trên) của nước, Lực căng dây.
- Nêu được trọng lực tác dụng lên một vật là lực hấp dẫn giữa Trái Đất và vật đó, độ lớn của trọng lực tác dụng lên vật được gọi là trọng lượng của vật; trọng tâm của vật là điểm đặt của trọng lực tác dụng vào vật.
- Tính được trọng lượng của vật bằng tích khối lượng của vật với gia tốc rơi tự do.
- Giải thích được lực nâng tác dụng lên một vật ở trong nước (hoặc trong không khí).
- Mô tả được một cách định tính chuyển động rơi trong trường trọng lực đều khi có sức cản của không khí.
- Thực hiện được dự án hay đề tài nghiên cứu ứng dụng sự tăng hay giảm sức cản không khí theo hình dạng của vật.



Ở phần trước, ta biết gia tốc mà vật có được là do có lực tác dụng lên vật. Khi biết vật đang chịu tác dụng bởi những lực nào, chúng ta có thể dự đoán vật sẽ chuyển động ra sao. Như vậy, điều quan trọng là xác định được các lực tác dụng lên một vật. Hãy lấy ví dụ về vật chịu tác dụng đồng thời của nhiều lực.



Quan sát hình 2.1 và cho biết người nào tác dụng lực đẩy, người nào tác dụng lực kéo lên cái tủ?

Hãy biểu diễn lực tác dụng của mỗi người lên tủ.

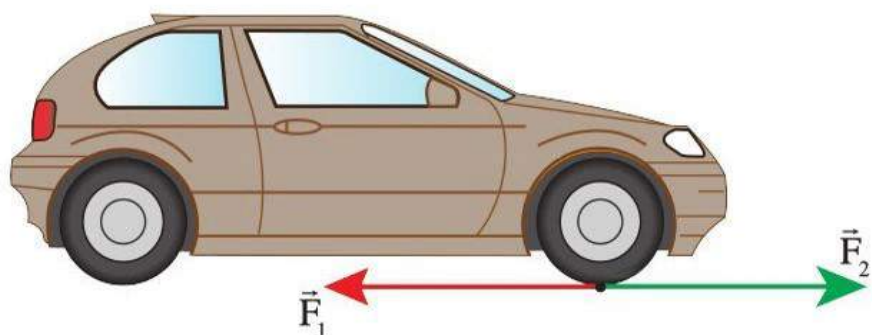
I. VẬT CHUYỂN ĐỘNG DƯỚI TÁC DỤNG CỦA CÁC LỰC CÂN BẰNG VÀ KHÔNG CÂN BẰNG

Ta có thể làm cho một vật thay đổi chuyển động bằng cách tác dụng lực lên nó (hình 2.1).



Hình 2.1. Hai người tác dụng lực để dịch chuyển cái tủ

Lực tác dụng lên vật gây ra biến dạng hoặc làm biến đổi chuyển động của vật đó. Có thể kể tới một số trường hợp thường gặp về lực tác dụng như: khi uốn dây thép, khi động cơ ô tô hoạt động hay khi hãm để ô tô dừng lại.



Hình 2.2. Động cơ của ô tô hoạt động khiến bánh xe tác dụng lực đẩy F_1 lên mặt đường. Mặt đường tác dụng lực F_2 lên bánh xe làm xe tiến về phía trước

Với một vật xác định, nếu lực phát động được duy trì không đổi thì vật có thể tăng tốc mãi được không?

Thực tế thì sau một khoảng thời gian kể từ khi khởi động, các phương tiện như ô tô, máy bay sẽ chuyển động với tốc độ không đổi. Đó là vì ngoài lực phát động còn có lực cản của môi trường tác dụng lên vật chuyển động. Vật vẫn tăng tốc chừng nào lực phát động còn lớn hơn lực cản. Khi lực cản cân bằng với lực phát động thì vật chuyển động thẳng đều. Tốc độ vật có được lúc này là tốc độ tối đa của vật khi chuyển động trong điều kiện đó. Có thể coi ô tô trong hình 2.3 chịu tác dụng của hai lực ngược chiều theo phương ngang là lực phát động và lực cản.

Khi độ lớn lực phát động lớn hơn độ lớn lực cản (hình 2.3a), ô tô tăng tốc. Tuy nhiên, càng đi nhanh, lực cản càng tăng. Khi lực cản cân bằng với lực phát động thì các lực tác dụng lên ô tô cân bằng (hình 2.3b). Khi giảm ga hoặc hãm phanh, độ lớn lực phát động nhỏ hơn độ lớn lực cản (hình 2.3c), ô tô giảm tốc.

Hai lực nằm dọc theo một đường thẳng, ngược chiều, tác dụng vào cùng một vật và có độ lớn bằng nhau là hai lực cân bằng.



Xác định hướng và độ lớn của hợp lực tác dụng lên ô tô trong các trường hợp dưới đây và trạng thái chuyển động của ô tô.



a)



b)



c)

Hình 2.3



Biểu diễn trọng lực tác dụng lên quả táo (G là trọng tâm).



Bạn có biết

Galileo Galilei (1564–1642) đã thả hai quả cầu cùng hình dạng, kích thước nhưng khối lượng khác nhau từ đỉnh tháp nghiêng Pisa ở Ý, và thấy rằng chúng đã rơi chạm đất đồng thời. Chuyện này cùng nhiều giai thoại về Galilei chưa được kiểm chứng nhưng chắc chắn những lí thuyết của ông về cơ học là một trong những cơ sở quan trọng để Newton hoàn thiện các định luật về chuyển động.

Tác dụng của hai lực cân bằng lên vật triệt tiêu nhau. Ta nói, lực tổng hợp của hai lực đó bằng không. Các trường hợp khác thì hai lực là không cân bằng, lực tổng hợp của hai lực là khác không và có hướng phụ thuộc vào hướng và độ lớn của hai lực thành phần. Khi chịu tác dụng của các lực không cân bằng, vật chuyển động có gia tốc dưới tác dụng của lực tổng hợp. Lực tổng hợp của các lực tác dụng lên vật được gọi là hợp lực.

II. MỘT SỐ LỰC THƯỜNG GẶP

1. Trọng lực

a) Trọng lực và trọng lượng

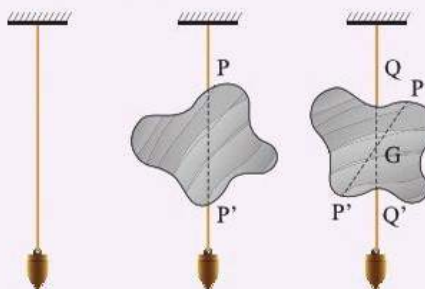
Quan sát trên thực tế, chúng ta thấy các vật đều rơi xuống Trái Đất. Newton được cho là khi thấy một quả táo rơi, đã nhận ra mối liên hệ giữa chuyển động của các vật trên Trái Đất với chuyển động của Mặt Trăng xung quanh Trái Đất và chuyển động của các hành tinh xung quanh Mặt Trời. Từ đó, ông đã phát triển lí thuyết về lực hấp dẫn và các định luật về chuyển động mang tên mình.

Trọng lực là lực hấp dẫn của Trái Đất tác dụng lên vật, đặt tại **trọng tâm** của vật và hướng thẳng đứng từ trên xuống.



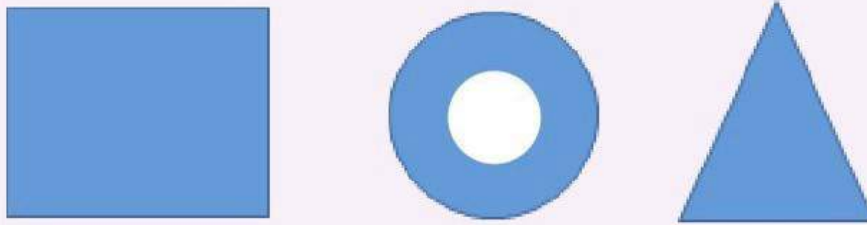
Để xác định trọng tâm của một vật phẳng, ta có thể thực hiện như sau (hình 2.4): Treo vật ở đầu một sợi dây mềm, mảnh nối với điểm P của vật. Đưa dây dọi tới sát dây treo vật, dùng dây dọi để làm chuẩn, đánh dấu đường thẳng đứng PP' kéo dài của dây treo trên vật.

Treo vật ở điểm Q và lặp lại quá trình như trên, đánh dấu được đường thẳng đứng QQ'. Giao điểm G của PP' và QQ' là trọng tâm của vật phẳng.



Hình 2.4. Xác định trọng tâm của vật phẳng

Hãy xác định trọng tâm của mỗi vật phẳng trong hình 2.5.



Hình 2.5. Một số vật phẳng

Ta lưu ý rằng vật rơi tự do chỉ chịu tác dụng của trọng lực. Mỗi vật ở gần bề mặt Trái Đất đều có gia tốc rơi tự do g . Vận dụng mối liên hệ giữa lực và gia tốc, chúng ta có thể tính được trọng lượng, là độ lớn của lực gây ra gia tốc rơi tự do của vật.

$$P = mg$$

b) Trọng lượng và khối lượng

Sử dụng lực kế để đo trọng lượng của các quả cân giống nhau với số lượng tăng dần (hình 2.6) thì thu được số liệu như bảng 2.1.

Bảng 2.1. Khối lượng và trọng lượng các quả cân

Số quả cân	Khối lượng (kg)	Trọng lượng (N)
1	0,05	0,49
2	0,10	0,98
3	0,15	1,47
4	0,20	1,96
5	0,25	2,45

Độ lớn gia tốc rơi tự do chính là tỉ số giữa trọng lượng và khối lượng của một vật. Khối lượng của vật càng lớn thì trọng lượng của vật càng lớn nên gia tốc rơi tự do là như nhau.

Khối lượng của một vật không thay đổi vì các nguyên tử, phân tử tạo nên vật đó không thay đổi khi vật di chuyển đến các vị trí khác nhau. Nhưng khi vật ở các vị trí khác nhau trên Trái Đất thì khoảng cách từ vật đến tâm Trái Đất thay đổi nên lực hấp dẫn của Trái Đất tác dụng lên vật thay đổi, do đó, trọng lượng của vật cũng thay đổi.

Bạn có biết

Trên Trái Đất, hòn đá mất khoảng 0,45 giây để rơi được 1 mét nhưng trên Mặt Trăng, nó rơi mất khoảng 1,1 giây, tức là lâu hơn hai lần.



Tính độ lớn trọng lực tác dụng lên bạn.



Hình 2.6. Đo trọng lượng của vật khi vật đứng yên



Từ bảng 2.1, xác định gia tốc rơi tự do ở vị trí thực hiện phép đo. Lấy kết quả đến 3 chữ số có nghĩa.



Xác định số chỉ của lực kế khi đo trọng lượng của các quả cân trong bảng 2.1 khi chúng được đưa lên bề mặt Mặt Trăng. Lấy gia tốc rơi tự do trên Mặt Trăng là $1,6 \text{ m/s}^2$.

Bạn có biết

Ma sát lăn xuất hiện khi một bánh xe, viên bi hoặc hình trụ lăn trên một bề mặt, như trong vòng bi hoặc con lăn. Nguyên nhân chính của ma sát lăn là do chuyển động của vật kèm với quá trình biến dạng. Ví dụ, khi một quả bóng lăn trên bề mặt phẳng thì vùng tiếp xúc của quả bóng sẽ bị ép hơi phẳng ra còn bề mặt thì bị ép hơi lõm vào. Biến dạng này của quả bóng và bề mặt gây ra lực cản chuyển động. Hệ số ma sát trượt lớn hơn hệ số ma sát lăn từ 100 đến 1000 lần tùy vật liệu. Điều này đã được ứng dụng cho sự chuyển đổi từ xe trượt sang bánh xe.

Phát minh ra bánh xe là một trong những phát minh vĩ đại nhất trong lịch sử nhân loại.

2. Lực ma sát

Lực ma sát là lực cản sự trượt hoặc lăn của vật này so với vật khác. Tùy vào đặc điểm chuyển động giữa các mặt tiếp xúc mà lực ma sát được chia thành lực ma sát trượt, lực ma sát lăn hay lực ma sát nghỉ. Nguyên nhân chính gây ra ma sát giữa các bề mặt là do lực hút, được gọi là lực bám dính, giữa các vùng tiếp xúc của các bề mặt. Ngoài ra, các bề mặt luôn có hình dạng gồ ghề ở cấp độ vi mô, bất kể bề mặt đó được nhìn thấy nhẵn thế nào bằng mắt thường, ma sát cũng phát sinh do tác động của các vùng gồ ghề trên bề mặt cứng hơn cắt qua bề mặt mềm hơn khi xảy ra sự trượt hoặc lăn.

Nếu một vật đang trượt trên bề mặt của một vật khác thì lực ma sát tác dụng ngược hướng với chuyển động trượt đó, đây là lực ma sát trượt. Nếu một vật đứng yên trên một bề mặt nhưng có xu hướng trượt theo một hướng nào đó thì lực ma sát sẽ tác dụng ngăn nó trượt theo hướng đó. Đây là lực ma sát nghỉ.



Hình 2.7. Lực ma sát cản trở chuyển động của thùng hàng

Lực ma sát trượt có phương dọc theo bề mặt tiếp xúc và có ảnh hưởng rõ rệt trong các hiện tượng như: kéo vật chuyển động trên một bề mặt, xe vào khúc cua hoặc trượt bánh, vật trượt xuống dốc.

Lực ma sát trượt gần như không phụ thuộc vào diện tích tiếp xúc. Nếu một viên gạch bị kéo trượt dọc theo mặt bàn

phẳng, thì lực ma sát trượt là như nhau cho dù viên gạch nằm hay đứng.

Lực ma sát trượt tỉ lệ với lực ép vuông góc giữa các bề mặt lại với nhau. Với vật chuyển động trên mặt phẳng ngang thì lực ép bằng trọng lượng. Nếu kéo một chồng ba viên gạch dọc theo bàn thì lực ma sát lớn gấp ba lần so và khi kéo một viên gạch. Như vậy, tỉ số giữa độ lớn ma sát trượt với lực ép là không đổi.

Tỉ số giữa lực ma sát trượt F_{ms} và lực ép N được gọi là hệ số ma sát trượt và thường được kí hiệu bằng chữ cái Hy Lạp μ (đọc là mu). Về mặt toán học,

$$\mu = \frac{F_{ms}}{N}$$

Hệ số ma sát không có đơn vị.

Lực ma sát trượt phát sinh giữa các bề mặt trong chuyển động tương đối nên nó được gọi là lực ma sát động. Ngược lại, lực ma sát tĩnh tác động giữa các bề mặt đứng yên với nhau nên gọi là lực ma sát nghỉ. Lực ma sát nghỉ có độ lớn từ 0 đến giá trị cần thiết để vật bắt đầu trượt. Lực ma sát nghỉ khi vật bắt đầu trượt gọi là lực ma sát nghỉ cực đại, ta có:

$$F_{\text{ma sát trượt}} \leq F_{\text{ma sát nghỉ cực đại}}$$

3. Lực cản của nước hoặc không khí

Lực này tương tự như lực ma sát về xu hướng cản trở chuyển động. Khi một vật chuyển động trong môi trường không khí hoặc trong nước, có ma sát giữa bề mặt vật đó và môi trường. Ngoài ra, vật đó cũng dòn không khí hoặc nước ra xung quanh khi nó di chuyển. Những hiệu ứng này tạo nên lực cản của môi trường lên vật chuyển động.



Ma sát có lợi hay có hại tùy thuộc vào tình huống và quan điểm. Theo bạn, lực ma sát có lợi hay gây hại trong các trường hợp sau đây:

- Trục bánh xe chuyển động.
- Viết bảng.
- Ô tô phanh gấp.

Nêu biện pháp làm tăng hoặc làm giảm ma sát trong mỗi trường hợp trên.



Một thùng hàng có khối lượng 54,0 kg được đặt trên mặt sàn nằm ngang và phải cần lực đẩy ít nhất bằng 108 N để làm thùng hàng bắt đầu chuyển động.

- Tính độ lớn lực ép giữa sàn và thùng hàng.
- Tìm lực ma sát nghỉ cực đại tác dụng lên thùng hàng.

Bạn có biết

Độ lớn lực cản của không khí lên vật phụ thuộc vào tốc độ và hình dạng của vật. Các nhà sản xuất ô tô thường đầu tư cho việc nghiên cứu, cải tiến thiết kế các mẫu xe để giảm tối đa lực cản của không khí hình 2.9.



Hình 2.9

Tìm hiểu thêm

Tốc độ ổn định của vật rơi phụ thuộc vào trọng lượng, hình dạng và kích thước mặt ngoài của vật. Đối với côn trùng, lực cản của không khí lớn hơn nhiều so với trọng lượng của chúng, do đó tốc độ ổn định của chúng khá thấp. Côn trùng có thể bị cuốn lên trời hàng km do các luồng không khí bốc lên. Sau đó, chúng rơi trở lại Trái Đất mà không bị thương.

Hãy lấy một ví dụ tương tự.



Chế tạo hệ thống dù để thả một quả trứng từ độ cao 10 m xuống đất mà trứng không vỡ. Các nội dung cần báo cáo sau thử nghiệm:

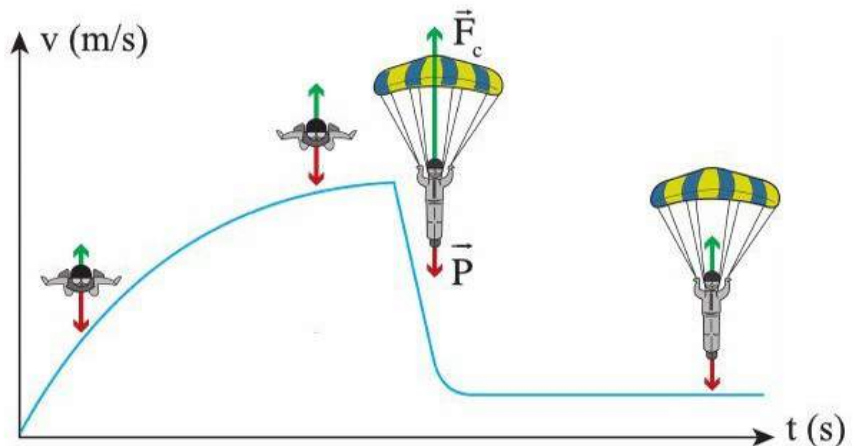
- Khoảng thời gian chuyển động của hệ thống dù để quả trứng không vỡ khi chạm đất.
- Hình dạng và kích thước của hệ thống dù.



Hình 2.8. Lực cản $\vec{F}_c$ của không khí lên ô tô đang chuyển động

Lực cản luôn ngược hướng và có tác dụng cản trở chuyển động của vật. Có thể làm giảm độ lớn lực cản của môi trường lên vật nếu vật có hình dạng phù hợp. Do đó, các vật chuyển động với tốc độ lớn trong không khí hay trong nước như máy bay, tàu ngầm đều cần có hình dạng khí động học.

Chuyển động khi rơi của vận động viên nhảy dù là một ví dụ về vật chịu tác dụng bởi lực cản của môi trường. Khi bắt đầu rơi, chỉ có trọng lực tác dụng lên vận động viên và người này rơi tự do với gia tốc g . Tốc độ rơi tăng dần nên lực cản của không khí tăng lên. Lực cản này ngược chiều với trọng lực nên làm giảm hợp lực tác dụng lên người, vì thế, gia tốc của vận động viên giảm. Nếu nhảy dù từ vị trí đủ cao, người đó sẽ đạt trạng thái cân bằng khi lực cản của không khí lên người bằng trọng lực. Khi đó, người rơi với tốc độ ổn định.



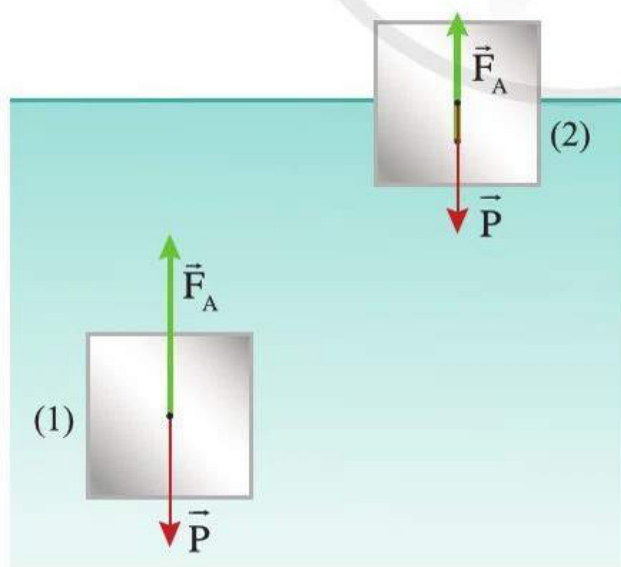
Hình 2.10. Sự thay đổi tốc độ của người nhảy dù trước và sau khi mở dù

Khi mở dù, chiếc dù làm tăng đáng kể lực cản của không khí, lực cản lớn hơn trọng lực sẽ gây ra gia tốc ngược chiều chuyển động làm giảm tốc độ rơi của vận động viên. Vận động viên rơi chậm dần, đồng thời lực cản của không khí lên người đó và dù cũng giảm dần rồi đạt trạng thái cân bằng mới khi lực cản của không khí lên dù và người cân bằng với trọng lực. Tốc độ rơi lúc này đã giảm đi nhiều lần để người nhảy dù có thể hạ cánh an toàn.

Tương tự, một vật được thả rơi trong nước thì trong giai đoạn đầu, nó tăng tốc, nhưng trong thời gian còn lại của quãng đường rơi, nó có tốc độ ổn định. Vật rơi trong nước rất nhanh đạt được tốc độ ổn định do lực cản của nước lớn hơn nhiều lần so với lực cản của không khí. Điều này là bởi vì khối lượng riêng của không khí nhỏ hơn nhiều lần so với nước (vào khoảng $1/800$ so với nước).

4. Lực đẩy Archimedes (Ác-xi-mét)

Áp suất chất lỏng hoặc chất khí tăng theo độ sâu nên áp suất lên bề mặt dưới của một vật lớn hơn áp suất lên mặt trên. Do đó, mỗi vật thể ở trong chất lỏng hoặc chất khí đều chịu một lực nâng hướng lên trên. Lực nâng này được gọi là lực đẩy Archimedes. Điểm đặt của lực này là tâm đối xứng của phần vật nằm trong chất lỏng hoặc chất khí.



Hình 2.11. Trọng lực P và lực đẩy Archimedes F_A tác dụng lên vật trong chất lỏng



Hãy giải thích vì sao ở vùng nước ngập ngang người thì bơi sẽ đỡ tốn sức hơn lội.

Tìm hiểu thêm

Archimedes (287 TCN – 212 TCN) được nhà vua giao nhiệm vụ tìm ra vương miện bằng vàng có bị pha thêm bạc hay không. Giai thoại kể rằng ông đã tìm ra lời giải trong lúc tắm. Khi đó, Archimedes reo lên: "Euréka" (có nghĩa là: tìm ra rồi) và sung sướng chạy ra ngoài. Đây là mẩu chuyện vui về một nhà vật lý nhưng có ý nghĩa sâu sắc. Không phải may mắn ngẫu nhiên mà chính việc luôn luôn suy nghĩ về liên hệ giữa cái cần tìm và cái đã biết đã giúp Archimedes tìm ra lời giải. Say mê nghiên cứu là phẩm chất hàng đầu của nhà khoa học và thành quả cũng chỉ có thể được tạo thành từ sự say mê, miệt mài ấy.

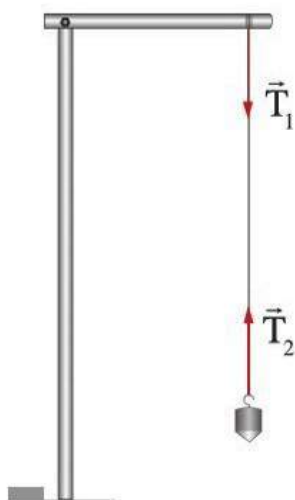
Bạn hãy tìm đọc câu chuyện về Archimedes và lý giải của ông giúp dẫn tới công thức tính độ lớn lực đẩy của chất lỏng lên vật.



So sánh lực đẩy Archimedes tác dụng lên cùng một vật khi nó ở hai vị trí (1) và vị trí (2) trong hình 2.11. Biết rằng ở (1) thì vật đang chuyển động lên trên, ở (2) thì vật đang nằm cân bằng trên mặt thoáng.



Đặt một cái bát bằng kim loại lên mặt nước như thế nào để nó nổi trên bề mặt? Từ đó, rút ra nguyên tắc để chế tạo tàu, thuyền.



Hình 2.12. Lực căng dây T_1 , T_2 tác dụng lên điểm treo và lên vật

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

Trạng thái nổi lên hay chìm xuống của vật ở trong nước phụ thuộc vào chênh lệch độ lớn giữa trọng lực và lực đẩy Archimedes tác dụng lên vật.

5. Lực căng dây

Khi kéo căng một sợi dây thì trong sợi dây xuất hiện lực căng chống lại xu hướng bị kéo giãn. Nếu dây đứng yên, độ lớn lực căng là như nhau tại tất cả các điểm trên dây. Khi dây chuyển động thì độ lớn lực căng tại mọi điểm trên dây vẫn như nhau nếu dây mảnh và có khối lượng không đáng kể.

Lực đàn hồi của lò xo là lực căng của lò xo. Khi kéo giãn lò xo, lực đàn hồi có xu hướng làm ngắn lò xo. Khi lò xo bị nén thì lực đàn hồi lại có xu hướng làm lò xo giãn ra.



- Hai lực nằm dọc theo một đường thẳng, ngược chiều, tác dụng vào cùng một vật và có độ lớn bằng nhau là hai lực cân bằng.
- Trọng lực là lực hấp dẫn của Trái Đất tác dụng lên vật. Trọng lực đặt vào trọng tâm của vật, có phương thẳng đứng, chiều hướng xuống, độ lớn gọi là trọng lượng và tính bằng $P = mg$.
- Lực ma sát luôn ngược hướng chuyển động.
- Vật chuyển động trong nước hoặc không khí chịu tác dụng lực cản của môi trường ngược hướng chuyển động.
- Lực đẩy Archimedes có xu hướng đẩy vật lên phía trên khối chất lỏng hoặc chất khí.
- Lực căng dây xuất hiện khi dây bị kéo căng, có phương dọc theo dây, chiều chống lại xu hướng bị kéo giãn. Lực đàn hồi của lò xo là lực căng của lò xo.
- Vật rơi nhanh dần dưới tác dụng của trọng lực thì lực cản của không khí cũng tăng dần. Khi lực cản cân bằng với trọng lực thì vật đạt tốc độ ổn định.

Học xong bài học này, bạn có thể:

- Phát biểu định luật I Newton và minh họa được bằng ví dụ cụ thể.
- Từ kết quả đã có (lấy từ thí nghiệm hay sử dụng số liệu cho trước), hoặc lập luận dựa vào $a = \frac{F}{m}$, nêu được khối lượng là đại lượng đặc trưng cho mức quán tính của vật.
- Phát biểu định luật II Newton.
- Phát biểu được định luật III Newton, minh họa được bằng ví dụ cụ thể; vận dụng được định luật trong một số trường hợp đơn giản.



Ta đã biết rằng nếu một vật bị biến đổi chuyển động (có gia tốc) thì phải có lực tác dụng lên nó. Điều này khá dễ hình dung khi ta tác dụng lực lên xe đẩy thì xe tăng tốc. Khi ngừng đẩy, xe sẽ chuyển động như thế nào?



Hình 3.1. Tay tác dụng lực lên xe đẩy hàng

I. ĐỊNH LUẬT I NEWTON

Ở ví dụ đầu bài, nếu ngừng tác dụng lực lên xe thì xe chỉ chuyển động thêm một đoạn rồi dừng lại. Các kinh nghiệm tương tự khiến ta dễ nhận định rằng phải cần có lực tác dụng để duy trì chuyển động của vật. Nhận định này có vẻ hợp lý nhưng không đúng.

Như đã phân tích ở trên, khi tay dừng tác dụng lực thì xe chuyển động chậm dần là vì còn có lực khác tác dụng lên xe, đó là lực ma sát cản trở chuyển động của xe. Khi không có lực đẩy của tay thì lực ma sát khiến xe giảm tốc độ rồi dừng lại. Hãy hình dung, nếu có thể bôi trơn các trục bánh xe và mặt sàn rất nhẵn thì ta có thể dừng đẩy mà xe vẫn tiếp tục di chuyển với tốc độ cũ. Như vậy, khi lực đẩy xe của tay có tác dụng triệt tiêu sự cản trở của lực ma sát hoặc khi không có lực tác dụng lên xe (tay ngừng đẩy, không có ma sát) thì xe có thể duy trì tốc độ đang có.



Một vật đang chuyển động có cần lực để giữ cho nó tiếp tục chuyển động không?

Bạn có biết

Ngày nay, con người có nhiều kinh nghiệm hơn về các vật thể chuyển động với ít hoặc không có ma sát như: giày trượt patin, giày trượt băng hay tàu vũ trụ. Vì thế, chúng ta dễ dàng hơn trong việc tin tưởng vào quy luật chuyển động này so với thời kì con người trải nghiệm hàng ngày là kéo mọi thứ dọc theo mặt đất có ma sát lớn.

Tổng kết từ nhiều kết quả quan sát, trong đó có các quan sát thiên văn của thế kỉ XVII, Newton đã phát biểu định luật I như sau:

Vật sẽ đứng yên hoặc chuyển động thẳng đều mãi mãi trừ khi có hợp lực khác không tác dụng lên vật.

Trạng thái đứng yên hoặc chuyển động thẳng đều được gọi là trạng thái cân bằng của vật.

Xe đẩy hàng cũng như các vật khác, đều không thể ngay lập tức thay đổi vận tốc mà luôn có xu hướng duy trì trạng thái chuyển động hay đứng yên đang có. Đặc điểm này được gọi là **quán tính** của vật. Ví dụ khi xe buýt đang chuyển động mà bị phanh gấp, thì người ngồi trên xe sẽ bị nghiêng người về phía trước.



Hãy giải thích vì sao khi xe phanh gấp thì người ngồi trên ô tô bị nghiêng về phía trước và nêu ý nghĩa của việc đeo dây an toàn khi ngồi trên ô tô.

II. ĐỊNH LUẬT II NEWTON

Ở bài đầu tiên của chủ đề này, chúng ta đã thu được mối liên hệ về độ lớn giữa lực F , khối lượng m và gia tốc a của vật theo phương trình:

$$a = \frac{F}{m} \text{ hay } F = ma \quad (1)$$

Biểu thức (1) cho thấy với một lực không đổi, vật có khối lượng lớn hơn sẽ thu được gia tốc nhỏ hơn, tức là vật có khối lượng càng lớn thì càng khó thay đổi chuyển động. Do đó, khối lượng của vật là mức quán tính của nó.

Trong ví dụ trên, khi tay ngừng đẩy mà chuyển động của xe vẫn bị biến đổi, chứng tỏ còn có lực khác tác dụng lên xe. Khi vật chịu tác dụng đồng thời của nhiều lực, ta vẫn có thể áp dụng phương trình (1) với lưu ý rằng F là độ lớn của hợp lực.

Bên cạnh đó, cả lực và gia tốc đều là các đại lượng có hướng. Vậy hướng của chúng có liên hệ với nhau như thế nào?

Xét trường hợp vận động viên nhảy dù ở bài trước. Khi chưa bung dù, trọng lực lớn hơn lực cản của không khí nên hợp lực có cùng hướng với trọng lực. Lúc này, người rơi nhanh dần chứng tỏ gia tốc hướng xuống, cùng chiều chuyển động. Khi dù bung ra, lực cản của không khí lớn hơn trọng lực thì hợp lực lại có cùng hướng với lực cản. Lúc này, tốc độ rơi của người giảm dần chứng tỏ gia tốc hướng lên, ngược



Vận dụng mối liên hệ ở phương trình (1) để giải thích các hiện tượng sau:

- Xe đua thường có khối lượng nhỏ.
- Người chơi quần vợt muốn bóng chuyển động thật nhanh để ghi điểm thì đánh càng mạnh.
- Hãy giải thích lí do tốc độ giới hạn quy định cho xe tải thường nhỏ hơn của xe con.

chiều chuyển động. Như vậy, gia tốc của vận động viên luôn cùng hướng với hợp lực tác dụng lên người đó.

Các kết quả quan sát và thực nghiệm khác cũng cho thấy hướng của gia tốc luôn cùng hướng với hợp lực tác dụng lên vật. Liên hệ giữa gia tốc của vật với lực tác dụng và khối lượng được phát biểu bởi định luật II Newton là:

$$\text{gia tốc} = \frac{\text{lực}}{\text{khối lượng}}$$

$$\text{hay} \quad \vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} \quad (2)$$

Gia tốc của một vật có khối lượng không đổi tỉ lệ thuận với độ lớn và có cùng hướng với hợp lực khác không tác dụng lên vật.

Khi mô tả chuyển động của các vật, ngoài biểu thức tính độ lớn, ta cần tìm hướng của hợp lực, từ đó xác định được hướng của gia tốc là hướng của hợp lực.

Lưu ý rằng kí hiệu các lực trong các biểu thức là giá trị đại số (có thể nhận giá trị âm). Trong trường hợp kết quả tính hợp lực cho giá trị âm thì ta lấy độ lớn của lực bằng giá trị tuyệt đối của kết quả này và lấy hướng của hợp lực ngược với chiều đang chọn. Nếu hợp lực bằng không thì gia tốc bằng không, nghĩa là vật đứng yên hoặc chuyển động thẳng đều.

III. ĐỊNH LUẬT III NEWTON

Với định luật I và II ở trên, ta chỉ đang xem xét một vật khi nó chịu tác dụng lực do vật khác gây nên. Để có cái nhìn đầy đủ, chúng ta cần xét vật trong tương tác của nó với các vật khác. Định luật thứ ba của Newton phát biểu:

Khi hai vật tương tác, mỗi vật tác dụng một lực lên vật kia, hai lực này ngược hướng và có độ lớn bằng nhau.

Hai lực này thường được gọi là lực và phản lực. Đây là cách gọi phổ biến nhưng cần tránh việc hiểu lầm rằng một lực là hệ quả tác dụng của lực kia vì thực tế thì hai lực xuất hiện đồng thời.

Hai lực tạo nên cặp lực - phản lực theo định luật III Newton có các đặc điểm sau:

- Tác dụng lên hai vật có tương tác (điểm đặt lực khác nhau)
- Cùng phương, ngược chiều



Biểu diễn hợp lực và gia tốc của người nhảy dù khi đang rơi chưa bung dù và khi dù đã bung ra.



Một vật rơi xuống, khi va chạm với mặt đất thì giảm tốc đột ngột về không trong khoảng thời gian rất ngắn.

a) Hãy xác định hướng của hợp lực tác dụng lên vật khi va chạm với mặt đất.

b) Hãy giải thích vì sao một cốc thủy tinh nếu rơi xuống đệm cao su thì không bị vỡ như khi rơi xuống mặt sàn cứng. Biết thời gian nếu cốc va chạm với mặt sàn cứng là 0,01 giây, thời gian nếu cốc va chạm với đệm cao su là 0,20 giây.



Hình 3.2. Chân tác dụng lực F_1 lên thuyền thì thuyền cũng tác dụng lực F_2 lên chân.



Hãy biểu diễn cặp lực - phản lực giữa hai cực từ gần nhau của hai nam châm ở hình 3.3



Hình 3.3. Hai nam châm thẳng đặt gần nhau



Hãy chỉ ra cặp vật tương tác và hướng của lực tương tác giữa chúng trong các trường hợp sau:

- Khi đóng đinh, tay ta cảm nhận được lực dội lại.
- Bóng đập vào tường bị bật ra.
- Chân ta đạp vào mặt đất để bước đi.
- Quả bóng bay bơm căng được thả ra khi không buộc kín thì sẽ bay vụt đi.

Ở hình 3.4, hai lực hấp dẫn P và P' là cặp lực - phản lực theo định luật III Newton, lực ép Q và N giữa người và mặt đất cũng là một cặp như vậy. Có một sai lầm hay gặp là coi lực P và lực N như cặp lực - phản lực theo định luật III Newton. Tuy nhiên, điều này không đúng vì mặc dù chúng ngược hướng và có độ lớn bằng nhau nhưng chúng không tác động lên hai vật khác nhau.



Hình 3.4. Minh họa các lực trong tương tác giữa Trái Đất và người đứng trên mặt đất



- Định luật I Newton: Vật sẽ đứng yên hoặc chuyển động thẳng đều mãi mãi trừ khi có hợp lực khác không tác dụng lên vật.
- Định luật II Newton: Với một vật có khối lượng không đổi, gia tốc của nó tỉ lệ thuận với độ lớn của hợp lực và có cùng hướng với hợp lực tác dụng lên vật.
- Định luật III Newton: Khi hai vật tương tác, mỗi vật tác dụng một lực lên vật kia, hai lực này cùng nằm dọc theo một đường thẳng, ngược chiều và có độ lớn bằng nhau.

4

KHỐI LƯỢNG RIÊNG. ÁP SUẤT CHẤT LỎNG

Học xong bài này, bạn có thể:

- Nêu được khối lượng riêng của một chất là khối lượng của một đơn vị thể tích của chất đó.
- Thành lập và vận dụng được phương trình $\Delta p = \rho g \Delta h$ trong một số trường hợp đơn giản; đề xuất thiết kế được mô hình minh họa.



Tượng phật Di Lặc tại chùa Vĩnh Tràng (Mỹ Tho, Tiền Giang) là một trong những tượng phật khổng lồ nổi tiếng thế giới. Tượng cao 20 m và nặng 250 tấn. Có loại cân nào giúp “cân” bức tượng để có được số liệu trên?



Hình 4.1. Tượng phật tại Mỹ Tho, Tiền Giang

I. KHỐI LƯỢNG RIÊNG

Việc "cân" một vật khổng lồ hay vật rất nhỏ có thể thực hiện chính xác khi biết khối lượng riêng (hay còn gọi là mật độ khối lượng) và thể tích.

Khối lượng riêng của một chất là khối lượng của một đơn vị thể tích chất đó

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Trong đó ρ (đọc là rô), m và V lần lượt là kí hiệu khối lượng riêng, khối lượng và thể tích.

Khối lượng riêng là một thuộc tính của các chất, có thể đo được qua phép đo khối lượng và thể tích.

Biết khối lượng riêng của một chất giúp ta xác định được khối lượng hoặc thể tích của vật có cùng chất liệu trong trường hợp khó đo trực tiếp.

Ví dụ, khi biết một khối lập phương có cạnh dài 10 cm bằng đá hoa cương có khối lượng 2,75 kg, người ta tính

Bạn có biết

Bảng 4.1. Khối lượng riêng của một số chất

Chất	ρ (kg/m ³)
Không khí	1,29
Oxygen	1,43
Nước	1 000
Đá hoa cương	2 750
Đồng	8 900



Tính khối lượng của một khối đá hoa cương dạng hình hộp chữ nhật có kích thước 2,0 m x 3,0 m x 1,5 m.



Chứng tỏ rằng áp lực do người đang đứng yên trên sàn tác dụng lên sàn có độ lớn bằng trọng lượng của người đó.



So sánh độ lớn áp lực, diện tích bị ép của trường hợp (2), (3) với trường hợp (1) (hình 4.2). Từ độ lún của bột trong các trường hợp, chỉ ra mối liên hệ giữa áp suất với áp lực và diện tích bị ép.



Từ định nghĩa đơn vị lực, hãy chứng tỏ:

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$$



Ước tính áp suất do một người tạo ra trên sàn khi đứng bằng cả hai chân.

Bạn có biết

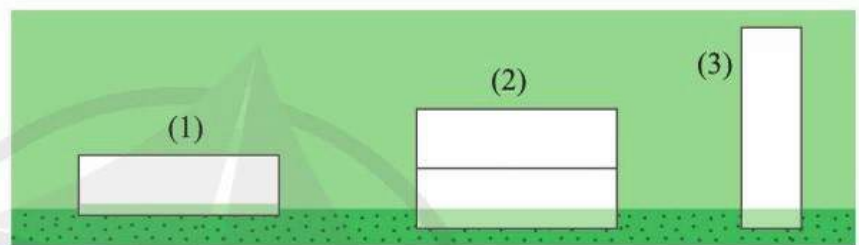
Không khí có trọng lượng, do đó, bầu khí quyển của Trái Đất cũng gây áp suất lên mọi vật trên Trái Đất. Các phi công đều biết rằng khi bay càng cao thì áp suất của bầu khí quyển càng giảm.

được khối lượng của các khối đá dùng để dựng lên các kim tự tháp hùng vĩ ở Ai Cập.

II. ÁP SUẤT

Khi đứng trên sàn, bàn chân của ta tác dụng áp lực (lực ép vuông góc) lên sàn. Lực này tác dụng lên mọi điểm thuộc diện tích bị ép giữa bàn chân và mặt sàn.

Áp suất đặc trưng cho tác dụng của áp lực lên mỗi đơn vị diện tích bị ép. Hình 4.2 mô tả thí nghiệm dùng các vật giống nhau đặt vào khay đựng bột mịn, độ lún của bột cho biết tác dụng của áp lực bởi các vật lên bột.



Hình 4.2. Thí nghiệm minh họa tác dụng của áp lực

Kết quả thí nghiệm cho thấy với một áp lực nhất định, diện tích bị ép càng lớn thì tác dụng của áp lực lên diện tích đó càng nhỏ, hay áp suất càng nhỏ.

Công thức tính áp suất:

$$p = \frac{F}{S}, \text{ trong đó:}$$

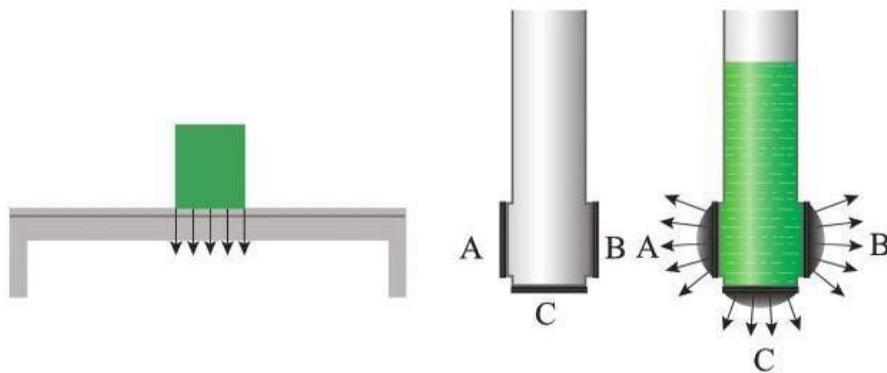
- F là độ lớn áp lực, được đo bằng niuton (N).
- S là diện tích bị ép, được đo bằng mét vuông (m^2).
- p là áp suất, được đo bằng pascan (Pa).

Ngoài ra, áp suất được đo bằng một số đơn vị khác như atmôtphe (atm), mmHg,... theo liên hệ:

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg} \approx 10^5 \text{ Pa}$$

III. ÁP SUẤT CHẤT LỎNG

Chất lỏng gây ra áp suất không chỉ lên đáy bình chứa mà còn lên thành bình và lên mọi điểm trong chất lỏng. Tại mỗi điểm, áp lực lên diện tích bị ép được biểu thị bằng một mũi tên như trên hình 4.3.



Hình 4.3. Áp lực do vật rắn và chất lỏng tác dụng lên bề mặt bị ép

Các thợ lặn đều biết rằng càng lặn sâu xuống, áp lực của nước tác động lên họ càng lớn do áp suất của nước tăng theo độ sâu.

Để xây dựng công thức tính áp suất chất lỏng phụ thuộc vào độ sâu, chúng ta tính áp suất do chất lỏng đứng yên tác dụng lên đáy bình (hình 4.4) như sau:

Áp lực tác dụng lên đáy bình chính bằng trọng lượng của chất lỏng chứa trong bình: $F = mg = (\rho V)g = (\rho \cdot Sh)g$

Do đó, áp suất lên đáy bình là:

$$p = \frac{F}{S} = \frac{(\rho \cdot Sh)g}{S} = \rho gh$$

Tuy nhiên, thực tế còn có áp suất khí quyển p_0 trên mặt thoáng của chất lỏng nên mỗi điểm ở độ sâu h trong lòng chất lỏng sẽ có áp suất là:

$$p = p_0 + \rho gh$$

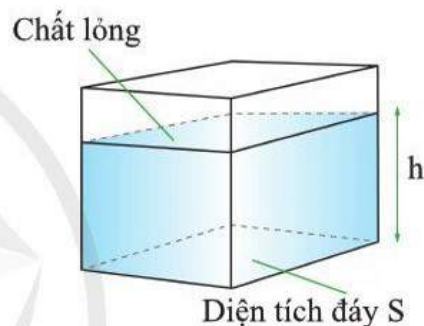
Kết quả này đúng cho mọi điểm trong chất lỏng khi coi điểm đó thuộc đáy của khối hình hộp chứa chất lỏng như minh họa ở hình 4.4.

Nhưng khi xét chênh lệch áp suất giữa hai điểm trong chất lỏng thì $\Delta p = \rho g \Delta h$ không phụ thuộc vào áp suất p_0 tại mặt thoáng nữa.

Bạn có biết

Tàu ngầm KRI Nanggala là một tàu ngầm chiến đấu. Tàu dài 59,5m và có trọng tải gần 1400 tấn khi lặn. Ngày 24/4/2021, sau 4 ngày mất liên lạc, người ta tìm thấy các mảnh vỡ và xác định được vị trí của con tàu bị gặp nạn ở độ sâu khoảng 850 m.

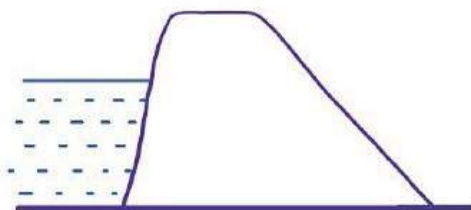
Áp suất của nước ở độ sâu này đủ để làm vỡ một vật lớn và chắc chắn như tàu ngầm!



Hình 4.4. Khối hình hộp chứa chất lỏng



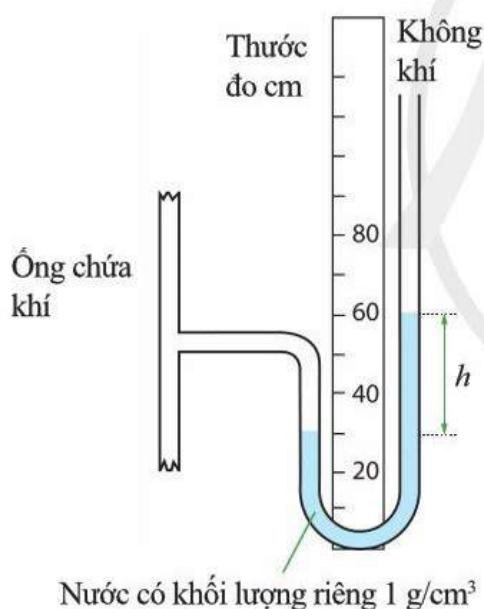
Chúng ta chứng tỏ rằng chênh lệch áp suất Δp giữa hai điểm trong chất lỏng tỉ lệ thuận với chênh lệch độ sâu Δh của hai điểm đó.



Hình 4.5. Mặt cắt một con đê



Hãy thảo luận để thiết kế mô hình ứng dụng hiểu biết sự phụ thuộc của áp suất chất lỏng vào độ sâu.



Hình 4.6. Đo áp suất ống chứa khí

Hiểu biết về áp suất chất lỏng cũng tức là hiểu biết về lực tác dụng của chất lỏng lên các vật, có nhiều ứng dụng. Có thể kể đến một số trường hợp sau đây:

Khối lượng riêng của nước biển lớn hơn của nước sông nên áp suất của nước biển lớn hơn áp suất ở cùng độ sâu trong nước sông. Vì thế, cọc đỡ xây dựng trong nước biển phải được thiết kế chịu lực tốt hơn cọc trong nước sông.

Đê, kè hay đập chắn sóng muốn vững thì ngoài kết cấu chắc chắn còn cần có khối lượng lớn và do đó sẽ tốn nhiều vật liệu để xây dựng. Tuy nhiên, áp suất của nước tăng dần theo độ sâu nên lực do nước tác động lên con đê cũng tăng dần theo độ sâu. Do đó, ta có thể thiết kế con đê có độ dày giảm dần từ chân đê lên mặt đê, vẫn đạt hiệu quả bảo vệ mà tiết kiệm được vật liệu.

Khi lặn xuống sâu, áp suất của nước tác động lên người thợ lặn lớn hơn nhiều so với áp suất bên trong cơ thể. Điều này có nghĩa là lực ép từ bên ngoài lớn hơn lực đẩy từ bên trong cơ thể. Để được an toàn, người thợ lặn cần phải mặc đồ bảo hộ chịu được lực gây ra bởi chênh lệch áp suất khí ở trong nước. Đồ bảo hộ của thợ lặn thường được làm từ nhựa gia cường và áp suất bên trong bộ đồ được duy trì như áp suất khí quyển (cũng là áp suất trong cơ thể người).

Hình 4.6 mô tả một áp kế dùng để đo áp suất khí trong ống của nguồn cung cấp khí.

Vì mực nước trong nhánh nối với ống chứa khí thấp hơn mực nước trong nhánh thông với không khí bên ngoài nên áp suất của khí trong ống cao hơn áp suất khí quyển. Độ chênh lệch áp suất giữa khí bên trong ống và khí quyển bằng với chênh lệch áp suất giữa mực nước ở hai ống. Đây cũng là cơ sở để lấy giá trị áp suất là chiều cao cột nước với đơn vị là mmH_2O (milimét nước). Trong đó: $1\text{mmH}_2\text{O} = 9,8 \text{ Pa}$.



- Khối lượng riêng của một chất là khối lượng của một đơn vị thể tích chất đó.
- Chênh lệch áp suất giữa hai điểm trong chất lỏng: $\Delta p = \rho g \Delta h$
- Chênh lệch mực chất lỏng giữa hai nhánh của bình thông nhau chứa chất lỏng thường được ứng dụng để đo áp suất.

5

TỔNG HỢP VÀ PHÂN TÍCH LỰC

Học xong bài học này, bạn có thể:

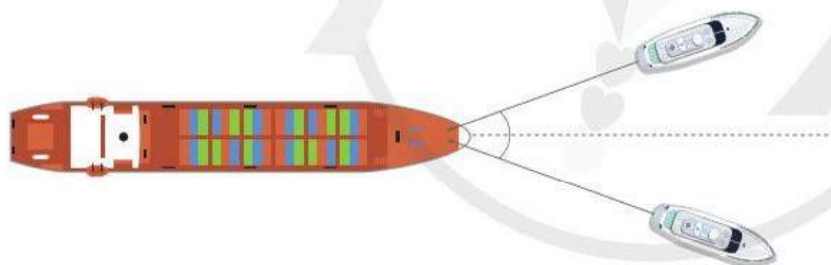
- Dùng hình vẽ, tổng hợp được các lực trên một mặt phẳng.
- Dùng hình vẽ, phân tích được một lực thành các lực thành phần vuông góc.
- Thảo luận để thiết kế phương án hoặc lựa chọn phương án và thực hiện phương án, tổng hợp được hai lực đồng quy bằng dụng cụ thực hành.



Ngày 23-3-2021, siêu tàu Ever Given (E-vơ Ghi-vòn), mang cờ Panama (Pa-na-ma), bị mắc cạn tại kênh đào Suez, làm tê liệt tuyến vận tải hàng hải quan trọng bậc nhất thế giới. Để giải cứu con tàu dài 400 m, rộng 59 m, chở 224 nghìn tấn hàng hóa, người ta đã phải huy động các tàu lai dắt để kéo mũi tàu Ever Given trở lại đường lưu thông qua kênh đào. Các tàu lai dắt không chuyển động cùng hướng nhưng hợp lực kéo của chúng vẫn giúp kéo mũi tàu Ever Given khỏi điểm mắc cạn. Vì sao như vậy?



Hình 5.1a. Siêu tàu Ever Given

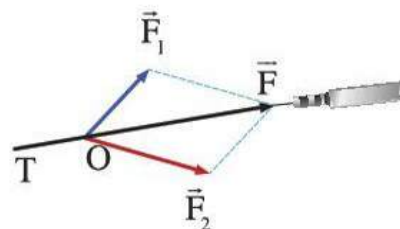
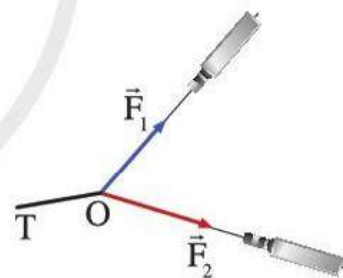


Hình 5.1b. Các tàu kéo không chuyển động cùng hướng

I. TỔNG HỢP LỰC ĐỒNG QUY

Hình 5.1b cho ta ví dụ về một vật chịu tác dụng đồng thời của nhiều lực.

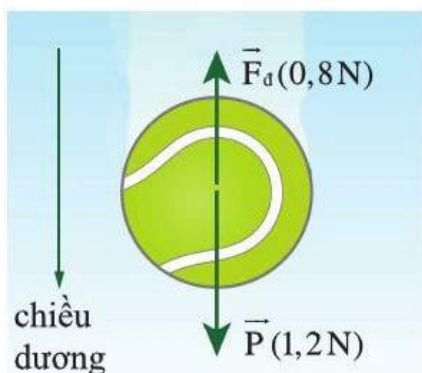
Tổng hợp lực là thay thế nhiều lực tác dụng đồng thời vào một vật bằng một lực có tác dụng giống hệt như tác dụng của những lực ấy. Lực thay thế này gọi là hợp lực. Các lực được thay thế gọi là các lực thành phần.



Hình 5.2. Lực F gây ra tác dụng lên dây cao su OT giống hệt khi F_1 và F_2 tác dụng đồng thời lên dây.



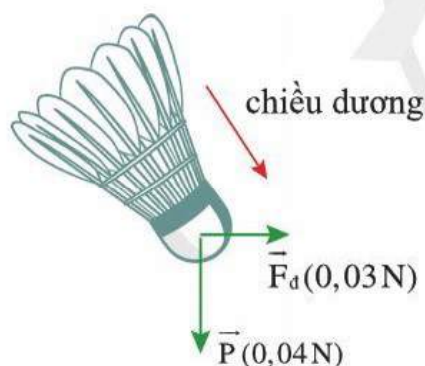
Biểu diễn quy tắc cộng vectơ cho trường hợp lực F_2 ngược chiều với lực F_1 khi $F_1 > F_2$ và khi $F_1 < F_2$.



Hình 5.3. Quả bóng đang rơi



Thảo luận, đề xuất phương án và thực hiện thí nghiệm tổng hợp hai lực đồng quy cùng phương.



Hình 5.4. Quả cầu rơi trong gió



Xác định độ lớn và hướng của hợp lực F bằng cách dựng các vectơ lực P và lực F_d đúng tỉ lệ. Đối chiếu với kết quả tính.

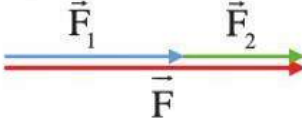
Hình 5.2 minh họa cách dùng lực kế để xác định hợp lực F của hai lực thành phần F_1 và F_2 đồng quy.

Dưới đây ta lần lượt tìm hiểu cách tổng hợp các lực đồng quy trong các trường hợp từ đơn giản đến tổng quát.

1. Hai lực cùng phương

Ở những bài trước ta đã biết tác dụng của hợp lực bởi hai lực F_1 và F_2 cùng phương lên vật.

– Hai lực cùng phương, cùng chiều thì làm tăng tác dụng lên vật và độ lớn hợp lực bằng:

$$F = F_1 + F_2$$


– Hai lực cùng phương, ngược chiều thì chúng hạn chế, thậm chí có thể triệt tiêu tác dụng của nhau lên vật và hợp lực có giá trị bằng:

$$F = F_1 - F_2$$

Nếu $F > 0$ thì hợp lực F cùng chiều với lực thành phần F_1 .
Nếu $F < 0$ thì lực F ngược chiều với lực F_1 .

Để làm rõ quy tắc tổng hợp hai lực cùng phương, ta xét trường hợp một quả bóng quần vợt được thả rơi. Trong lúc rơi xuống, quả bóng chịu tác dụng bởi hai lực: trọng lực P hướng xuống và lực đẩy của không khí F_d hướng lên (hình 5.3). Hợp lực tác dụng lên quả bóng là

$$F = P - F_d = 1,2 \text{ N} - 0,8 \text{ N} = 0,4 \text{ N}$$

Như vậy, hợp lực có độ lớn 0,4 N. Khi viết $F = P - F_d$, ta giả sử hợp lực F hướng theo chiều dương đã chọn. Trường hợp này, F nhận giá trị dương thể hiện rằng hướng của vectơ hợp lực đúng theo chiều giả sử.

Nếu ta chọn chiều dương hướng lên, tức là ngược chiều rơi của quả bóng thì hợp lực tác dụng lên quả bóng là

$$F = -P + F_d = -1,2 \text{ N} + 0,8 \text{ N} = -0,4 \text{ N}$$

Lúc này, hợp lực vẫn có độ lớn 0,4 N nhưng giá trị âm thể hiện rằng hợp lực F ngược với chiều dương đã chọn.

2. Hai lực vuông góc

Xét trường hợp một quả cầu lông đang rơi. Có hai lực tác dụng lên quả cầu: trọng lực theo phương thẳng đứng hướng xuống và lực đẩy của gió theo phương ngang (hình 5.4).

Hợp lực F tác dụng lên quả cầu được xác định bằng cách biểu diễn các lực thành phần P và F_d theo quy tắc cộng vectơ như hình 5.5.

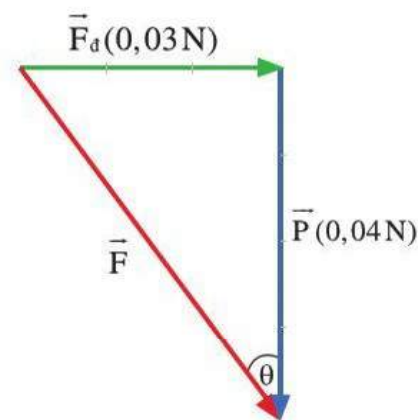
$$\text{Độ lớn hợp lực: } F = \sqrt{P^2 + F_d^2} = \sqrt{0,04^2 + 0,03^2}$$

$$F = 0,05 \text{ N.}$$

Hướng của hợp lực so với phương thẳng đứng là góc θ sao cho

$$\cos\theta = \frac{P}{F} = \frac{4}{5} \Rightarrow \theta \approx 37^\circ$$

Đây là một kết quả phù hợp với thực tế vì trọng lực đang kéo quả cầu xuống dưới và gió đẩy nó sang phải. Góc giữa hướng chuyển động của quả cầu so với phương thẳng đứng nhỏ hơn 45° vì thành phần lực hướng xuống lớn hơn thành phần lực theo phương ngang.



Hình 5.5. Tổng hợp hai lực vuông góc



Thí nghiệm ở hình 5.6 cho phép nghiệm lại kết quả tổng hợp hai lực F_1, F_2 vuông góc với nhau và có độ lớn tương ứng theo tỉ lệ 4 : 3 (như ví dụ với quả cầu lông nói trên). Trong thí nghiệm này, lực kéo F_1 tạo bởi dây treo 4 quả cân và lực kéo F_2 tạo bởi dây treo 3 quả cân đã giữ cho chùm 5 quả cân không rơi.

– Hãy biểu diễn các lực thành phần F_1, F_2 trong thí nghiệm.

– Nhận xét về liên hệ giữa hợp lực F của hai lực F_1, F_2 với trọng lực của chùm 5 quả cân. Từ đó, thảo luận để xuất phương án xác định hợp lực F .

– Tiến hành thí nghiệm để xác định hợp lực F . Kết quả thực hiện được ghi theo mẫu sau:

F_1	F_2	Góc giữa lực F_1 và lực F_2	Phương, chiều của lực F	F
?	?	?	?	?

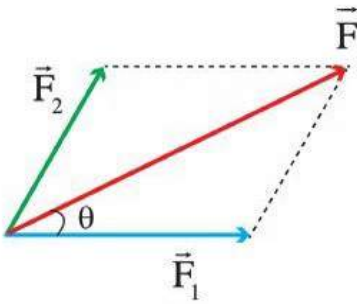
– So sánh kết quả thu được qua thí nghiệm với kết quả tính ở trên và rút ra quy tắc tổng hợp hai lực đồng quy vuông góc.



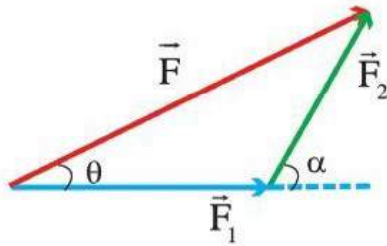
Hình 5.6. Minh họa quy tắc tổng hợp hai lực đồng quy



Thảo luận để thiết kế phương án thí nghiệm khác không cần sử dụng hệ thống ròng rọc và các quả cân. Có thể dùng lực kế đo trực tiếp các lực.



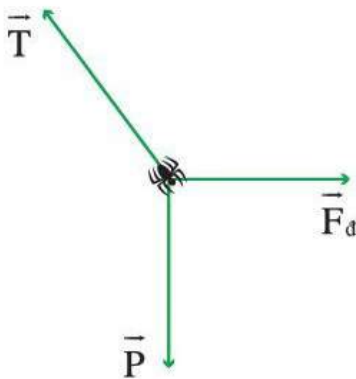
Hình 5.7 a. Tổng hợp hai lực đồng quy theo quy tắc hình bình hành



Hình 5.7 b. Tổng hợp hai lực đồng quy theo quy tắc cộng vector



Xác định hợp lực của hai tàu kéo trong trường hợp mô tả ở hình 5.2. Coi độ lớn lực kéo của hai tàu như nhau, bằng $16 \cdot 10^3 \text{ N}$ và góc giữa hai lực kéo là 60° .



Hình 5.8. Các lực tác dụng lên con nhện

3. Hai lực tạo với nhau một góc bất kì

Từ các trường hợp trên, có thể thấy áp dụng phép cộng vector trong toán học để tìm hợp lực sẽ cho kết quả phù hợp với hiện tượng vật lí. Do đó, ta thử áp dụng cho trường hợp tổng quát hơn.

Xét hai lực F_1, F_2 đồng quy và hợp thành góc α . Ta có thể biểu diễn hợp lực sẽ theo quy tắc hình bình hành như hình 5.7a hoặc biểu diễn lại các lực theo quy tắc cộng vector đã biết như hình 5.7b.

Độ lớn của hợp lực:

$$F^2 = F_1^2 + F_2^2 + 2 \cdot F_1 \cdot F_2 \cos \alpha$$

Hướng của hợp lực so với F_1 :

$$\cos \theta = \frac{F^2 + F_1^2 - F_2^2}{2F \cdot F_1}$$

Hãy kiểm tra lại các kết quả thu được cho các trường hợp đã biết. Trong trường hợp hai lực F_1, F_2 cùng phương và cùng chiều với nhau thì góc $\alpha = 0^\circ$ và do đó $F^2 = F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2$, khi đó $\cos \theta = 1$ và $\theta = 0^\circ$ hay lực tổng hợp cùng chiều với lực F_1 như đã biết ở trong trường hợp tổng hợp hai lực cùng phương cùng chiều. Tương tự, ta cũng thu được các kết quả trong trường hợp hai lực F_1 và F_2 cùng phương nhưng ngược chiều.

Trong trường hợp hai lực F_1 và F_2 vuông góc với nhau thì góc $\alpha = 90^\circ$. Do đó $F^2 = F_1^2 + F_2^2$, và $\cos \theta = \frac{F_1}{F}$ như đã biết ở trong trường hợp tổng hợp hai lực vuông góc.

II. PHÂN TÍCH LỰC

Con nhện trong hình 5.8 đang giữ cơ thể bằng một sợi tơ khi bị gió thổi ngang. Hình vẽ biểu diễn ba lực tác dụng lên nó gồm: trọng lực P , lực căng T của sợi tơ và lực đẩy F_d của gió. Để xác định hợp lực của ba lực tác dụng lên con nhện, ta có thể vận dụng quy tắc tổng hợp lực vừa đề cập ở trên để tính hợp lực H của hai lực F_d với P , rồi tiếp tục tìm hợp lực của hai lực H với T . Tuy nhiên, ta cũng

có cách làm khác đơn giản hơn trong hầu hết các trường hợp. Từ thực tế quan sát được là con nhện có thể giữ cho cơ thể cân bằng mặc dù có ba lực tác động lên nó, chúng ta thấy lực căng T có hai tác dụng:

- kéo con nhện lên trên, chống lại tác động hướng xuống của trọng lực;
- kéo con nhện sang trái, chống lại lực đẩy F_d của gió.

Như vậy, có thể nói rằng lực căng T này có hai thành phần: một thành phần T_y hướng lên (theo phương thẳng đứng) và một thành phần T_x hướng sang trái (theo phương ngang) như hình 5.9.

Cách phân tích một vector lực thành hai thành phần như thế này có ích trong rất nhiều trường hợp, giống như ta đã làm với vận tốc trước đây. Lực thường được phân tích thành hai thành phần có phương vuông góc với nhau, sau đó, xác định tác dụng của từng thành phần riêng biệt. Tác dụng các thành phần lực vuông góc độc lập với nhau. Hình 5.10 mô tả cách phân tích một lực F thành hai thành phần vuông góc:

- thành phần theo phương ngang $F_x = F \cos \theta$
- thành phần theo phương thẳng đứng $F_y = F \sin \theta$

Tiếp theo, vận dụng phương pháp phân tích lực thành hai thành phần vuông góc để xem xét các trường hợp vật chịu tác dụng của nhiều lực.

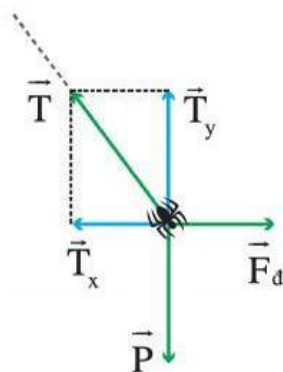
Xét trường hợp ô tô đang lên dốc như hình 5.10. Lực tác dụng lên ô tô gồm: trọng lực P , phản lực N , lực phát động F_k gây bởi động cơ ô tô, lực ma sát F_{ms} . Trong trường hợp này ta thực hiện theo các bước như sau:

Bước 1: Vẽ giản đồ biểu diễn các lực tác dụng lên vật. (Hình 5.11).

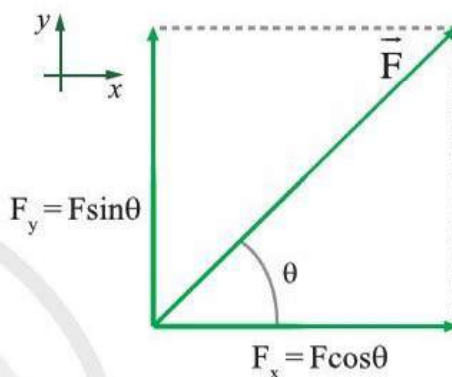
Bước 2: Chọn chiều dương trùng với hướng chuyển động lên dốc của ô tô.

Bước 3: Phân tích trọng lực P thành hai thành phần như hình 5.12.

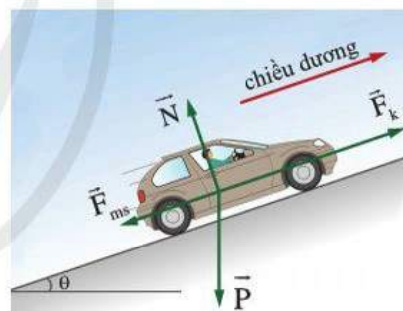
Với lưu ý chuyển động thực tế của ô tô chỉ gồm chuyển động theo chiều dương nên hợp lực tác dụng lên vật theo



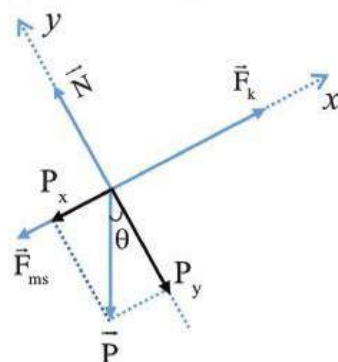
Hình 5.9. Hai thành phần của lực căng T theo hai phương vuông góc



Hình 5.10. Phân tích lực F thành hai thành phần



Hình 5.11. Các lực tác dụng lên ô tô đang lên dốc



Hình 5.12. Phân tích trọng lực P thành hai thành phần



Hãy chứng tỏ rằng trong trường hợp con nhện ở trên, lực T cân bằng với hợp lực của hai lực P và F_d .

Tìm hiểu thêm

Cấu trúc vòm được cho là xuất hiện từ đầu thiên niên kỷ thứ hai trước công nguyên. Cho đến nay, dạng kiến trúc này trở nên rất phổ biến. Trong hầu hết các công trình kiến trúc nổi tiếng trên thế giới và ở Việt Nam, ta đều tìm thấy cấu trúc này.

Hãy biểu diễn các lực tác dụng lên viên gạch ở đỉnh vòm và giải thích vì sao cấu trúc này có thể đứng vững.



Hình 5.13. Cấu trúc vòm

phương vuông góc với phương chuyển động bằng 0, ta có:

$$N = P_y = mg \cdot \cos \theta.$$

Kết quả này có thể dùng để xác định độ lớn của lực ma sát giữa bánh xe và mặt đường khi biết hệ số ma sát μ :

$$F_{ms} = \mu N$$

Áp dụng định luật II Newton cho vật theo chiều dương đã chọn, ta có: $F_k - P_x - F_{ms} = ma$

Do đó, ta xác định được gia tốc lên dốc của ô tô là

$$a = \frac{-mg \sin \theta + F_k - F_{ms}}{m}$$

Các bước vừa thực hiện cũng áp dụng được cho trường hợp vật chịu tác dụng của nhiều lực nhưng vẫn đứng yên, như trường hợp của con nhện. Ngoài ra, khi một vật chuyển động thẳng đều thì ta cũng thu được kết quả tương tự. Trạng thái vật đứng yên hoặc chuyển động thẳng đều được gọi chung là trạng thái cân bằng của vật, đó là khi lực tổng hợp tác dụng lên vật bằng 0.



- Tổng hợp hai lực F_1, F_2 đồng quy và hợp với nhau một góc α thì hợp lực F có độ lớn được tính qua biểu thức

$$F^2 = F_1^2 + F_2^2 + 2 \cdot F_1 \cdot F_2 \cdot \cos \alpha$$

và có hướng so với hướng của lực F_1 được xác định bởi

$$\cos \theta = \frac{F^2 + F_1^2 - F_2^2}{2F \cdot F_1}$$

- Lực F được phân tích thành hai thành phần vuông góc có giá trị tính bằng: $F_x = F \cos \theta$ và $F_y = F \sin \theta$ với θ là góc giữa hợp lực F và phương Ox (thường chọn trùng hướng chuyển động).

6

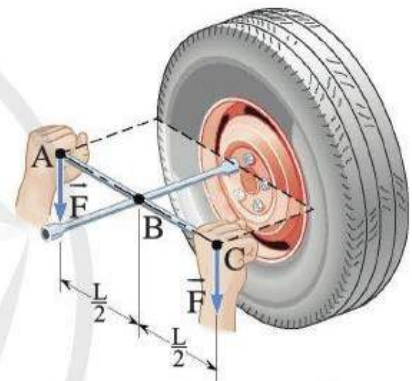
MÔMEN LỰC. ĐIỀU KIỆN CÂN BẰNG CỦA VẬT

Học xong bài học này, bạn có thể:

- Thảo luận để thiết kế hoặc lựa chọn và thực hiện phương án tổng hợp được hai lực song song bằng dụng cụ thực hành.
- Nêu được khái niệm mômen lực, mômen ngẫu lực; Nêu được tác dụng của ngẫu lực lên một vật chỉ làm quay vật.
- Phát biểu và vận dụng quy tắc mômen cho một số trường hợp đơn giản trong thực tế.
- Thảo luận để rút ra được điều kiện để vật cân bằng: lực tổng hợp tác dụng lên vật bằng không và tổng mômen lực tác dụng lên vật (đối với một điểm bất kì) bằng không.



Khi dùng dụng cụ tháo bánh ô tô như hình 6.1, một người thợ học việc tác dụng hai lực cùng độ lớn và cùng hướng lên dụng cụ. Phép cộng vector hai lực đó cho kết quả khác 0 nhưng dụng cụ lại đứng yên. Vậy, tổng hợp lực của hai lực song song này được xác định như thế nào mà không làm dụng cụ chuyển động?



Hình 6.1. Dụng cụ chịu tác dụng của hai lực song song, cùng chiều

I. TỔNG HỢP LỰC SONG SONG

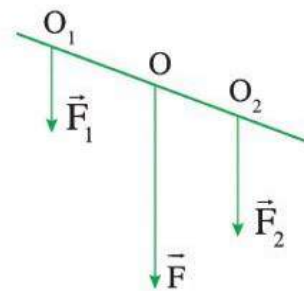
Hợp lực của hai lực song song, cùng chiều là một lực song song, cùng chiều với hai lực ấy và có độ lớn bằng tổng các độ lớn của hai lực thành phần:

$$F = F_1 + F_2$$

Điểm đặt O của F chia đoạn thẳng nối điểm đặt O_1 , O_2 của F_1 , F_2 thành những đoạn thẳng tỉ lệ nghịch với độ lớn của hai lực ấy (hình 6.2):

$$\frac{OO_1}{OO_2} = \frac{F_2}{F_1} \quad (1)$$

Công thức (1) có thể kiểm chứng qua thực nghiệm.



Hình 6.2

Hãy thảo luận để thiết kế thí nghiệm và tiến hành kiểm chứng công thức (1).



Số quả cân phải treo tại O trong hình 6.4 là bao nhiêu để công thức (1) được nghiệm đúng?



Cho vật là miếng bìa phẳng như hình 6.3. Hãy vận dụng quy tắc tổng hợp hai lực song song, cùng chiều để xác định trọng tâm của vật. Nghiệm lại bằng phương án xác định trọng tâm của vật phẳng.



Hình 6.3. Miếng bìa phẳng



Hình 6.5. Trọng tâm của vận động viên nằm trên đường nét đứt

Thảo luận để đề xuất, thiết kế phương án và thực hiện phương án tổng hợp hai lực song song bằng dụng cụ thực hành.

Hình 6.4 mô tả một phương án thí nghiệm minh họa quy tắc tổng hợp hai lực song song.

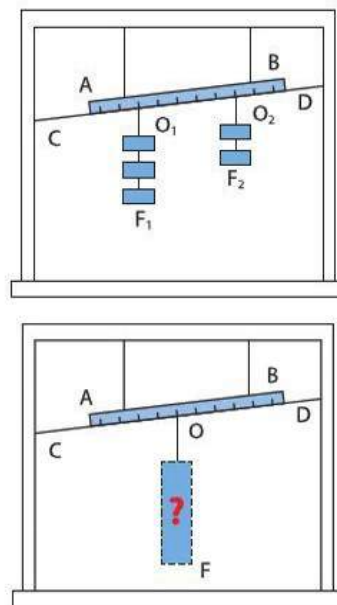
Một thước cứng, mảnh, đồng chất được treo bởi hai sợi dây đàn hồi. Hai lực thành phần F_1 , F_2 có độ lớn bằng trọng lượng các quả cân treo vào O_1 , O_2 làm cho dây treo thanh giãn ra và thanh nằm cân bằng tại vị trí đánh dấu bởi đường CD.

Thay hai lực F_1 , F_2 bằng lực F do một chùm quả cân treo tại O sao cho thước vẫn nằm cân bằng tại vị trí đã đánh dấu thì lực F là hợp lực của hai lực F_1 và F_2 .

Tiến hành thí nghiệm để xác định hợp lực F của hai lực thành phần. Kết quả thực hiện được ghi theo mẫu sau:

Bảng 6.1. Mẫu bảng ghi số liệu tổng hợp hai lực song song

Lần đo	OO_1	OO_2	F_1	F_2	F
1	?	?	?	?	?
2	?	?	?	?	?
3	?	?	?	?	?



Hình 6.4. Minh họa quy tắc tổng hợp hai lực song song

Sử dụng quy tắc tổng hợp hai lực song song, cùng chiều có thể giúp xác định trọng tâm của một vật. Mỗi vật đều gồm nhiều phần nhỏ, mỗi phần nhỏ chịu tác dụng của trọng lực rất nhỏ. Các trọng lực nhỏ này là các lực song song, cùng chiều. Hợp lực của các trọng lực nhỏ ấy là trọng lực tác dụng lên vật. Điểm đặt của hợp lực đó là trọng tâm của vật. Nếu vật đồng chất và có dạng đối xứng hình học thì trọng tâm trùng với tâm đối xứng. Vận dụng quy tắc xác định hợp lực của hai lực song song, cùng chiều, ta có thể giải thích được trọng tâm của một số vật lại nằm ngoài vật đó. Ví dụ như chiếc nhẫn, cơ thể vận động viên khi nhảy qua xà (hình 6.5), ...

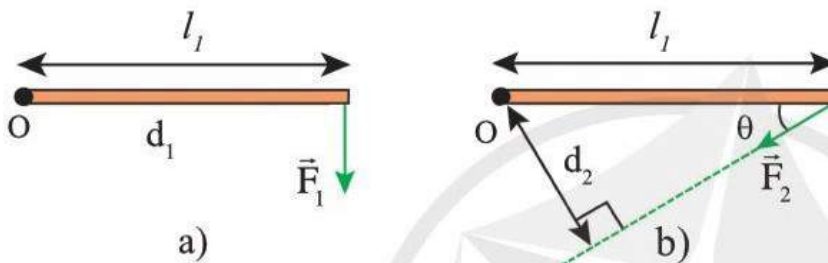
II. MÔMEN LỰC

Hình 6.6 mô tả trường hợp một người thợ dùng cờ lê để vặn đai ốc.

Lực của người thợ trong trường hợp này có tác dụng làm quay cờ lê. *Đại lượng đặc trưng cho tác dụng làm quay của một lực là mômen của nó. Mômen M của một lực được tính bằng tích độ lớn của lực với khoảng cách từ trục quay đến đường thẳng trùng với phương của lực (giá của lực).*

$$M = F \cdot d$$

Đơn vị của mômen lực là niutơn.mét (N.m). Một thanh kim loại đồng chất có trục quay O tại một đầu của thanh. Lần lượt tác dụng lực F_1, F_2 lên thanh như hình 6.7.



Hình 6.7. Thanh quay quanh trục O dưới tác dụng của lực

Ở hình 6.7a, F_1 vuông góc với thanh nên khoảng cách từ trục quay của vật đến giá của F_1 chính là l_1 .

$$M_1 = F_1 \cdot l_1 = F_1 \cdot d_1$$

Ở hình 6.7b, F_2 tạo một góc θ so với thanh, điều này khiến tác dụng làm quay của nó nhỏ hơn so với khi tác dụng theo hướng vuông góc vào thanh $M_2 = F_2 \cdot d_2 < F_2 \cdot l_1$.

Kết quả tính mômen lực của F_2 cũng có thể thu được theo cách sau:

Phân tích F_2 thành 2 lực thành phần (hình 6.9): Thành phần của F_2 theo phương vuông góc với thanh là:

$$F_{2y} = F_2 \cdot \sin\theta$$

Thành phần của F_2 nằm dọc theo thanh:

$$F_{2x} = F_2 \cdot \cos\theta$$

Theo định nghĩa thì mômen của lực F_{2y} là

$$M_{2y} = F_{2y} \cdot l_1 = F_2 \cdot l_1 \cdot \sin\theta = M_2$$

Vậy thành phần F_{2y} gây ra tác dụng làm quay, còn thành phần F_{2x} không có tác dụng làm quay vì khoảng cách từ trục quay đến giá của thành phần lực này bằng 0.



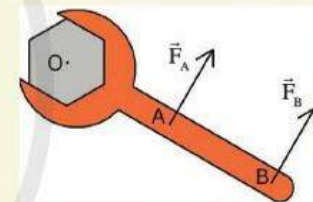
Hình 6.6. Thợ máy dùng cờ lê vặn ốc



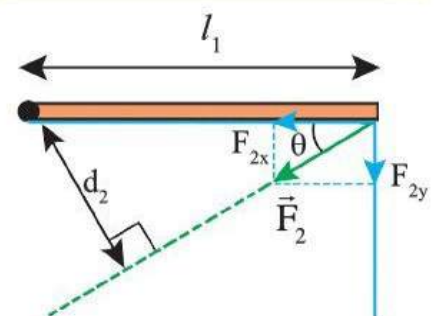
Viết biểu thức tính mômen lực M_1, M_2 của mỗi lực F_1, F_2 đối với trục quay theo các đại lượng cho trên hình.



Nếu lực tác dụng không đối thì người thợ cầm vào cờ lê ở A hay ở B (hình 6.8) sẽ dễ làm xoay đai ốc hơn?



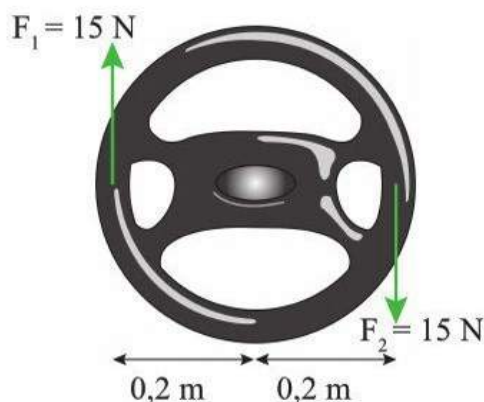
Hình 6.8. Lực do tay tác dụng lên cờ lê để vặn ốc



Hình 6.9. Phân tích lực F_2 thành hai thành phần vuông góc



Thành phần F_{2y} có xu hướng làm thanh quay theo chiều nào? Có giống với xu hướng làm quay của F_2 với thanh không?



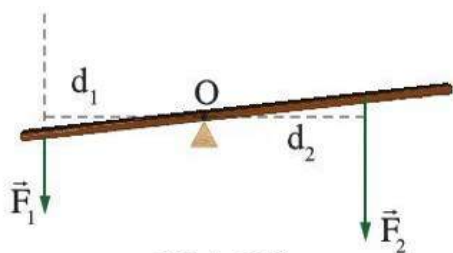
Hình 6.10. Cặp lực tác dụng lên vô lăng



Tính mômen của từng lực trong hình 6.10 đối với trục quay của vô lăng. Mỗi mômen lực này có tác dụng làm vô lăng quay theo chiều nào?



Chứng tỏ rằng tổng mômen của các lực trong ngẫu lực bằng $M = Fd$.



Hình 6.11



Chỉ ra chiều tác dụng làm quay của mỗi lực F_1 , F_2 lên vật trong hình 6.11 đối với trục quay O. Từ đó, thảo luận để rút ra điều kiện cân bằng của vật có trục quay cố định.

III. NGẪU LỰC. MÔMEN NGẪU LỰC

Hình 6.10 cho thấy các lực mà người lái xe cần tác dụng để làm quay vô lăng của ô tô. Hai lực song song, ngược chiều, có độ lớn như nhau nhưng vô lăng không ở trạng thái cân bằng. Cặp lực này tác dụng làm cho vô lăng quay.

Cặp lực như trong hình 6.10 được gọi là một ngẫu lực. Để tạo thành một ngẫu lực, hai lực phải:

- tác dụng vào cùng một vật;
- song song, nhưng ngược chiều;
- có giá cách nhau một khoảng d ;
- bằng nhau về độ lớn: $F_1 = F_2 = F$.

Do hai lực tạo thành ngẫu lực là hai lực song song, ngược chiều và cùng độ lớn nên ngẫu lực chỉ có tác dụng làm quay vật.

Tác dụng làm quay của cặp lực này được gọi là mômen của ngẫu lực và có thể tính được bằng tổng các mômen của mỗi lực đối với trục quay. Kết quả tính mômen của ngẫu lực bằng:

$$M = Fd$$

Kết quả tính mômen của một lực thì phụ thuộc vào vị trí trục quay. Giá của lực càng xa trục thì mômen càng lớn. Nhưng mômen của ngẫu lực thì chỉ phụ thuộc vào khoảng cách giữa giá của hai lực, không phụ thuộc vào điểm đặt của mỗi lực tác dụng hay vị trí trục quay của vật.

IV. ĐIỀU KIỆN CÂN BẰNG CỦA VẬT

1. Quy tắc mômen lực

Vật trong hình 6.11 có thể quay xung quanh trục cố định tại O.

Nếu chọn một chiều quay là chiều dương và quy ước: $M > 0$ với mômen có xu hướng làm vật quay theo chiều dương và $M < 0$ với mômen lực có xu hướng làm vật quay ngược chiều dương. Với quy ước đó thì điều kiện cân bằng của vật có trục quay cố định trở thành tổng mômen lực đối với trục quay bằng 0.

Quy tắc mômen lực:

Một vật có trục quay cố định sẽ cân bằng khi tổng các mômen lực có xu hướng làm vật quay theo chiều kim đồng hồ bằng với tổng các mômen lực có xu hướng làm vật quay ngược chiều kim đồng hồ.

Trong quy tắc mômen lực được phát biểu ở trên thì mômen của các lực tác dụng lên vật đều được xác định đối với trục quay cố định của vật.

2. Điều kiện cân bằng của vật

Một vật cân bằng khi không có gia tốc (đứng yên hoặc chuyển động thẳng đều) và không quay.

Do đó, một vật ở trạng thái cân bằng khi thỏa mãn đồng thời hai điều kiện sau:

- Hợp lực tác dụng lên vật bằng không.
- Tổng mômen của các lực tác dụng lên vật đối với trục quay bất kì bằng không.

Hãy vận dụng điều kiện này để xem xét chuyển động của vật trong hình 6.12. Vì hai lực song song, ngược chiều và $F_1 = F_2$ nên hợp lực bằng 0. Nhưng khi đó, mômen lực của hai lực cùng chiều, tổng mômen lực đối với trục quay bất kì khác 0 nên vật quay, tức là vật không cân bằng.



Chứng tỏ rằng vật ở hình 6.11 sẽ cân bằng khi:

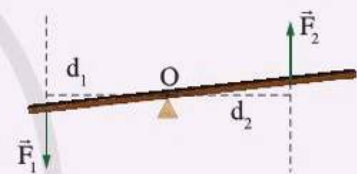
$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{d_2}{d_1}$$



Thảo luận để rút ra điều kiện cân bằng của vật.



Mô tả xu hướng chuyển động của vật như trong hình 6.12 nhưng với hai lực F_1 và F_2 không cùng độ lớn.



Hình 6.12

Tìm hiểu thêm

Không chỉ nổi tiếng với phát hiện về lực đẩy của chất lỏng lên các vật, Archimedes còn nổi tiếng với câu nói: "Hãy cho tôi một điểm tựa, tôi có thể nhấc bổng quả đất lên". Đó là vì ông muốn khẳng định tính đúng đắn của định luật về đòn bẩy đã được kiểm chứng trong cuộc sống. Cho đến hiện tại, sau Archimedes hàng nghìn năm, chúng ta dễ dàng giải thích cơ sở khoa học của quy tắc đòn bẩy qua các khái niệm lực và mô men lực. Đây là một trong số nhiều trường hợp mà kĩ thuật đã đi trước khoa học. Rất nhiều kĩ thuật cổ xưa đã được con người biết đến nhờ kinh nghiệm nhưng chỉ đến khi khoa học bắt kịp, xây dựng cơ sở hiểu biết đầy đủ cho kĩ thuật ấy thì nó mới có thể phát triển mạnh mẽ, được áp dụng và đem lại hiệu quả tốt hơn.

Các hoạt động không ngừng nghỉ của xã hội loài người làm nảy sinh nhu cầu có các kĩ thuật mới. Đòi hỏi này khiến khoa học nói chung và vật lí nói riêng có động lực và luôn xuất hiện các vấn đề nghiên cứu mới. Các nghiên cứu này hoàn thành sẽ quay lại giúp cải tiến, nâng tầm kĩ thuật.

Có thể thấy rõ điều này khi ta đi tìm câu trả lời cho câu hỏi đã đặt ra ở đầu chủ đề về việc giảm thời gian tăng tốc của ô tô. Ta có thể dễ dàng chỉ ra rằng để tăng gia tốc của xe thì cần tăng lực tác dụng. Tuy nhiên, chuyển động của trục động cơ, của bánh xe là chuyển động quay nên thực tế thì mô men lực (mômen xoắn) của động cơ sẽ ảnh hưởng tới khả năng tăng tốc của xe. Ngoài ra, để ô tô đạt tới tốc độ cao thì còn phụ thuộc tốc độ quay của trục động cơ và công suất - đại lượng sẽ được tìm hiểu ở phần sau.

Hãy tìm hiểu thông tin và kể tên một số loại xe thường có mômen xoắn lớn.



- Hợp lực của hai lực F_1 và F_2 song song, cùng chiều là một lực F song song, cùng chiều với hai lực ấy, có độ lớn bằng tổng các độ lớn của hai lực thành phần và điểm đặt O của lực F chia đoạn thẳng nối điểm đặt O_1, O_2 của hai lực F_1, F_2 thành những đoạn thẳng tỉ lệ nghịch với độ lớn của hai lực ấy.
- Mômen M của một lực đặc trưng cho tác dụng làm quay của lực đó và được tính bằng tích độ lớn của lực với khoảng cách từ trục quay đến đường thẳng chứa vectơ lực (giá của lực).
- Ngẫu lực là hai lực song song, ngược chiều, bằng nhau về độ lớn tác dụng vào một vật và giá của hai lực cách nhau một khoảng d .
- Mômen của ngẫu lực bằng: $M = Fd$
- Điều kiện cân bằng tổng quát của một vật rắn gồm:
 - + Lực tổng hợp tác dụng lên vật bằng không.
 - + Tổng mômen của các lực tác dụng lên vật đối với trục quay bất kì bằng không.

BÀI TẬP CHỦ ĐỀ 3

1. Một người có khối lượng 60,0 kg đi trên xe đạp có khối lượng 20,0 kg. Khi xuất phát, hợp lực tác dụng lên xe đạp là 200 N. Giả sử hợp lực tác dụng lên xe đạp không đổi, hãy tính vận tốc của xe đạp sau 5,00 s.
2. Từ công thức liên quan, hãy biểu diễn đơn vị của áp suất và khối lượng riêng qua các đơn vị cơ bản trong hệ SI.
3. Một thiết bị vũ trụ có khối lượng 70,0 kg. Khi thiết bị này cất cánh từ bề mặt Mặt Trăng, lực nâng hướng thẳng đứng, lên khỏi bề mặt Mặt Trăng do động cơ tác dụng lên thiết bị là 500 N. Gia tốc rơi tự do trên bề mặt Mặt Trăng là $1,60 \text{ m/s}^2$. Hãy xác định:
 - a) Trọng lượng của thiết bị này khi ở trên Mặt Trăng.
 - b) Tổng hợp lực nâng của động cơ và lực hấp dẫn của Mặt Trăng tác dụng lên thiết bị.
 - c) Gia tốc của thiết bị khi cất cánh từ bề mặt Mặt Trăng.
4. Gọi tên và mô tả hướng của các lực trong các tình huống thực tế sau:
 - a) Một vật nằm ở đáy bể.
 - b) Quả táo rụng xuống đất.
 - c) Người ngồi trên xích đu.

5. Người ta thả một quả cầu kim loại vào một ống hình trụ chứa đầy dầu. Lúc đầu, quả cầu chuyển động nhanh dần. Sau một khoảng thời gian thì nó chuyển động với tốc độ không đổi. Hãy giải thích:

a) Tại sao lúc đầu quả cầu tăng tốc?

b) Tại sao sau một thời gian thì quả cầu chuyển động đều?

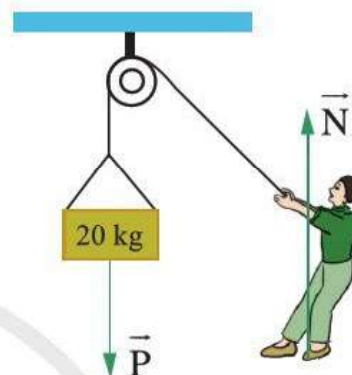
c) Tại sao nói nếu ống đủ cao thì vận tốc khi quả cầu chuyển động đều là vận tốc cuối của nó?

6. Một người kéo dây để giữ thùng hàng như hình 1. Trên hình đã biểu diễn hai lực.

a) Chỉ ra lực còn lại tạo thành cặp lực – phản lực theo định luật III Newton với mỗi lực này. Nêu rõ vật mà lực đó tác dụng lên, hướng của lực và loại lực.

b) Biểu diễn các lực tác dụng lên thùng hàng.

c) Biểu diễn các lực tác dụng lên người.



Hình 1

7. Độ sâu của nước trong một bể bơi thay đổi trong khoảng từ 0,80 m đến 2,40 m. Khối lượng riêng của nước $= 1,00 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ và áp suất khí quyển là $1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.

a) Tính áp suất lớn nhất tác dụng lên mỗi điểm ở đáy bể bơi.

b) Ở đáy bể có một nắp ống thoát nước hình tròn, bán kính 10,0 cm. Tính lực cần thiết để nhấc nắp này lên, bỏ qua trọng lượng của nắp.

c) Từ kết quả ở câu b, hãy đề xuất phương án bố trí ống thoát nước của bể bơi để có thể thoát nước dễ dàng hơn.

8. Khối lượng riêng của thép là 7850 kg/m^3 . Tính khối lượng của một quả cầu thép bán kính 0,150 m. Cho biết công thức tính thể tích của khối cầu là $V = \frac{4}{3}\pi r^3$, với r là bán kính quả cầu.

9. Một thùng hàng trọng lượng 500 N đang trượt xuống dốc. Mặt dốc tạo với phương ngang một góc $30,0^\circ$. Chọn hệ tọa độ vuông góc xOy sao cho trục Ox theo hướng chuyển động của thùng.

a) Vẽ giản đồ vector lực tác dụng lên thùng.

b) Tính các thành phần của trọng lực theo các trục tọa độ vuông góc.

c) Giải thích tại sao lực pháp tuyến của dốc lên thùng hàng không có tác dụng kéo thùng hàng xuống dốc?

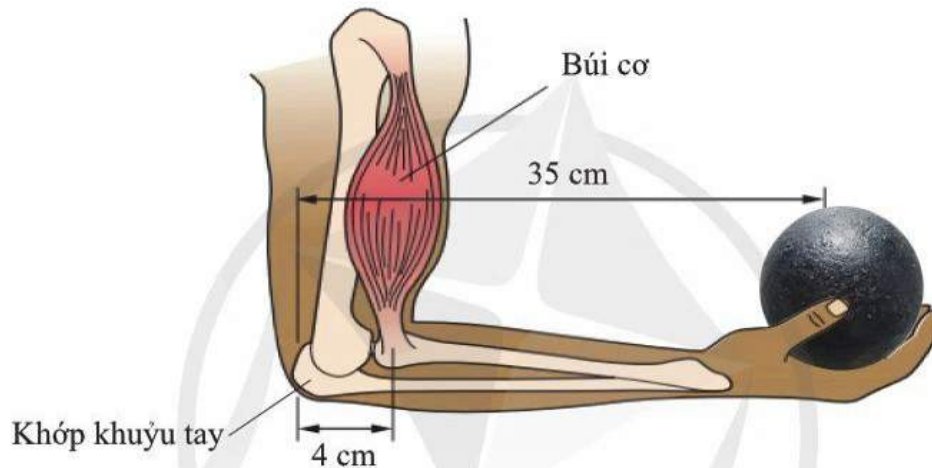
d) Xác định hệ số ma sát trượt giữa mặt dốc và thùng hàng nếu đo được gia tốc chuyển động của thùng là $2,00 \text{ m/s}^2$. Bỏ qua lực cản của không khí lên thùng.

10. Nêu ý nghĩa của:

a) Ngẫu lực.

b) Mômen ngẫu lực.

11. Hình 2 mô tả cấu trúc bên trong của một cánh tay người đang giữ một vật nặng. Búi cơ cung cấp một lực hướng lên. Lực của búi cơ có tác dụng làm căng tay quay ngược chiều kim đồng hồ quanh trục quay là khớp khuỷu tay. Tay sẽ giữ được vật nặng nếu mômen của lực tác dụng bởi búi cơ bằng với mômen lực gây ra bởi trọng lượng của vật nặng đối với khớp khuỷu tay. Biết người này đang giữ vật nặng có trọng lượng 50 N . Hãy xác định độ lớn của lực sinh ra bởi búi cơ.



Hình 2

CHỦ ĐỀ 4 NĂNG LƯỢNG

1 NĂNG LƯỢNG VÀ CÔNG

Học xong bài học này, bạn có thể:

- Nêu được biểu thức tính công bằng tích của lực tác dụng và độ dịch chuyển theo phương của lực, nêu được đơn vị đo công là đơn vị đo năng lượng (với $1 \text{ J} = 1 \text{ Nm}$).
- Tính được công trong một số trường hợp đơn giản.
- Trình bày được ví dụ chứng tỏ có thể truyền năng lượng từ vật này sang vật khác bằng cách thực hiện công.
- Từ một số tình huống thực tế, thảo luận để nêu được ý nghĩa vật lý và định nghĩa công suất.
- Vận dụng được mối liên hệ công suất (hay tốc độ thực hiện công) với tích của lực và vận tốc trong một số tình huống thực tế.



Cách mạng công nghiệp lần thứ nhất bắt đầu vào cuối thế kỉ XVIII ở nước Anh khi con người phát triển các máy mới có khả năng thực hiện công gấp hàng trăm lần so với sức người. Ở giai đoạn đầu, năng lượng gió và năng lượng nước được khai thác. Nước dự trữ trong các đập ở trên cao (thế năng) được sử dụng để làm quay các bánh xe lớn, nhờ đó làm quay các máy cơ (động năng). Ở thời kì tiếp theo, động cơ hơi nước được phát triển ở Vương quốc Anh sử dụng nhiên liệu hoá thạch như than đá. Động cơ hơi nước sử dụng năng lượng từ than đá làm tăng đáng kể công suất hoạt động của các máy bơm nước và các khung dệt lớn trong công xưởng sản xuất sợi. Động cơ hơi nước được sử dụng trong đầu máy xe lửa (hình 1.1), tàu thủy



Hình 1.1. Động cơ hơi nước sử dụng lực lớn tạo ra bởi áp suất hơi để đẩy xe lửa có khối lượng hàng trăm tấn di chuyển hàng trăm kilômét chỉ trong một vài giờ.

Kể tên các dạng năng lượng xung quanh chúng ta. Lấy ví dụ chứng tỏ năng lượng có thể truyền từ vật này sang vật khác.



Hình 1.2. Người nông dân thu hoạch lúa trên cánh đồng

hơi nước, xe tải, ... trở thành nền tảng cho Cách mạng công nghiệp lần thứ nhất.

Năng lượng làm cho các máy tác dụng lực lớn bắt nguồn từ đâu? Năng lượng có thể truyền từ vật này sang vật khác bằng cách nào?

I. CÔNG VÀ SỰ TRUYỀN NĂNG LƯỢNG

Năng lượng có ở khắp mọi nơi xung quanh chúng ta và tồn tại ở các dạng khác nhau.

1. Công

Năng lượng có thể được truyền từ vật này sang vật khác thông qua tương tác. Ví dụ, để chuyển thóc từ ruộng lên xe tải, người nông dân phải nâng bao thóc từ mặt đất lên vai mình (hình 1.2). Như vậy, người này đã truyền cho bao thóc năng lượng, làm thay đổi độ cao của nó so với mặt đất. Tức là làm cho nó có một thế năng so với mặt đất. Khi người nông dân tác dụng lực, truyền năng lượng cho bao thóc, ta nói lực tác dụng đang thực hiện công. Trong trường hợp này, khái niệm công được sử dụng với ý nghĩa khoa học.

Từ “công” còn được sử dụng ở các tình huống giao tiếp khác nhau như:

- Ngày công của một người lái xe là 200 000 đồng.
- Có công mài sắt, có ngày nên kim.
- Khi máy xúc đang hoạt động, động cơ sinh công di chuyển các khối đất khỏi hố.
- Chờ đợi mất công.

Ở các tình huống b và c, từ “công” được sử dụng với ý nghĩa khoa học: gắn với sự truyền năng lượng cho vật khi có lực tác dụng làm vật dịch chuyển theo phương của lực (bảng 1.1).

Bảng 1.1. Phân tích sự xuất hiện của từ “công” với nghĩa khoa học

Thực hiện công	Không thực hiện công
Đẩy tủ quần áo dịch chuyển: lực đẩy của người truyền năng lượng cho tủ. Động năng của tủ tăng.	Đẩy nhưng tủ không dịch chuyển: động năng của tủ không thay đổi.
Hòn đá đang rơi: lực hấp dẫn thực hiện công. Hòn đá dịch chuyển theo phương của lực hấp dẫn. Động năng của hòn đá tăng.	Mặt Trăng chuyển động quanh Trái Đất: lực hấp dẫn không thực hiện công vì Mặt Trăng không dịch chuyển theo phương của lực hấp dẫn. Động năng của Mặt Trăng không thay đổi.



Tìm từ thích hợp với chỗ [?] trong các suy luận dưới đây.

- Lực tác dụng càng lớn thì sinh công càng [?].
- Độ dịch chuyển theo phương của lực càng lớn thì công thực hiện được càng [?].

Năng lượng đặc trưng cho khả năng thực hiện công. Công được tính bằng biểu thức:

Công = lực tác dụng × độ dịch chuyển theo phương của lực

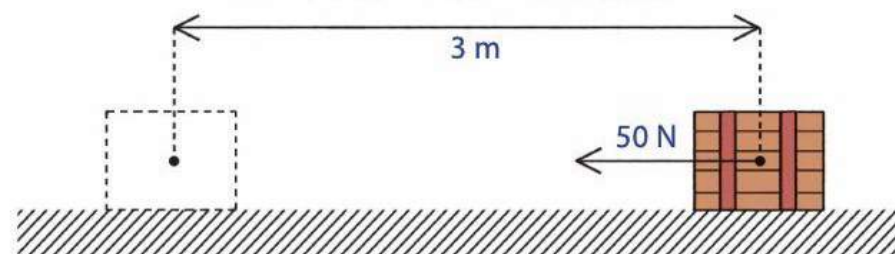
Nếu kí hiệu công là A , giá trị lực tác dụng là F và độ dịch chuyển theo phương của lực là d thì biểu thức tính công được viết dưới dạng kí hiệu: $A = Fd$ (1)

Đơn vị đo công là đơn vị dẫn xuất và từ (1) có thể dùng $N.m$ làm đơn vị đo công. Thực tế đơn vị đo công sử dụng như trình bày ở phần tiếp theo.

Ví dụ

- Xét trường hợp lực tác dụng có hướng trùng với hướng dịch chuyển (hình 1.3), công của lực là:

$$A = 50 \text{ N} \times 3 \text{ m} = 150 \text{ N.m.}$$



Hình 1.3. Đẩy thùng hàng trên mặt sàn bằng lực 50 N, làm nó dịch chuyển một đoạn 3 m

- Xét trường hợp lực tác dụng có hướng hợp với hướng dịch chuyển một góc α nào đó (hình 1.4).



1. Tính công của trọng lực làm hòn đá khối lượng 5 kg rơi từ độ cao 10 m xuống đất.
2. Tính công của trọng lực làm hòn đá khối lượng 5 kg lăn từ đỉnh dốc dài 100 m, cao 10 m xuống chân dốc.

Bạn có nhận xét gì về kết quả tính công trong hai trường hợp trên?



Bạn hãy phân tích lực tác dụng thành hai thành phần: thành phần vuông góc với phương dịch chuyển và thành phần trùng với phương dịch chuyển để lập luận rút ra biểu thức tính công (2).

Bạn có biết

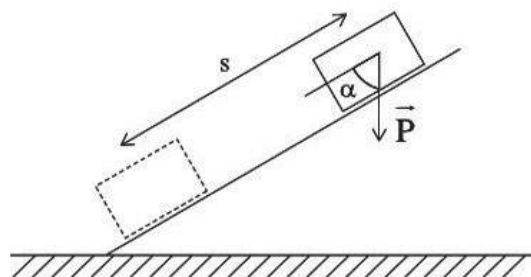
Cảm nhận của cơ thể về công đôi khi không chính xác. Nếu bạn giang hai tay và mỗi tay giữ yên một chồng sách thì sau vài phút sẽ thấy tay rất mỏi. Các bó cơ ở hai tay co giãn liên tục để sinh ra lực nâng, cân bằng với trọng lực tác dụng lên các chồng sách. Có quá trình chuyển hoá và truyền năng lượng trong cơ thể, nhưng không có năng lượng truyền tới các chồng sách. Do vậy lực nâng không thực hiện công.



Từ biểu thức (2), suy luận: Khi nào công sinh ra có giá trị âm?



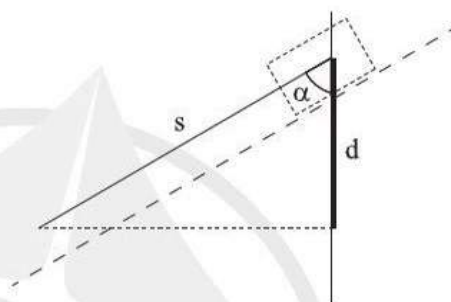
Chỉ ra và phân tích một số ví dụ chứng tỏ có thể truyền năng lượng từ vật này sang vật khác bằng cách thực hiện công.



Hình 1.4. Trọng lực 50 N tác dụng làm vật trượt xuống quãng đường 3 m. Mặt phẳng nghiêng hợp với phương của lực một góc 60°

Để tính công A của trọng lực P làm vật trượt quãng đường s trên mặt phẳng nghiêng, cần xác định độ dịch chuyển d của vật theo phương của trọng lực (hình 1.5):

$$d = s \cdot \cos \alpha.$$



Hình 1.5. Độ dịch chuyển hợp với phương của lực một góc α

Vận dụng biểu thức (1), tính công của lực:

$$\begin{aligned} A &= P \cdot (s \cdot \cos \alpha) = P \cdot s \cdot \cos \alpha \\ &= 50 \text{ N} \times 3 \text{ m} \times \cos 60^\circ = 75 \text{ Nm}. \end{aligned}$$

Như vậy, khi lực F không đổi tác dụng lên một vật và điểm đặt của lực đó chuyển dời một đoạn s theo hướng hợp với hướng của lực góc α thì biểu thức tính công của lực là: $A = F \cdot s \cdot \cos \alpha$ (2)

Từ biểu thức (2), nhận thấy khi lực vuông góc với phương dịch chuyển thì sinh công bằng 0.

2. Sự truyền năng lượng

Thực hiện công là một cách truyền năng lượng từ vật này sang vật khác. Độ lớn của công mà lực đã thực hiện bằng phần năng lượng mà lực tác dụng đã truyền cho vật, làm vật dịch chuyển một khoảng nào đó theo phương của lực.

Công đã thực hiện = Phần năng lượng đã được truyền

Như vậy, đơn vị đo công là đơn vị đo năng lượng: jun (kí hiệu là J), $1 \text{ N} \cdot 1 \text{ m} = 1 \text{ J}$ hay $1 \text{ J} = 1 \text{ Nm}$.

1 J là công do lực có độ lớn 1 N thực hiện khi điểm đặt của lực chuyển dời 1 m theo phương của lực.

II. CÔNG SUẤT

1. Tốc độ thực hiện công

Trong xây dựng, để đưa vật liệu lên cao người công nhân thường dùng dây kéo vắt qua ròng rọc cố định. Ở các công trường lớn, người ta sử dụng máy tời điện để thay thế cho sức người. Cùng đưa một khối vật liệu có khối lượng 50 kg lên độ cao 10 m, người kéo mất 50 s, trong khi máy tời kéo chỉ mất 10 s.



a) Đưa vật liệu lên cao bằng sức người



b) Đưa vật liệu lên cao bằng máy tời điện

Hình 1.6. Thực hiện công đưa vật liệu lên cao

Ở ngã tư có đèn giao thông, khi tín hiệu đèn chuyển từ đỏ sang xanh, các phương tiện giao thông cùng bắt đầu chuyển động. Sau 10 s, người đạp xe di chuyển được 20 m; ô tô di chuyển được 100 m (hình 1.7).



Hình 1.7. Con người và động cơ ô tô thực hiện công khi tham gia giao thông

Hai lực khác nhau thực hiện cùng một công như nhau nhưng thời gian để thực hiện công có thể khác nhau. Hoặc trong cùng một khoảng thời gian, lực này thực hiện công lớn hơn lực kia. Điều đó có nghĩa là: tốc độ thực hiện công của hai lực là nhanh chậm khác nhau.



So sánh công của người và công của máy tời trong trường hợp ở hình 1.6.

Người hay máy tời thực hiện công nhanh hơn?



So sánh công của người đạp xe và động cơ ô tô trong trường hợp ở hình 1.7.

Người hay động cơ ô tô thực hiện công nhanh hơn?

1W liên hệ với 1J và 1s như thế nào?

Bạn có biết

Trước đây người ta còn dùng đơn vị mã lực (sức ngựa) để đo công suất. Ở nước Anh 1 mã lực tương đương khoảng 746 W.

Đơn vị oát lấy tên theo tên nhà phát minh, kĩ sư người Scotland (Scốt-len). Ông đã có những cải tiến về công suất hoạt động của máy hơi nước – làm nền tảng cho cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ nhất.



James Watt (1736 - 1819)

Tìm hiểu thêm

Năng lượng vào cơ thể người dưới dạng hoá năng của thức ăn và giúp con người sinh công trong sinh hoạt và lao động, sản xuất hằng ngày.

Công suất của cơ thể lớn hay nhỏ phụ thuộc vào hoạt động của con người. Khi nghỉ ngơi, công suất hoạt động nhỏ hơn công suất trung bình. Khi vận động mạnh như di chuyển đồ đạc lên cầu thang thì công suất hoạt động lớn hơn công suất trung bình.

Với người thường xuyên hoạt động thể chất với cường độ cao (công suất lớn), chế độ ăn của họ cần giàu năng lượng hơn.

Bạn hãy tìm hiểu thêm về các loại thức ăn giàu năng lượng.

2. Định nghĩa công suất

Trong vật lí, người ta dùng khái niệm công suất để biểu thị tốc độ thực hiện công của một lực. Công suất có độ lớn được xác định bằng công sinh ra trong một đơn vị thời gian:

$$P = \frac{A}{t} \quad (3)$$

trong đó, A là công thực hiện được trong thời gian t. Đây là biểu thức xác định công suất trung bình. Công suất tức thời có thể thay đổi trong thời gian t.

Đơn vị đo công suất là oát, kí hiệu là W.

Ví dụ

Vận dụng biểu thức (3), ta tính công suất của động cơ thang máy tác dụng lực 10 000 N nâng buồng thang máy lên độ cao 18 m trong 20 s như sau:

$$P = \frac{A}{t} = \frac{F.s}{t} = \frac{10\,000\text{N} \times 18\text{m}}{20\text{s}} = 9\,000\text{ J/s} = 9\text{ kW}$$

So sánh công suất của hai máy tời sau:

- Máy tời 1 nâng được 80 kg vật liệu lên cao 5 m trong 30 s.
- Máy tời 2 nâng được 1 tạ vật liệu lên cao 6 m trong 1 phút.

Khái niệm công suất được mở rộng cho các nguồn phát năng lượng không chỉ sinh công cơ học, ví dụ: cơ thể người, máy phát thanh, lò nung, bóng điện (bảng 1.2).

Bảng 1.2. Một số giá trị công suất trung bình

Tổ máy phát điện	240 MW
Tàu biển	50 MW
Vận động viên nâng tạ 150 kg	3,3 kW
Máy phát thanh	3 kW
Lò nung	2 kW
Bóng đèn điện	100 W
Trái tim đập 60 nhịp/phút	30 W
Máy tính bỏ túi	10^{-3} W

3. Mối liên hệ công suất với lực và vận tốc

Động cơ tạo ra lực phát động làm xe máy chuyển động về phía trước. Động cơ hoạt động với công suất càng lớn thì có thể tác dụng lực càng lớn, làm xe máy chuyển động càng nhanh.

Giả sử xe máy đang di chuyển với vận tốc v không đổi. Động cơ tác dụng lực F cùng hướng chuyển động để cân

bằng với lực cản của đường và không khí.

Trong khoảng thời gian t , xe máy di chuyển được quãng đường: $s = v.t$. Lực F coi như không đổi và cùng hướng với độ dịch chuyển của vật, sinh công: $A = F.s$.

Công suất hoạt động của động cơ là:

$$\mathcal{P} = \frac{A}{t} = \frac{F.s}{t} = \frac{F.v.t}{t} = F.v \quad (4)$$

Đây là biểu thức xác định công suất trung bình.

Trên thực tế, động cơ của xe máy không thể hoạt động vượt quá một giá trị công suất nhất định. Do đó, cần điều chỉnh lực và tốc độ một cách phù hợp khi động cơ xe máy đang hoạt động với công suất tối đa. Ví dụ, khi xe máy chạy qua những đoạn đường khó đi hoặc lên dốc thì lực phát động của động cơ phải tăng, do đó cần giảm tốc độ.



Vận dụng mối liên hệ công suất với lực và vận tốc (4) để đưa ra khuyến nghị cho người lái xe máy nên đi bằng số thấp hay số cao trong mỗi tình huống thực tế dưới đây để đảm bảo an toàn và hiệu quả vận hành động cơ:

- Xe máy bắt đầu di chuyển.
- Xe máy đi trên đường ngoài đô thị, có ít phương tiện đi lại.
- Xe máy lên dốc.
- Xe máy xuống dốc.
- Xe máy vào cua (chuyển hướng đột ngột).
- Xe máy đi trên đường trơn trượt.
- Xe máy đi trên đường có nhiều ổ gà.

Tìm hiểu thêm

Hộp số là thiết bị gồm các bánh răng truyền động có bán kính lớn, nhỏ khác nhau để chuyển số, giúp thay đổi mômen xoắn lên bánh xe, từ đó điều chỉnh tốc độ của xe máy.

– Số 1 tương ứng với tốc độ từ 0 – 10 km/h

– Số 2 tương ứng với tốc độ từ 10 – 20 km/h

– Số 3 tương ứng với tốc độ từ 20 – 40 km/h

– Số 4 tương ứng với tốc độ từ 40 km/h trở lên.

Số 1, 2 được coi là số thấp; số 3, 4 là số cao.



Hình 1.8. Hộp số xe máy

Tìm hiểu thêm về hộp số và giải thích tại sao khi chuyển số thì thay đổi được lực phát động của động cơ?



- Thực hiện công là một cách để truyền năng lượng từ vật này sang vật khác. Độ lớn của công mà lực đã thực hiện được bằng phần năng lượng đã được truyền đi.
- Công được tính bằng tích của lực tác dụng và độ dịch chuyển theo phương của lực.
- Biểu thức tính công: $A = F.s.\cos\alpha$, trong đó α là góc hợp bởi lực F với hướng dịch chuyển, s là quãng đường vật đi được dưới tác dụng của lực F .
- Đơn vị đo công là đơn vị đo năng lượng: jun, $1 \text{ J} = 1 \text{ Nm}$.
- Công suất đặc trưng cho khả năng thực hiện công nhanh hay chậm, do vậy công suất còn được gọi là tốc độ thực hiện công.
- Công suất đo bằng công sinh ra trong một đơn vị thời gian: $\mathcal{P} = \frac{A}{t}$. Trong đó, A là công thực hiện được trong thời gian t . Đơn vị đo công suất là oát, $1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$.
- Biểu thức liên hệ công suất trung bình $\mathcal{P}$ với lực F không đổi và vận tốc v không đổi: $\mathcal{P} = F.v$.

Học xong bài học này, bạn có thể:

- *Nêu được công thức tính thế năng trong trường trọng lực đều, vận dụng được công thức tính thế năng trong một số trường hợp đơn giản.*
- *Từ phương trình chuyển động thẳng biến đổi đều với vận tốc ban đầu bằng không, rút ra được động năng của vật có giá trị bằng công của lực tác dụng lên vật.*
- *Phân tích được sự chuyển hoá động năng và thế năng của vật trong một số trường hợp đơn giản.*
- *Nêu được khái niệm cơ năng; phát biểu được định luật bảo toàn cơ năng và vận dụng được định luật bảo toàn cơ năng trong một số trường hợp đơn giản.*
- *Từ tình huống thực tế, thảo luận để nêu được định nghĩa hiệu suất; vận dụng được hiệu suất trong một số trường hợp thực tế.*
- *Chế tạo mô hình đơn giản minh hoạ được định luật bảo toàn năng lượng, liên quan đến một số dạng năng lượng khác nhau.*



Trong xây dựng, để có công trình bền vững thì cần xây nền móng chắc chắn bằng cách đóng những cọc bê tông đúc sẵn ngập sâu xuống nền đất. Mỗi máy đóng cọc đều có bộ phận búa máy được nâng lên nhờ sức thuỷ lực, hơi nước hoặc động cơ điêzen. Khi đạt tới điểm cao nhất, búa máy sẽ được thả cho rơi xuống, va chạm mạnh vào cọc bê tông và làm nó lún xuống (hình 2.1). Như vậy, búa máy khi ở trên cao có dự trữ năng lượng (thế năng) để sinh công làm dịch chuyển cọc. Động năng mà búa máy truyền sang cọc có liên hệ gì với khối lượng của búa máy và độ cao của nó trước khi thả rơi?



Hình 2.1. Sử dụng búa máy để đóng cọc bê tông

I. THỂ NĂNG VÀ ĐỘNG NĂNG

1. Thể năng

Lực của máy thực hiện công di chuyển búa máy lên cao. Năng lượng từ máy đã chuyển thành năng lượng dự trữ ở búa máy, gọi là thể năng trọng trường.

Trường hấp dẫn do Trái Đất gây ra xung quanh nó gọi là trường trọng lực. Biểu hiện của trường trọng lực là sự xuất hiện của trọng lực P tác dụng lên một vật có khối lượng m đặt tại một vị trí bất kì trong khoảng không gian có trường trọng lực: $P = mg$, trong đó, g là giá trị của gia tốc rơi tự do hay còn gọi là gia tốc trọng trường.

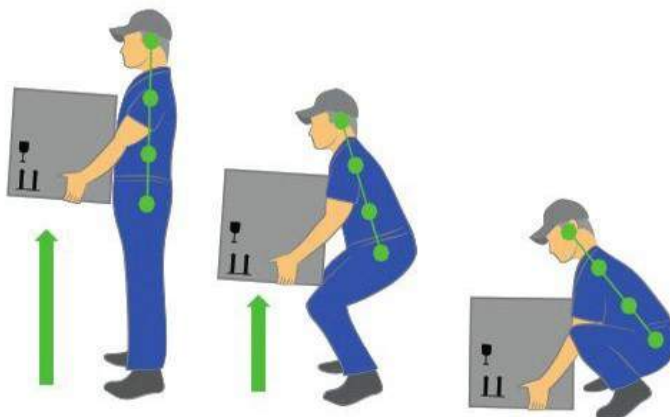
Khi xét một khoảng không gian không quá rộng thì gia tốc trọng trường tại mọi điểm có phương song song, cùng chiều và cùng độ lớn. Ta nói rằng, trong khoảng không gian đó, trường trọng lực là đều. Ở gần mặt đất, trường trọng lực có thể coi là đều và gia tốc trọng trường có giá trị không đổi, xấp xỉ bằng $9,81 \text{ m/s}^2$.

Xét tình huống (hình 2.2): một người nâng vật có khối lượng m từ từ lên độ cao h so với mặt đất. Năng lượng mà người truyền cho vật được dự trữ dưới dạng thể năng. Thể năng trong trường trọng lực đều được xác định bằng biểu thức:

$$W_t = mgh \quad (1)$$

Thể năng là năng lượng nên được đo bằng jun (J).

Nhận xét: Khi vật ở trên mặt đất ($h = 0$) thì vật không có thể năng ($W_t = 0$). Ta nói mặt đất được chọn làm mốc (hay gốc) thể năng.



Hình 2.2. Lực nâng của người thực hiện công truyền năng lượng cho kiện hàng

Bạn có biết

Nếu coi Trái Đất là quả cầu đồng chất có khối lượng M và bán kính R thì biểu thức tính giá trị của gia tốc trọng trường là:

$$g = \frac{G.M}{(R + h)^2}, \text{ trong đó } G \text{ là hằng số hấp dẫn.}$$

Ở gần mặt đất, h rất nhỏ so với R nên có thể bỏ qua; do vậy, $g = \frac{G.M}{R^2}$ là như nhau ở mọi vị trí gần mặt đất.

- Tìm từ thích hợp với chỗ [?] trong suy luận dưới đây:

Thể năng của búa máy càng [?] thì lực của máy đóng cọc thực hiện công càng [?], cọc lún xuống càng sâu.

- So sánh thể năng trọng trường của vật ở độ cao h với công của người tác dụng lực nâng vật lên đến độ cao này.



Phan-Xi-Păng là ngọn núi cao nhất trong ba nước Việt Nam, Lào, Campuchia, được mệnh danh là “nóc nhà Đông Dương”. Lên đến đỉnh núi cao 3147 m này là ước mơ của nhiều bạn trẻ.

Tính thế năng của người leo núi có khối lượng 70 kg khi leo lên đến đỉnh núi Phan-Xi-Păng.



Từ liên hệ (i), (ii), hãy suy luận để rút ra kết luận: Động năng W_d của vật có giá trị bằng công A của lực tác dụng lên nó.

Ví dụ

Vận dụng công thức (1), ta tính được thế năng của kiện hàng 20 kg ở độ cao 1,5 m là:

$$W_t = mgh = 20 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 \times 1,5 \text{ m} = 294,3 \text{ J}$$

2. Động năng

Tác dụng lực F không đổi vào vật có khối lượng m đang đứng yên, làm vật dịch chuyển theo hướng của lực.

• Về mặt động lực học, lực F làm vật chuyển động với gia tốc a trên quãng đường s , từ vận tốc ban đầu bằng không đến vận tốc v nào đó.

+ Theo công thức của chuyển động thẳng biến đổi đều:

$$v^2 = 2as \quad (i)$$

+ Theo định luật II Newton: $F = ma$ (ii)

• Về mặt năng lượng, lực F thực hiện công $A = Fs$, làm vật chuyển động với động năng W_d .

Động năng là năng lượng một vật có được do chuyển động và được xác định bằng biểu thức:

$$W_d = \frac{1}{2}mv^2 \quad (2)$$

Động năng là năng lượng nên được đo bằng jun (J).



So sánh động năng của ô tô nặng 1 000 kg chuyển động với tốc độ 4 m/s và động năng của xe máy nặng 100 kg chuyển động với tốc độ 15 m/s.

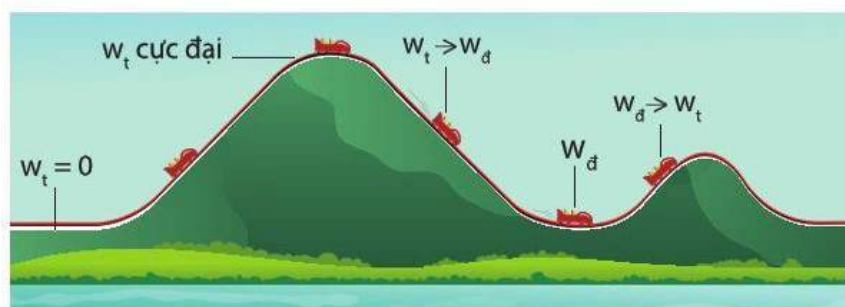
II. CƠ NĂNG

1. Sự chuyển hoá động năng và thế năng của vật

Ở các công viên giải trí hiện đại, thường có trò chơi trải nghiệm: tàu lượn siêu tốc. Khi bắt đầu, động cơ điện từ từ kéo toa tàu lên đỉnh đầu tiên của cung đường ray (hình 2.3). Sau đó, toa tàu trượt xuống và tăng tốc. Nó chuyển động nhanh dần và có đà để di chuyển đến đỉnh thứ hai (thấp hơn đỉnh thứ nhất); sau đó tiếp tục trượt xuống và tăng tốc.

Lực kéo của động cơ thực hiện công đưa toa tàu lên đỉnh đường ray, dự trữ thế năng cực đại. Khi toa tàu này trượt

xuống, động năng của nó tăng và đồng thời thế năng của nó giảm. Khi tới đáy của cung đường, toàn bộ thế năng đã chuyển hóa thành động năng, năng lượng nhiệt và năng lượng âm thanh. Khi lên dốc, động năng của toa tàu giảm, chuyển hóa thành thế năng.



Hình 2.3. Người ngồi trên toa tàu lượn cảm nhận sự thay đổi nhanh và liên tục của vận tốc và độ cao của mình

Rõ ràng là trong quá trình di chuyển, năng lượng của toa tàu (gồm động năng và thế năng) bị hao phí do lực ma sát trên đường ray và sức cản không khí. Vì vậy, toa tàu không thể trở lại độ cao ban đầu. Điều này lí giải tại sao đỉnh thứ hai của cung đường ray thấp hơn đỉnh thứ nhất. Ma sát càng lớn thì hao phí năng lượng càng nhiều.

Xung quanh chúng ta có rất nhiều tình huống khác mà ở đó có sự chuyển hoá giữa động năng và thế năng (hình 2.4).



(a)



(b)



(c)

Hình 2.4. Chơi xích đu ở công viên (a), nhảy tự do trên bạt nhún (b), thủ môn phát bóng bổng (c)



- Năng lượng hao phí trong quá trình toa tàu chuyển động tồn tại dưới dạng nào?
- Bạn chà xát hai bàn tay vào nhau liên tục cho đến khi lòng bàn tay ấm lên. Năng lượng nhiệt mà bạn cảm nhận được chuyển hoá từ dạng năng lượng nào?



Phân tích sự chuyển hoá động năng và thế năng của vật trong một số trường hợp đơn giản. Trong các trường hợp này có sự hao phí năng lượng không?

Bạn có thể sử dụng các trường hợp ở hình 2.4 hoặc tự đưa ra các tình huống khác.



Cơ năng là gì?



Điều kiện để cơ năng của vật được bảo toàn là gì?

2. Định luật bảo toàn cơ năng

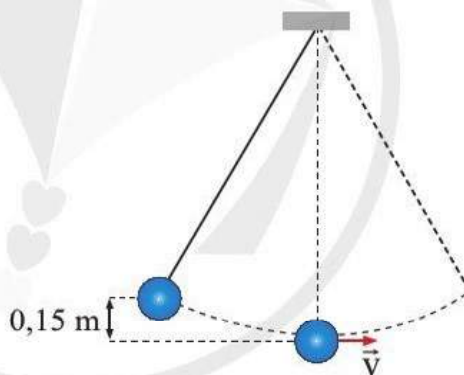
Thế năng và động năng là hai dạng của cơ năng. Cơ năng W của một vật bằng tổng thế năng W_t và động năng W_d của nó:

$$W = W_t + W_d$$

Trong quá trình chuyển động, động năng có thể giảm do chuyển hoá thành thế năng hoặc thế năng giảm do chuyển hoá thành động năng. Quá trình chuyển hoá này thường kèm theo sự hao phí năng lượng. Trong các trường hợp mà ma sát rất nhỏ, có thể bỏ qua sự hao phí năng lượng, động năng giảm đi bao nhiêu thì thế năng tăng lên bấy nhiêu. Và ngược lại, thế năng giảm đi bao nhiêu thì động năng tăng lên bấy nhiêu. Nói cách khác, tổng thế năng và động năng là không đổi. Đó là định luật bảo toàn cơ năng.

Ví dụ

Xét con lắc gồm quả lắc 5 kg treo trên sợi dây chắc, mảnh, dài và không co giãn. Di chuyển quả lắc tới vị trí có độ cao 0,15 m như hình 2.5 rồi thả nhẹ. Tính tốc độ của quả lắc khi nó đi qua vị trí thấp nhất trên quỹ đạo chuyển động.



Hình 2.5. Chuyển động của con lắc

Khi bắt đầu thả ra, thế năng của quả lắc so với vị trí thấp nhất trên quỹ đạo là: $W_t = mgh = 5.9,81.0,15 = 7,36$ (J).

Ở vị trí thấp nhất trên quỹ đạo, toàn bộ thế năng của vật đã chuyển hoá thành động năng vì ma sát trong quá trình quả lắc chuyển động là không đáng kể.

$$W_d = W_t = 7,36 \text{ J}$$

Từ công thức động năng $W_d = \frac{1}{2}mv^2$, suy ra:

$$v = \sqrt{\frac{2W_d}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 7,36}{5}} \approx 1,72 \text{ (m/s)}.$$



Giải lại bài tập minh hoạ với $m = 10$ kg. Chứng minh rằng tốc độ lớn nhất của quả lắc không phụ thuộc vào khối lượng của nó.



1. Nhảy cầu là một môn thể thao. Vận động viên nhảy lên, đạt điểm cao nhất cách mặt nước 10 m, rồi rơi xuống. Trong quá trình rơi, vận động viên thực hiện các động tác nhào lộn đẹp mắt trước khi chạm nước (hình 2.6). Em hãy ước lượng tốc độ của vận động viên khi chạm nước. Nước trong bể có vai trò như thế nào trong việc đảm bảo an toàn cho vận động viên?

2. Một em bé có khối lượng 20 kg trượt từ đỉnh cầu trượt cao 2 m. Khi tới chân cầu trượt, em bé có tốc độ là 4 m/s. Cơ năng của em bé có bảo toàn không? Tại sao?



Hình 2.6 Nhảy cầu thể thao

III. SỰ BẢO TOÀN VÀ CHUYỂN HOÁ NĂNG LƯỢNG. HIỆU SUẤT

1. Sự chuyển hóa năng lượng

Năng lượng có thể được dự trữ và chuyển từ dạng này sang dạng khác (chuyển hoá năng lượng), từ vật này sang vật khác (truyền năng lượng) khi có lực tác dụng hoặc các tác động vật lý khác. Cuộc sống hằng ngày của chúng ta cũng như sản xuất nông nghiệp, công nghiệp phụ thuộc nhiều vào sự chuyển hoá năng lượng.

Ví dụ

Theo Viện Dinh dưỡng - Bộ Y tế, thanh sôcôla 100 g chứa năng lượng 449 kcal tương đương với 1 879 000 J. Xét tình huống, một người có khối lượng 80 kg muốn leo lên đỉnh núi cao 2 000 m thì cơ bắp cần thực hiện công để tích trữ thế năng là:

$$W_t = 80 \times 9,81 \times 2\,000 = 1\,569\,600 \text{ (J)}$$

Như vậy, trên lý thuyết, người leo núi chỉ cần ăn một thỏi sôcôla kể trên là có đủ năng lượng để leo lên đỉnh núi cao 2 000 m. Trên thực tế, cơ thể người không thể chuyển hóa toàn bộ năng lượng hoá học dự trữ trong thức ăn thành thế năng trọng trường – dạng năng lượng có ích trong tình huống này. Phần lớn năng lượng dự trữ trong thức ăn được chuyển hoá thành các dạng năng lượng hao phí như nhiệt năng và động năng của cơ thể.



Lấy ví dụ về sự chuyển hoá từ năng lượng dự trữ thành năng lượng hoạt động trong cuộc sống và sản xuất nông nghiệp, công nghiệp.

Tìm hiểu thêm

- Bạn hãy tìm hiểu thêm về quá trình chuyển hoá các chất dinh dưỡng trong cơ thể và các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu suất chuyển hoá năng lượng dự trữ trong thức ăn.
- Kể cả ở những nhà máy điện có hiệu suất cao nhất, chỉ có 40% năng lượng từ nhiên liệu được chuyển hoá thành điện năng hoà vào lưới điện. Bạn hãy tìm hiểu về các dạng năng lượng hao phí trong quá trình sản xuất và truyền tải điện năng đi xa.

Bạn có biết

Bảng 2.1. Hiệu suất một số động cơ.

Thiết bị	Hiệu suất
Động cơ điện	90%
Động cơ hơi nước	45%
Động cơ ô tô	25%



1. Máy tời đang hoạt động với công suất 1 000 W đưa 100 kg vật liệu lên đều tới độ cao 16 m trong 20 s. Tính hiệu suất của máy tời.

2. Với mỗi động cơ ở bảng 2.1, chỉ ra dạng năng lượng cung cấp, dạng năng lượng có ích tạo ra, dạng năng lượng hao phí tạo ra và biểu diễn dưới dạng lược đồ như hình 2.7.



Tại sao cần tắt điều hoà, tắt đài, tắt đèn trong ô tô khi ô tô đang đi trên đường mà gần hết xăng.

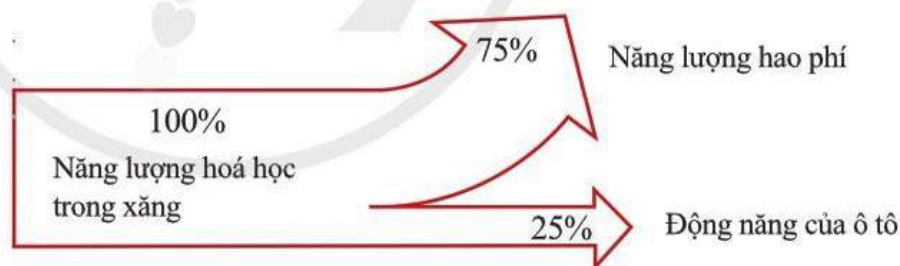
Ngày nay hầu hết các nhà máy và công xưởng đều hoạt động dựa vào năng lượng điện được truyền đến từ các nhà máy điện. Ở nhà máy nhiệt điện, than đá hoặc dầu mỏ bị đốt cháy giải phóng năng lượng dự trữ (năng lượng hoá học) trong nhiên liệu, tạo ra năng lượng nhiệt lớn làm sôi nước. Luồng hơi áp suất cao phát ra làm quay tuabin máy phát điện, tạo ra năng lượng điện – dạng năng lượng có ích trong sản xuất điện.

2. Hiệu suất

Trong khoa học, người ta sử dụng khái niệm hiệu suất H để mô tả tỉ lệ (có thể tính theo phần trăm) giữa năng lượng có ích được tạo ra $W_{\text{có ích}}$ và tổng năng lượng cung cấp $W_{\text{cung cấp}}$:

$$H = \frac{W_{\text{có ích}}}{W_{\text{cung cấp}}} \times 100\%$$

Ví dụ, nói động cơ ô tô có hiệu suất 25% có nghĩa là chỉ 25% năng lượng hoá học trong xăng được chuyển hoá thành động năng của ô tô – dạng năng lượng có ích trong trường hợp này (hình 2.7). 75% năng lượng còn lại bị hao phí dưới dạng năng lượng nhiệt làm nóng xe, tỏa ra môi trường và năng lượng âm thanh do rung lắc.



Hình 2.7. Lược đồ minh họa hiệu suất của động cơ xăng của ô tô $H = 25\%$

Sử dụng thiết bị có hiệu suất thấp không chỉ lãng phí năng lượng cung cấp mà còn gây ô nhiễm môi trường. Ví dụ, âm thanh to và kéo dài phát ra từ các phương tiện giao thông gây căng thẳng thần kinh, tăng huyết áp, giảm thính lực và rối loạn giấc ngủ. Nâng cao hiệu suất của máy móc, sử dụng năng lượng hiệu quả là biện pháp quan trọng nhằm phát triển bền vững đất nước.

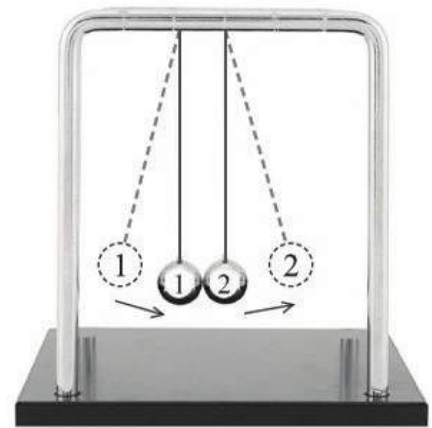
3. Minh họa định luật bảo toàn năng lượng

Năng lượng không tự sinh ra hoặc không tự mất đi; năng lượng chỉ *chuyển hoá từ dạng này sang dạng khác* hoặc *truyền từ vật này sang vật khác*. Nói cách khác, năng lượng được bảo toàn.

Con lắc trên hình 2.8 là mô hình đơn giản minh họa sự bảo toàn năng lượng. Con lắc này gồm hai quả cầu thép giống hệt nhau, được treo bởi các sợi dây mảnh, nhẹ lên khung có đế vững chắc.

Dùng tay đưa quả cầu 1 khỏi vị trí cân bằng lên đến vị trí A nào đó rồi thả nhẹ thì quả cầu 1 di chuyển từ A về vị trí cân bằng, va chạm với quả cầu 2. Lực tương tác giữa hai quả cầu đã làm quả cầu 1 đứng yên và quả cầu 2 dờ khỏi vị trí cân bằng, lên đến vị trí B, thấp hơn một chút so với vị trí A. Sau đó, quả cầu 2 quay lại vị trí cân bằng, va chạm với quả cầu 1 và làm quả cầu 1 di chuyển lên vị trí C, thấp hơn B và A. Quá trình này lặp lại cho đến khi hai quả cầu dừng hẳn ở vị trí cân bằng.

Thế năng của quả cầu 1 dự trữ được ở vị trí A do tay người thực hiện công. Thế năng này sau đó giảm nhưng không mất đi mà chuyển hoá thành động năng, năng lượng nhiệt và năng lượng âm thanh.



Hình 2.8. Mô hình đơn giản minh họa sự bảo toàn năng lượng



Chế tạo mô hình đơn giản và minh họa định luật bảo toàn năng lượng, liên quan đến một số dạng năng lượng khác nhau.



- Trong trường trọng lực đều, thế năng của vật có khối lượng m ở độ cao h so với mặt đất được xác định bằng công thức: $W_t = mgh$, trong đó $g \approx 9,81 \text{ m/s}^2$.
- Động năng của vật có khối lượng m chuyển động với tốc độ v được xác định bằng công thức: $W_d = \frac{1}{2}mv^2$.
- Động năng của vật có thể chuyển hoá thành thế năng và ngược lại. Nếu bỏ qua sự hao phí năng lượng trong quá trình chuyển động thì tổng thế năng và động năng của vật không đổi, tức là cơ năng của vật được bảo toàn.
- Hiệu suất cho biết tỉ lệ (có thể tính theo phần trăm) giữa năng lượng có ích được tạo ra và tổng năng lượng cung cấp.
- Năng lượng không tự sinh ra hoặc không tự mất đi; năng lượng chỉ chuyển hoá từ dạng này sang dạng khác hoặc truyền từ vật này sang vật khác. Nói cách khác, năng lượng được bảo toàn.

BÀI TẬP CHỦ ĐỀ 4

1. Lực F đẩy ô tô khối lượng m lên dốc một đoạn đường s với tốc độ không đổi v . Dốc nghiêng góc α . Hiệu suất của quá trình này được xác định bằng biểu thức nào dưới đây?

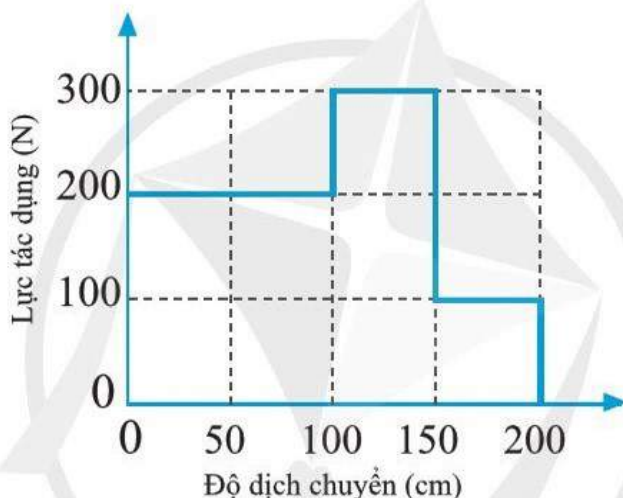
A. $\frac{mg s \sin \alpha}{Fv}$.

B. $\frac{mv}{Fs}$.

C. $\frac{mv^2}{2Fs}$.

D. $\frac{mg \sin \alpha}{F}$.

2. Đồ thị hình 1 biểu diễn lực tác dụng của người công nhân thay đổi trong quá trình kéo bao tải trên mặt phẳng nghiêng và độ dịch chuyển tương ứng theo phương của lực. Tính công của người công nhân.



Hình 1

3. Chế độ ăn hàng ngày cung cấp năng lượng khoảng 10 000 J để một người hoạt động bình thường.
- Ước tính công suất hoạt động trung bình của cơ thể.
 - Tính công suất hoạt động của người có trọng lượng 500 N chạy lên cầu thang cao 3 m trong 5 s. So sánh công suất tính được với công suất trung bình và rút ra nhận xét.
4. Thả quả bóng bàn rơi xuống sàn nhà cứng. Quan sát và mô tả chuyển động của quả bóng bàn cho đến khi nó nằm yên trên mặt sàn. Phân tích sự bảo toàn và chuyển hoá năng lượng trong suốt quá trình bạn quan sát được.

CHỦ ĐỀ 5 ĐỘNG LƯỢNG

1

ĐỘNG LƯỢNG VÀ ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN ĐỘNG LƯỢNG

Học xong bài học này, bạn có thể:

- Từ tình huống thực tế, thảo luận để nêu được ý nghĩa vật lý và định nghĩa động lượng.
- Rút ra được mối liên hệ giữa lực tổng hợp tác dụng lên vật và tốc độ thay đổi của động lượng (lực tổng hợp tác dụng lên vật là tốc độ thay đổi của động lượng của vật).
- Thực hiện thí nghiệm và thảo luận, phát biểu được định luật bảo toàn động lượng trong hệ kín.
- Vận dụng được định luật bảo toàn động lượng trong một số trường hợp đơn giản.



Sự va chạm giữa các ô tô khi tham gia giao thông, có thể ảnh hưởng lớn đến trạng thái của xe, thậm chí nguy hiểm đến tính mạng người ngồi trong xe. Để nâng cao độ an toàn của ô tô, giảm hậu quả của lực tác dụng lên người lái, cần phải hiểu điều gì sẽ xảy ra với ô tô bị va chạm khi đang chuyển động. Những đặc điểm nào của ô tô ảnh hưởng đến hậu quả va chạm?



Hình 1.1. Nghiên cứu thử nghiệm va chạm ô tô để tìm ra cách tốt nhất bảo vệ người ngồi trong xe

I. ĐỘNG LƯỢNG

Để xem xét ảnh hưởng của sự va chạm giữa các vật, ta có thể dùng thí nghiệm thả các viên bi có cùng kích thước nhưng có khối lượng khác nhau xuống một khối đất nặn. Căn cứ vào độ lún sâu của viên bi vào khối đất nặn, ta có thể đánh giá được tác động của viên bi đang chuyển động đối với vật cản là đất nặn.

Bạn có biết

Trong các vụ tai nạn giao thông, nguyên nhân thường gặp là tốc độ của xe vượt quá tốc độ cho phép. Khi tốc độ tăng trung bình 5% thì số vụ tai nạn giao thông tăng 10% và tai nạn có hậu quả nghiêm trọng tăng 20%. Có đến trên 80% các vụ tai nạn giao thông nghiêm trọng đều có nguyên nhân từ việc không làm chủ tốc độ (theo <https://www.mt.gov.vn>).



Hãy đề xuất phương án và thực hiện thí nghiệm để chứng tỏ tốc độ và khối lượng của vật khi va chạm càng lớn thì hậu quả do va chạm càng lớn.



Làm thế nào để một viên bi có tốc độ khác nhau khi tiếp xúc với đất nện?



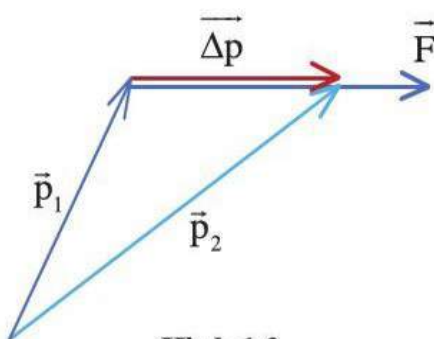
1. Tính độ lớn động lượng của từng vật sau:

a) Một hòn đá khối lượng 0,5 kg đang chuyển động với vận tốc 20 m/s.

b) Một chiếc xe buýt khối lượng 12 000 kg đang chuyển động với tốc độ 10 m/s trên đường.

c) Một electron di chuyển với tốc độ $2,0 \cdot 10^7$ m/s.

(Khối lượng của electron là $9,1 \cdot 10^{-31}$ kg.)



Hình 1.2

+ Lần lượt thả một viên bi để nó chạm vào đất nện với các tốc độ khác nhau.

+ Lần lượt thả các viên bi cùng kích thước nhưng có khối lượng khác nhau để chúng chạm vào đất nện với cùng tốc độ.

Kết quả thí nghiệm cho thấy, với cùng một viên bi, tốc độ khi va chạm càng lớn, nó càng lún sâu vào đất nện.

Với các viên bi cùng kích thước, viên bi nào khối lượng càng lớn, càng lún sâu vào đất nện.

Như vậy độ lún sâu vào đất nện của viên bi phụ thuộc vào cả khối lượng và tốc độ của nó khi va chạm.

Qua nhiều ví dụ, người ta thấy rằng có thể sử dụng đại lượng bằng **tích của vận tốc và khối lượng** để đặc trưng cho vật chuyển động trong tương tác, đại lượng này được gọi là **động lượng**.

$$\text{Động lượng} = \text{khối lượng} \times \text{vận tốc}$$

$$\vec{p} = m\vec{v} \quad (1)$$

Hướng của động lượng theo hướng của vận tốc.

Động lượng là một đại lượng vector, cùng hướng với vận tốc. Đơn vị của động lượng là kg.m/s.

II. ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN ĐỘNG LƯỢNG

1. Động lượng và định luật II Newton

Gia tốc chính là tốc độ thay đổi vận tốc. Từ định luật II Newton (lực bằng tích khối lượng với gia tốc của vật) và biểu thức (1), rút ra lực tác dụng bằng tốc độ thay đổi động lượng. Do đó, định luật II Newton được phát biểu qua động lượng như sau:

Hợp lực tác dụng lên một vật bằng tốc độ thay đổi động lượng của nó.

Hợp lực $\vec{F}$ được xác định:

$$\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} \quad (2)$$

với $\Delta \vec{p}$ là độ thay đổi động lượng trong thời gian Δt . Hướng của hợp lực theo hướng của độ thay đổi động lượng (hình 1.2).

2. Định luật bảo toàn động lượng

Xét hệ gồm hai vật hoàn toàn không chịu tác động của lực bên ngoài. Nếu vật 1 tác dụng một lực $\vec{F}$ lên vật 2, thì định luật III Newton cho chúng ta biết vật 2 tác dụng một lực lên vật 1. Dấu trừ cho biết các lực có chiều ngược nhau. Do đó, ta có độ biến thiên động lượng của vật 1 bằng độ lớn và ngược dấu với độ biến thiên động lượng của vật 2.

Vì thế, độ thay đổi động lượng của hệ hai vật bị triệt tiêu và động lượng của hệ không đổi.

Chúng ta có thể mở rộng ý tưởng này cho hệ gồm số lượng vật bất kì và rút ra được: *Nếu không có ngoại lực nào tác dụng lên hệ thì tổng động lượng của hệ không đổi, tức là được bảo toàn.*

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \text{không đổi} \quad (3)$$

Hệ vật chỉ có những lực của các vật trong hệ tác dụng lẫn nhau, không có tác dụng của những lực từ bên ngoài hệ hoặc nếu có thì các lực này triệt tiêu lẫn nhau được gọi là hệ kín.

3. Thí nghiệm kiểm chứng định luật bảo toàn động lượng



Hình 1.4

Chúng ta có thể kiểm chứng định luật bảo toàn động lượng bằng thí nghiệm sau đây:

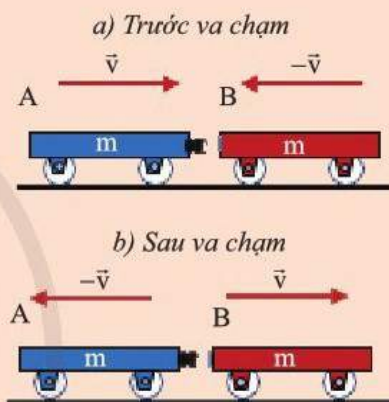
Đặt hai xe kĩ thuật số (gọi tắt là xe) có khối lượng bằng nhau lên giá đỡ nằm ngang. Cho xe 1 chuyển động va chạm vào xe 2 đang nằm yên. Sau va chạm hai xe dính vào nhau. Đọc và ghi tốc độ của từng xe trước và sau va chạm (ví dụ như bảng 1.1 với khối lượng hai xe cùng là 245 g). Từ kết quả thu được, tính động lượng của hai xe trước và sau va chạm.

Bạn có biết

Mặc dù định luật II Newton phát biểu qua động lượng được dẫn ra cho vật có khối lượng là hằng số, định luật này cũng đúng cho cả trường hợp vật có khối lượng thay đổi. Tên lửa hoạt động dựa trên nguyên lý này.



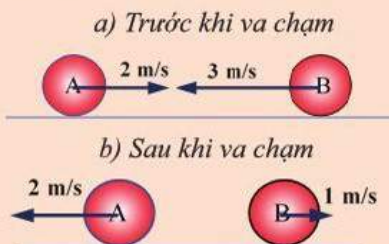
Hãy biểu diễn độ thay đổi động lượng của từng xe sau khi va chạm (hình 1.3)



Hình 1.3



Hai quả cầu A và B, mỗi quả có khối lượng 1 kg, va chạm nhau như trong hình 1.5. Hãy tính tổng động lượng của hai quả cầu trước va chạm và tổng động lượng của chúng sau va chạm. So sánh kết quả và nêu kết luận.



Hình 1.5



Dựa vào định luật bảo toàn động lượng, hãy thiết lập công thức tính tốc độ của hai xe trên giá đỡ nằm ngang, trong trường hợp một xe có tốc độ đã biết tới va chạm với xe còn lại đang đứng yên, sau va chạm hai xe dính vào nhau và cùng chuyển động.



Kết quả thí nghiệm đo được trong một lần thí nghiệm với hai xe có cùng khối lượng là 245 g, xe 1 có tốc độ 0,542 m/s va chạm với xe 2 đang đứng yên, sau va chạm đo được hai xe có cùng tốc độ là 0,269 m/s. Hãy tính động lượng của từng xe trước và sau va chạm, từ đó so sánh động lượng của hệ hai xe trước và sau va chạm. Định luật bảo toàn có được nghiệm đúng hay không?



Ngay trước khi nổ, quả pháo hoa có tốc độ bằng không, động lượng của nó bằng không. Ngay sau khi nổ, các mảnh pháo hoa bay ra theo mọi hướng, mỗi mảnh có động lượng khác không. Điều này có mâu thuẫn với định luật bảo toàn động lượng hay không?

Bảng 1.1

	Trước va chạm	Sau va chạm
Tốc độ xe 1 (m/s)	0,542	0,269
Tốc độ xe 2 (m/s)	0	0,269
Động lượng xe 1 (kg.m/s)	?	?
Động lượng xe 2 (kg.m/s)	?	?
Tổng động lượng hai xe (kg.m/s)	?	?

Từ kết quả ở bảng 1.1, ta đánh giá động lượng của hai xe trước và sau va chạm như sau:

Khối lượng của mỗi xe là 0,245 kg.

Trước va chạm: Tốc độ của xe 1 là 0,542 m/s, động lượng của nó là 0,133 kg.m/s. Xe 2 đứng yên, động lượng bằng 0.

Sau va chạm, hai xe có cùng tốc độ 0,269 m/s.

Tổng động lượng của hai xe trước va chạm là

$$0,133 \text{ kg.m/s} + 0 \text{ kg.m/s} = 0,133 \text{ kg.m/s}$$

Tổng động lượng của hai xe sau va chạm là

$$0,066 \text{ kg.m/s} + 0,066 \text{ kg.m/s} = 0,132 \text{ kg.m/s}$$

Kết quả trên cho thấy:

Tổng động lượng của hai xe sau va chạm bằng 99,2% tổng động lượng của hai xe trước va chạm, điều đó chứng tỏ động lượng của hệ hai xe đo được bảo toàn. Định luật bảo toàn động lượng được nghiệm đúng.

III. VẬN DỤNG ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN ĐỘNG LƯỢNG

Một quả pháo hoa được bắn thẳng đứng lên cao và phát nổ đúng khi tới điểm cao nhất (quả pháo dừng lại). Ta thấy các mảnh pháo hoa cháy rực rỡ nhiều màu và bay ra theo mọi hướng, mỗi mảnh nhỏ đều có động lượng, luôn có mảnh khác tương ứng chuyển

động theo hướng ngược lại, tạo ra hình ảnh đẹp trên bầu trời đêm (hình 1.6).



Hình 1.6. Pháo hoa trên bầu trời

Trong một hệ kín, nếu có một phần của hệ chuyển động theo một hướng, theo định luật bảo toàn động lượng, phần còn lại của hệ phải chuyển động theo hướng ngược lại. Chuyển động theo nguyên tắc như trên gọi là chuyển động bằng phản lực. Tên lửa là phương tiện hoạt động theo nguyên tắc đó, cũng là phương tiện duy nhất hiện nay giúp con người bay vào vũ trụ. Một tên lửa chuyển động bằng việc phóng ra một phần khối lượng của chính nó (nhiên liệu mà tên lửa mang theo bị đốt cháy) theo hướng ngược với hướng chuyển động dự kiến của tên lửa. Như vậy, các hiện tượng trên cho thấy các biểu hiện của định luật bảo toàn động lượng.



- Động lượng đặc trưng cho sự truyền tương tác giữa các vật, là tích của khối lượng và vận tốc của vật.

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

- Đối với một hệ kín, tổng động lượng của hệ không đổi.

Bạn có biết

Việc bắn pháo hoa gây ra sự ô nhiễm cho bầu không khí bởi chính những chất được giải phóng do sự cháy trong hỗn hợp thuốc nổ và các kim loại tạo màu xuất phát từ các hợp chất của các kim loại khác nhau. Chúng ta cần nhiều việc phải làm để giảm các ảnh hưởng môi trường không khí và nguồn nước khi tận hưởng vẻ đẹp của pháo hoa.



Một quả bóng bay theo phương ngang tới và vào tường thẳng đứng với cùng vận tốc ở hai lần khác nhau. Lần thứ nhất, quả bóng bị nảy ngược lại cùng tốc độ ngay trước khi va vào tường. Lần thứ hai, quả bóng bay tới và bị dính vào tường.

1. Trong lần nào quả bóng có độ thay đổi động lượng lớn hơn?
2. Giả sử khoảng thời gian biến đổi động lượng của quả bóng khi va vào tường trong hai lần là bằng nhau, lần nào lực trung bình quả bóng tác dụng lên tường lớn hơn?
3. Động lượng của quả bóng có bảo toàn trong quá trình bóng va vào tường hay không? Giải thích.



Hãy sử dụng các vật liệu dễ kiếm để chế tạo xe đồ chơi có thể chuyển động bằng phản lực?

Học xong bài học này, bạn có thể:

- Thảo luận để thiết kế phương án hoặc lựa chọn phương án, thực hiện phương án, xác định được tốc độ và đánh giá được động lượng của vật trước và sau va chạm bằng dụng cụ thực hành.
- Thực hiện thí nghiệm và thảo luận được sự thay đổi năng lượng trong một số trường hợp va chạm đơn giản.
- Thảo luận để giải thích được một số hiện tượng đơn giản.



Va chạm giữa các vật là hiện tượng thường gặp. Lực gây ra do va chạm có thể rất nhỏ như khi các phân tử không khí va chạm lên da chúng ta, nhưng có thể rất lớn như khi các thiên thạch va chạm với nhau ngoài vũ trụ. Ta đã biết rằng động lượng và năng lượng của hệ kín luôn được bảo toàn, tuy nhiên động lượng và năng lượng của từng vật trong va chạm thì có thể thay đổi. Vậy khi các vật va chạm với nhau, động lượng và năng lượng của chúng thay đổi như thế nào?



Thảo luận, xây dựng phương án thực hành để xác định động lượng, năng lượng của hai xe trước và sau va chạm. Vì sao lại chọn cho các xe đo chuyển động trên giá đỡ nằm ngang?

I. ĐÁNH GIÁ ĐỘNG LƯỢNG VÀ NĂNG LƯỢNG CỦA VẬT VA CHẠM BẰNG DỤNG CỤ THỰC HÀNH

Để xác định động lượng và năng lượng của các vật trước và sau va chạm, trong trường hợp thể năng của chúng không đổi, ta chỉ cần xác định tốc độ của các vật trước và sau khi va chạm, do đó có thể làm thí nghiệm như hình 2.1.



Hình 2.1

Đặt hai xe có khối lượng bằng nhau lên giá đỡ nằm ngang. Cho hai xe va chạm vào nhau. Sau va chạm hai xe chuyển động rời xa nhau. Đọc và ghi tốc độ của từng xe trước và sau va chạm (ví dụ như bảng 2.1). Từ kết quả thu được, tính và đánh giá động lượng, năng lượng của hai xe trước và sau va chạm.

Bảng 2.1

	Trước va chạm	Sau va chạm
Tốc độ xe 1 (m/s)	0,444	0,316
Tốc độ xe 2 (m/s)	0,316	0,438
Động lượng xe 1 (kg.m/s)	?	?
Động lượng xe 2 (kg.m/s)	?	?
Động năng xe 1 (J)	?	?
Động năng xe 2 (J)	?	?
Tổng động lượng hai xe (kg.m/s)	?	?

1. Đánh giá động lượng của hai xe trước và sau va chạm

Từ kết quả ở bảng 2.1, đánh giá động lượng của hai xe trước và sau va chạm với khối lượng của mỗi xe bằng 0,245 kg.

Chọn chiều dương cùng chiều chuyển động xe 1 ngay trước khi va chạm. Ta tính được giá trị động lượng và tính được độ thay đổi động lượng của từng xe.

Sau khi tính được kết quả, có thể thấy trong va chạm, động lượng của mỗi xe đều thay đổi, tuy nhiên động lượng của xe này giảm bao nhiêu thì động lượng của xe kia sẽ tăng bấy nhiêu. Như vậy, tổng động lượng của hệ hai xe được bảo toàn

2. Sự thay đổi năng lượng trong va chạm giữa hai xe

Tiếp theo, ta đánh giá sự thay đổi năng lượng của hai xe khi va chạm trong một số trường hợp.

Trường hợp sau va chạm, hai xe chuyển động ngược chiều nhau. Từ kết quả ở bảng 2.1, sự thay đổi năng lượng của hai xe được đánh giá như sau:

Động năng của xe 1 trước va chạm là:

$$0,5 \times 0,245 \text{ kg} \times (0,444 \text{ m/s})^2 = 0,024 \text{ kg.m}^2/\text{s}^2 = 0,024 \text{ J}$$



Từ kết quả thí nghiệm của mình, bạn hãy tính động lượng của các xe trước và sau va chạm. So sánh độ thay đổi động lượng của xe 1 và xe 2.



Từ kết quả thí nghiệm ở bảng 2.1, vận tốc của xe 1 là +0,444 m/s. Điền dấu đại số của vận tốc, động lượng từng xe vào bảng 2.2.

Bảng 2.2

	Trước va chạm	Sau va chạm
Vận tốc xe 1 (m/s)	+	—
Vận tốc xe 2 (m/s)	?	?
Động lượng xe 1 (kg.m/s)	?	?
Động lượng xe 2 (kg.m/s)	?	?



Từ kết quả thí nghiệm của mình, bạn hãy tính động năng của từng xe đo trước và sau va chạm. So sánh tổng động năng của hai xe trước và sau va chạm.

Sau va chạm là:

$$0,5 \times 0,245 \text{ kg} \times (0,316 \text{ m/s})^2 = 0,012 \text{ kg.m}^2/\text{s}^2 = 0,012 \text{ J.}$$

Tương tự, động năng của xe 2 trước va chạm là:

$$0,5 \times 0,245 \text{ kg} \times (0,318 \text{ m/s})^2 = 0,012 \text{ J}$$

Sau va chạm là:

$$0,5 \times 0,245 \text{ kg} \times (0,438 \text{ m/s})^2 = 0,024 \text{ J.}$$

Độ biến thiên động năng của xe 1 là:

$$-0,012 \text{ J (động năng giảm)}$$

Độ biến thiên động năng của xe 2 là:

$$0,011 \text{ J (động năng tăng)}$$

Như vậy, trong trường hợp này động năng của hai xe đều thay đổi, tuy nhiên động năng của xe này giảm bao nhiêu thì động năng của xe kia sẽ tăng bấy nhiêu. Tổng động năng của hai xe được bảo toàn.

Vì hai xe chuyển động trên giá đỡ nằm ngang nên thế năng của hai xe không đổi, như vậy cơ năng của hệ cũng được bảo toàn. Va chạm như vậy được gọi là va chạm *hoàn toàn đàn hồi*.

Nhưng không phải lúc nào động năng cũng được bảo toàn, ta có thể thấy rõ trong trường hợp sau va chạm, hai xe dính vào nhau.

Từ kết quả ở bảng 1.1 trang 98, ta đánh giá năng lượng của hai xe khối lượng 245 g trước và sau va chạm như sau:

Xe 1 có tốc độ 0,542 m/s va chạm với xe 2 đang đứng yên.

Sau va chạm, hai xe có cùng tốc độ là 0,269 m/s.

Động năng của xe 1 trước va chạm là:

$$0,5 \times 0,245 \text{ kg} \times (0,542 \text{ m/s})^2 = 0,036 \text{ J}$$

Động năng của xe 2 trước va chạm bằng không.

Tổng động năng của hai xe trước va chạm là:

$$0,036 \text{ J} + 0 \text{ J} = 0,036 \text{ J}$$

Sau va chạm tổng động năng của hai xe là:

$$0,5 \times 2 \times 0,245 \text{ kg} \times (0,269 \text{ m/s})^2 = 0,018 \text{ J.}$$

Như vậy, tổng động năng của hai xe sau va chạm giảm so với trước va chạm.

Trong sự va chạm giữa các vật mà sau đó các vật dính vào nhau, động năng của hệ giảm so với trước va chạm. Va chạm giữa các vật như vậy gọi là va chạm *hoàn toàn mềm*. Trong trường hợp này, cơ năng của hệ không bảo toàn. Lưu ý phần giảm động năng này đã chuyển thành dạng năng lượng khác như năng lượng nhiệt, năng lượng âm thanh, năng lượng do biến dạng ...

II. MỘT SỐ HIỆN TƯỢNG VA CHẠM TRONG THỰC TIỄN

Đối với đa số các trường hợp va chạm thường gặp trong thực tế, sự hao hụt của động năng thường làm biến dạng các vật.

Khi cho va chạm ô tô thử nghiệm, phần đầu xe đã bị hư hỏng nặng. Phần đầu xe được thiết kế để hấp thụ tác động của va chạm, nó có thể biến dạng và gãy vỡ khi va chạm. Nhờ vậy, vùng này sẽ hấp thụ hầu hết động năng mà chiếc xe có trước khi va chạm, đồng thời kéo dài thời gian va chạm, giảm lực tác dụng lên người ở trong xe.

Khi thiết kế ô tô, các nhà sản xuất kết hợp các vật liệu mềm, có thể nén, hấp thụ năng lượng đồng thời có khung cứng để bảo vệ người ngồi trên xe. Những chiếc xe đời cũ có cấu trúc cứng hơn nhiều. Khi va chạm, động lượng của xe biến đổi rất nhanh gây ra lực rất lớn tác dụng lên người trong xe, hậu quả sẽ rất lớn.

Túi khí, dây đai an toàn là các thiết bị bảo vệ người ngồi trong xe ô tô. Khi xảy ra va chạm, túi khí trong các ô tô được thiết kế sẽ bung ra rất nhanh, ngay sau khi bung lại được tự động xả khí để đỡ được người ngồi trong xe. Nhờ túi khí đỡ, chuyển động phần đầu người sẽ có thêm thời gian giảm vận tốc, lực xuất hiện có giá trị nhỏ, giúp giảm



Trong va chạm hoàn toàn mềm, hãy thảo luận và cho biết phần động năng bị giảm đã chuyển thành dạng năng lượng nào?



Hãy thảo luận để tìm hiểu các hiện tượng thực tế sau:

1. Giải thích tại sao khi bắt bóng thì thủ môn phải co tay, cuộn người lại?
2. Hãy dựa vào các hiểu biết về động lượng và lực trong hiện tượng va chạm để giải thích tác dụng của túi khí ô tô giúp giảm giảm chấn thương của người trong xe ô tô xảy ra va chạm?
3. Tại sao khi thả quả bóng xuống mặt sàn, khi nảy lên, bóng không thể lên tới độ cao ban đầu?



Tại sao nếu người lớn bế em bé ngồi ở ghế trước xe ô tô, khi xảy ra va chạm, em bé có thể bị những chấn thương nghiêm trọng mặc dù người lớn đã cài dây đai an toàn và túi khí hoạt động bình thường?

chấn thương. Đồng thời túi khí hấp thụ động năng của người, chuyển thành dạng năng lượng khác.

Túi khí trong xe ô tô không thể bảo vệ người ngồi trong xe nếu người sử dụng không thắt dây đai an toàn hoặc bế giữ người hoặc đồ vật trước vị trí túi khí.

Mối liên hệ giữa lực và độ thay đổi động lượng trong va chạm cũng giúp ta giải thích được tại sao phải rút tay lại khi bắt một quả bóng được ném mạnh tới.

Khi rút tay lại, thời gian va chạm giữa bóng và tay người được kéo dài thêm, nhờ vậy làm giảm lực mà tay người phải tác dụng lên quả bóng. Cách này đỡ đau tay hơn và giúp người bắt bóng không bị tuột tay.



Bạn cần sử dụng một quả bóng nhỏ như quả bóng tennis đặt bên trên một quả bóng chuyển hơi và thả rơi hệ hai quả bóng từ một độ cao nhỏ, sau khi quả bóng chuyển va chạm với mặt đất, hãy quan sát và ghi nhận chiều cao đạt được của các quả bóng. Chú ý chỉ tiến hành tại nơi rộng rãi.

Dựa vào định luật bảo toàn động lượng và bảo toàn năng lượng, thảo luận để giải thích kết quả tại sao quả bóng nhỏ có thể đạt được độ cao khá lớn so với độ cao khi thả hai quả bóng.



- Trong các va chạm, động lượng và tổng năng lượng được bảo toàn.
- Va chạm đàn hồi, tổng động năng của các vật không thay đổi.

BÀI TẬP CHỦ ĐỀ 5



1. Một quả bóng được tăng tốc dưới tác dụng của trọng lực khi lăn xuống dọc một mặt phẳng nghiêng cố định. Động lượng của quả bóng có được bảo toàn trong quá trình này không? Giải thích.
2. Xác định động lượng trong các trường hợp sau:
 - a) Con dê có khối lượng 60 kg đang chuyển động về hướng đông với vận tốc 9 m/s.
 - b) Ô tô khối lượng 1000 kg chuyển động theo hướng bắc với vận tốc 20 m/s.
 - c) Một người có khối lượng 40 kg đang chuyển động về hướng nam với vận tốc 2 m/s.
3. Một quả cầu khối lượng 2 kg, chuyển động với tốc độ 3,0 m/s, đập vuông góc vào tường và bị bật ngược trở lại với cùng tốc độ. So sánh động lượng và động năng của quả cầu trước và sau va chạm.
4. Một ô tô khối lượng 900 kg khởi hành từ trạng thái nghỉ có gia tốc không đổi là $3,5 \text{ m/s}^2$. Tính động lượng của ô tô sau khi nó đi được quãng đường 40 m.
5. Một quả bóng bida khối lượng 0,35 kg va chạm vuông góc vào mặt bên của mặt bàn bida và bật ra cũng vuông góc. Tốc độ của nó trước khi va chạm là 2,8 m/s và tốc độ sau khi va chạm là 2,5 m/s. Tính độ thay đổi động lượng của quả bida.
6. Một quả bóng golf có khối lượng 0,046 kg. Tốc độ của quả bóng ngay sau khi rời khỏi gậy golf là 50 m/s. Gậy đánh gôn tiếp xúc với bóng trong thời gian 1,3 mili giây. Tính lực trung bình do gậy đánh gôn tác dụng lên quả bóng.

1**CHUYỂN ĐỘNG TRÒN**

Học xong bài học này, bạn có thể:

- Nêu được định nghĩa radian và biểu diễn được độ dịch chuyển góc theo radian.
- Vận dụng được khái niệm tốc độ góc.
- Vận dụng được biểu thức gia tốc hướng tâm và biểu thức của lực hướng tâm.
- Thảo luận và đề xuất giải pháp an toàn cho một số tình huống chuyển động tròn trong thực tế.



Các đối tượng chuyển động tròn được gặp khá thường xuyên, ở mọi mức độ. Các bánh xe, bánh răng ròng rọc, vận động viên đua mô tô khi vào khúc quanh hay vệ tinh của Trái Đất – tất cả đều tham gia chuyển động tròn. Cái gì làm một vật chuyển động tròn? Sự hiểu biết về chuyển động tròn giữ vai trò quan trọng như thế nào trong cuộc sống, khoa học và kỹ thuật?



Hình 1.1. Vận động viên đua mô tô thực hiện một chuyển động tròn

1. MÔ TẢ CHUYỂN ĐỘNG TRÒN

Một vật thực hiện chuyển động tròn khi nó di chuyển trên một đường tròn. Ví dụ, đầu kim đồng hồ chuyển động trên mặt số là chuyển động tròn (hình 1.2).



Hình 1.2. Đồng hồ



Lấy các ví dụ trong thực tế và thảo luận xem chuyển động nào là chuyển động tròn.

1. Độ dịch chuyển góc và tốc độ góc

Kim giây chuyển động đều trên mặt đồng hồ từ vị trí thẳng đứng (vị trí 12 giờ), đến vị trí nằm ngang (vị trí 3 giờ), quay được một góc 90° hết 15 giây. Trong khi đó quay được một góc 90° , kim phút và kim giờ cần thời gian lần lượt là 15 phút và 3 giờ. Căn cứ vào góc quay của kim giây, kim phút và kim giờ trong một khoảng thời gian sẽ biết được chúng chuyển động nhanh hay chậm như thế nào.

Giả sử một vật chuyển động trên một đường tròn bán kính r . Trong thời gian t vật đi được quãng đường s . Góc θ ứng với cung tròn s mà vật đã đi được kể từ vị trí ban đầu gọi là độ dịch chuyển góc. Độ dịch chuyển góc θ được xác định bởi

$$\begin{aligned}\text{Độ dịch chuyển góc} &= \frac{\text{độ dài cung}}{\text{bán kính}} \\ \text{hay } \theta &= \frac{s}{r}\end{aligned}\quad (1)$$

Đơn vị của độ dịch chuyển góc là radian, kí hiệu là rad. Nếu $s = r$ thì $\theta = 1 \text{ rad}$.

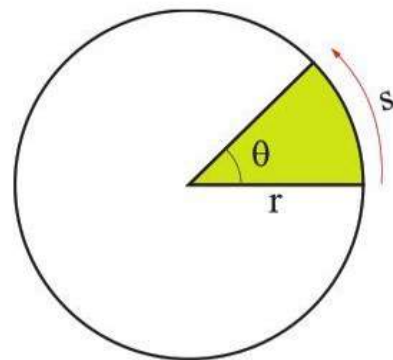
1 radian là một góc ở tâm ứng với một cung có độ dài bằng bán kính của đường tròn.

Đại lượng được xác định bởi độ dịch chuyển góc trong một đơn vị thời gian gọi là tốc độ góc.

$$\begin{aligned}\text{Tốc độ góc} &= \frac{\text{độ dịch chuyển góc}}{\text{thời gian}} \\ \text{hay } \omega &= \frac{\theta}{t}\end{aligned}\quad (2)$$

Trong đó ω là tốc độ góc. Đơn vị của tốc độ góc là radian trên giây (rad/s). Đối với kim giây, chúng ta có

$$\omega = \frac{2\pi}{60} \approx 0,105 \text{ rad/s}$$



Hình 1.3. Độ dịch chuyển góc

Bạn có biết

Ngoài đo bằng độ, góc còn được đo bằng đơn vị radian (rad). Vậy radian liên hệ với độ như thế nào? Nếu một vật di chuyển hết đường tròn, quãng đường mà vật đi được bằng chu vi của đường tròn là $2\pi r$. Khi đó góc quay của vật là

$$\theta = \frac{\text{chu vi}}{\text{bán kính}} = \frac{2\pi r}{r} = 2\pi$$

Do đó một hình tròn sẽ gồm 2π radian. Nhưng chúng ta có thể nói rằng vật đã dịch chuyển 360° . Như vậy:

$$360^\circ = 2\pi \text{ radian}$$

Một góc 360° tương ứng với góc 2π radian. Do vậy chúng ta có thể xác định 1 radian tương ứng với bao nhiêu độ bằng cách

$$1 \text{ radian} = \frac{360^\circ}{2\pi}$$

hoặc

$$1 \text{ radian} \approx 57,3^\circ$$



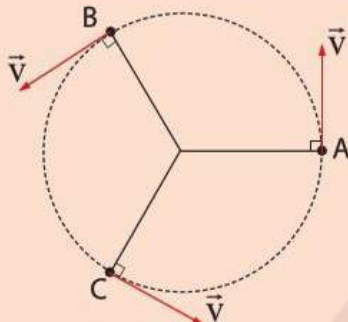
1. Đổi các góc sau từ độ sang radian: 30° , 90° , 105° , 120° , 270° .
2. Đổi các góc sau từ radian sang độ: $0,5 \text{ rad}$; $0,75 \text{ rad}$; $\pi \text{ rad}$.



1. So sánh tốc độ chuyển động của đầu kim giây, đầu kim phút và đầu kim giờ?
2. Một đồng hồ điểm 3h30ph. Hãy tính góc quay từ vị trí 12h đến vị trí của kim phút và kim giờ.
3. Tính tốc độ góc của kim giờ và kim phút của đồng hồ.



Giải thích vì sao toàn bộ các mũi tên trên hình 1.5 đều được vẽ với độ dài như nhau.



Hình 1.5. Khi vật chuyển động trên quỹ đạo tròn, hướng của vận tốc thay đổi



Một em bé cưỡi ngựa gỗ trên sàn quay, ở cách trục quay 2,1 m. Tốc độ góc của sàn quay là 0,42 rad/s. Tính tốc độ của ngựa gỗ.

2. Tốc độ và vận tốc của chuyển động tròn đều

Một vật chuyển động tròn đều khi nó di chuyển trên một đường tròn với tốc độ không đổi, tức là vật dịch chuyển được các cung tròn có số đo góc như nhau sau những khoảng thời gian bằng nhau. Ví dụ, đầu kim giây đồng hồ ở hình 1.2 đi được nửa đường tròn sau mỗi 30 giây.

Tốc độ của chuyển động tròn đều là không đổi, nên tốc độ này bằng độ dài đường tròn chia cho thời gian đi hết một vòng. Nếu r là bán kính của đường tròn và T là thời gian vật đi hết một vòng, thì độ dài đường tròn bằng $2\pi r$ và tốc độ của chuyển động tròn đều là

$$v = \frac{2\pi r}{T} \quad (3)$$

Mặc dù tốc độ của vật không đổi, tức là độ lớn của vận tốc không đổi, nhưng vận tốc của nó vẫn thay đổi vì hướng của vận tốc thay đổi.

Vận tốc của chuyển động tròn tại mỗi điểm trên quỹ



Hình 1.4. Các mảnh vụn sắt văng ra theo phương tiếp tuyến.

đạo có phương tiếp tuyến với quỹ đạo tại điểm đó. Ví dụ, khi quan sát máy mài hoạt động, ta thấy các mảnh vụn sắt chuyển động tròn theo mép đĩa mài và văng ra theo phương tiếp tuyến với đĩa (hình 1.4). Đó chính là phương vận tốc của chúng.

3. Liên hệ giữa tốc độ và tốc độ góc

Khi kim giây của đồng hồ quay, mỗi điểm trên kim giây đều có tốc độ góc giống nhau. Tuy nhiên, các điểm khác nhau trên kim giây có tốc độ khác nhau. Trong cùng một khoảng thời gian, đầu kim giây đi được cung dài hơn các điểm khác trên kim. Do đó, điểm này di chuyển nhanh

nhất, các điểm gần tâm đồng hồ di chuyển chậm hơn. Điều này cho thấy tốc độ v của vật chuyển động tròn phụ thuộc vào hai đại lượng: tốc độ góc ω và khoảng cách r từ vật đến tâm quỹ đạo. Chúng ta có thể viết mối liên hệ này bằng phương trình:

$$\begin{aligned} \text{Tốc độ} &= \text{tốc độ góc} \times \text{bán kính} \\ \text{hay} \quad v &= \omega r \end{aligned} \quad (4)$$

II. LỰC HƯỚNG TÂM VÀ GIA TỐC HƯỚNG TÂM

1. Lực hướng tâm

Vận tốc của chuyển động tròn đều luôn luôn thay đổi vì hướng liên tục thay đổi, cho dù độ lớn của nó không đổi. Và bởi vì vận tốc liên tục thay đổi, nên chuyển động tròn đều là chuyển động có gia tốc.

Xét một vệ tinh chuyển động tròn đều quanh Trái Đất như hình 1.6.

Tốc độ của vệ tinh không đổi, vì vậy động năng của nó không đổi. Độ cao của vệ tinh không đổi nên thế năng của nó không đổi. Như vậy, cơ năng của vệ tinh không đổi. Điều này chứng tỏ lực tác dụng lên vệ tinh luôn sinh công bằng không và chỉ có tác dụng thay đổi hướng chuyển động. Do đó, lực này vuông góc với độ dịch chuyển, tức là có phương dọc theo bán kính của đường tròn. Tại điểm A, lực tác dụng lên vệ tinh có chiều hướng về tâm Trái Đất hoặc hướng ra ngoài không gian. Mặt khác, khi ở điểm B, vệ tinh có hướng chuyển động như hình 1.6. Muốn như vậy thì lực tác dụng lên vệ tinh phải có chiều hướng về tâm Trái Đất.

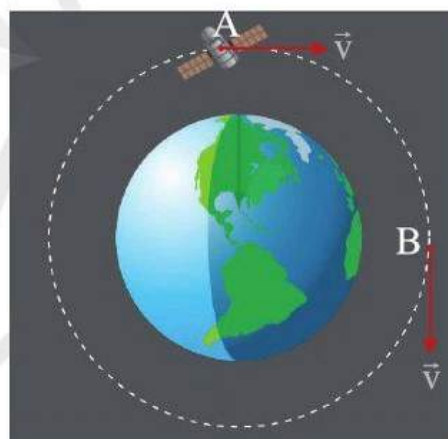
Vì lực tác dụng lên vật luôn hướng vào tâm quỹ đạo tròn nên được gọi là **lực hướng tâm**.

?

Dựa vào đơn vị SI của các đại lượng, hãy chứng tỏ tính đúng đắn của biểu thức (4).

?

Lực gây ra gia tốc của chuyển động tròn đều có hướng như thế nào?



Hình 1.6. Vệ tinh chuyển động tròn đều quanh Trái Đất



Hai điểm A và B nằm trên cùng một bán kính của một vô lăng đang quay đều, cách nhau 20 cm. Điểm A ở phía ngoài có tốc độ 0,6 m/s, điểm B ở phía trong (gần trục quay hơn) có tốc độ 0,2 m/s. Tính tốc độ góc của vô lăng.



Áp dụng định luật II Newton, hãy rút ra biểu thức tính độ lớn của lực hướng tâm.

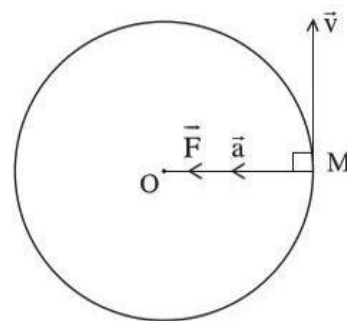


Trạm không gian quốc tế ISS có tổng khối lượng 350 tấn, quay quanh Trái Đất ở độ cao 340 km, nơi có gia tốc trọng trường 8,8 m/s². Bán kính Trái Đất là 6 400 km. Tính:

- Lực hướng tâm tác dụng lên Trạm không gian.
- Tốc độ của Trạm không gian trên quỹ đạo.
- Thời gian quay quanh Trái Đất của Trạm không gian.
- Số vòng Trạm không gian thực hiện quanh Trái Đất trong một ngày.

2. Gia tốc hướng tâm

Vật chuyển động tròn đều chịu tác dụng của lực hướng tâm. Theo định luật II Newton lực hướng tâm gây ra gia tốc cho vật, gia tốc này có cùng hướng với hướng của lực hướng tâm, nghĩa là luôn hướng vào tâm của quỹ đạo tròn nên được gọi là **gia tốc hướng tâm**.



Hình 1.7. Gia tốc hướng tâm

Gia tốc hướng tâm có liên hệ với tốc độ v và bán kính quỹ đạo r theo biểu thức

$$a = \frac{v^2}{r} \quad (5)$$

Kết hợp với (4), ta có:
$$a = r\omega^2 \quad (6)$$

3. Lực hướng tâm và một số tình huống chuyển động tròn trong thực tế

Sẽ rất hữu ích nếu chúng ta thảo luận một vài tình huống chuyển động tròn trong thực tế, trong đó lực hướng tâm không thấy rõ ràng ngay từ đầu và liên quan mật thiết đến mức độ an toàn của chuyển động.

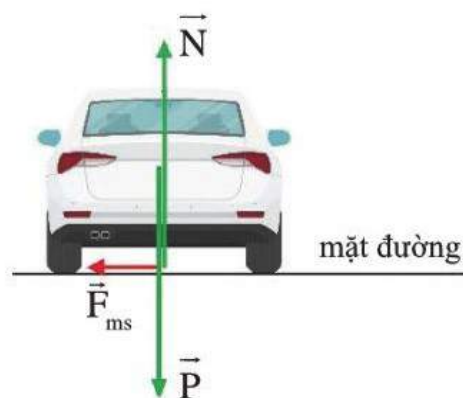
Một ô tô đang đi theo hướng vuông góc với tờ giấy (từ ngoài vào trong), trên một mặt đường bằng phẳng và rẽ trái (hình 1.9). Đường tác dụng 2 lực lên ô tô. Lực thứ nhất là phản lực N vuông góc với mặt đường, lực này cân bằng với trọng lực P của ô tô. Vì vậy ô tô không có gia tốc theo phương thẳng đứng.



Trong hình 1.9, ô tô muốn rẽ với khúc cua rộng hơn và với tốc độ lớn hơn. Làm thế nào để người lái xe rẽ trái an toàn?

Lực thứ hai là lực ma sát nghỉ F_{ms} của bánh xe với mặt đường. Lực ma sát không bị cân bằng với lực nào và đóng vai trò lực hướng tâm. Lực ma sát cần có độ lớn thỏa mãn $F = \frac{mv^2}{r}$ để có thể rẽ trái an toàn với tốc độ v theo quỹ đạo có bán kính r mong muốn. Nếu ma sát của bánh xe và mặt đường không đủ lớn thì xe sẽ không đi qua được khúc cua như ý muốn của người lái xe và không thể thực hiện được cú rẽ an toàn.

Nếu chiếc ô tô đi ở đường quanh tròn rất chậm, thì nó sẽ có xu hướng bị trượt xuống trên mặt đường nghiêng đó, lúc này lực ma sát F sẽ giữ ô tô bám mặt đường. Nếu lực ma sát không đủ lớn, chiếc xe ô tô sẽ bị trôi ra khỏi mặt đường.



Hình 1.9. Ô tô rẽ trái trên mặt đường bằng phẳng

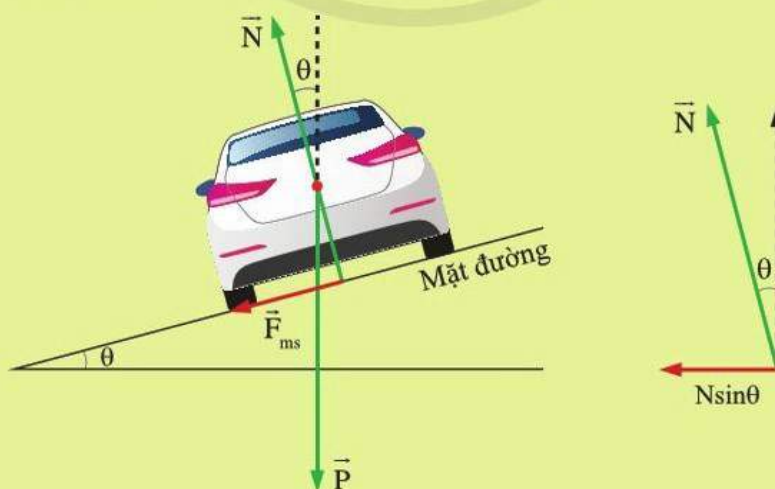
Tìm hiểu thêm

Khi chiếc ô tô chuyển động trên mặt đường nghiêng với góc nghiêng nhỏ (hình 1.10), thì các thành phần theo phương thẳng đứng của phản lực N và của lực ma sát cân bằng với trọng lực $P = mg$ của xe, còn các thành phần theo phương nằm ngang của phản lực N và của lực ma sát đóng vai trò lực hướng tâm. Do đó, theo phương ngang

$$N \sin \theta + F_{ms} \cos \theta = \frac{mv^2}{r}$$

Với r là bán kính của cung đường, v là tốc độ của xe.

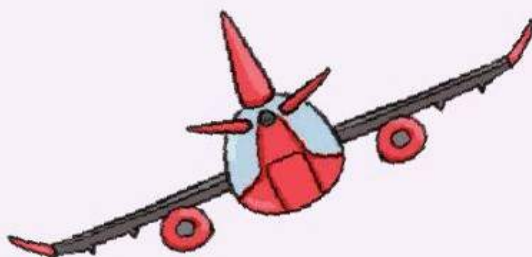
Thảo luận về các yếu tố ảnh hưởng của góc nghiêng của mặt đường tới sự an toàn của xe khi vào khúc đường quanh tròn.



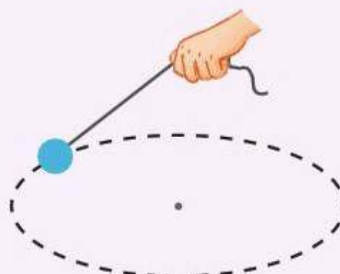
Hình 1.10. Ô tô chuyển động trên mặt đường nghiêng



Trong mỗi tình huống trong hình 1.11, lực nào đóng vai trò là lực hướng tâm? Thảo luận về các điều kiện đảm bảo an toàn của chuyển động trong mỗi tình huống.



a



b

Hình 1.11a. Máy bay lượn vòng

1.11b. Viên đá quay trong mặt phẳng nằm ngang

1. Chiếc máy bay đang lượn vòng. Để chuyển hướng, người phi công làm nghiêng cánh máy bay (hình 1.11a).
2. Một viên đá được buộc vào một sợi dây và quay tròn trong mặt phẳng ngang tạo thành hình nón (hình 1.11b).



- Vận tốc của chuyển động tròn đều tiếp tuyến với quỹ đạo của chuyển động và có độ lớn không đổi.
- Tốc độ góc được xác định bởi góc quay trong một khoảng thời gian xác định. Đơn vị của tốc độ góc là rad/s.
- Lực hướng tâm là lực cần thiết để làm cho một vật chuyển động theo đường tròn. Lực hướng tâm hướng vào tâm quỹ đạo tròn và có độ lớn được xác định bởi

$$F = mr\omega^2 = m \frac{v^2}{r}$$

- Gia tốc của vật chuyển động tròn đều hướng vào tâm của quỹ đạo và được gọi là gia tốc

hướng tâm. Biểu thức của gia tốc hướng tâm là $a = r\omega^2 = \frac{v^2}{r}$

Học xong bài này, bạn có thể:

- *Nêu được sự biến dạng kéo, biến dạng nén.*
- *Mô tả được các đặc tính của lò xo: giới hạn đàn hồi, độ giãn, độ cứng.*
- *Tìm được mối liên hệ giữa lực đàn hồi và độ biến dạng của lò xo. Từ đó phát biểu được định luật Hooke.*
- *Vận dụng được định luật Hooke trong một số trường hợp đơn giản.*



Trong một chiếc cầu treo như cầu Brooklyn (Brúc-klin), đường cong duyên dáng của dây cáp chính là nét căn bản để tạo nên sự hấp dẫn của nó. Những chiếc cầu này được nhìn nhận vừa như những công trình nghệ thuật vừa như những kì quan kĩ thuật. Nhờ có sự biến đổi hình dạng, tức là biến dạng mà những dây cáp dẻo dai của cầu chịu được những lực rất lớn tác dụng lên cầu.
Biến dạng được phân loại như thế nào?



Hình 2.1. Cầu Brooklyn, Mỹ

I. BIẾN DẠNG KÉO VÀ BIẾN DẠNG NÉN

Nếu bạn bóp một quả bóng cao su, nó sẽ bị biến dạng, tức là không còn giữ nguyên hình dạng ban đầu nữa.



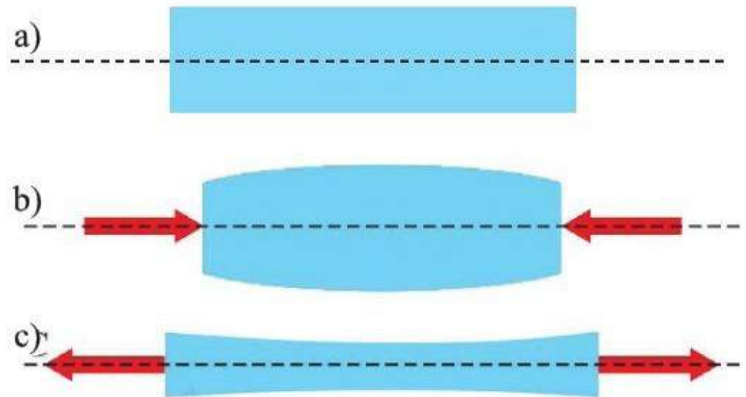
Hình 2.2. Quả bóng biến dạng khi bị nén



Thảo luận về kết quả (hình dạng, kích thước) của biến dạng kéo và biến dạng nén ở hình 2.3b và 2.3c.

Một thanh cao su ở trạng thái bình thường có hình dạng như hình 2.3a. Làm thanh cao su bị ngắn đi như hình 2.3b. Biến dạng đó là **biến dạng nén**.

Kéo dãn thanh cao su dài thêm như hình 2.3c. Biến dạng như vậy là **biến dạng kéo**.



Hình 2.3. a) Thanh cao su chưa bị biến dạng
b) Thanh cao su bị biến dạng nén
c) Thanh cao su bị biến dạng kéo

II. ĐỊNH LUẬT HOOKE (HÚC)

1. Đặc tính của lò xo

Lực đàn hồi

Khi ta kéo hoặc nén một lò xo, tức là làm lò xo biến dạng, lực đàn hồi xuất hiện ở hai đầu của lò xo và chống lại lực gây ra sự kéo hoặc nén này. Hướng của lực đàn hồi ở mỗi đầu lò xo ngược với hướng của lực gây biến dạng lò xo (hình 2.4).

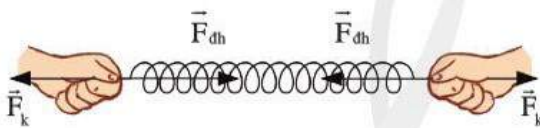
Độ giãn

Treo một lò xo vào giá thí nghiệm. Khi cân bằng, lò xo có độ dài xác định.

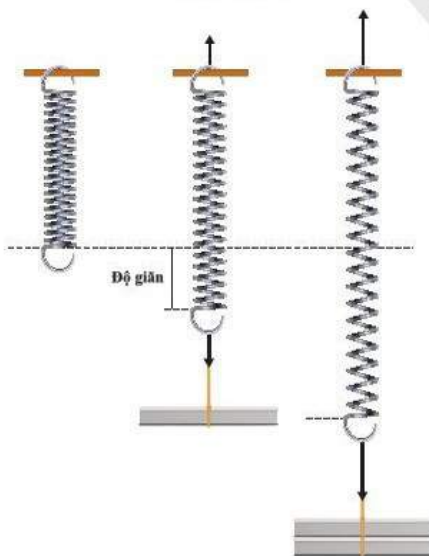
Treo vào đầu dưới lò xo các vật có trọng lượng khác nhau. Dưới tác dụng của trọng lượng vật treo, lò xo bị kéo giãn xuống dưới và bị dài thêm ra. Độ dài thêm ra này được gọi là độ giãn (độ biến dạng) của lò xo (hình 2.5).

Giới hạn đàn hồi

Khi tăng trọng lượng treo ở đầu dưới, độ giãn của lò xo tăng. Khi bỏ vật treo khỏi lò xo, lò xo vẫn quay trở lại được độ dài ban đầu. Tuy nhiên, khi tăng trọng lượng của vật treo vượt quá một giá trị nào đó thì khi bỏ vật treo đi, lò xo không trở lại



Hình 2.4. Lực đàn hồi chống lại lực kéo



Hình 2.5. Tăng trọng lượng tác dụng vào đầu dưới của lò xo, độ giãn của lò xo tăng lên.

chiều dài ban đầu nữa. Giá trị đó được gọi là giới hạn đàn hồi.

2. Thí nghiệm

Ta có thể khảo sát độ giãn của lò xo bằng thí nghiệm sau đây.



Dụng cụ

Lò xo, giá thí nghiệm, thước đo độ dài.

Tiến hành

Lắp các dụng cụ thành bộ như hình 2.6.

Lần lượt treo các vật có khối lượng 10 g, 20 g, 30 g, ... vào đầu dưới của lò xo.

Ghi các độ giãn lò xo tương ứng vào bảng số liệu.

Kết quả

Bảng 2.1 là số liệu thu được trong một thí nghiệm.

Bảng 2.1

Trọng lượng (N)	Độ giãn (mm)
0,0	0,0
0,1	10
0,2	20
0,3	30
0,4	40
0,5	50

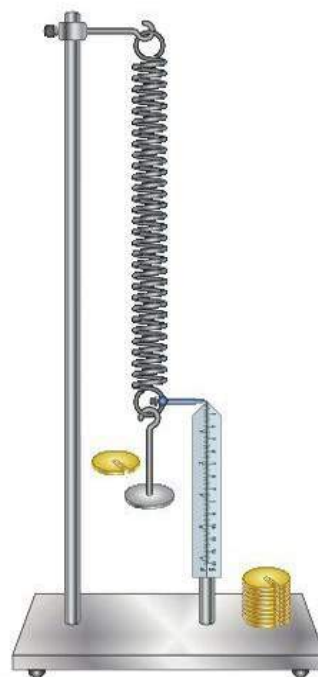
3. Định luật Hooke

Robert Hooke đã khám phá ra mối liên hệ giữa lực đàn hồi và độ biến dạng (độ giãn hay độ nén) của lò xo.

Trong giới hạn đàn hồi, độ lớn lực đàn hồi của lò xo tỉ lệ thuận với độ biến dạng của lò xo.

$$F = k|\Delta l|$$

Hệ số tỉ lệ k được gọi là *độ cứng* của lò xo. Khi cùng chịu một lực tác dụng gây ra biến dạng, lò xo nào càng cứng thì càng ít bị biến dạng, do đó hệ số k của nó càng lớn. Đơn vị đo của độ cứng là niuton trên mét, kí hiệu là N/m.



Hình 2.6. Thí nghiệm khảo sát độ biến dạng của lò xo



Các kết quả trong bảng 2.1 gợi cho bạn mối liên hệ gì? Hãy phát biểu mối liên hệ đó.



Dưới tác dụng của một lực kéo 2,5 N, một lò xo dài thêm 25 mm. Độ cứng của lò xo là bao nhiêu?

4. Ứng dụng định luật Hooke

Cân đồng hồ (hay còn gọi là cân đồng hồ lò xo) là loại cân được sử dụng nhiều trong đời sống (hình 2.7). Cân đồng hồ lò xo bao gồm loại để bàn và loại có móc treo.

Cân đồng hồ có cấu tạo gồm lò xo, bộ chuyển đổi chuyển động, bộ khung đỡ lò xo, kim chỉ thị, mặt số, vỏ bảo vệ, đĩa cân hoặc móc treo.

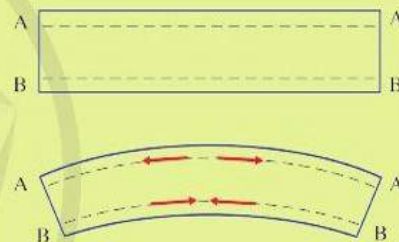
Cân hoạt động dựa trên sự biến dạng của lò xo, tạo trạng thái cân bằng khi lò xo chịu tác dụng nén (cân đĩa) hoặc kéo (cân móc treo). Trong cân có bộ phận chuyển đổi chuyển động thẳng (do kéo hoặc nén) của lò xo sang chuyển động xoay tròn của kim chỉ thị và hiển thị kết quả đo trên mặt số của đồng hồ. Ngoài ra, còn có một núm xoay bên trên mặt đồng hồ, để hiệu chỉnh về điểm 0 khi không có tải.



Hình 2.7. Cân đồng hồ

Tìm hiểu thêm

Khi thanh bị bẻ cong, lực tác dụng gây ra sự nén ở mặt bên này thanh, đồng thời làm cho mặt bên kia của thanh bị kéo dãn ra. Nếu như giới hạn đàn hồi bị phá vỡ, việc bẻ cong này sẽ làm cho thanh bị biến dạng hoàn toàn. Điều này có thể xảy ra khi vật là một tấm kim loại đặc. Bẻ cong thanh thẳng gây ra lực căng dọc theo bề mặt (rìa ngoài) của thanh và lực nén tại mặt bên trong của thanh (hình 2.8). Đoạn AA dài ra trong khi thanh bị bẻ cong và đoạn BB ngắn đi. Thanh càng dày, thì độ lớn của lực nén và lực căng dọc hai rìa của thanh sẽ càng lớn.



Hình 2.8

Bảng dưới đây là số liệu của một thí nghiệm về độ giãn lò xo:

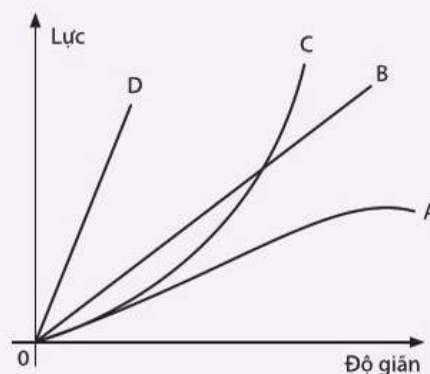
Trọng lượng (N)	0	1	2	3	4	5	6
Chiều dài (mm)	100	110	120	130	140	158	172
Độ giãn (mm)	?	?	?	?	?	?	?

- Độ dài tự nhiên của lò xo là bao nhiêu?
- Hoàn thành bảng số liệu.
- Vẽ đồ thị độ biểu diễn mối quan hệ của trọng lượng của vật và độ giãn của lò xo.
- Đánh dấu điểm giới hạn đàn hồi trên đồ thị.
- Vùng nào trên đồ thị là vùng mà độ giãn tỉ lệ với trọng lượng?
- Trọng lượng là bao nhiêu để độ giãn lò xo là 15 mm?
- Trọng lượng là bao nhiêu để lò xo khi giãn ra có độ dài 125 mm?



Đồ thị hình 2.9 biểu diễn mối quan hệ giữa lực tác dụng vào đầu dưới lò xo và độ giãn của nó (như thí nghiệm trên hình 2.5) với bốn lò xo A, B, C, D.

- Lò xo nào có độ cứng lớn nhất?
- Lò xo nào có độ cứng nhỏ nhất?
- Lò xo nào không tuân theo định luật Hooke?



Hình 2.9. Đồ thị lực-độ giãn của các lò xo



- Các vật có thể bị biến dạng nén và biến dạng kéo.
- Định luật Hooke: Trong giới hạn đàn hồi, độ lớn lực đàn hồi của lò xo tỉ lệ thuận với độ biến dạng của lò xo.

$$F = k|\Delta l|$$

BÀI TẬP CHỦ ĐỀ 6

- Một chiếc tàu thủy neo tại một nơi trên đường xích đạo. Tính tốc độ góc và tốc độ của tàu thủy trong hệ quy chiếu gắn với tâm Trái Đất. Coi Trái Đất hình cầu có bán kính $R = 6\,400\text{ km}$ và chu kỳ tự quay của Trái Đất là $T = 24$ giờ.
- Hoả Tinh quay quanh Mặt Trời một vòng hết 687 ngày, ở khoảng cách $2,3 \cdot 10^{11}\text{ m}$. Khối lượng của Hoả Tinh là $6,4 \cdot 10^{23}\text{ kg}$. Tính
 - Tốc độ trên quỹ đạo của Hoả Tinh.
 - Gia tốc hướng tâm của Hoả Tinh.
 - Lực hấp dẫn mà Mặt Trời tác dụng lên Hoả Tinh.
- Một viên đá có khối lượng $0,2\text{ kg}$ được buộc vào sợi dây dài 30 cm và quay thành hình tròn trong mặt phẳng ngang. Biết rằng, sợi dây đứt khi lực căng dây vượt quá $0,8\text{ N}$. Tính tốc độ tối đa mà viên đá được quay mà sợi dây vẫn chưa bị đứt.
- Một vật chuyển động tròn với tốc độ không đổi. Các đại lượng: tốc độ, động năng, động lượng, lực hướng tâm, gia tốc hướng tâm (theo cả độ lớn và chiều) thay đổi như thế nào khi vật chuyển động trên đường tròn quỹ đạo?
- Một lò xo có độ cứng 25 N/m . Đặt lò xo thẳng đứng. Cố định đầu dưới của lò xo. Đầu trên của lò xo gắn với vật có khối lượng xác định. Lò xo bị nén 4 cm . Tìm khối lượng của vật. Lấy $g = 9,8\text{ m/s}^2$.

BẢNG GIẢI THÍCH THUẬT NGỮ

	Giải thích thuật ngữ	Trang
biến dạng	sự thay đổi kích thước và hình dạng của vật dưới tác dụng của ngoại lực	114
chuyển động tròn đều	chuyển động trên một đường tròn với tốc độ không đổi	109
công	đặc trưng cho khả năng truyền năng lượng của lực được xác định bằng tích của lực tác dụng và độ dịch chuyển theo phương của lực, đơn vị là J	82
công suất	tốc độ thực hiện công, đơn vị: W	85
đại lượng vectơ	đại lượng có cả hướng và độ lớn	17
độ dịch chuyển	khoảng cách mà vật di chuyển được theo một hướng xác định	17
gia tốc	tốc độ thay đổi vận tốc	29
gia tốc hướng tâm	gia tốc của vật chuyển động tròn đều, hướng vào tâm của quỹ đạo	110
gia tốc rơi tự do	gia tốc của vật rơi trên mặt đất khi bỏ qua lực cản của không khí	38
hiệu suất	tỉ lệ giữa năng lượng có ích được tạo ra và tổng năng lượng thu vào	93
lực hướng tâm	lực làm vật chuyển động trên quỹ đạo tròn và không làm thay đổi tốc độ của vật.	110
quán tính	xu hướng duy trì trạng thái chuyển động hiện có	45
thế năng trọng trường	năng lượng dự trữ của vật ở một độ cao nào đó so với mặt đất	88
tính đàn hồi	tính chất trở lại hình dạng lúc ban đầu của vật khi không còn lực gây biến dạng	115
tốc độ góc	độ dịch chuyển của vật tính theo góc trong một khoảng thời gian xác định	108
tốc độ trung bình	quãng đường vật chuyển động trong một đơn vị thời gian	16
vận tốc	tốc độ thay đổi độ dịch chuyển	17

MỤC LỤC	Trang
Mở đầu. GIỚI THIỆU MỤC ĐÍCH HỌC TẬP MÔN VẬT LÝ	5
CHỦ ĐỀ 1. MÔ TẢ CHUYỂN ĐỘNG	15
1. Tốc độ, độ dịch chuyển và vận tốc	15
2. Đồ thị độ dịch chuyển - thời gian. Độ dịch chuyển tổng hợp và vận tốc tổng hợp	21
CHỦ ĐỀ 2. CHUYỂN ĐỘNG BIẾN ĐỔI	28
1. Gia tốc và đồ thị vận tốc-thời gian	28
2. Chuyển động thẳng biến đổi đều	33
CHỦ ĐỀ 3. LỰC VÀ CHUYỂN ĐỘNG	43
1. Lực và gia tốc	43
2. Một số lực thường gặp	48
3. Ba định luật Newton về chuyển động	57
4. Khối lượng riêng. Áp suất chất lỏng	61
5. Tổng hợp và phân tích lực	65
6. Mômen lực. Điều kiện cân bằng của vật	71
CHỦ ĐỀ 4. NĂNG LƯỢNG	79
1. Năng lượng và công	79
2. Bảo toàn và chuyển hóa năng lượng	86
CHỦ ĐỀ 5. ĐỘNG LƯỢNG	95
1. Động lượng và định luật bảo toàn động lượng	95
2. Động lượng và năng lượng trong va chạm	100
CHỦ ĐỀ 6. CHUYỂN ĐỘNG TRÒN VÀ BIẾN DẠNG	106
1. Chuyển động tròn	106
2. Sự biến dạng	113
BẢNG GIẢI THÍCH THUẬT NGỮ	118

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC SƯ PHẠM

Địa chỉ: Tầng 6, Tòa nhà số 128 đường Xuân Thủy, Cầu Giấy, Hà Nội

Điện thoại: 024.37547735

Email: nxb@hnue.edu.vn | **Website:** www.nxbdhsp.edu.vn

Chịu trách nhiệm xuất bản:

Giám đốc: NGUYỄN BÁ CƯỜNG

Chịu trách nhiệm nội dung:

Tổng biên tập: ĐỖ VIỆT HÙNG

Chịu trách nhiệm tổ chức bản thảo và bản quyền nội dung:

CÔNG TY ĐẦU TƯ XUẤT BẢN – THIẾT BỊ GIÁO DỤC VIỆT NAM

Chủ tịch Hội đồng Quản trị kiêm Tổng Giám đốc: NGUYỄN NGÔ TRẦN ÁI

Biên tập:

BÙI ĐỨC TĨNH – ĐÀO ANH TIẾN

Minh họa và thiết kế sách:

NGUYỄN THỊ PHƯƠNG DUNG

Trình bày bìa:

NGUYỄN MẠNH HÙNG – NGUYỄN THỊ HƯƠNG

Sửa bản in:

NGUYỄN THẾ CƯỜNG

Trong sách có sử dụng một số hình ảnh trên internet. Trân trọng cảm ơn các tác giả.

VẬT LÍ 10

Mã số:

ISBN:

In cuốn, khổ 19 x 26,5cm, tại

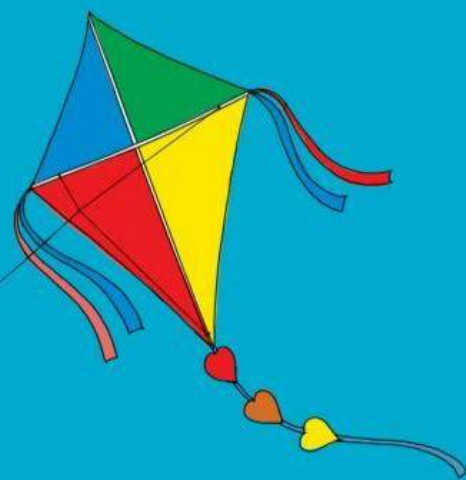
Địa chỉ:

Số xác nhận đăng ký xuất bản:

Quyết định xuất bản số: ngày

In xong và nộp lưu chiểu tháng năm

Mang cuộc sống vào bài học Đưa bài học vào cuộc sống



*S*ách *Vật lí 10* được biên soạn theo *Chương trình giáo dục phổ thông 2018*. Thông qua những bài học hấp dẫn phù hợp với lứa tuổi, sách giúp bạn có được bức tranh toàn cảnh về vật lí và ứng dụng của nó trong các lĩnh vực ngành nghề khác nhau, góp phần giúp bạn phát triển toàn diện phẩm chất, năng lực của mình.

Sách được biên soạn bởi tập thể các nhà khoa học, nhà giáo giàu kinh nghiệm và tâm huyết về giáo dục. Cùng với sự hỗ trợ của thiết bị thực hành và hệ thống học liệu điện tử, sách sẽ giúp cho quá trình học tập của bạn thêm dễ dàng và hấp dẫn.



**SỬ DỤNG
TEM CHỐNG GIẢ**

1. Quét mã QR hoặc dùng trình duyệt web để truy cập website bộ sách Cánh Diều: www.hoc10.com
2. Vào mục Hướng dẫn (www.hoc10.com/huong-dan) để kiểm tra sách giả và xem hướng dẫn kích hoạt sử dụng học liệu điện tử.

SÁCH KHÔNG BÁN