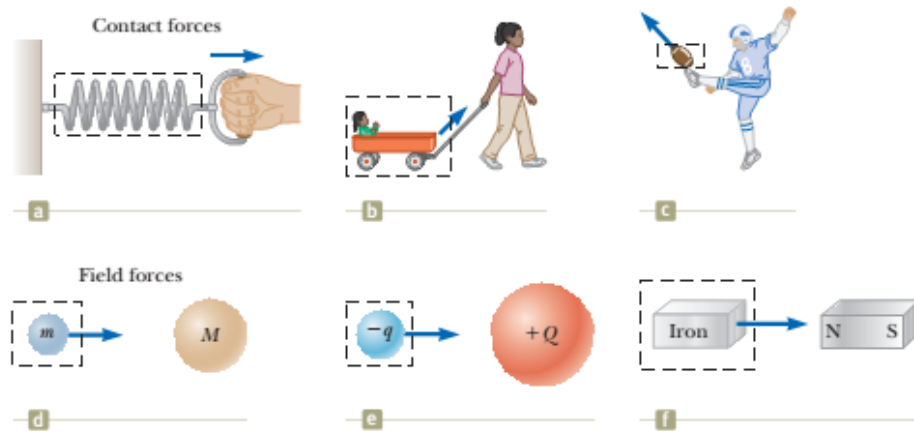


Chương 5: Các định luật về chuyển động

5.1 Khái niệm về lực

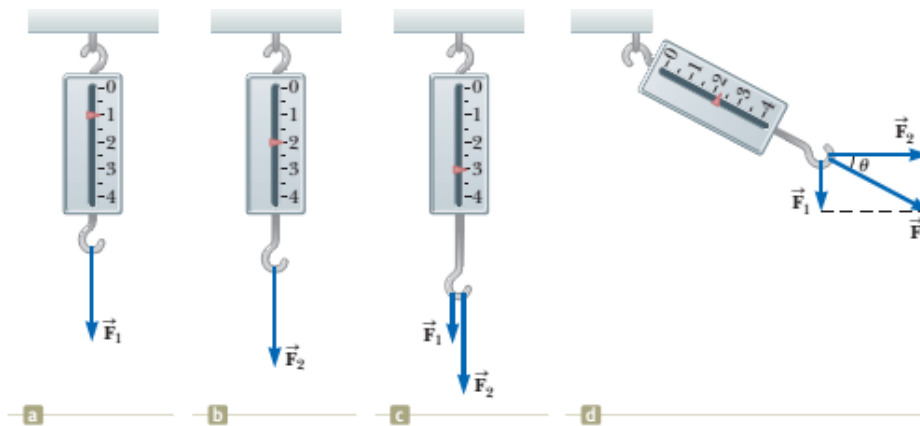
Có thể phân các loại lực thành hai nhóm: (1) Lực do có tiếp xúc (lực đàn hồi của lò xo, lực căng dây, lực đàn hồi ở các điểm tiếp xúc giữa các vật...) (2) Lực của một trường lực (lực hấp dẫn, lực tĩnh điện, lực từ)



Hình 5.1: a, b, c lực do có tiếp xúc; d, e, f lực của một trường

Bản chất vector của lực: Lực là đại lượng vector nên khi tìm lực cần chú ý đến điểm đặt, phương, chiều và độ lớn của lực. Khi tổng hợp các lực, cần chú ý qui tắc cộng vector.

Hình 5.2 minh họa 2 lực tác dụng vào móc của lực kế theo 2 cách khác nhau: 2 lực cùng phương và 2 lực vuông góc với nhau. Khi tác dụng dọc theo trục lò xo, lực F_1 và F_2 lần lượt làm lò xo giãn ra 1cm và 2cm (hình 5.2 a,b). Nhưng hai lực này tác dụng vuông góc với nhau thì lò xo giãn ra 2,24cm (hình 5.2d).

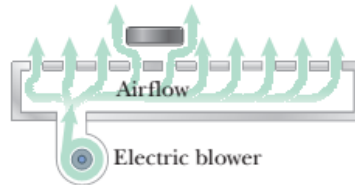


Hình 5.2: Các lực tác dụng lên lực kế: a. lực F_1 ; b. lực F_2 ; c. 2 lực F_1 và F_2 cùng phương chiều; d. 2 lực F_1 và F_2 vuông góc với nhau.

5.2 Định luật Newton thứ nhất và các hệ qui chiếu quán tính

5.2.1 Định luật Newton thứ nhất:

Nếu một vật không tương tác với các vật khác thì ta có thể xác định một hệ qui chiếu trong đó vật có gia tốc bằng 0.



Hình 5.3: Miếng nhựa đặt trên đệm khí.

5.2.2 Hệ qui chiếu quán tính

Một hệ qui chiếu mà định luật Newton thứ nhất được thỏa mãn gọi là **hệ qui chiếu quán tính**.

Một dạng phát biểu khác của định luật Newton thứ nhất:

Khi không có ngoại lực tác dụng và được quan sát từ một hệ qui chiếu quán tính, một vật đứng yên sẽ vẫn đứng yên và một vật chuyển động sẽ tiếp tục chuyển động với vận tốc không đổi (tức là chuyển động với tốc độ không đổi theo một đường thẳng).

Ví dụ như khi xét một miếng nhựa tròn đặt trên bàn đệm khí, và bàn này đặt trên mặt đất thì miếng nhựa này không tương tác với vật nào khác theo phương ngang nên gia tốc của nó theo phương ngang bằng không. Nếu bàn đệm khí này được đặt trên một con tàu chuyển động thẳng đều thì ta cũng quan sát được hiện tượng tương tự. Tuy nhiên, nếu tàu chuyển động có gia tốc thì hệ qui chiếu gắn với tàu không còn là hệ qui chiếu quán tính nữa. Một người đứng trên tàu sẽ thấy miếng nhựa chuyển động có gia tốc. Hệ qui chiếu gắn với tàu là **hệ qui chiếu phi quán tính**. Mặc dầu vậy, một người quan sát đứng yên trên mặt đất vẫn thấy miếng nhựa chuyển động thẳng đều.

Một hệ qui chiếu chuyển động với vận tốc không đổi đối với các ngôi sao ở rất xa là một xấp xỉ tốt nhất cho một hệ qui chiếu quán tính. Trong nhiều trường hợp, Trái Đất cũng có thể xem là một hệ qui chiếu quán tính.

Khoảng trước năm 1600 thì người ta cho rằng trạng thái tự nhiên của vật chất là trạng thái nghỉ (đứng yên). Galileo là người đầu tiên đưa ra cách nhìn nhận mới về chuyển động và trạng thái tự nhiên của vật chất. Theo ông thì “Vận tốc mà ta truyền cho một vật chuyển động sẽ được bảo toàn nếu các nguyên nhân bên ngoài làm chậm chuyển động bị loại bỏ”. Lúc đó vật không tìm về “trạng thái nghỉ bản chất” nữa.

Câu hỏi 5.1: Hãy chọn phát biểu đúng trong các phát biểu sau: a) Một vật có thể chuyển động khi không có lực tác dụng lên vật đó. b) Một vật có thể không chuyển động khi có lực tác dụng lên vật đó. c) Cả (a) và (b) đều đúng. d) Cả (a) và (b) đều sai.

5.2.3 Cách phát biểu khác của định luật Newton thứ nhất

Nếu không có ngoại lực tác dụng và được quan sát từ một hệ quy chiếu quán tính thì một vật đứng yên sẽ đứng yên và một vật chuyển động sẽ tiếp tục chuyển động với vận tốc không đổi (tức là chuyển động thẳng đều).

Nói cách khác, nếu không có lực tác dụng lên vật thì gia tốc của vật bằng không. Bất kỳ vật cô lập nào cũng đứng yên hoặc chuyển động thẳng đều. Khuynh hướng chống lại sự thay đổi vận tốc của một vật được gọi là **quán tính**.

5.2.4 Định nghĩa lực

Lực là nguyên nhân làm thay đổi chuyển động của một vật

5.3 Khối lượng

5.3.1 Định nghĩa khối lượng

Khối lượng là một thuộc tính của vật xác định mức độ chống lại sự thay đổi vận tốc của nó. Đơn vị của khối lượng trong hệ đo lường quốc tế là kilôgram (kg). Các thí nghiệm đã cho thấy, dưới tác dụng của một lực cho trước thì vật có khối lượng càng lớn sẽ thu được gia tốc càng nhỏ. Giả sử cho cùng một lực tác dụng lên hai vật có khối lượng lần lượt là m_1 và m_2 và hai vật lần lượt thu được các gia \vec{a}_1 và \vec{a}_2 . Tỷ số hai khối lượng của hai vật này được định nghĩa bằng nghịch đảo của tỷ số hai độ lớn của hai gia tốc tương ứng:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{a_2}{a_1} \quad (5.1)$$

Các kết quả thí nghiệm cho thấy: Với một lực cho trước tác dụng lên vật, độ lớn gia tốc mà vật thu được tỷ lệ nghịch với khối lượng của vật.

Khối lượng là thuộc tính cố hữu của một vật, không phụ thuộc vào môi trường xung quanh vật và phương pháp được dùng để đo lường nó. Khối lượng là đại lượng vô hướng. Khối lượng tuân theo các phép tính số học thông thường.

Khối lượng và trọng lượng:

Khối lượng và trọng lượng (weight) là hai đại lượng khác nhau. Trọng lượng là độ lớn của lực hấp dẫn tác dụng lên vật. Trọng lượng có thể thay đổi tùy theo vị trí của vật.

Ví dụ:

- $W_{\text{earth}} = 180 \text{ lb}; W_{\text{moon}} \sim 30 \text{ lb}$
- $m_{\text{earth}} = 2 \text{ kg}; m_{\text{moon}} = 2 \text{ kg}$

5.4 Định luật Newton thứ hai

Khi xem xét từ một hệ quy chiếu quán tính, gia tốc của một vật tỉ lệ thuận trực tiếp với lực tổng hợp tác dụng lên vật và tỉ lệ nghịch với khối lượng của nó.

Lực là nguyên nhân của **các thay đổi** trong chuyển động, được đo thông qua gia tốc.

Cần lưu ý là một vật có thể chuyển động mà không cần có lực tác dụng. Không được diễn giải rằng lực là nguyên nhân của chuyển động.

Về mặt đại số thì:

$$\vec{a} \propto \frac{\sum \vec{F}}{m} \rightarrow \sum \vec{F} = m\vec{a} \quad (5.2)$$

ở đây, hệ số tỉ lệ được chọn bằng 1 và các tốc độ chuyển động của các vật phải nhỏ hơn nhiều so với tốc độ ánh sáng. Trong đó, $\sum \vec{F}$ là lực tổng hợp, là tổng vector của tất cả các lực tác dụng lên vật (còn gọi là lực toàn phần).

Định luật Newton thứ 2 cũng có thể được biểu diễn theo các thành phần:

$$\Sigma F_x = ma_x$$

$$\Sigma F_y = ma_y$$

$$\Sigma F_z = ma_z$$

Lưu ý: $m\vec{a}$ không phải là một lực.

Tổng tất cả các lực bằng tích của khối lượng của vật với gia tốc của nó.

Đơn vị của lực: Trong SI, đơn vị của lực là **newton (N)**

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

Theo hệ đơn vị của Mỹ thì đơn vị của lực là **pound (lb)**.

- $1 \text{ lb} = 1 \text{ slug} \cdot \text{ft} / \text{s}^2$

Quy đổi đơn vị: $1 \text{ N} \sim 1/4 \text{ lb}$

Câu hỏi 5.2: Một vật chuyển động không gia tốc. Hãy chọn phát biểu **không đúng** trong các phát biểu sau: a) Chỉ có một lực tác dụng lên vật đó. b) Không có lực nào tác dụng lên vật. c) Nhiều lực tác dụng lên vật nhưng các lực này triệt tiêu lẫn nhau.

Câu hỏi 5.3: Khi đẩy một vật từ trạng thái nghỉ trượt qua một mặt sàn không ma sát với lực không đổi trong khoảng thời gian Δt , kết quả vật thu được tốc độ v . Sau đó, lặp lại thí nghiệm trên với lực đẩy lớn hơn 2 lần. Hỏi để đạt được vận tốc cuối cùng như thí nghiệm trên thì thời gian đẩy vật là? a) $4\Delta t$; b) $2 \Delta t$; c) Δt ; d) Δt .

Bài tập mẫu 5.1: Chuyển động có gia tốc của quả bóng khúc côn cầu.

Một quả bóng Khúc côn cầu có khối lượng 0,3kg trượt không ma sát trên mặt băng phẳng. Hai cây gậy Khúc côn cầu đánh vào quả bóng cùng một lúc như hình 5.4. Lực F_1 có độ lớn 5N và theo phương nghiêng một góc 20 độ ở dưới trục Ox. Còn lực F_2 có độ lớn 8N có phương nghiêng một góc 60 độ phía trên trục Ox. Hãy xác định độ lớn và phương của gia tốc chuyển động của quả bóng.

Giải.

Khái niệm hóa: Từ hình 5.4: sử dụng kiến thức cộng vector ở chương 3, có thể tính được tổng hợp lực tác dụng lên quả Khúc côn cầu. Từ đó, suy ra gia tốc chuyển động của quả Khúc côn cầu sẽ cùng phương chiều với tổng hợp lực đó.

Phân loại: Bởi vì bài toán có thể tính ra tổng hợp lực, và mục tiêu là tìm gia tốc. Do đó, mô hình được sử dụng là mô hình chất điểm dưới tác dụng của tổng hợp lực.

Phân tích:

Tìm lực tổng hợp lên vật theo phương Ox:

$$\sum F_x = F_{1x} + F_{2x} = F_1 \cos \theta + F_2 \cos \phi$$

Tổng hợp lực theo phương Oy:

$$\sum F_y = F_{1y} + F_{2y} = F_1 \sin \theta + F_2 \sin \phi$$

Áp dụng định luật Newton 2 theo từng phương:

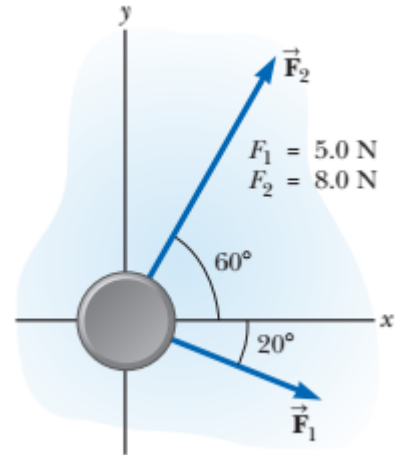
$$a_x = \frac{\sum F_x}{m} = \frac{F_1 \cos \theta + F_2 \cos \phi}{m} = \frac{5 \cos(-20) + 8 \cos 60}{0,3} = 29 \text{m/s}^2$$

$$a_y = \frac{\sum F_y}{m} = \frac{F_1 \sin \theta + F_2 \sin \phi}{m} = \frac{5 \sin(-20) + 8 \sin 60}{0,3} = 17 \text{m/s}^2$$

Gia tốc của vật là: $a = \sqrt{29^2 + 17^2} = 34 \text{m/s}^2$

Phương của gia tốc đối với trục Ox: $\theta = \tan^{-1} \left(\frac{a_y}{a_x} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{17}{29} \right) = 31^\circ$

Hoàn tất: Sử dụng phương pháp cộng vector trên hình 5.4, có thể kiểm chứng lại kết quả thu được.



Hình 5.4: Quả Khúc côn cầu chuyển động trên bề mặt không ma sát dưới tác dụng của 2 lực.

5.5 Lực hấp dẫn và khối lượng

Lực hấp dẫn \vec{F}_g là lực mà Trái đất tác dụng lên một vật. Lực này hướng về tâm của Trái đất, và độ lớn của nó được gọi là **trọng lượng** của vật.

Theo định luật Newton thứ 2 thì:

$$\vec{F}_g = m\vec{g} \quad (5.5)$$

Do đó, trọng lượng của vật:

$$F_g = mg \tag{5.6}$$

Nói thêm về trọng lượng:

Do trọng lượng phụ thuộc vào gia tốc trọng trường (g) nên nó sẽ thay đổi theo vị trí.

- Càng lên cao thì g và trọng lượng càng giảm.
- Điều này cũng áp dụng được cho các hành tinh khác, nhưng g thay đổi theo hành tinh nên trọng lượng cũng thay đổi từ hành tinh này sang hành tinh khác.

Trọng lượng không phải là thuộc tính cố hữu của vật. Trọng lượng là thuộc tính của *một* hệ các vật: vật và Trái đất. Về đơn vị thì kg không phải là đơn vị của trọng lượng. Công thức 1kg=2,2lb là công thức tương đương và chỉ đúng trên mặt đất.

Khối lượng hấp dẫn và khối lượng quán tính:

Trong các định luật của Newton, khối lượng là khối lượng **quán tính** và đo bằng sự cản trở đối với sự thay đổi chuyển động của vật. Còn trong công thức (5.6) khối lượng *m* cho biết lực hấp dẫn giữa vật và Trái Đất. Các thí nghiệm cho thấy khối lượng quán tính và khối lượng hấp dẫn có cùng giá trị.

Câu hỏi 5.4: Giả sử rằng bạn đang gọi một cuộc điện thoại liên hành tinh với bạn của bạn ở trên Mặt Trăng. Người bạn đó kể rằng anh ta mới thắng được 1 Newton vàng trong một cuộc thi. Anh ta khuyên bạn nên tham dự cuộc thi đó phiên bản Trái Đất và nếu chiến thắng cũng được 1 Newton vàng. Hỏi nếu điều đó xảy ra, ai sẽ giàu hơn?, a) Bạn sẽ giàu hơn; b) Bạn của bạn giàu hơn; c) Cả 2 giàu bằng nhau.

5.6 Định luật Newton thứ 3

Nếu hai vật tương tác với nhau, lực \vec{F}_{12} do vật 1 tác dụng lên vật 2 bằng về độ lớn nhưng ngược chiều với lực \vec{F}_{21} do vật 2 tác dụng lên vật 1.

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21} \tag{5.7}$$

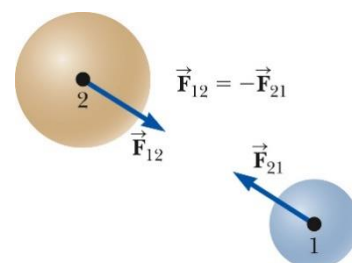
Lưu ý về ký hiệu: \vec{F}_{AB} là lực do A tác dụng lên B.

Một cách phát biểu khác của định luật:

Lực tác dụng và lực phản tác dụng (phản lực) bằng nhau về độ lớn nhưng ngược chiều.

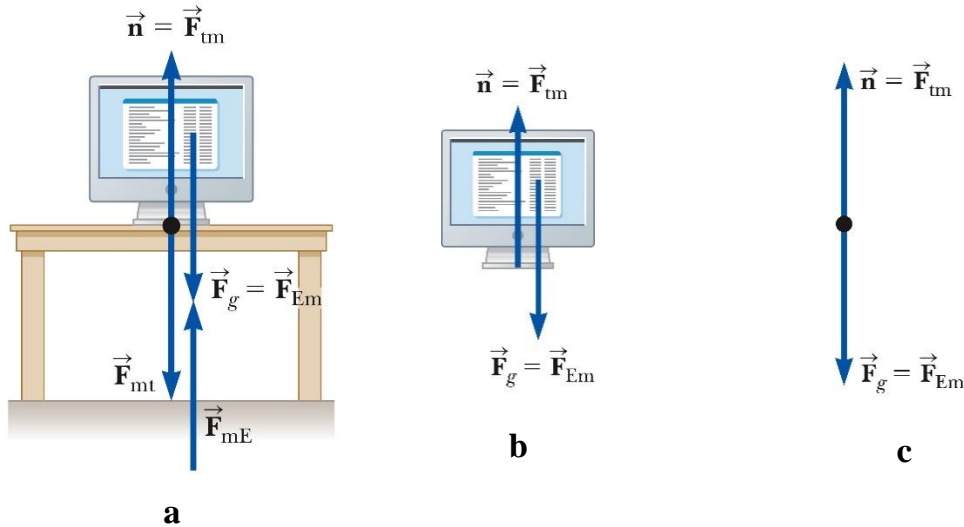
- Một trong hai lực là lực tác dụng, lực kia là phản lực.
- Lực và phản lực phải tác dụng lên hai vật khác nhau và cùng loại với nhau.

Ví dụ 1 về lực – phản lực: Ở hình 5.5, hai vật tác dụng vào nhau bởi các lực có độ lớn bằng nhau nhưng ngược chiều nhau.



Hình 5.5: Định luật 3 Newton

Ví dụ 2 về lực – phản lực: Trong hình 5.6a ở trên, lực pháp tuyến¹ (normal force) do mặt bàn tác dụng lên màn hình ($\vec{n} = \vec{F}_{tm}$) là phản lực của lực tác dụng của màn hình lên mặt bàn (\vec{F}_{mt}).



Hình 5.6: Các lực tác dụng lên một màn hình máy tính được đặt nằm yên trên một mặt bàn

Lực tác dụng của Trái đất lên màn hình ($\vec{F}_g = \vec{F}_{Em}$) có độ lớn bằng với lực mà màn hình tác dụng lên Trái đất (\vec{F}_{mE}) nhưng ngược chiều.

Khi giải toán bằng cách vận dụng các định luật của Newton, ta có thể vẽ các lực tác dụng lên vật như trong hình b (còn gọi là sơ đồ lực). Một cách khác là ta có thể vẽ sơ đồ lực trong đó sử dụng mô hình chất điểm cho vật, ta được một sơ đồ như trong hình c (gọi là free-body diagram).

Khi vẽ các sơ đồ, cần lưu ý là chỉ vẽ những lực tác dụng lên vật đang xét (kể cả các lực do trường lực gây ra). Các lực tác dụng lên vật xem như là tác dụng lên chất điểm thay thế cho vật. Sơ đồ này giúp ta tách các lực tác dụng lên vật đang xét mà bỏ qua các lực khác khi phân tích.

Câu hỏi 5.5: i) Nếu một con ruồi va chạm vào kính chắn gió của một chiếc xe buýt đang chạy rất nhanh, thì lực nào sau đây lớn hơn? a) của con ruồi tác dụng vào xe, b) của xe buýt tác dụng vào ruồi, c) 2 vật tác dụng các lực bằng nhau.

ii) Vật nào có gia tốc lớn hơn? a) Con ruồi, b) Xe buýt, c) 2 vật có gia tốc bằng nhau.

¹ Còn gọi là phản lực, lực đàn hồi vuông góc

5.7 Các mô hình phân tích sử dụng định luật 2 Newton

Trong phần này, ta thảo luận về hai mô hình phân tích để giải toán trong đó vật cân bằng hoặc chịu tác dụng của các lực không đổi. Để giải các bài toán ta đơn giản hóa mô hình bằng các giả định sau:

- Các vật có thể được mô hình hóa thành các chất điểm (particle).
- Chỉ quan tâm đến các ngoại lực tác dụng lên vật (có thể bỏ qua phản lực – vì phản lực tác dụng lên vật khác).
- Tạm thời bỏ qua ma sát ở các bề mặt.
- Khối lượng của các sợi dây là không đáng kể: Lực của dây tác dụng lên vật hướng ra xa vật và song song với dây. Khi dây được buộc vào vật và kéo vật đi thì độ lớn của lực này là lực căng dây

Mô hình phân tích: Hạt ở trạng thái cân bằng

Nếu gia tốc của một vật (xem là một chất điểm) bằng không, vật được gọi là ở trạng thái cân bằng. Mô hình này gọi là mô hình chất điểm ở trạng thái cân bằng. Về mặt toán học, lực tổng hợp tác dụng lên vật bằng không:

$$\sum \vec{F} = 0$$

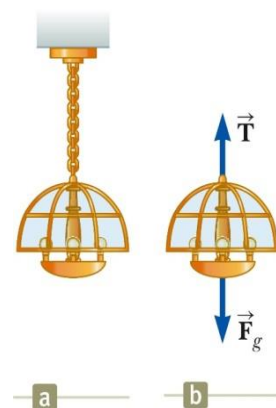
hay $\sum F_x = 0$ và $\sum F_y = 0$

Ví dụ về cân bằng: một cái đèn được treo bằng một dây xích nhẹ (hình 5.7). Các lực tác dụng lên đèn gồm:

- Lực hấp dẫn hướng xuống dưới
- Lực căng của dây xích hướng lên trên.

Áp dụng điều kiện cân bằng, ta được

$$\sum F_y = 0 \rightarrow T - F_g = 0 \rightarrow T = F_g$$



Hình 5.7: Một chiếc đèn được treo trên trần nhà nhờ sợi xích.

Mô hình phân tích: Hạt dưới tác dụng của một lực tổng hợp

Nếu một vật được mô hình hóa như một chất điểm chịu một gia tốc, phải có lực tổng hợp khác không tác dụng lên nó. Mô hình dùng trong trường hợp này là mô hình chất điểm dưới tác dụng của một lực tổng hợp. Ta giải bài toán theo các bước sau:

- Vẽ sơ đồ lực.
- Viết định luật 2 Newton: $\sum \vec{F} = m\vec{a}$
- Xét theo các phương x, y .

Một người kéo một cái thùng như hình 5.8 a. Các lực tác dụng lên thùng: lực căng dây \vec{T} , trọng lực \vec{F}_g , và phản lực pháp tuyến \vec{n} tác dụng bởi sàn nhà.

Áp dụng định luật 2 Newton theo các phương x, y :

$$\sum F_x = T = ma_x$$

$$\sum F_y = n - F_g = 0 \rightarrow n = F_g$$

Giải hệ phương trình theo các ẩn.

Nếu lực căng dây là không đổi thì gia tốc a là hằng số, ta có thể áp dụng các phương trình động học để mô tả đầy đủ hơn về chuyển động của thùng.

Lưu ý về phản lực pháp tuyến \vec{n} :

Lực pháp tuyến không phải là luôn bằng trọng lực tác dụng lên vật. Ví dụ như trong hình bên cạnh thì

$$\sum F_y = n - F_g - F = 0 \text{ nên: } n = mg + F$$

Nó cũng có thể nhỏ hơn trọng lực.

Gợi ý để giải toán: Áp dụng các định luật Newton

Khái niệm hóa:

- Vẽ một sơ đồ
- Chọn hệ tọa độ thích hợp cho mỗi vật

Phân loại:

- Mô hình chất điểm cân bằng: $\sum \vec{F} = 0$
- Mô hình chất điểm chịu tác dụng của lực tổng hợp: $\sum \vec{F} = m\vec{a}$

Phân tích:

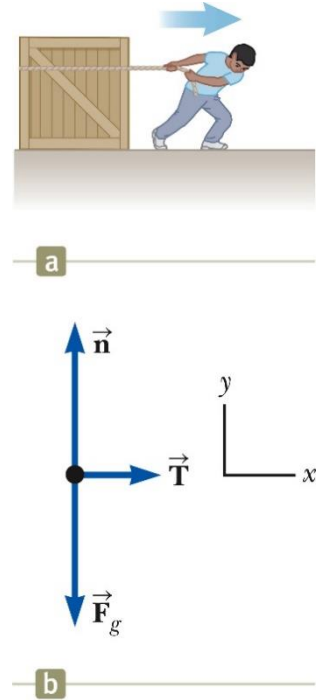
- Vẽ sơ đồ lực cho mỗi vật
- Chỉ vẽ các lực tác dụng lên vật
- Tìm các thành phần theo các trục tọa độ
- Bảo đảm rằng các đơn vị là nhất quán
- Áp dụng các phương trình thích hợp dưới dạng thành phần
- Giải phương trình để tìm các ẩn số

Hoàn thành bài giải

- Kiểm tra các kết quả xem có phù hợp với sơ đồ lực không
- Kiểm tra các giá trị đặc biệt

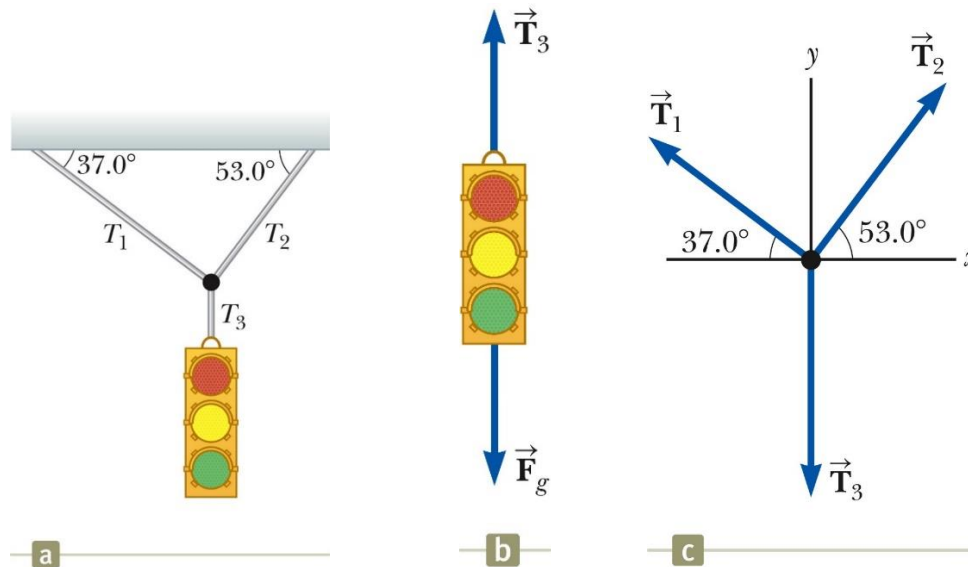
Bài tập mẫu 5.2: đèn giao thông

Một hộp đèn giao thông có trọng lượng 122 N được treo trên một sợi dây buộc vào hai sợi dây khác như hình 5.10a. Các sợi dây phía trên không chắc bằng dây thẳng đứng



Hình 5.8: Một cái hộp được kéo trên mặt sàn không ma sát.

nên sẽ bị đứt nếu lực căng lớn hơn 100 N. Hỏi hộp đèn có đứng yên được không hay là một trong các sợi dây sẽ bị đứt.



Hình 5.10: Đèn giao thông được treo nhờ các sợi dây cáp

Giải

Khái niệm hóa. Hộp đèn giao thông

Giả thiết là các sợi dây không bị đứt

Không có cái gì chuyển động

Phân loại. Bài toán như là một bài toán về cân bằng

Không có chuyển động, vậy gia tốc bằng không

Mô hình chất điểm cân bằng

Phân tích.

Vẽ sơ đồ các lực tác dụng lên hộp đèn

Vẽ sơ đồ lực tác dụng lên nút buộc ở vị trí các dây nối với nhau: Nút buộc là điểm phù hợp để chọn vì mọi lực ta quan tâm tác dụng dọc theo các đường dây sẽ đi đến nút buộc.

Áp dụng các phương trình cân bằng cho nút buộc

Với hộp đèn, ta có:

$$\sum F_y = 0 \rightarrow T_3 - F_g = 0 \text{ hay } T_3 = F_g$$

Với nút buộc:

$$\sum F_x = -T_1 \cos \theta_1 + T_2 \cos \theta_2 = 0$$

$$\sum F_y = T_1 \sin \theta_1 + T_2 \sin \theta_2 - F_g = 0$$

Giải các phương trình, ta được:

$$T_1 = \frac{122\text{N}}{\sin 37,0^\circ + \cos 37,0^\circ \tan 53,0^\circ} = 73,4\text{N}$$

$$T_2 = (73,4\text{N}) \left(\frac{\cos 37,0^\circ}{\cos 53,0^\circ} \right) = 97,4\text{N}$$

Bài tập mẫu 5.3: Mặt phẳng nghiêng

Một chiếc xe khối lượng m đỗ trên một đường dốc nghiêng có đóng băng như trong hình 5.11a.

(A) Tìm gia tốc của xe, giả thiết mặt đường không có ma sát

Giải:

Khái niệm hóa: dùng hình 5.11a để khái niệm hóa tình huống của bài toán. Từ kinh nghiệm hằng ngày, ta biết rằng một chiếc xe trên dốc nghiêng sẽ chuyển động nhanh dần xuống dưới.

Phân loại: đây là chất điểm dưới tác dụng của lực tổng hợp do xe chuyển động có gia tốc.

Phân tích: Các lực tác dụng vào vật:

Phản lực vuông góc với mặt nghiêng.

Trọng lực hướng thẳng đứng xuống dưới.

Chọn hệ trục tọa độ với x dọc theo mặt nghiêng và y vuông góc với mặt nghiêng.

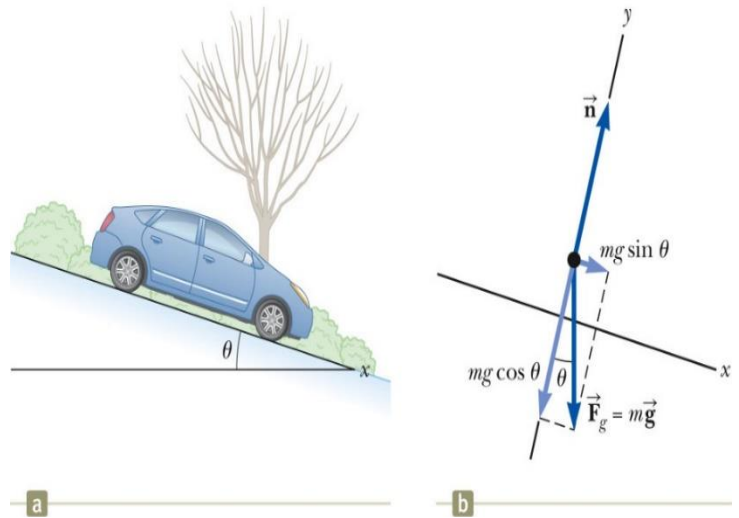
Thay trọng lực bởi các thành phần của nó (theo x và y).

Áp dụng mô hình chất điểm chuyển động dưới tác dụng của lực tổng hợp theo phương x và chất điểm cân bằng theo phương y .

$$\sum F_x = mg \sin \theta = ma_x$$

$$\sum F_y = n - mg \cos \theta = 0$$

Giải phương trình thứ nhất, ta được $a_x = g \sin \theta$



Hình 5.11: Một chiếc xe hơi trên mặt phẳng nghiêng không ma sát

(B) Giả sử xe được thả từ trạng thái nghỉ từ đỉnh dốc và khoảng cách từ cản trước của xe đến chân dốc là d . Xe phải mất bao lâu để cản trước của nó chạm chân dốc và tốc độ của xe lúc đến chân dốc.

Giải:

Đây là nội dung liên quan đến phần động học. Dùng gia tốc tìm được ở câu a để thay vào các phương trình động học. Từ đó tìm được:

$$t = \sqrt{\frac{2d}{g \sin \theta}} \text{ và } v_{xf} = \sqrt{2gd \sin \theta}$$

Trường hợp có nhiều vật:

Khi có hai hay nhiều vật kết nối với nhau hoặc tiếp xúc nhau, có thể áp dụng các định luật Newton cho hệ như một vật tổng thể hay từng vật riêng rẽ. Ta có thể chọn một cách để giải bài toán và dùng cách khác để kiểm tra lại kết quả.

Bài tập mẫu 5.4: Động cơ Atwood

Khi hai vật có khối lượng khác nhau được treo thẳng đứng trên một ròng rọc nhẹ và không có ma sát ở trục như hình 5.12a thì hệ vật được gọi là động cơ Atwood. Thiết bị này thường được dùng trong phòng thí nghiệm để tìm giá trị của g . Hãy tìm gia tốc của các vật và lực căng của sợi dây nhẹ.

Giải

Khái niệm hóa: Hãy tưởng tượng tình huống trong hình 5.12a: khi một vật chuyển động xuống dưới thì vật kia chuyển động lên trên. Vì chúng được nối với nhau bằng một sợi dây không giãn nên gia tốc của chúng có độ lớn bằng nhau

Phân loại: Các vật trong máy Atwood chịu tác dụng của trọng lực cũng như lực của các dây buộc vào chúng nên ta có thể phân loại bài toán này như là bài toán có hai chất điểm dưới tác dụng của lực tổng hợp.

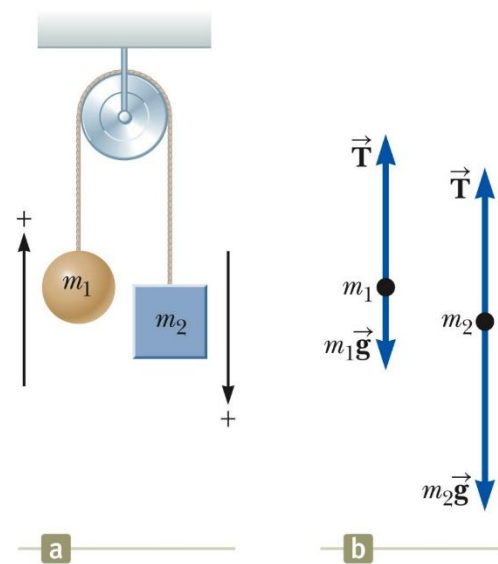
Phân tích: Các lực tác dụng lên các vật:

- Lực căng dây (như nhau ở hai vật và ở các đoạn dây)
- Trọng lực

Các vật có gia tốc như nhau do chúng được nối với nhau.

Vẽ sơ đồ lực

Áp dụng các định luật Newton:



Hình 5.12: Động cơ Atwood

Cho vật thứ nhất $\sum F_y = T - m_1g = m_1a_y$

Cho vật thứ 2: $\sum F_y = m_2g - T = m_2a_y$

Giải để tìm các ẩn

$$a_y = \left(\frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} \right) g \text{ và } T = \left(\frac{2m_1m_2}{m_1 + m_2} \right) g$$

Hoàn tất: Giá trị tìm được của gia tốc có thể diễn giải như là tỉ số giữa độ chênh lệch về lực của hệ và tổng khối lượng của hệ, như dự đoán của định luật 2 Newton.

Bài tập mẫu 5.5: Hai vật chuyển động có gia tốc nối nhau bằng một sợi dây.

Một quả cầu khối lượng m_1 và một khối hộp khối lượng m_2 được nối với nhau bởi một dây nhẹ vắt qua một ròng rọc nhẹ quay không ma sát như hình 5.15a. Khối hộp nằm trên một mặt nghiêng không có ma sát với góc nghiêng θ . Tìm độ lớn của gia tốc của hai vật và sức căng dây.

Giải:

Khái niệm hóa: Hãy hình dung các vật trong hình 5.13 đang chuyển động. Nếu m_2 đi xuống thì m_1 sẽ đi lên. Do các vật được nối với nhau bằng sợi dây nên gia tốc của chúng có cùng độ lớn. Sử dụng hệ tọa độ bình thường cho quả cầu và hệ tọa độ “nghiêng” cho khối hộp.

Phân loại: Theo các phương y và x' thì đây là bài toán vật chịu tác dụng của lực tổng hợp. Theo phương y' thì là bài toán vật cân bằng.

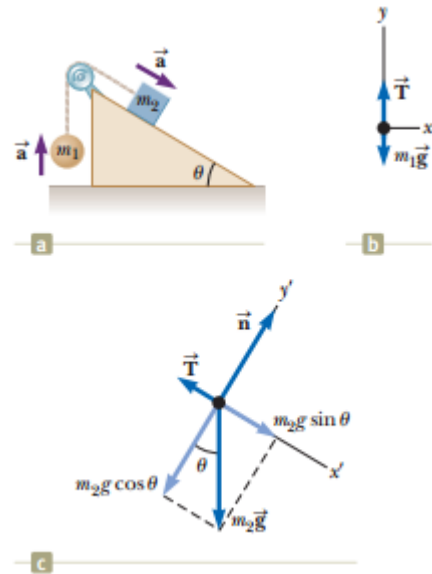
Phân tích: Xét các sơ đồ lực như trong hình 5.13b và 5.13c thì có thể áp dụng định luật 2 Newton cho các vật như sau:

Với quả cầu: $\sum F_y = T - m_1g = m_1a_y = m_1a$

Với khối hộp: $\sum F_{x'} = m_2g \sin \theta - T = m_2a_{x'} = m_2a$

$\sum F_{y'} = n - m_2g \cos \theta = 0$

Giải các phương trình trên, ta được: $a = \frac{m_2 \sin \theta - m_1}{m_1 + m_2} g$ và $T = \frac{m_1 m_2 (\sin \theta + 1)}{m_1 + m_2} g$



Hình 5.13: Hai vật được nối với nhau bằng sợi dây nhẹ vắt qua một ròng rọc không có ma sát.

Hoàn tất: Khối hộp chuyển động có gia tốc xuống dưới nếu $m_2 \sin \theta > m_1$. Ngược lại, gia tốc của khối hộp hướng lên trên và gia tốc của quả cầu hướng xuống dưới. Từ kết quả gia tốc, có thể thấy rằng gia tốc là tỉ số giữa độ lớn của ngoại lực tác dụng lên hệ với tổng khối lượng của các vật trong hệ.

5.8 Các lực ma sát

Khi một vật chuyển động trên bề mặt hoặc xuyên qua một môi trường nhớt thì sẽ xuất hiện sức cản chuyển động. Đó là do các tương tác giữa vật và môi trường quanh nó. Sức cản này được gọi là lực ma sát.

5.8.1 Lực ma sát nghỉ (tĩnh)

Lực ma sát nghỉ giữ cho vật không chuyển động. Chừng nào vật chưa chuyển động thì lực ma sát nghỉ đúng bằng lực tác động từ bên ngoài $f_s = F$

Nếu F tăng thì f_s tăng và ngược lại.

Gọi μ_s là hệ số ma sát nghỉ thì $f_s \leq \mu_s n$

- Lưu ý: dấu bằng xảy ra khi các mặt bắt đầu trượt lên nhau.

5.8.2 Lực ma sát trượt (động)

Lực ma sát trượt tác dụng khi vật chuyển động.

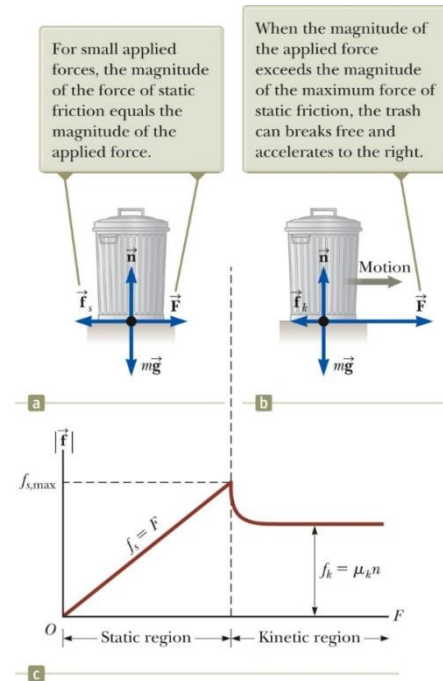
Hệ số ma sát trượt μ_k có thể thay đổi theo tốc độ của vật, tuy nhiên, ta bỏ qua sự thay đổi này.

$$f_k = \mu_k n$$

Khảo sát lực ma sát: Để khảo sát, ta tăng dần độ lớn của ngoại lực F và ghi lại giá trị của lực ma sát. Chú ý thời điểm vật bắt đầu trượt. Đồ thị biểu diễn quan hệ giữa lực ma sát và ngoại lực cho trên hình 5.16c.

Lưu ý:

- Các phương trình này chỉ quan tâm đến độ lớn của các lực, chúng không phải là phương trình vec-tơ.
- Với ma sát nghỉ (f_s), dấu bằng chỉ đúng khi vật sắp chuyển động, các bề mặt sắp trượt lên nhau. Nếu các bề mặt chưa trượt lên nhau thì dùng dấu nhỏ hơn
- Hệ số ma sát phụ thuộc vào các mặt tiếp xúc.
- Lực ma sát nghỉ (tĩnh) thường lớn hơn lực ma sát trượt (động).
- Hướng của lực ma sát ngược với hướng của chuyển động và song song với các mặt tiếp xúc.
- Hệ số ma sát hầu như không phụ thuộc vào diện tích mặt tiếp xúc.



Hình 5.14: Kéo một vật bắt đầu chuyển động khi thắng được lực ma sát nghỉ.

5.8.3 Ma sát trong các bài toán dùng các định luật Newton

Ma sát là một lực, do đó chỉ cần thêm nó vào trong các định luật Newton.

Các qui tắc về ma sát cho phép ta xác định hướng và độ lớn của lực ma sát.

Bài tập mẫu 5.6: thí nghiệm xác định μ_s và μ_k

Một khối hộp đang nằm trên một mặt nghiêng như hình 5.15. Nâng dần góc nghiêng cho đến khi hộp bắt đầu trượt. Chứng tỏ rằng có thể tìm được hệ số ma sát nghỉ μ_s theo góc tới hạn θ .

Giải:

Khái niệm hóa: Tưởng tượng rằng khối hộp có xu hướng trượt xuống dưới do tác dụng của trọng lực. Hộp trượt xuống nên ma sát sẽ hướng lên phía trên.

Phân loại: Khối hộp chịu tác dụng của nhiều lực khác nhau, tuy nhiên, nó chưa trượt xuống dốc nên đây là bài toán *chất điểm cân bằng*.

Phân tích: Sơ đồ lực trên hình 5.15 cho thấy các lực tác dụng vào hộp gồm: trọng lực $m\vec{g}$, phản lực \vec{n} và lực ma sát nghỉ \vec{f}_s . Chọn trục x dọc theo mặt nghiêng và y vuông góc với mặt nghiêng.

$$\sum F_x = mg \sin \theta - f_s = 0$$

$$\sum F_y = n - mg \cos \theta = 0$$

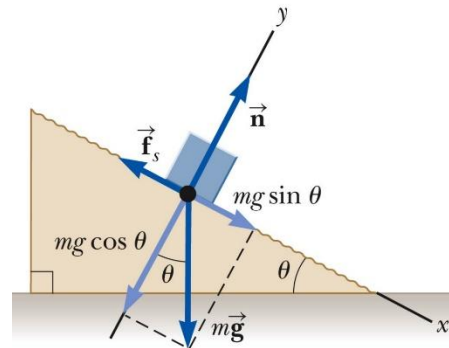
Giải hệ phương trình ta có $f_s = mg \sin \theta = n \tan \theta$

Với góc nghiêng tới hạn θ_c thì lực ma sát nghỉ bằng $f_s = \mu_s n$ nên $\mu_s = \tan \theta_c$.

Hoàn tất: Khi hộp bắt đầu trượt thì $\theta \geq \theta_c$. Hộp trượt có gia tốc xuống dưới thì lực ma sát trượt $f_k = \mu_k n$. Tuy nhiên, nếu giảm góc θ thì vật cũng có thể trượt xuống, nếu vật trượt thẳng đều thì $\mu_k = \tan \theta'_c$ với $\theta'_c < \theta_c$

Lưu ý: Với bố trí thí nghiệm như trên thì ta có thể xác định hệ số ma sát bằng thực nghiệm: $\mu = \tan \theta$

- Với μ_s , sử dụng góc nghiêng khi khối hộp bắt đầu trượt.
- Với μ_k , sử dụng góc nghiêng khi mà khối hộp trượt xuống với tốc độ không đổi.



Hình 5.15: Một khối hộp trượt trên một mặt phẳng nghiêng có ma sát

Bài tập mẫu 5.7: Một quả bóng khúc côn cầu đang trượt

Một quả bóng khúc côn cầu trượt trên mặt băng với tốc độ ban đầu là 20,0 m/s. Quả bóng trượt được 115 m trước khi dừng lại. Hãy xác định hệ số ma sát trượt giữa quả bóng và băng.

Giải:

Khái niệm hóa: Giả sử quả bóng chuyển động sang phải như hình 5.16. Lực ma sát trượt tác dụng về bên phải và làm quả bóng chuyển động chậm lại cho đến khi dừng hẳn.

Phân loại: Các lực tác dụng lên quả bóng như trong hình 5.16, nhưng bài toán lại cho các biến số về động học. Do đó, có thể phân loại bài toán bằng nhiều cách khác nhau. Theo phương thẳng đứng, đây là bài toán chất điểm cân bằng (tổng lực tác dụng lên vật bằng 0). Theo phương ngang, là bài toán chất điểm có gia tốc không đổi.

Phân tích: Vẽ sơ đồ lực tác dụng lên vật, lưu ý đến lực ma sát (ngược chiều chuyển động, song song với mặt tiếp xúc).

Áp dụng mô hình chất điểm chịu tác dụng của lực tổng hợp theo phương x:

$$\sum F_x = -f_k = ma_x$$

Áp dụng mô hình chất điểm cân bằng theo phương y:

$$\sum F_y = n - mg = 0$$

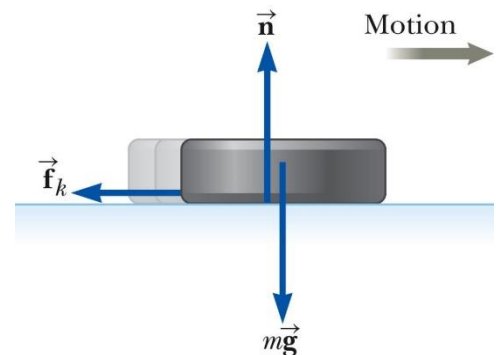
Giải hệ phương trình, với định nghĩa lực ma sát trượt, ta được:

$$a_x = -\mu_k g$$

Sau khi tìm được gia tốc, áp dụng mô hình động học, ta tìm được

$$\mu_k = \frac{v_{xi}^2}{2gx_f} \text{ thay số: } \mu_k = 0,117$$

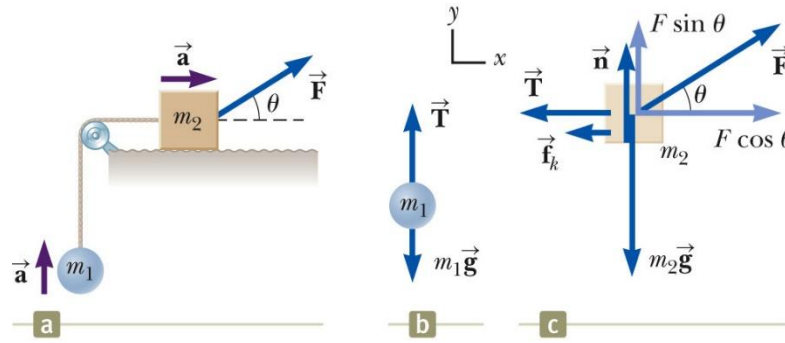
Hoàn tất: Lưu ý rằng μ_k không có thứ nguyên và có giá trị bé, không đổi với một vật trượt trên mặt băng.



Hình 5.16: quả khúc côn cầu trượt có ma sát trên mặt băng

Bài tập mẫu 5.8: Gia tốc của hai vật nối với nhau khi có ma sát

Một khối hộp có khối lượng m_2 nằm trên một mặt ngang, nhám được nối với một quả cầu khối lượng m_1 bằng một sợi dây nhẹ vắt qua một ròng rọc nhẹ, không ma sát như trong hình 5.20a. Tác dụng vào khối hộp một lực có độ lớn F hợp với phương ngang một góc θ và khối hộp chuyển động sang phải. Hệ số ma sát trượt giữa khối hộp và mặt ngang là μ_k . Tìm độ lớn của gia tốc của hai vật.



Hình 5.17: hệ 2 vật nối nhau khi có ma sát.

Giải:

Khái niệm hóa: Hình dung xem chuyện gì xảy ra khi tác dụng lực \vec{F} vào khối hộp. Giả sử lực đủ lớn hơn lực ma sát nghỉ nhưng không đủ lớn để nhấc hộp lên, hộp sẽ trượt sang phải và quả cầu được kéo lên.

Phân loại: Bài toán này là bài toán hai *chất điểm dưới tác dụng của lực tổng hợp*. Vì khối hộp không bị nhấc lên nên theo phương thẳng đứng, khối hộp được xem là *chất điểm cân bằng*.

Phân tích: Vẽ sơ đồ lực cho từng vật (hình 5.17b và 5.17c).

Áp dụng mô hình chất điểm chịu tác dụng của lực tổng hợp cho khối hộp theo phương ngang:

$$\sum F_x = F \cos \theta - f_k - T = m_2 a_x = m_2 a \quad (1)$$

Áp dụng mô hình chất điểm cân bằng cho khối hộp theo phương thẳng đứng

$$\sum F_y = n + F \sin \theta - m_2 g = 0 \quad (2)$$

Áp dụng mô hình chất điểm chịu tác dụng của lực tổng hợp cho quả cầu theo phương thẳng đứng:

$$\sum F_y = T - m_1 g = m_1 a_y = m_1 a \quad (3)$$

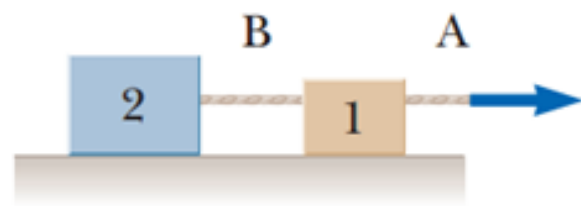
Giải hệ phương trình, ta tìm được:

$$a = \frac{F(\cos \theta + \mu_k \sin \theta) - (m_1 + \mu_k m_2)g}{m_1 + m_2} \quad (4)$$

Hoàn tất: Gia tốc của khối hộp có thể hướng sang phải hoặc trái tùy theo dấu của tử số trong phương trình (4). Nếu vận tốc của khối hộp hướng sang trái thì phải đổi dấu của f_k trong (1). Trong trường hợp đó, chỉ cần đổi hai dấu cộng (+) trong tử số của (4) thành dấu trừ (-).

Câu hỏi lý thuyết chương 5:

- Trong bức tranh *It Happened One Night* (Columbia Pictures, 1934), Clark Gable đang đứng trên xe bus, đằng sau là Claudette Colbert đang ngồi. Xe bus đột ngột đi về phía trước và Clark ngã vào lòng Claudette. Tại sao điều đó xảy ra?
- Một người giữ trái banh trên tay. (a) Xác định tất cả các ngoại lực tác dụng lên trái banh và xác định phản lực theo định luật 3 Newton của mỗi lực đó. (b) Nếu trái banh rơi xuống, lực gì tác dụng vào nó khi nó đang rơi? Xác định phản lực của nó. (Bỏ qua lực cản không khí).
- Sợi dây B mảnh, nhẹ, không co giãn nối vật 1 và vật 2, biết vật 2 nặng hơn vật 1 (hình). Dây A tác dụng lực lên vật 1 làm nó chuyển động có gia tốc về phía trước. (a) So sánh độ lớn lực dây A tác dụng lên vật 1 với lực do dây B tác dụng lên vật 2? (b) So sánh gia tốc của vật 1 và vật 2. (c) Xác định lực do dây B tác dụng lên vật 1 và so sánh lực do dây B tác dụng lên hai vật.



Bài tập chương 5:

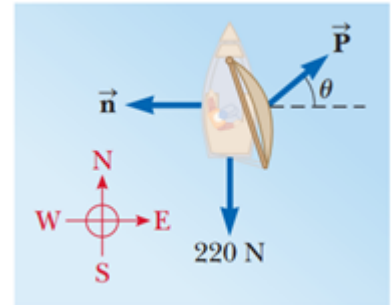
- Một động cơ tên lửa đồ chơi được gắn vào một quả bóng lớn, chúng có thể trượt không ma sát trên mặt phẳng nằm ngang. Quả bóng nặng 4 kg có vận tốc $3.00\vec{i}$ m/s tại 1 thời điểm, và 8s sau vận tốc nó là $(8.00\vec{i} + 10.00\vec{j})$ m/s. Giả sử động cơ đã tác dụng lực không đổi theo phương ngang lên quả bóng, tìm (a) các thành phần và (b) độ lớn của lực trên.
ĐS: 1,53m; 5,29°
- Một electron nặng $9,1.10^{-31}$ kg có vận tốc đầu 3.10^5 m/s. Nó đi thẳng được 5cm thì tốc độ của nó tăng lên 7.10^5 m/s. Giả sử gia tốc của nó là hằng số. (a) Xác định độ lớn của lực tác dụng vào electron và (b) so sánh lực này với trọng lượng của electron.
ĐS: $3,64.10^{-18}$ N; $4,08.10^{11}$ lần
- Một xe hơi nặng 1000kg đang kéo một toa moóc 300kg. Cả 2 cùng tiến về phía trước với gia tốc 2.15m/s^2 . Bỏ qua lực cản không khí và ma sát giữa mặt đường và xe moóc. Xác định:
(a) Tổng lực tác dụng lên xe hơi.
(b) Tổng lực tác dụng lên toa moóc.
(c) Lực do toa moóc tác dụng lên xe hơi.
(d) Lực do xe hơi tác dụng lên đường.
ĐS: $2,15.10^3$ N; 645N; 645N; $1,02.10^4$ N
- Một sợi dây dài 35,7cm đầu trên cố định, đầu dưới treo một bulong sắt nặng 65g. Đặt một nam châm lại gần bên phải bulong sắt đó (không chạm), bulong sắt bị hút về phía

nam châm và dừng lại ở vị trí cách phương dây thẳng đứng một đoạn 28cm. Biết rằng nam châm và bulong ở trên cùng một đường thẳng nằm ngang.

- (a) Vẽ sơ đồ lực tác dụng lên bulong.
- (b) Tính lực căng trên dây.
- (c) Tính lực từ tác dụng lên bulong.

ĐS: 1,03N; 0,805N

5. Hình bên biểu diễn các lực theo phương ngang tác dụng vào con thuyền đang di chuyển theo hướng bắc với vận tốc không đổi khi nhìn từ trên cao. Lúc tốc độ con thuyền đạt giá trị xác định, nước tác dụng lực 220N lên thân tàu, góc $\theta = 40^\circ$. Hãy viết 2 phương trình thành phần biểu diễn định luật 2 Newton, sau đó giải phương trình để xác định P – lực gió tác dụng lên thuyền và lực n – lực nước tác dụng lên đáy thuyền trong 2 trường hợp sau:

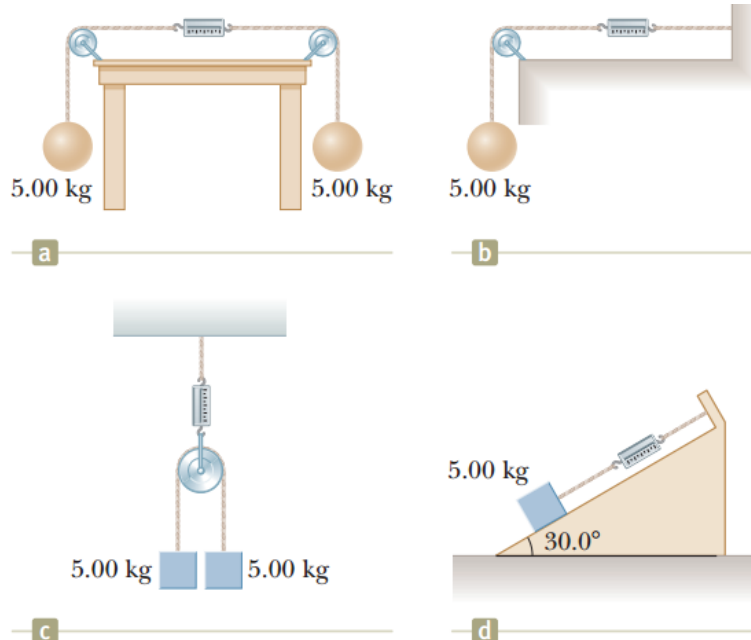


- (a) Chọn chiều trục x theo hướng đông, trục y theo hướng bắc;
- (b) Chọn trục x theo hướng đông bắc, phương tạo góc $\theta = 40^\circ$ so với phương đông; trục y theo hướng tây bắc, phương tạo góc $\theta = 40^\circ$ so với phương bắc.
- (c) So sánh 2 kết quả câu (a) và (b): chúng có bằng nhau không? Phương pháp nào dễ làm hơn?

ĐS: 262N; 262N; 342N

6. Bốn cơ hệ như trên hình bên đều đang ở trạng thái cân bằng. Lực kế lò xo được chỉnh theo đơn vị Newton. Hỏi giá trị đọc được từ các lực kế trên. Giả sử bỏ qua khối lượng ròng rọc và ma sát giữa dây với ròng rọc cũng như ma sát giữa vật với mặt phẳng nghiêng.

ĐS: 49N-49N-98N-24.5N



7. Một cơ hệ cho như hình vẽ bên. Các vật trượt không ma sát trên mặt ngang và lực tác dụng vào khối 3kg là 42N. Xác định (a) gia tốc của hệ, (b) lực căng dây giữa khối 3kg và 1kg và (c) lực tác dụng của khối 1kg lên khối 2kg.



ĐS: 7m/s^2 ; 21N; 14N

8. Khoảng cách giữa hai cột điện thoại 50m. Chú chim nặng 1kg đậu ở chính giữa một dây điện thoại nối hai cột điện thoại trên làm dây bị chùng xuống một đoạn 0.2m, bỏ qua khối lượng dây.

- (a) Vẽ sơ đồ lực các lực tác dụng lên chú chim.
 (b) Tính lực căng do chú chim tác dụng lên dây.

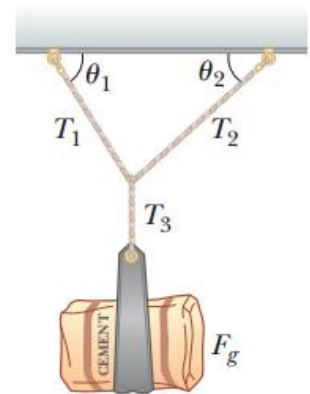
ĐS: 613N

9. Một vật đang chuyển động trên mặt phẳng xy , với tọa độ x và y cho bởi phương trình $x = 5t^2 - 1 (m)$, $y = 3t^3 + 2 (m)$. Tính độ lớn tổng lực tác dụng lên vật tại thời điểm $t = 2s$.

ĐS: 112N

10. Một bao xi măng có trọng lượng 325N treo cân bằng nhờ 3 sợi dây như hình bên. Cho $\theta_1 = 60^\circ$, $\theta_2 = 40^\circ$. Tính các lực căng dây T_1 , T_2 , T_3 khi hệ ở trạng thái cân bằng.

ĐS: 253N, 165N, 325N

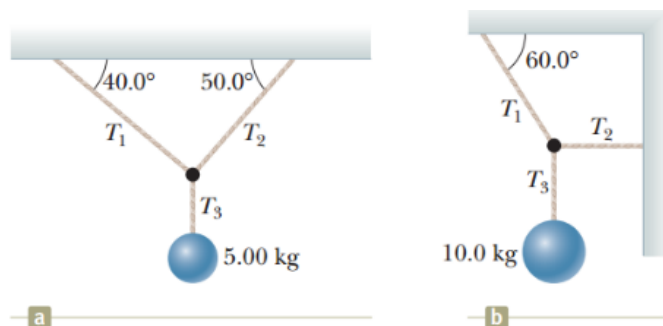


11. Hai người kéo một con thuyền bằng 2 sợi dây theo phương ngang. Nếu họ kéo cùng chiều thì con thuyền chuyển động với gia tốc $1,52 \text{ m/s}^2$ về phía phải. Còn nếu họ kéo ngược chiều nhau thì con thuyền chuyển động với gia tốc $0,518 \text{ m/s}^2$ về phía trái. Xác định độ lớn lực do mỗi người tác dụng lên thuyền. Giả sử không quan tâm đến các lực theo phương ngang khác tác dụng lên thuyền.

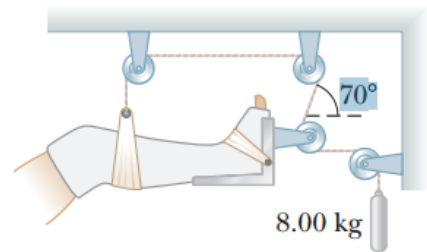
ĐS: 100N; 204N

12. Các quả nặng được treo trên các dây nối với trần của thang máy, biết thang máy đang di chuyển với vận tốc không đổi. Tính giá trị các lực căng dây T_1 T_2 T_3 ở 2 trường hợp trên.

ĐS: (a) 31,5N-37,5N-49N (b) 113N-56,6N-98N



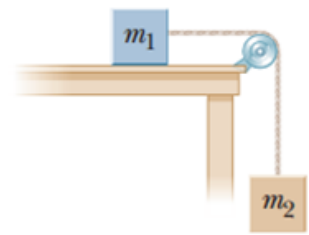
13. Một hệ thống hỗ trợ cho chân bị thương của bệnh nhân được dùng ở các bệnh viện được cho như hình bên. Hệ thống tác dụng lực kéo nằm ngang lên chân bị thương.



- (a) Xác định lực căng dây trong dây thừng hỗ trợ chân.
- (b) Xác định lực kéo chân về phía bên phải?

ĐS: 78,4N; 105N

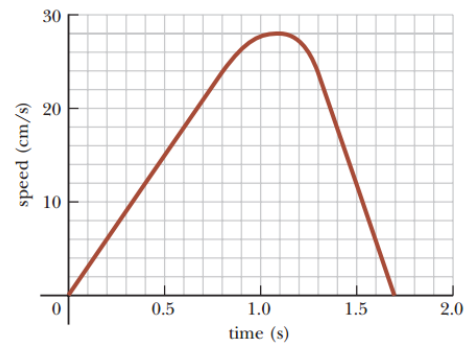
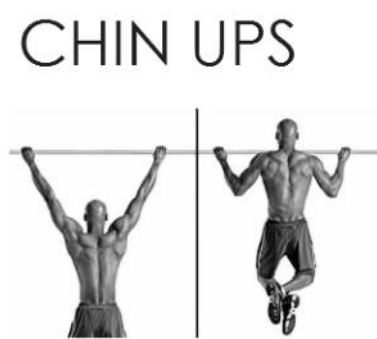
14. Cho một cơ hệ như hình bên, biết $m_1 = 5\text{kg}$ đặt trên mặt bàn không ma sát được nối với $m_2 = 9\text{kg}$ bằng một sợi dây mảnh nhẹ không co giãn.



- (a) Vẽ sơ đồ lực của hai vật.
- (b) Tìm độ lớn gia tốc của mỗi vật
- (c) Tính lực căng trên dây.

ĐS: $6,3\text{m/s}^2$; 31,5N

15. Đồ thị v-t như hình bên biểu diễn tốc độ theo thời gian của một chàng trai thực hiện bài tập Chin-up (hình). Giả sử chuyển động theo phương đứng, chàng trai nặng 64kg. Xác định lực tác dụng bởi thanh chin-up lên cơ thể chàng trai này tại các thời điểm

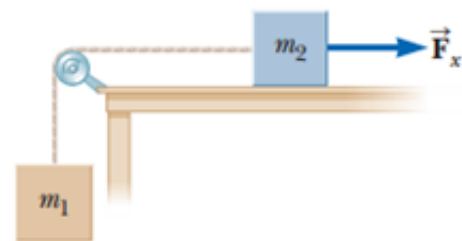


- (a) $t = 0$, (b) $t = 0,5\text{s}$, (c) $t = 1,1\text{s}$ và (d) $t = 1,6\text{s}$.

ĐS: 646N-627N-589N

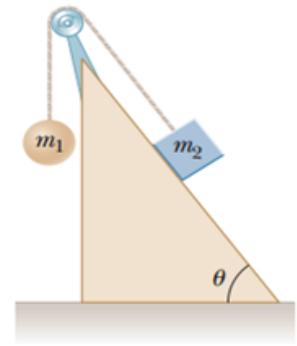
16. Cho cơ hệ như hình vẽ, tác dụng lực theo phương ngang \vec{F}_x vào vật $m_2 = 8\text{kg}$, mặt ngang không ma sát. Xem như gia tốc trượt của vật là hàm phụ thuộc F_x .

- (a) Giá trị F_x như thế nào để vật $m_1 = 2\text{kg}$ có thể đi lên?
- (b) Giá trị F_x như thế nào để lực căng trên dây bằng 0.
- (c) Vẽ đồ thị a_2 (gia tốc của m_2) theo F_x với giá trị lực F_x trong khoảng -100N đến $+100\text{N}$.



ĐS: 19,6N

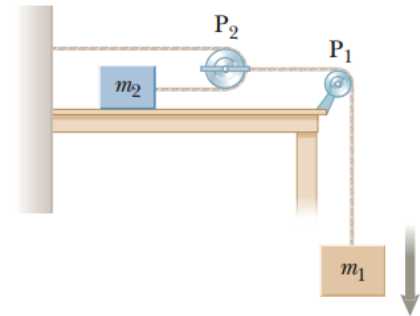
17. Hệ hai vật nối với nhau bằng dây mảnh nhẹ, bắt qua một ròng rọc không ma sát như hình bên. Giả sử mặt nghiêng không ma sát, cho $m_1 = 2\text{kg}$, $m_2 = 6\text{kg}$ và $\theta = 55^\circ$. (a) Vẽ sơ đồ lực của hai vật. Tìm (b) độ lớn gia tốc của mỗi vật; (c) lực căng trên dây và (d) tốc độ mỗi vật đạt được sau 2s kể từ lúc chúng bắt đầu chuyển động.



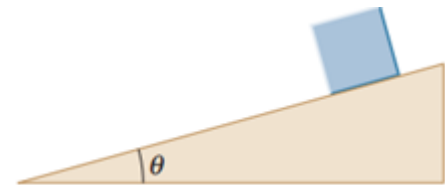
ĐS: $3,57\text{m/s}^2$; $26,7\text{N}$; $7,14\text{m/s}$

18. Cho cơ hệ như hình vẽ. Bỏ qua khối lượng các ròng rọc và ma sát giữa các mặt tiếp xúc.

- (a) Tìm mối liên hệ giữa a_1 và a_2 .
 (b) Xác định biểu thức các lực căng dây, a_1 , a_2 theo m_1 , m_2 và g .



19. Một vật trượt không ma sát đi lên một mặt phẳng nghiêng với vận tốc đầu 5m/s , biết góc nghiêng $\theta = 20^\circ$ (hình bên). Hỏi quãng đường vật đi được từ lúc bắt đầu cho đến khi dừng hẳn.

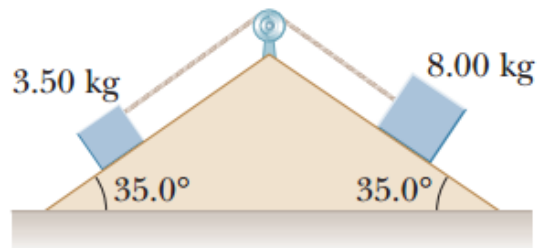


ĐS: $3,73\text{m}$

20. Hai vật có khối lượng $3,5\text{kg}$ và 8kg được nối với nhau bằng một dây không giãn, mảnh, nhẹ bắt qua một ròng rọc không ma sát (hình). Các mặt nghiêng không có ma sát. Tìm:

- (a) Độ lớn gia tốc của mỗi vật.
 (b) Lực căng dây.

ĐS: $2,2\text{ m/s}^2$; $27,4\text{N}$



21. Trước năm 1960, người ta tin rằng hệ số ma sát nghỉ của lốp xe đối với đường tô đa là $\mu_s = 1$. Khoảng năm 1962, ba nhà sản xuất ô tô độc lập đã chế tạo ra lốp xe với hệ số ma sát nghỉ là 1,6. Điều đó cho thấy lốp xe đã được cải thiện hơn rất nhiều. Khoảng thời gian

ngắn nhất để một chiếc xe gắn động cơ piston ban đầu đứng yên đi một quãng đường $\frac{1}{4}$ dặm là 4,43s.

- (a) Giả sử bánh sau nâng bánh trước lên khỏi mặt đường như hình bên. Giá trị tối thiểu μ_s là bao nhiêu để được thời gian như trên.
- (b) Giả sử người lái xe tăng công suất động cơ, các yếu tố khác giữ nguyên. Thời gian sẽ thay đổi như thế nào?



ĐS: 4,18s

22. Một người đang kéo cái vali nặng 20kg với vận tốc không đổi bằng một sợi dây có phương hợp với phương ngang một góc θ (hình). Độ lớn lực kéo của người là 35N và lực ma sát tác dụng trên vali là 20N.

- (a) Vẽ sơ đồ lực tác dụng lên vali.
- (b) Tính góc θ .
- (c) Tính phản lực n do mặt đất tác dụng lên cái vali.

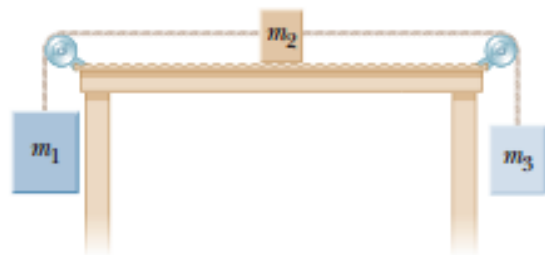


ĐS: 55,2°; 167N

23. Một vật nặng 3kg bắt đầu trượt từ trạng thái nghỉ từ đỉnh của mặt nghiêng 30°, nó đi được quãng đường 2m trong 1.5s. Tìm: (a) độ lớn gia tốc của vật, (b) hệ số ma sát trượt giữa vật và mặt nghiêng, (c) lực ma sát tác dụng vào vật và (d) tốc độ của vật sau khi trượt được 2m.

ĐS: 1,78m/s²; 0,368; 9,37N; 2,67m/s

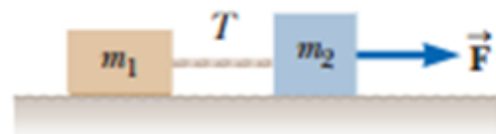
24. Ba vật nối với nhau bằng sợi dây không giãn và được treo như hình vẽ. Hệ số ma sát giữa m_2 và mặt ngang là 0,35. Khối lượng các vật $m_1 = 4\text{kg}$, $m_2 = 1\text{kg}$, $m_3 = 3\text{kg}$, bỏ qua ma sát ở ròng rọc.



- (a) Vẽ sơ đồ lực của mỗi vật.
- (b) Xác định vectơ gia tốc của mỗi vật.
- (c) Tính độ lớn các lực căng dây.
- (d) Nếu bỏ qua ma sát giữa m_2 và sàn, lực căng dây tăng hay giảm hay không đổi? Giải thích.

ĐS: 2,31m/s²; 30N; 24,2N

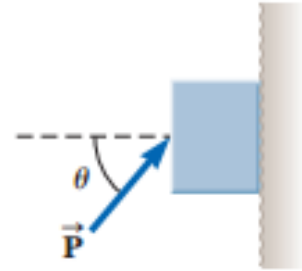
25. Hai vật nối với nhau bằng một dây nhẹ, không co giãn. Tác dụng lực F theo phương ngang vào m_2 (hình). Cho $F = 68\text{N}$, $m_1 = 12\text{kg}$, $m_2 = 18\text{kg}$ và hệ số ma sát giữa mỗi vật với mặt ngang là 0.1.



(a) Vẽ sơ đồ lực tác dụng lên mỗi vật. Xác định (b) gia tốc của hệ và (b) độ lớn lực căng dây.

ĐS: $1,29\text{m/s}^2$; $27,2\text{N}$

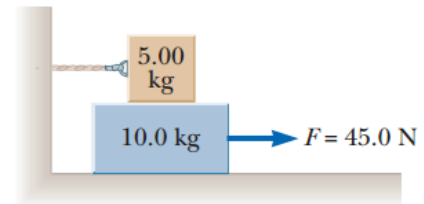
26. Một cái thùng nặng 3kg được đẩy lên một bức tường bằng lực \vec{P} , biết phương của lực \vec{P} tạo với phương ngang 1 góc $\theta = 50^\circ$ (hình). Hệ số ma sát giữa cái thùng và tường là $0,25$.



- (a) Xác định độ lớn của \vec{P} sao cho khối đứng yên trên tường.
- (b) Điều gì xảy ra nếu $|\vec{P}|$ lớn hơn hoặc nhỏ hơn giá trị tính được ở câu a
- (c) Hỏi lại câu a và b trong trường hợp $\theta = 13^\circ$.

ĐS: $48,6\text{N}$; $31,7\text{N}$

27. Thùng 1 nặng 5kg đặt trên thùng 2 nặng 10kg (hình). Áp một lực theo phương ngang có độ lớn 45N vào thùng 2, thùng 1 được gắn cố định với tường. Hệ số ma sát trượt giữa các mặt tiếp xúc là $0,2$.



- (a) Vẽ sơ đồ lực của 2 thùng và xác định các lực kéo – lực cản của mỗi vật.
- (b) Xác định lực căng trên dây và gia tốc của thùng 2.

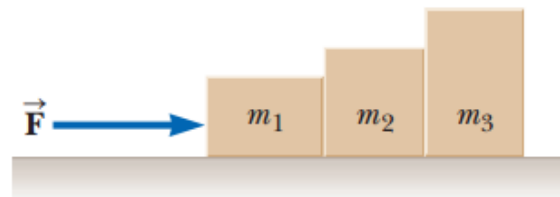
ĐS: $9,8\text{N}$; $0,58\text{m/s}^2$

28. Một cần cẩu đang nâng một chiếc Ferrari nặng 1207kg và bên dưới là chiếc BMW Z8 nặng 1461kg bằng sợi cáp đơn, nhẹ, theo phương đứng. Chiếc Ferrari đang đi lên với tốc độ $3,5\text{m/s}$ và gia tốc $1,25\text{m/s}^2$.

- (a) Vận tốc và gia tốc của chiếc BMW so với Ferrari như thế nào?
- (b) Tính lực căng trong dây cáp ở đoạn giữa 2 xe.
- (c) Tính lực căng trong dây cáp ở đoạn trên chiếc Ferrari.

ĐS: $1,61 \cdot 10^4\text{N}$; $2,95 \cdot 10^4\text{N}$

29. Giả sử có 3 cái thùng đặt sát nhau như hình bên. Bỏ qua ma sát giữa các thùng với mặt bàn. Tác dụng lực \vec{F} theo phương ngang vào m_1 . Với $m_1 = 2,00\text{ kg}$, $m_2 = 3,00\text{ kg}$, $m_3 = 4,00\text{ kg}$, và $F = 18,0\text{ N}$.

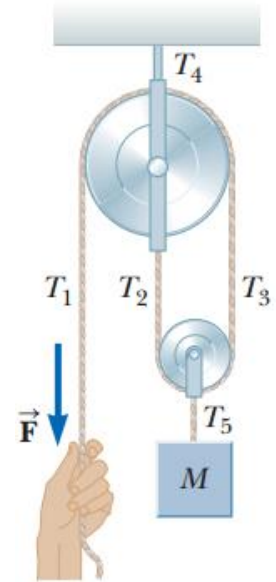


- (a) Vẽ sơ đồ lực riêng cho từng thùng.
- (b) Xác định gia tốc của mỗi thùng.
- (c) Tính lực tổng hợp tác dụng lên mỗi thùng.
- (d) Tính độ lớn lực tương tác giữa các thùng.
- (e) Bạn đang làm việc ở công trình xây dựng. Một đồng nghiệp đang đóng đinh lên tấm thạch cao ở một bên, còn bạn thì đứng bên kia hỗ trợ bằng cách dựa vào tường với lưng bạn đẩy nó. Mỗi khi búa đập làm lưng bạn đau nhói. Người giám sát thấy vậy, liền giúp bạn đặt một thùng gỗ nặng ở giữa bức tường và lưng bạn. Hãy dùng những

kết quả ở câu a \rightarrow d để giải thích tác dụng của thùng gỗ đặt giữa tường và lưng bạn đã giúp bạn dễ chịu hơn.

ĐS: 2m/s^2 ; $8\text{N}-6\text{N}-2\text{N}$; $14\text{N}-8\text{N}$

30. Một vật khối lượng M được giữ ở một chỗ nhờ lực kéo \vec{F} và hệ ròng rọc như hình bên. Các ròng rọc không khối lượng và không ma sát.



- (a) Vẽ sơ đồ biểu diễn lực lên mỗi ròng rọc.
 (b) Tìm lực căng trên mỗi dây T_1, T_2, T_3, T_4 , và T_5 .
 (c) Tìm độ lớn lực kéo \vec{F} .

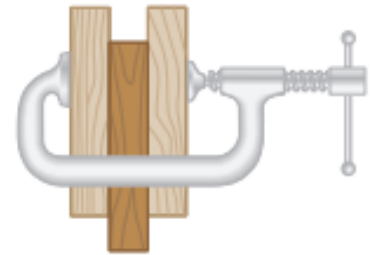
ĐS: $Mg/2$; $3Mg/2$; Mg ; $F = Mg/2$

31. Một lực phụ thuộc thời gian cho bởi biểu thức $\vec{F} = (8\vec{i} - 4t\vec{j})$ (N), với t theo đơn vị giây, tác dụng vào vật nặng 2kg đang đứng yên.

- (a) Hỏi thời điểm nào vật chuyển động với tốc độ 15m/s .
 (b) Vị trí vật lúc đạt vận tốc 15m/s cách vị trí ban đầu là bao nhiêu?
 (c) Tìm vectơ độ dời tổng hợp của vật ở thời điểm đó.

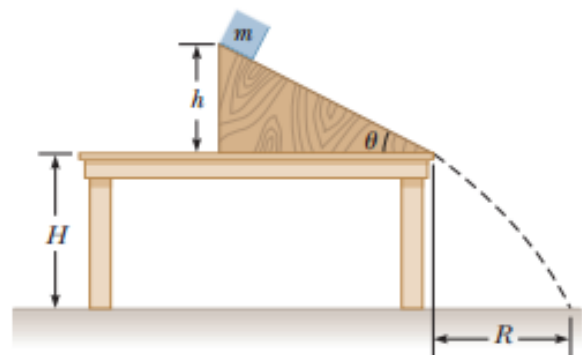
ĐS: 3s ; $20,1\text{m}$

32. Một bản gỗ bị kẹp giữa hai bản hai bên (hình) có trọng lượng $95,5\text{N}$. Nếu hệ số ma sát nghỉ giữa các bản với nhau là $0,663$ thì cần cần nén các lực bao nhiêu ở hai bên bản gỗ ở giữa để giữ cho nó ko tuột ra.



ĐS: 72N

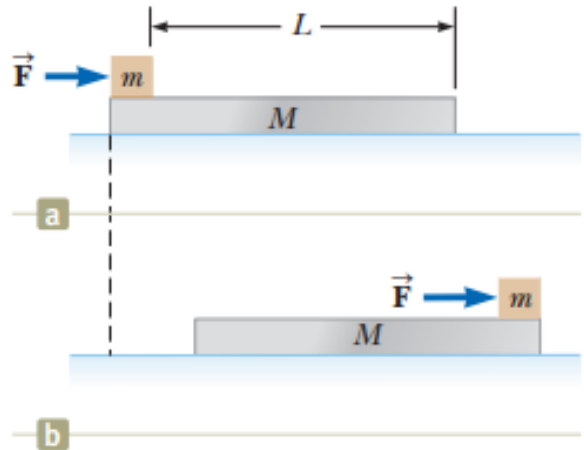
33. Một quyển sách có khối lượng $m = 2\text{kg}$ bắt đầu rời khỏi đỉnh của mặt nghiêng $\theta = 30^\circ$ ở độ cao $h = 0,5\text{m}$ so với mặt bàn (hình). Giả sử mặt nghiêng không ma sát đặt trên mặt bàn cách mặt đất một khoảng $H = 2\text{m}$.



- (a) Tính gia tốc của quyển sách khi trượt trên mặt nghiêng.
 (b) Vận tốc của quyển sách khi bắt đầu rời khỏi mặt nghiêng?
 (c) Quyển sách rớt xuống sàn nhà cách cạnh bàn một đoạn $R = ?$
 (d) Thời gian quyển sách bay từ bàn xuống sàn là bao lâu?
 (e) Khối lượng quyển sách ở đây có ảnh hưởng đến các kết quả câu trên không? Giải thích.

ĐS: $4,9\text{m/s}^2$; $3,13\text{m/s}$; $1,35\text{m}$; $1,14\text{s}$

34. Một cái hộp nhỏ có khối lượng $m = 2\text{kg}$ đang đứng yên trên góc trái của cái hộp lớn khối lượng $M = 8\text{kg}$. Hệ số ma sát trượt giữa hai hộp là 0.3 và bỏ qua ma sát giữa hộp lớn với mặt ngang. Tác dụng lực theo phương ngang có độ lớn không đổi $F = 10\text{N}$ vào hộp nhỏ, chuyển động của nó như hình. Cho $L = 3\text{m}$.



- (a) Hỏi hộp nhỏ di chuyển từ góc bên trái cho đến góc bên phải của hộp lớn mất bao lâu? (Lưu ý: cả hai hộp đều dịch chuyển khi tác dụng lực F như trên).
- (b) Hỏi quãng đường hộp lớn đi được trong suốt quá trình trên?

ĐS: $2,13\text{s}$; $1,67\text{m}$