

BÀI GIẢNG

Vật lý đại cương1

(CƠ VÀ NHIỆT)



HUỲNH TRÚC PHƯƠNG
Email: htphuong@hcmus.edu.vn

CHƯƠNG 2

ĐỘNG LỰC HỌC CHẤT ĐIỂM

2.1. Khái niệm về lực

2.2. Định luật thứ nhất của Newton

2.3. Quán tính và Khối lượng

2.4. Định luật thứ hai của Newton

2.5. Định luật thứ ba của Newton

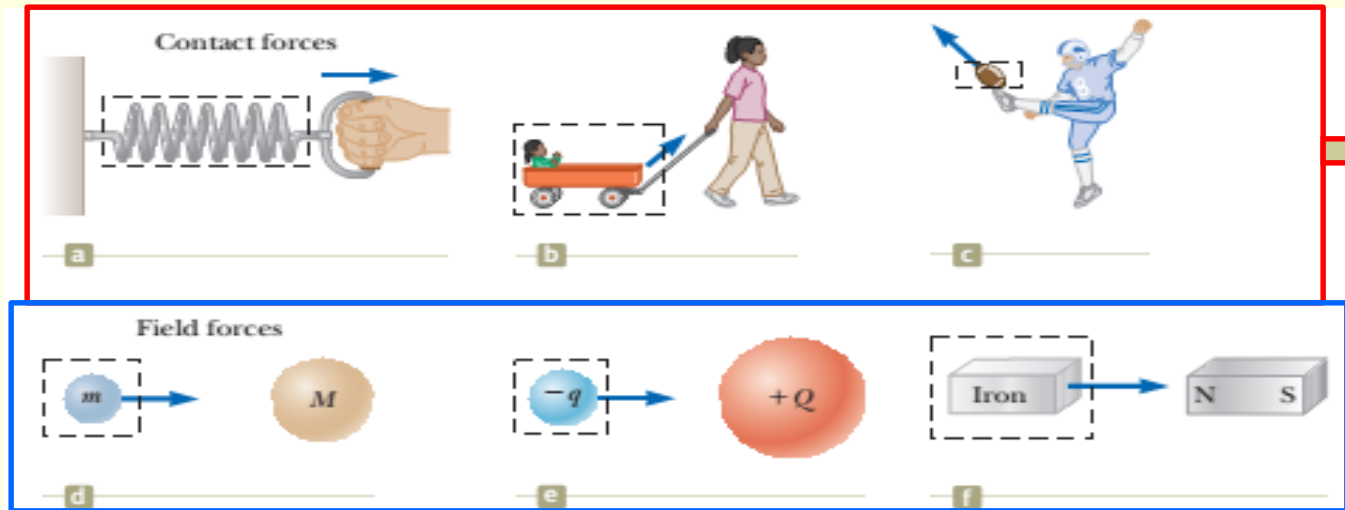
2.6. Lực hấp dẫn và trọng lượng

2.7. Lực ma sát



2.1. Khái niệm về lực

Lực là một khái niệm vật lý đặc trưng cho tác dụng của vật này lên vật khác, biểu hiện của nó là làm vật biến dạng hoặc gây ra gia tốc cho vật.



Lực tiếp xúc

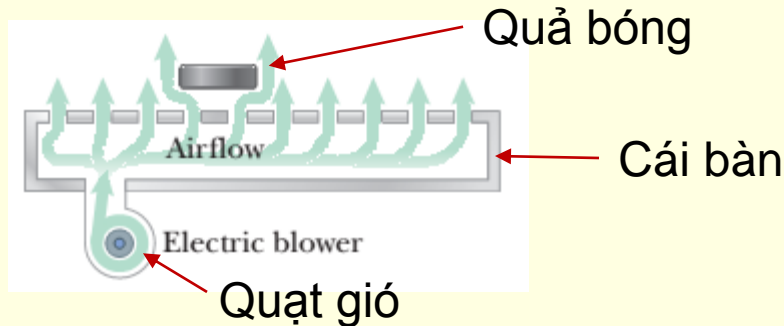
Trường lực

Lực là đại lượng có hướng, nên trong toán học nó được biểu diễn dưới dạng vector

Kí hiệu: \vec{F}


Đơn vị: N (Newton)

2.2. Định luật thứ nhất của Newton – Hệ quy chiếu quán tính



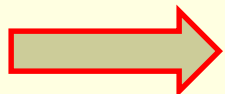
- ☐ Quả bóng sẽ đứng yên mãi nếu cái bàn đứng yên.
- ☐ Cái bàn đặt trên tàu lửa chuyển động với vận tốc không đổi thì thấy quả bóng vẫn đứng yên.

Một vật sẽ giữ nguyên trạng thái **đứng yên** hoặc **chuyển động thẳng đều** nếu không có ngoại lực tác dụng lên vật hoặc các ngoại lực tác dụng lên vật cân bằng lẫn nhau.

 Nếu tàu lửa được gia tốc thì bạn thấy quả bóng như thế nào?

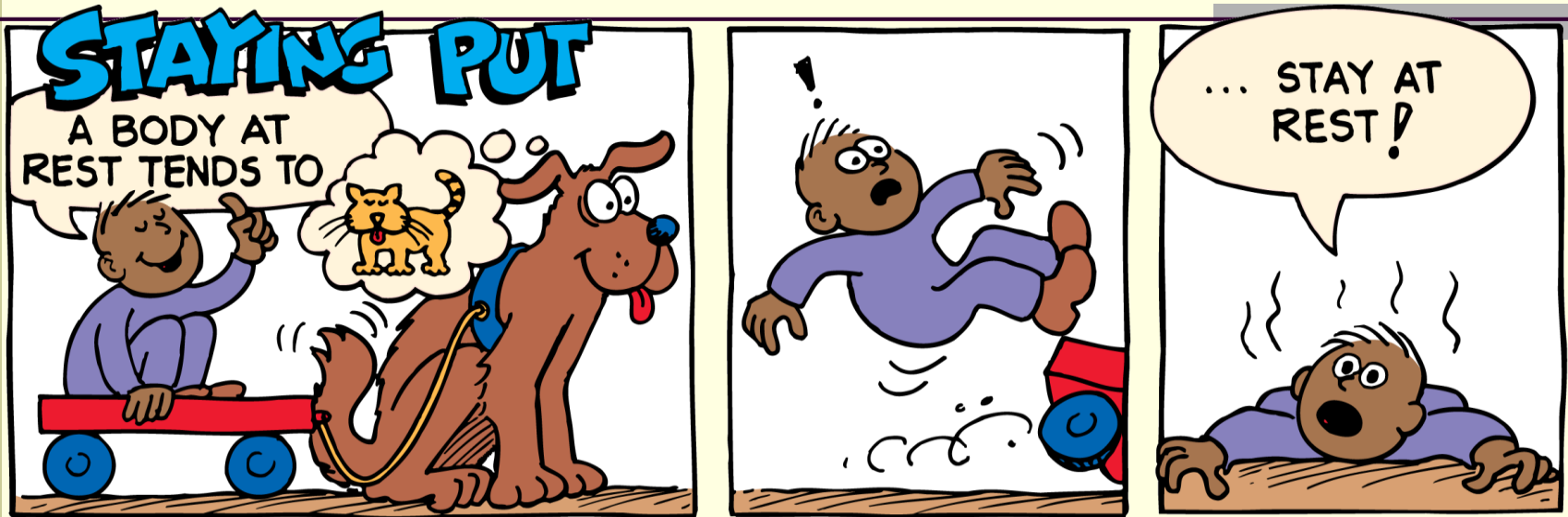
Quán tính

Quán tính là một tính chất của vật để cản trở sự thay đổi chuyển động



Định luật 1 của Newton cũng gộc là định luật quán tính

2.2. Định luật thứ nhất của Newton – Hệ qui chiếu quán tính



2.3. Quán tính và khối lượng

- ✓ Để hiểu quán tính, tưởng tượng rằng ta đang cố gắng di chuyển quả bóng bowling và quả bóng golf.
- ✓ Quả bóng nào cần lực mạnh hơn?
- ✓ Dĩ nhiên quả bowling cần lực mạnh hơn để di chuyển cùng vận tốc với quả golf.
- ✓ Quả bowling cũng cần lực mạnh hơn để dừng lại.
- ✓ Ta nói bowling có quán tính hơn golf
- ✓ Vật có quán tính càng lớn thì cần lực càng mạnh để làm thay đổi sự chuyển động của nó.

2.3. Quán tính và khối lượng

- Quán tính đến từ khối lượng
- Khối lượng là đại lượng đặc trưng của một vật có tác dụng cản trở sự thay đổi chuyển động của vật
- Thực nghiệm chứng minh rằng: với cùng 1 lực tác dụng, vật có khối lượng càng lớn thì gia tốc càng nhỏ

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{a_2}{a_1}$$

- ❑ Khối lượng là một đại lượng vô hướng, không phụ thuộc vào môi trường xung quanh và dụng cụ đo nó.
- ❑ Khối lượng khác với trọng lượng

2.4. Định luật thứ hai của Newton

- Định luật 1 của Newton giải thích điều gì xảy ra khi không có lực tác dụng lên vật: đứng yên hoặc chuyển động thẳng đều mãi mãi
- Định luật 2 Newton giải thích điều gì xảy ra khi có lực tác dụng lên vật
- Thực nghiệm xác nhận rằng:

$$\vec{F} \propto \vec{a}$$
$$\vec{a} \propto \frac{1}{m}$$

Phát biểu: *Trong một hệ quy chiếu quán tính, gia tốc của vật tỉ lệ thuận với lực toàn phần tác dụng lên nó và tỉ lệ nghịch với khối lượng của nó.*

$$\vec{a} = \frac{\sum \vec{F}}{m}$$

hay

$$\sum \vec{F} = m\vec{a} = m \frac{d\vec{v}}{dt}$$

Phương trình cơ bản
của động lực học

$$\sum F_x = ma_x$$

$$\sum F_y = ma_y$$

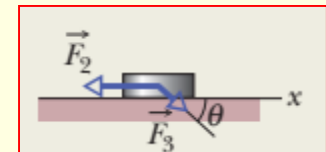
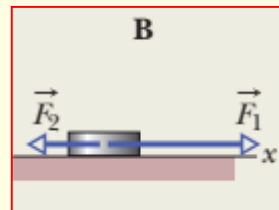
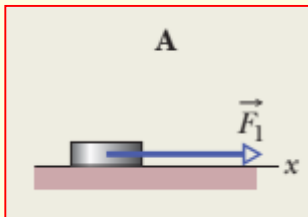
$$\sum F_z = ma_z$$

2.4. Định luật thứ hai của Newton

Trong hệ SI: Đơn vị của lực: **N (Newton)**. 1N có nghĩa là khi vật có $m = 1\text{kg}$ thì tạo ra một gia tốc $a = 1\text{m/s}^2$

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

Ví dụ 2.1: Phần A, B, C như hình vẽ cho thấy 3 trường hợp mà có 1 hoặc 2 lực tác động lên quả bóng khúc côn cầu làm chuyển động trên bàn nằm ngang không ma sát. Khối lượng quả bóng $m = 0,2\text{kg}$. Lực F_1 và F_2 nằm trên trục x và có độ lớn $F_1 = 4\text{N}$, $F_2 = 2\text{N}$. Lực F_3 hợp với trục x một góc $\theta = 30^\circ$ và có độ lớn $F_3 = 1\text{N}$. Trong mỗi trường hợp, hãy tính gia tốc của quả bóng.



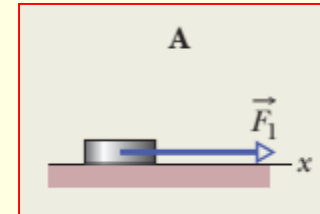
2.4. Định luật thứ hai của Newton

Bài giải

a) Hình A

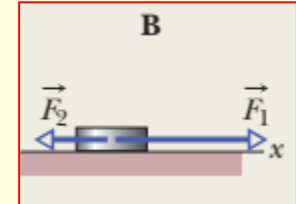
Theo định luật 2 Newton

$$\vec{F}_1 = m\vec{a} \Leftrightarrow F_1 = ma \Rightarrow a = \frac{F_1}{m} = \frac{4}{0,2} = 20(\text{m/s}^2)$$



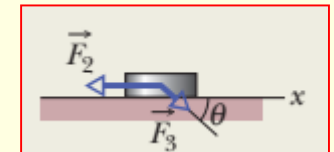
b) Hình B

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = m\vec{a} \Leftrightarrow F_1 - F_2 = ma \Rightarrow a = \frac{F_1 - F_2}{m} = \frac{2}{0,2} = 10(\text{m/s}^2)$$



c) Hình C

$$\begin{aligned}\vec{F}_2 + \vec{F}_3 &= m\vec{a} \Leftrightarrow -F_2 + F_3 \cos \theta = ma \\ \Rightarrow a &= \frac{-F_2 + F_3 \cos \theta}{m} = -5,7(\text{m/s}^2)\end{aligned}$$

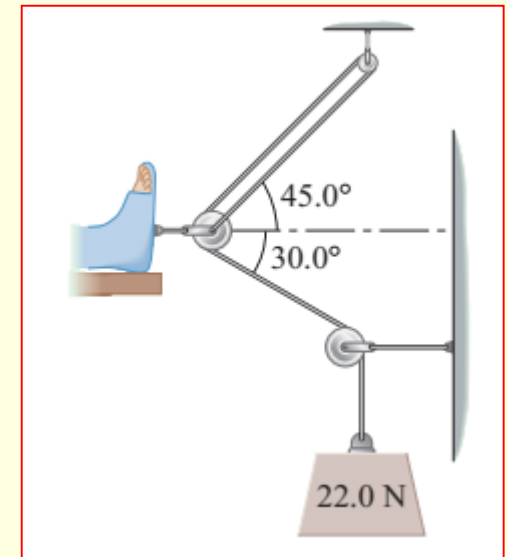
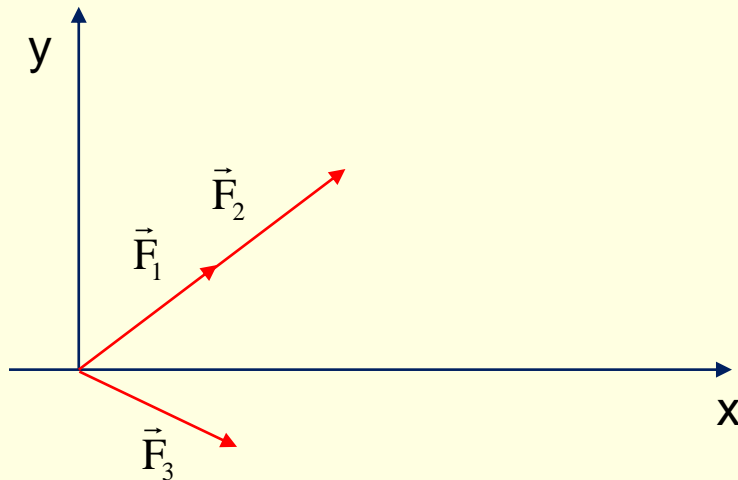


2.4. Định luật thứ hai của Newton

Ví dụ 2.2: Trên 1 dụng cụ kéo chân bệnh nhân, 3 sợi dây mắc vào ròng rọc cố định trên chân bệnh nhân, mỗi dây tác dụng 1 lực kéo có độ lớn 20N, có phương như hình vẽ. Tính lực tổng hợp tác động lên ròng rọc cố định trên chân bệnh nhân và cho biết phương của lực này.

Bài giải

Ta vẽ thành phần các lực do các dây thực hiện



2.4. Định luật thứ hai của Newton

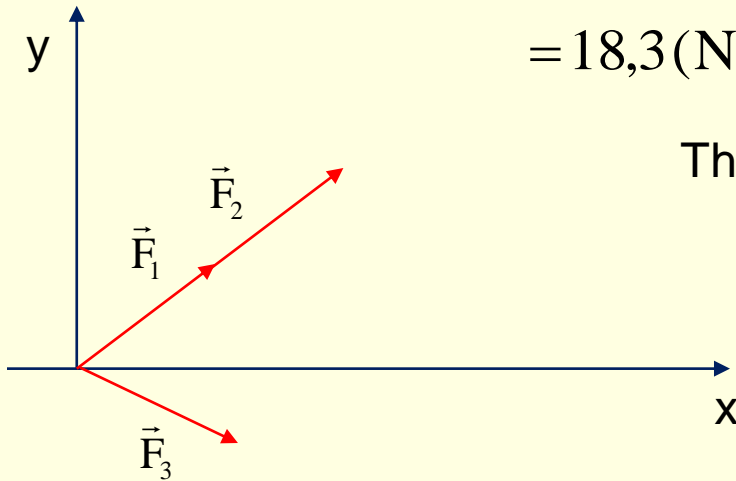
Lực tổng hợp: $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} \quad (1)$

Với $F_x = F_1 \cos 45^\circ + F_2 \cos 45^\circ + F_3 \cos 30^\circ$
 $= 45,6(\text{N})$

$$F_y = |F_1 \sin 45^\circ + F_2 \sin 45^\circ - F_3 \sin 30^\circ|$$
$$= 18,3(\text{N})$$

Thay vào (1)

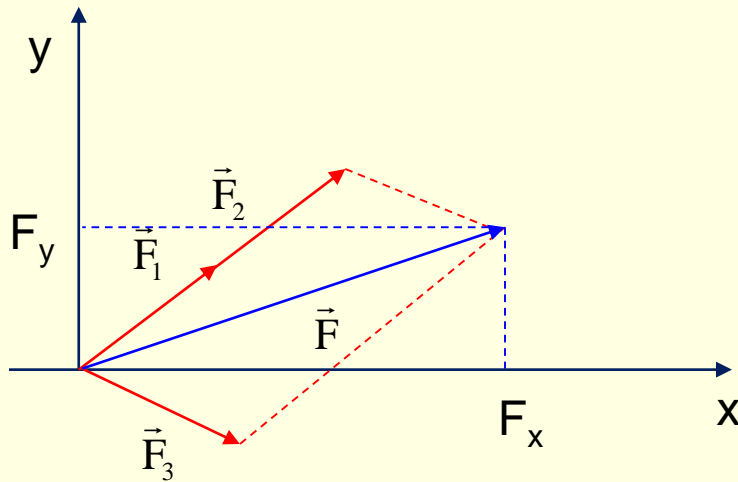
$$F = 49(\text{N})$$



2.4. Định luật thứ hai của Newton

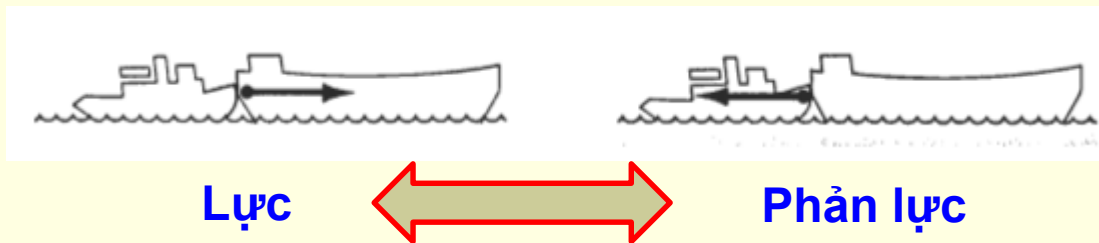
Lực tổng hợp hợp với phương ngang 1 góc::

$$\tan \theta = \frac{F_y}{F_x} = \frac{18,3}{45,6} \Rightarrow \theta = 21,8^\circ$$

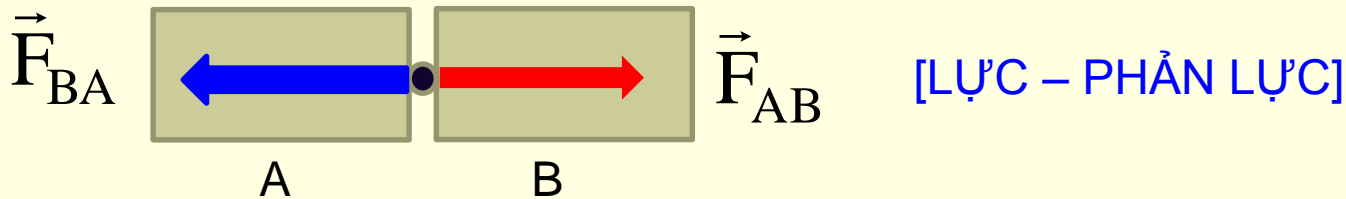


2.5. Định luật thứ ba của Newton

Bằng việc quan sát thực tế, Newton kết luận rằng **tất cả các lực trong tự nhiên đều có sự tương tác cặp**



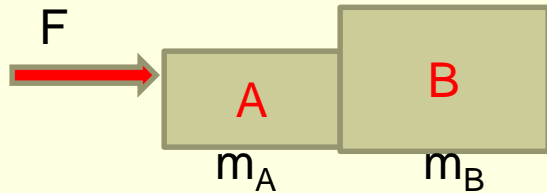
Phát biểu: Nếu hai vật tương tác nhau thì lực F_{AB} do A tác dụng lên B có độ lớn bằng và ngược chiều với lực F_{BA} do B tác dụng lên A.



$$\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$$

2.5. Định luật thứ ba của Newton

Ví dụ 2.3: Hai vật A và B tiếp xúc nhau, vật A có khối lượng $m_A = 4 \text{ kg}$, vật B có khối lượng $m_B = 6 \text{ kg}$. Ta tác dụng lên A một lực $F = 20 \text{ N}$. (a) Tính gia tốc của 2 vật. (b) Tính lực do A tác dụng lên B.



Bài giải

a) Ta có: $F = (m_A + m_B)a \Rightarrow a = \frac{F}{m_A + m_B} = 2 (\text{m/s}^2)$

b) Ta có: $F_{AB} = m_B a = 12 (\text{N})$

2.6. Lực hấp dẫn và trọng lượng

Lược sử khám phá ra lực hấp dẫn của Newton

Vào một ngày đặc biệt, trong khu vườn táo, Newton đắm mình trong suy nghĩ mà quên trời đã đổ về chiều.

Với tiếng lách bạch của những quả táo rơi xuống đất làm Newton giật mình ra khỏi những suy nghĩ đắm chiêu của mình, lúc đó Mặt Trăng cũng bắt đầu ló ra ở trên đường chân trời

Newton bắt đầu chú ý đến quả táo và Mặt Trăng: **Tại sao các quả táo rơi thẳng xuống đất mà không rơi nghiêng?** Nếu quả táo bắt đầu rơi từ vị trí cao hơn – một dặm, một trăm dặm, rồi cao như Mặt Trăng – thì liệu quả táo còn rơi xuống đất nữa không?

Newton lại nghĩ, **liệu Mặt Trăng có cảm thấy lực hút của Trái Đất không?** Nếu có, Mặt Trăng cũng chịu ảnh hưởng của Trái Đất. Vậy tại sao Mặt Trăng không rơi như quả táo?

2.6. Lực hấp dẫn và trọng lượng

Lược sử khám phá ra lực hấp dẫn của Newton

Không nghi ngờ gì nữa, Newton đoán có lẽ lực li tâm của Huygen đã đẩy Mặt Trăng ra xa Trái Đất và nếu lực đó và lực hút của quả đất cân bằng lẫn nhau....

Lực li tâm giữ cho dây căng ra với cường độ phụ thuộc 3 điều:

- **Khối lượng:** Vật lớn khi bị quay sẽ làm dây căng hơn vật nhỏ
- **Chiều dài dây:** Dây càng dài sức căng càng lớn
- **Tốc độ** quay của vật: Vật bị quay càng nhanh thì dây càng bị căng nhiều hơn

$$\text{Lực li tâm} = \frac{\text{const} \times m \times d}{T^2}$$


2.6. Lực hấp dẫn và trọng lượng

Lược sử khám phá ra lực hấp dẫn của Newton

Newton tập trung vào suy nghĩ thừa số T^2 trong công thức đó. Ông chợt nhớ ra, cách đây 1 thế kỷ, Kepler đã lý giải các hành tinh quay quanh Mặt Trời tuân theo quy luật:

$$T^2 = \text{const} \times d^3$$

Nếu Mặt Trăng quay quanh Trái Đất thì nó cũng tuân theo quy luật này


$$\text{Lực li tâm của Mặt Trăng} = \frac{\text{const} \times m \times d}{\text{const} \times d^3} = \frac{\text{const}' \times m}{d^2}$$

Cái sợi dây tưởng tượng đó tượng trưng cho sức hút của lực hấp dẫn của Trái Đất. Lực hấp dẫn này hút mạnh Mặt Trăng, và lực li tâm kéo Mặt Trăng theo chiều ngược lại, Kết quả là Mặt Trăng thay vì bị rơi xuống hoặc bị kéo xa ra thì lại quay tròn theo một quỹ đạo được duy trì vĩnh viễn.

2.6. Lực hấp dẫn và trọng lượng

Lược sử khám phá ra lực hấp dẫn của Newton



$$\text{Lực hấp dẫn của TĐ} = \text{Lực li tâm của MT} = \frac{\text{const}' \times m}{d^2}$$

Newton tự hỏi: Điều gì xảy ra nếu TĐ được cắt gọt đến kích thước nhỏ xíu ở tâm của nó, và quả táo cũng được gọt đến nhỏ xíu ở lõi của nó. Liệu hạt táo có còn rơi xuống hạt TĐ không?

Newton cho rằng là có, từ đó ông nảy ra ý tưởng dẫn tới phương trình nổi tiếng của ông.

2.6. Lực hấp dẫn và trọng lượng

Theo định luật vạn vật hấp dẫn của Newton: Hai vật tác dụng lực hấp dẫn (lực hút) lên nhau thì tỉ lệ thuận với tích số khối lượng của chúng và tỉ lệ nghịch với bình phương khoảng cách giữa chúng.

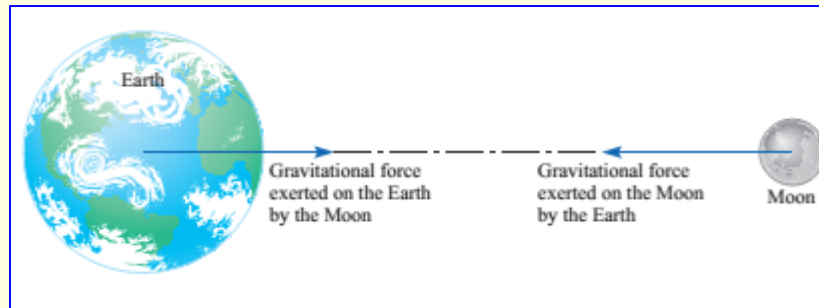
$$F_{hd} = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

(**r** tính từ tâm hai vật)

$G = 6,674 \cdot 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$ = hằng số hấp dẫn

- ☐ Gần đúng cho trường hợp khoảng cách giữa tâm hai vật lớn hơn nhiều so với kích thước của chúng.
- ☐ Lực hấp dẫn luôn là lực hút
- ☐ Lực hấp dẫn giữa hai vật luôn có độ lớn bằng nhau mặc dù chúng có khối lượng khác nhau.

2.6. Lực hấp dẫn và trọng lượng



Xét một vật khối lượng m nằm trên bề mặt Trái Đất khối lượng M , bán kính R

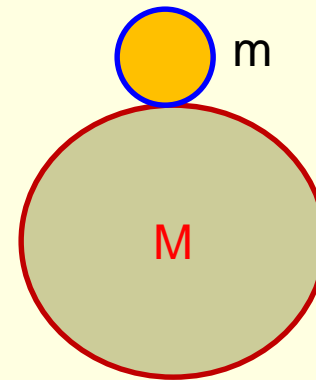
$$F_{hd} = m \left(G \frac{M}{R^2} \right) = mg$$

$$g = G \frac{M}{R^2}$$

Gia tốc trọng trường của Trái Đất

Với TĐ: $M = 5,97 \cdot 10^{24} \text{kg}$, $R = 6,37 \cdot 10^6 \text{m}$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$



2.6. Lực hấp dẫn và trọng lượng

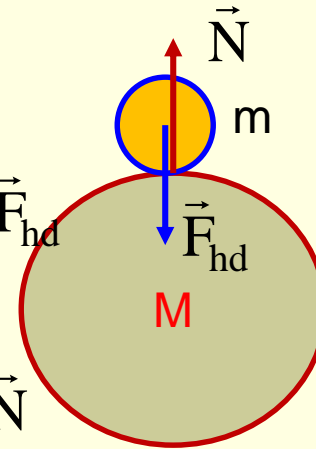
Vật m đứng yên trên mặt đất

1) Đối với vật m

Có 2 lực tác động

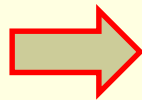
Lực hấp dẫn của TĐ \vec{F}_{hd}

Phản lực từ mặt đất \vec{N}



Do vật đứng yên nên

$$\vec{F}_{hd} + \vec{N} = 0$$



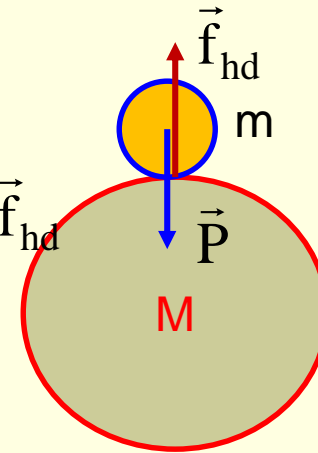
$$\vec{F}_{hd} = -\vec{N}$$

2.6. Lực hấp dẫn và trọng lượng

2) Đối với Trái Đất

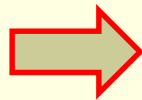
Có 2 lực tác động

Lực hấp dẫn của vật \vec{f}_{hd}
Phản lực từ vật \vec{P}



Nếu không có sự chuyển động tương đối

$$\vec{f}_{hd} + \vec{P} = 0$$



$$\vec{P} = -\vec{f}_{hd}$$



$$\begin{aligned}\vec{F}_{hd} &= -\vec{f}_{hd} \\ \vec{N} &= -\vec{P}\end{aligned}$$

TẤT CẢ 4 LỰC BẰNG NHAU VỀ ĐỘ LỚN

$$F_{hd} = f_{hd} = P = N = mg$$

2.6. Lực hấp dẫn và trọng lượng

3) Trọng lượng của vật

Lực \vec{W} mà một vật tác dụng lên bất cứ thứ gì đang nâng đỡ nó được gọi là trọng lượng của vật


$$W = F_{hd} = mg$$

Ví dụ 2.4: Khi bạn đang ở trên máy may ở độ cao 6,4km thì trọng lượng của bạn tăng hay giảm bao nhiêu % so với trọng lượng của bạn ở mặt đất? Biết bán kính TĐ $R = 6,37 \cdot 10^6 \text{m}$

Bài giải 2.4:

- ❖ Trọng lượng ở mặt đất: $W = mg = m \left(G \frac{M}{R^2} \right)$
- ❖ Trọng lượng ở độ cao h: $W_h = mg_h = m \left(G \frac{M}{(R + h)^2} \right)$

2.6. Lực hấp dẫn và trọng lượng


$$\frac{W_h}{W} = \left(\frac{R}{R+h} \right)^2 = \left(\frac{6,37 \cdot 10^6}{6,37 \cdot 10^6 + 6,4 \cdot 10^3} \right)^2 = 0,998$$

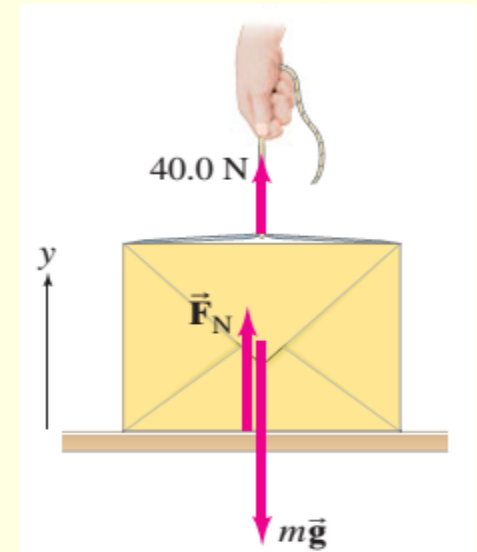
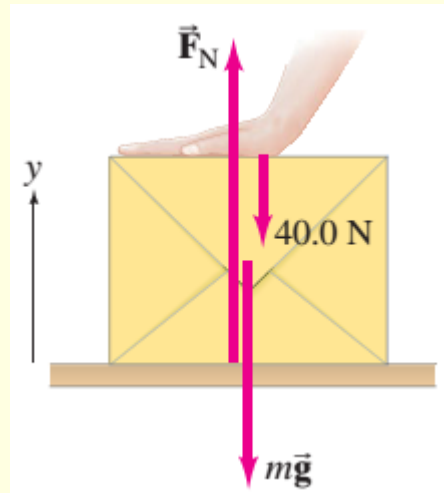
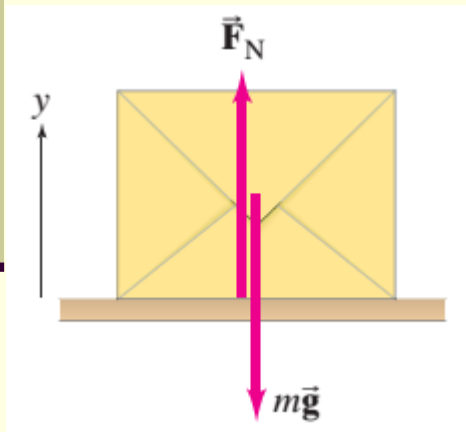
Hay $\Delta W = W - W_h = W - 0,998W = 0,002W = 0,2\% W$

Mặc dù ở độ cao 6400m có vẻ như quá xa so với ta, nhưng nó lại quá nhỏ so với bán kính TĐ, vì thế việc thay đổi trọng lượng là quá nhỏ. Khi ta nói một đại lượng nào đó là nhỏ hay lớn thì ta phải hỏi xem nó nhỏ hay lớn so với cái gì.

2.6. Lực hấp dẫn và trọng lượng

Ví dụ 2.5: Một người bạn tặng cho bạn một món quà có dạng hình hộp nặng 10kg. Hộp quà nằm yên trên mặt bàn nằm ngang.

- Xác định trọng lượng của hộp quà và phản lực tác động từ bàn lên hộp
- Bây giờ bạn của bạn ấn xuống hộp quà một lực 40N. Xác định lại phản lực tác động từ bàn lên hộp
- Nếu bạn của bạn nâng hộp quà lên bằng một lực 40N, hãy xác định phản lực từ bàn lên hộp



2.6. Lực hấp dẫn và trọng lượng

Bài giải 2.5:

a) Hợp lực tác dụng lên vật = 0

$$W = N = mg = 10 \times 9,8 = 98 \text{ (N)}$$

b) Hợp lực tác dụng lên vật = 0

$$\vec{F} + \vec{W} + \vec{N} = 0 \Rightarrow \vec{N} = -(\vec{F} + \vec{W}) \Rightarrow N = F + W = 40 + 98 = 138 \text{ (N)}$$

c) Hợp lực tác dụng lên vật = 0

$$\vec{F} + \vec{W} + \vec{N} = 0 \Rightarrow \vec{F} + \vec{N} = -\vec{W} \Rightarrow N = W - F = 98 - 40 = 58 \text{ (N)}$$

2.6. Lực hấp dẫn và trọng lượng

CHÚ Ý: TRỌNG LƯỢNG VÀ TRỌNG LỰC LÀ 2 KHÁI NIỆM KHÁC NHAU

- Trọng lực là lực làm cho vật rơi về Trái Đất với gia tốc \vec{g} . Trọng lực luôn khác không
- **Trọng lượng là lực mà vật tác dụng vào giá đỡ hoặc dây treo vật làm nó không thể rơi tự do.**
- Trọng lực \vec{P} luôn bằng $m\vec{g}$
- Trọng lượng có thể lớn hơn hay nhỏ hơn **mg**, thậm chí trọng lượng có thể bằng không

TRỌNG LƯỢNG BIỂU KIẾN

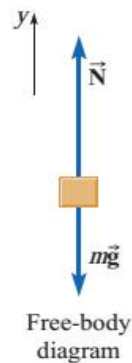
Bạn đang đứng yên trên bàn cân trong phòng tắm. Cân đo trọng lượng biểu kiến của bạn là W' đúng bằng trọng lượng thực chỉ khi cân và bạn có gia tốc bằng không

$$\sum \vec{F} = \vec{N} + m\vec{g} = m\vec{a}$$

Trọng lượng biểu
kiến đọc từ cân là

$$W' = |\vec{N}| = N = mg$$

2.6. Lực hấp dẫn và trọng lượng



(b)

Vector sum of forces

$$\vec{N} \quad \vec{mg}$$

$$\Sigma \vec{F}$$

$$\Sigma \vec{F} = \vec{N} + \vec{mg} = m\vec{a}$$

$$\Sigma \vec{F} \text{ is upward so } N > mg$$

(c)

$$W' = N = m(g + a_y)$$

Chuyển động nhanh dần

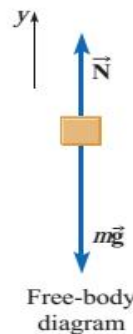
$$a_y > 0$$

Chuyển động chậm dần

$$a_y < 0$$

Rơi tự do

$$a_y = -g$$



(b)

Vector sum of forces

$$\vec{N} \quad \vec{mg}$$

$$\Sigma \vec{F}$$

$$\Sigma \vec{F} = \vec{N} + \vec{mg} = m\vec{a}$$

$$\Sigma \vec{F} \text{ is downward so } N < mg$$

(c)

2.6. Lực hấp dẫn và trọng lượng

Ví dụ 2.6: Một hành khách có trọng lượng 598N đứng trên thang máy chuyển động với gia tốc $0,5 \text{ m/s}^2$. Tính trọng lượng biểu kiến của hành khách trong trường hợp sau:

- a) Hành khách đi từ tầng thứ nhất đến gần tầng 15
- b) Thang máy chậm dần khi nó đến gần tầng 15

Bài giải 2.6:

- a) Chuyển động nhanh dần hướng lên nên $a > 0$

$$W' = m(g + a) = \frac{W}{g}(g + a) = \frac{598}{9,8}(9,8 + 0,5) = 628,5 \text{ (N)}$$

- b) Chuyển động hướng lên nhưng chậm dần, nên $a < 0$

$$W' = m(g - a) = \frac{W}{g}(g - a) = \frac{598}{9,8}(9,8 - 0,5) = 567,5 \text{ (N)}$$

2.7. Lực ma sát

Khi một vật chuyển động trên mặt phẳng hoặc trong môi trường nhớt (không khí hoặc nước) thì có sự cản trở chuyển động của vật do vật tương tác với môi trường xung quanh nó.

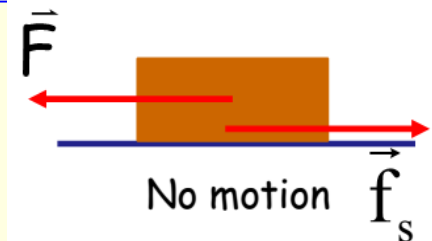
LỰC MA SÁT

❑ Vật không chuyển động

Lực ma sát tĩnh

Lực ma sát nghỉ

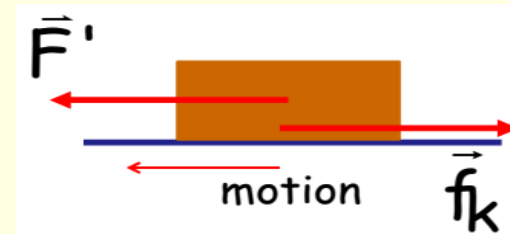
\vec{f}_s



❑ Vật chuyển động

Lực ma sát động (ma sát trượt)

\vec{f}_k



$$|\vec{f}_k| < |\vec{f}_{s,\max}|$$

2.7. Lực ma sát

CÁC TÍNH CHẤT CỦA LỰC MA SÁT

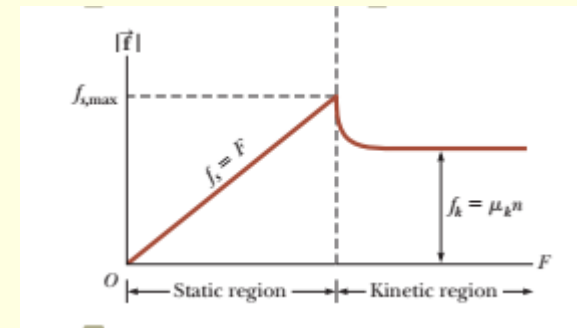
Tính chất 1: Nếu vật không chuyển động thì \vec{f}_s và thành phần lực \vec{F} song song bề mặt sẽ bằng nhau về độ lớn và ngược chiều nhau

Tính chất 2: Độ lớn của lực ma sát \vec{f}_s có một giá trị cực đại được tính bởi:

$$f_{s,\max} = \mu_s N$$

Hệ số ma sát tĩnh (nghỉ)

Lực nén vuông góc với bề mặt



Tính chất 3: Nếu vật chuyển động thì độ lớn lực ma sát giảm đến một giá trị f_k

$$f_k = \mu_k N$$

Hệ số ma sát động (ma sát trượt)

2.7. Lực ma sát

Ví dụ 2.7: Sau đây là một phương pháp đơn giản cho việc đo hệ số ma sát. Giả sử một viên gạch đặt trên mặt phẳng nghiêng như hình vẽ. Góc nghiêng tăng đến khi viên gạch bắt đầu chuyển động. Chứng minh rằng bạn có thể đo hệ số ma sát tĩnh μ_s bằng việc đo góc tới hạn θ_c lúc mà viên gạch bắt đầu trượt.

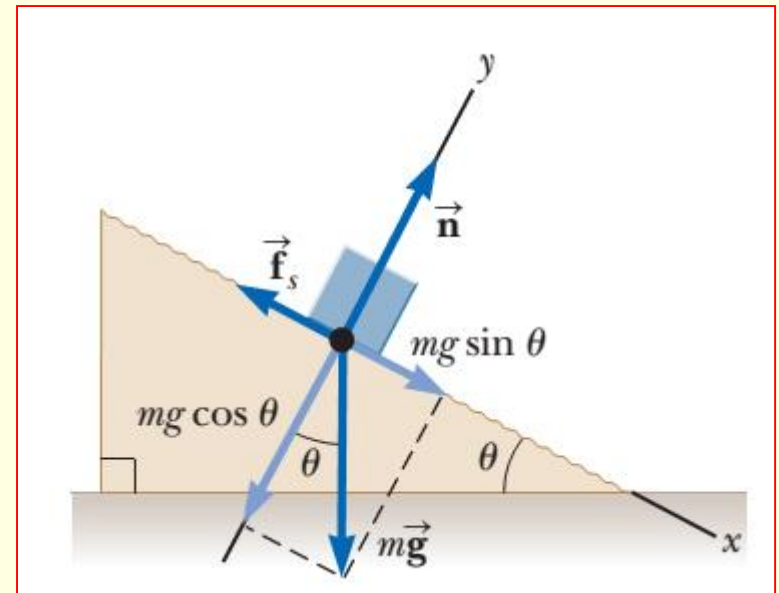
Bài giải 2.7:

(Phân tích lực như hình vẽ)

Tại thời điểm vật bắt đầu trượt:

$$\vec{P} + \vec{N} + \vec{f}_s = 0$$

Chọn chiều dương như hình vẽ



2.7. Lực ma sát

❖ Chiều lên trục x

$$mg \sin \theta_c - f_s = 0$$

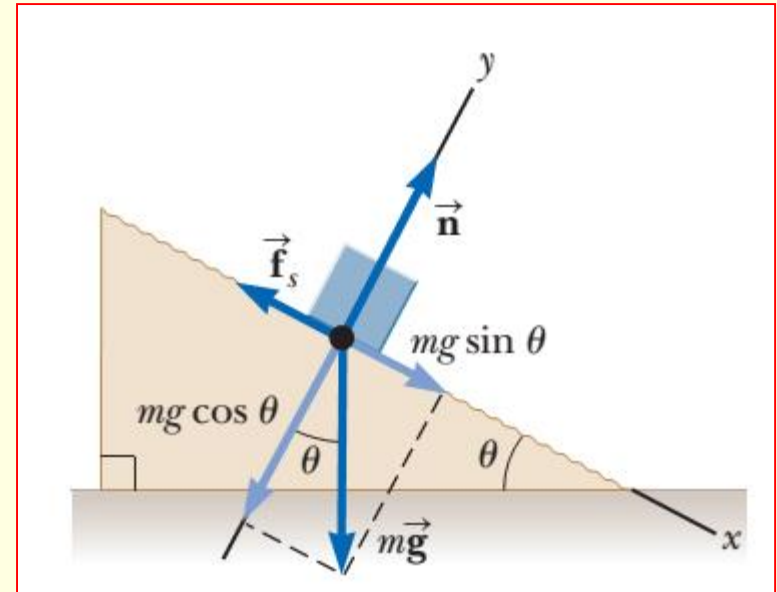
$$mg \sin \theta_c - \mu_s N = 0 \quad (1)$$

❖ Chiều lên trục y

$$-mg \cos \theta_c + N = 0 \quad (2)$$

Khử N trong (1) và (2):

$$\mu_s = \tan \theta_c$$



Vậy ta có thể xác định được hệ số ma sát tĩnh bằng cách đo góc nghiêng

2.7. Lực ma sát

Ví dụ 2.8: Một quả bóng khúc côn cầu trên băng chuyển động với vận tốc ban đầu 20 m/s. Bóng trượt 115 m thì dừng lại. Tính hệ số ma sát động (ma sát trượt) giữa bóng và băng.

Bài giải 2.8:

❖ Ta có mối liên hệ: $v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x$

Theo đề bài : $v = 0$

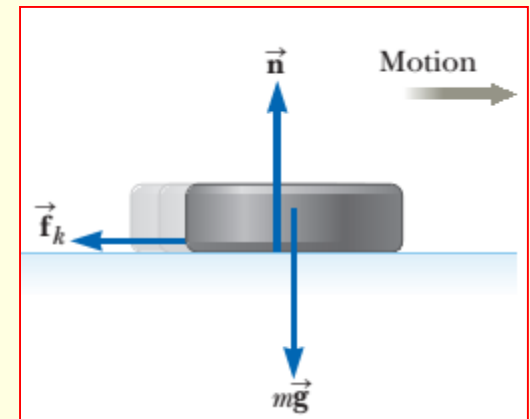
➡ Gia tốc của bóng:

$$a = \frac{-v_0^2}{2\Delta x} = -\frac{20^2}{2 \times 115} = -1,74 (\text{m/s}^2)$$

❖ Theo định luật 2 Newton:

$$\vec{P} + \vec{N} + \vec{f}_k = m\vec{a}$$

❖ Chiếu lên chiều chuyển động: $-f_k = ma$



$$\Leftrightarrow -\mu_k N = ma \Leftrightarrow -mg\mu_k = ma$$

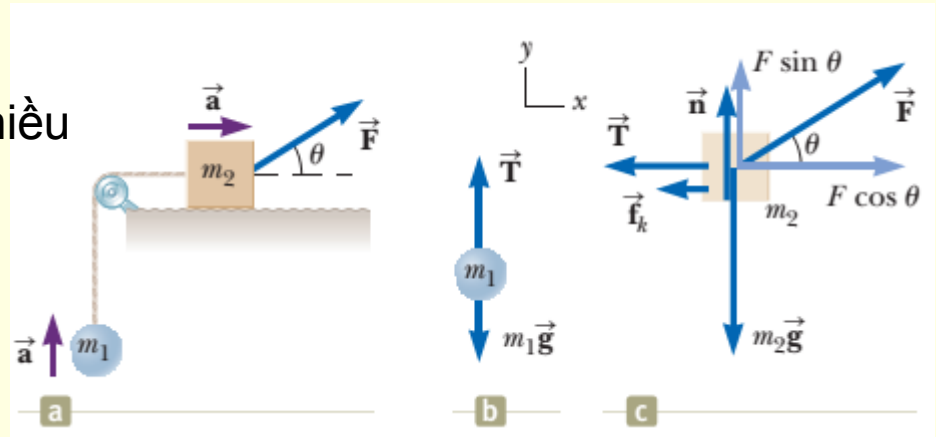
$$\mu_k = -\frac{a}{g} = -\frac{-1,74}{9,8} = 0,177$$

2.7. Lực ma sát

Ví dụ 2.9: Một khối vuông có khối lượng m_2 nằm trên mặt phẳng nằm ngang được nối với một quả bóng khối lượng m_1 bằng sợi dây nhỏ mắc qua ròng rọc như hình vẽ. Tác dụng một lực có độ lớn F hợp với mặt phẳng nằm ngang một góc θ thì vật m_2 trượt về bên phải. Hệ số ma sát giữa m_2 và mặt phẳng là μ_k . Xác định độ lớn gia tốc của hai vật.

Bài giải 2.9:

- ❖ Chọn chiều dương là chiều chuyển động
- ❖ Phân tích lực đối với từng vật



2.7. Lực ma sát

❖ Đối vật m_1

$$\vec{P} + \vec{T} = m_1 \vec{a}$$

Chiếu lên chiều chuyển động

$$-m_1 g + T = m_1 a \quad (1)$$

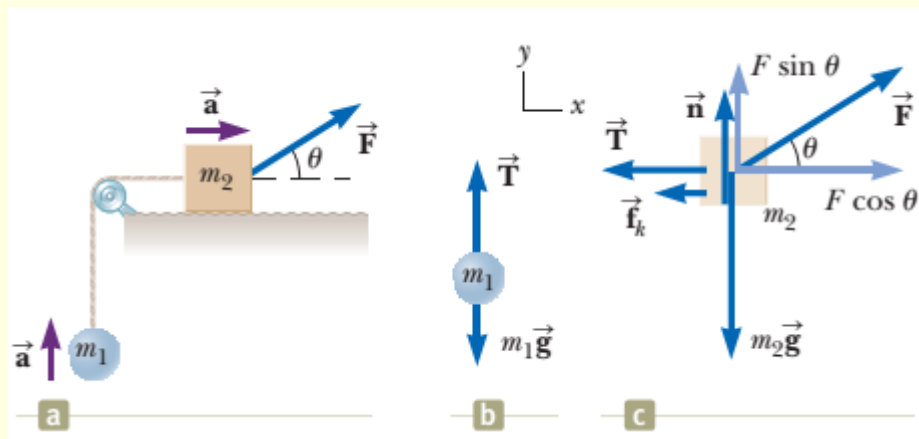
❖ Đối vật m_2

$$\vec{F} + \vec{P}_2 + \vec{N} + \vec{T} + \vec{f}_k = m_2 \vec{a}$$

Chiếu lên chiều chuyển động

$$F \cos \theta - T - f_k = m_2 a$$

$$F \cos \theta - T - \mu_k N = m_2 a \quad (2)$$



Chiếu lên phương y

$$F \sin \theta - m_2 g + N = 0 \quad (3)$$

Giải hệ (1), (2) và (3):

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

2.8. Lực cản và tốc độ tối đa (terminal speed)

Khi một vật chuyển động qua không khí hoặc chất lỏng nào đó thì vật chịu sự tác dụng của một lực ngược chiều với chiều chuyển động của vật, ta gọi là lực cản, \vec{D}

Bằng thực nghiệm, lực cản của một vật chuyển động trong không khí hoặc chất lỏng được cho bởi:

$$D = \frac{1}{2} C \rho A v^2$$

Trong đó, C = hệ số cản của môi trường, ρ = mật độ phân tử của môi trường, A = tiết diện ngang của vật, v = tốc độ chuyển động của vật

2.8. Lực cản và tốc độ tối đa (terminal speed)

Trong phần này, ta chỉ xét trường hợp vật rơi từ độ cao nào đó xuống mặt đất: Một vật rơi không vận tốc đầu trong không khí, lực cản D hướng lên và có độ lớn càng tăng khi tốc độ của vật tăng.

Tại thời điểm t , theo định luật 2 của Newton:

$$D - F_{hd} = ma$$

Khi vật rơi đủ lâu, $D = F_{hd} \rightarrow a = 0$: Vật chuyển động với tốc độ không đổi

➡ Tốc độ không đổi này ta gọi là tốc độ tối đa (tốc độ cuối của vật)

➡
$$v_t = \sqrt{\frac{2F_{hd}}{C\rho A}}$$

2.8. Lực cản và tốc độ tối đa (terminal speed)

Ví dụ 2.10: Một giọt nước mưa bán kính $R = 1,5 \text{ mm}$ rơi từ đám mây ở độ cao $h = 1200 \text{ m}$ so với mặt đất. Biết hệ số cản của nước mưa so với không khí $C = 0,6$. Giả sử giọt nước mưa có dạng hình cầu suốt quá trình nó rơi. Mật độ của nước $\rho_w = 1000 \text{ kg/m}^3$, và của không khí $\rho_a = 1,2 \text{ kg/m}^3$.

- Tính tốc độ rơi tối đa của giọt nước mưa
- Nếu bỏ qua sức cản của không khí, tính tốc độ rơi của giọt nước mưa tại thời điểm nó chạm đất.

Bài giải

- a) Tốc độ rơi tối đa của giọt nước mưa

$$v_t = \sqrt{\frac{2F_{hd}}{C\rho_a A}} \quad (1)$$

Với:

$$F_{hd} = mg = \rho_w Vg = \rho_w \frac{4}{3} \pi R^3 g$$

$$A = \pi R^2$$

$$v_t = \sqrt{\frac{8\rho_w Rg}{3C\rho_a}} = 7,4 \text{ (m/s)}$$

2.8. Lực cản và tốc độ tối đa (terminal speed)

Ví dụ 2.10: Một giọt nước mưa bán kính $R = 1,5 \text{ mm}$ rơi từ đám mây ở độ cao $h = 1200 \text{ m}$ so với mặt đất. Biết hệ số cản của nước mưa so với không khí $C = 0,6$. Giả sử giọt nước mưa có dạng hình cầu suốt quá trình nó rơi. Mật độ của nước $\rho_w = 1000 \text{ kg/m}^3$, và của không khí $\rho_a = 1,2 \text{ kg/m}^3$.

- Tính tốc độ rơi tối đa của giọt nước mưa
- Nếu bỏ qua sức cản của không khí, tính tốc độ rơi của giọt nước mưa tại thời điểm nó chạm đất.

Bài giải

- Tốc độ rơi của giọt nước mưa khi chạm đất

Nếu bỏ qua sức cản của không khí thì giọt mưa rơi tự do

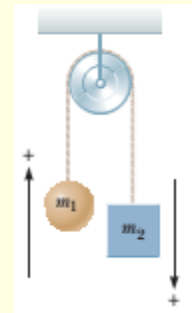
Vận tốc khi chạm đất:

$$v^2 - v_0^2 = 2gh \Rightarrow v = \sqrt{2gh} = 153,4 (\text{m/s})$$

BÀI TẬP ÔN CHƯƠNG 2

PHẦN I: TRẮC NGHIỆM

Câu 1: Hai vật được nối với nhau bằng sợi dây mảnh rồi vắt qua ròng rọc cố định không ma sát như hình vẽ, trong đó $m_1 < m_2$ và a_1 và a_2 là gia tốc của vật m_1 và m_2 tương ứng. Phát biểu nào sau đây là đúng đối với gia tốc a_2 của vật m_2 ?



- a) $a_2 < g$ b) $a_2 > g$ c) $a_2 = g$ d) $a_2 > a_1$ e) $a_2 < a_1$

Câu 2: Một nhân viên trong cửa hàng kéo một thùng hàng theo phương ngang với một lực 200N. Thùng hàng trượt trên mặt sàn nằm ngang với gia tốc hướng về trước. Phát biểu nào ĐÚNG về độ lớn của lực ma sát trượt tác dụng lên thùng hàng?

- a) $f_k > 200\text{N}$ b) $f_k < 200\text{N}$ c) $f_k = 200\text{N}$ d) Không phát biểu nào đúng

BÀI TẬP ÔN CHƯƠNG 2

PHẦN I: TRẮC NGHIỆM

Câu 3: Một vật khối lượng m trượt trên mặt bàn với tốc độ v_i . Biết hệ số ma sát giữa bàn và vật là μ . Khi vật chuyển động một quãng đường d thì dừng lại. Tốc độ v_i của vật là

- a) $v_i = \sqrt{-2\mu mgd}$ b) $v_i = \sqrt{2\mu mgd}$ c) $v_i = \sqrt{-2\mu gd}$ **d) $v_i = \sqrt{2\mu gd}$** e) $v_i = \sqrt{2\mu d}$

Câu 4: Nếu một vật đang cân bằng, phát biểu nào sau đây là KHÔNG ĐÚNG?

- a) Tốc độ vật không thay đổi
b) Gia tốc của vật bằng không
c) Hợp lực tác dụng lên vật bằng không
d) Vật phải đứng yên
e) Có 2 lực tác dụng lên vật

BÀI TẬP ÔN CHƯƠNG 2

PHẦN I: TRẮC NGHIỆM

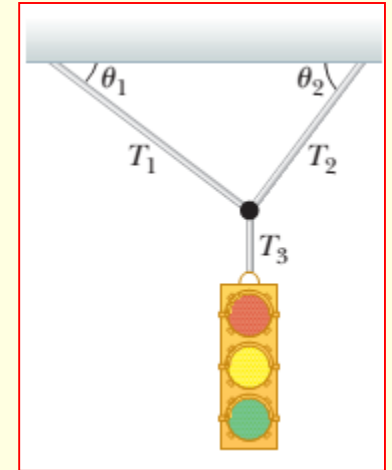
Câu 5: Một thùng hàng (không chứa đồ vật) có khối lượng m đặt trên sàn xe tải mà không ràng lại. Khi xe tăng tốc về phía trước với gia tốc a thì thùng hàng vẫn đứng yên so với xe. Lực nào làm cho thùng hàng có gia tốc?

- a) Phản lực
- b) Lực hấp dẫn
- c) Lực ma sát
- d) Các ngoại lực
- e) Không có lực nào.

BÀI TẬP ÔN CHƯƠNG 2

PHẦN II: BÀI TẬP

Bài 1: Một đèn giao thông có trọng lượng 122 N treo trên một dây cáp được buộc chặt bởi hai dây cáp khác có hai đầu gắn trên giá đỡ (hình vẽ). Hai dây cáp bên trên tạo một góc $\theta_1 = 37^\circ$ và $\theta_2 = 53^\circ$ so với đường ngang. Hai dây phía trên không chắt bằng dây phía dưới và sẽ bị đứt nếu sức căng của chúng vượt 100N. Có dây cáp nào bị đứt không?



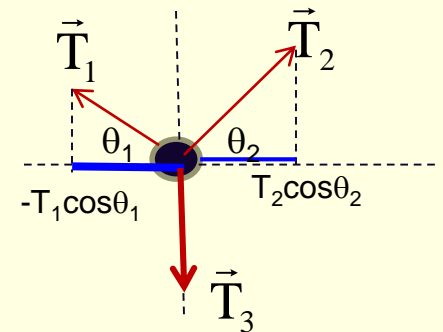
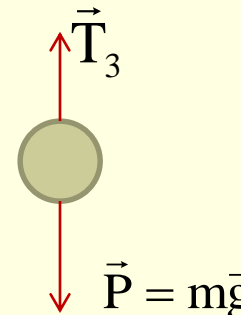
Bài giải

❖ Đối với đèn: $\vec{P} + \vec{T}_3 = m\vec{a} = 0$

Hay $T_3 = P = W = 122 \text{ (N)}$

❖ Đối với điểm giao nhau 3 dây

$$\vec{T}_1 + \vec{T}_2 + \vec{T}_3 = 0$$



BÀI TẬP ÔN CHƯƠNG 2

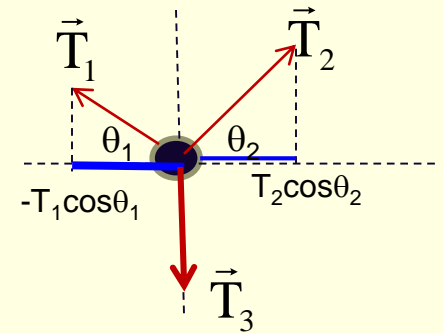
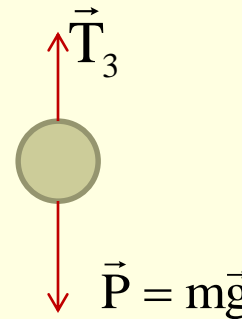
PHẦN II: BÀI TẬP

Chiếu lên phương x

$$T_1 \cos \theta_1 = T_2 \cos \theta_2 \quad (1)$$

Chiếu lên phương y

$$T_1 \sin \theta_1 + T_2 \sin \theta_2 = T_3 = 122 \quad (2)$$



Giải hệ (1) và (2): $T_1 = 73,4 \text{ (N)}$ và $T_2 = 97,4 \text{ (N)}$

Cả T_1 và T_2 đều nhỏ hơn 100 N nên không có dây nào bị đứt

BÀI TẬP ÔN CHƯƠNG 2

PHẦN II: BÀI TẬP

Bài 2: Khi hai vật có khối lượng khác nhau được vắt qua ròng rọc cố định (bỏ qua khối lượng của ròng rọc) không ma sát. Xác định độ lớn gia tốc của hai vật và sức căng dây.

Bài giải

Chọn chiều dương là chiều chuyển động

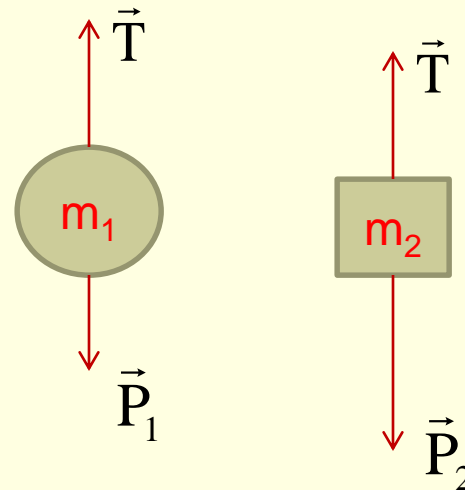
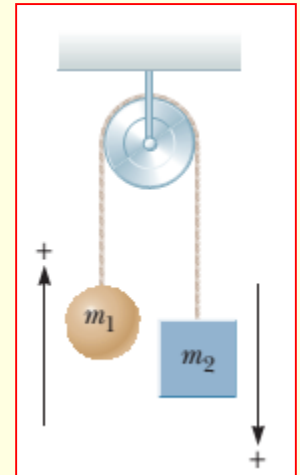
❖ Đối với m_1 : $\vec{P}_1 + \vec{T} = m_1 \vec{a}$

⇒ $-m_1 g + T = m_1 a$ (1)

❖ Đối với m_2 : $\vec{P}_2 + \vec{T} = m_2 \vec{a}$

⇒ $+m_2 g - T = m_2 a$ (2)

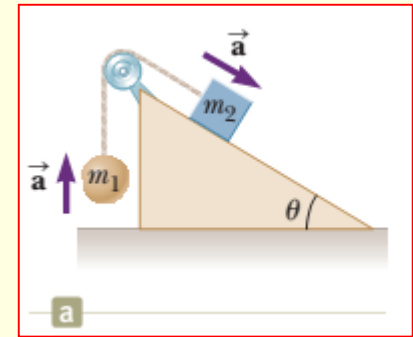
Giải hệ (1) và (2) ta thu được **a** và **T**



BÀI TẬP ÔN CHƯƠNG 2

PHẦN II: BÀI TẬP

Bài 3: Một quả bóng có khối lượng m_1 và một khối gỗ khối lượng m_2 nối với nhau ở hai đầu dây nhẹ rồi mắc qua ròng rọc cố định (bỏ qua khối lượng ròng rọc) không ma sát. Khối gỗ nằm trên mặt phẳng nghiêng một góc θ so với mặt ngang. Bỏ qua ma sát giữa khối gỗ với mặt nghiêng. Tính độ lớn gia tốc hai vật và sức căng dây.



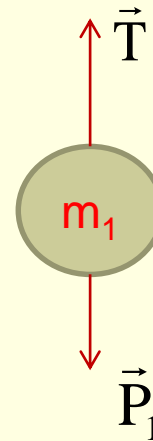
Bài giải

Chọn chiều dương là chiều chuyển động

❖ Đối với m_1 :

$$\vec{P}_1 + \vec{T} = m_1 \vec{a}$$

➡ $-m_1 g + T = m_1 a \quad (1)$



BÀI TẬP ÔN CHƯƠNG 2

PHẦN II: BÀI TẬP

Bài giải

❖ Đối với m_2 : $\vec{P}_2 + \vec{N} + \vec{T} = m_2 \vec{a}$

Chiếu lên phương x

$$m_2 g \sin \theta - T = m_2 a \quad (2)$$

Chiếu lên phương y

$$-m_2 g \cos \theta + N = 0 \quad (3)$$

Giải hệ (1) và (2) ta thu được:

$$a = \left(\frac{m_2 \sin \theta - m_1}{m_1 + m_2} \right) g \quad T = \left(\frac{m_1 m_2 (\sin \theta + 1)}{m_1 + m_2} \right) g$$

