

CHƯƠNG II:

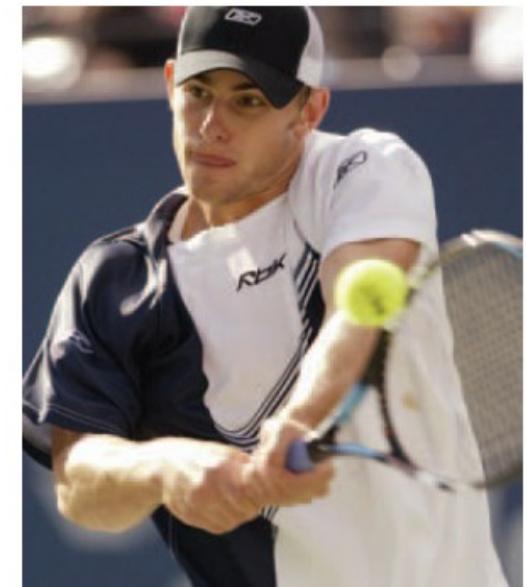
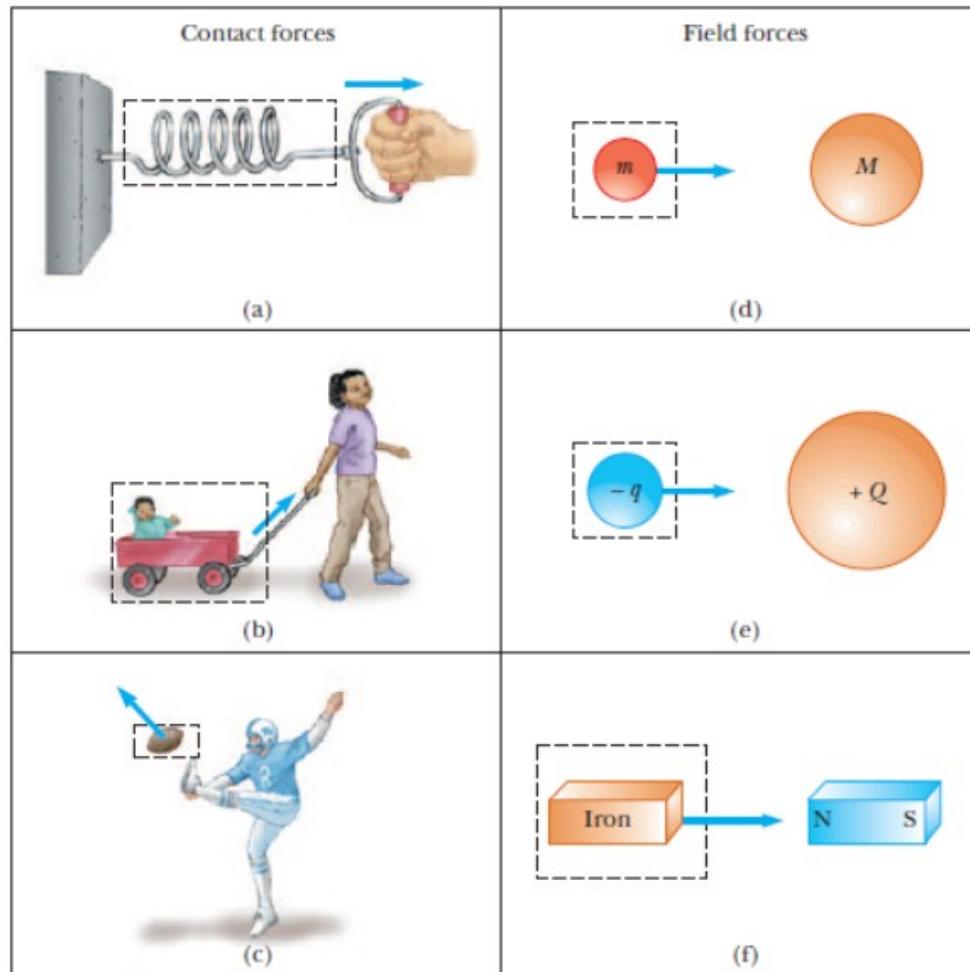
ĐỘNG LỰC HỌC CHẤT ĐIỂM



- ❖ Động lực học: cơ học nghiên cứu về chuyển động của các vật có xét đến các **lực tác dụng** (nguyên nhân làm thay đổi trạng thái chuyển động hay đứng yên của vật).
- ❖ Nền tảng là **ba định luật Newton.**

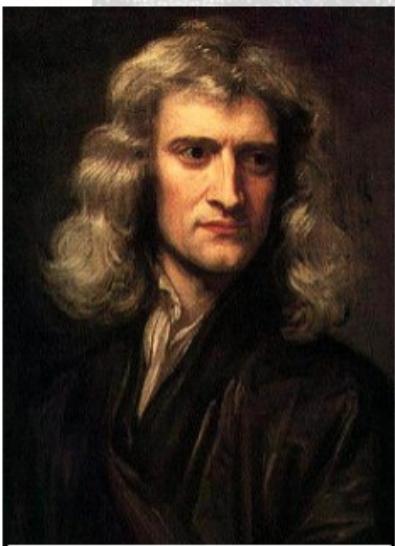


KHÁI NIỆM VỀ LỰC



2.1. BA ĐỊNH LUẬT NEWTON

2.1.1 Định luật I Newton



Isaac Newton
lúc 46 tuổi

Phát biểu: Một vật cô lập (không chịu tác dụng bởi các lực bên ngoài hoặc hợp lực tác dụng lên nó bằng không) nếu nó:

- + Đang đứng yên thì sẽ đứng yên mãi.
- + Đang chuyển động thì sẽ chuyển động thẳng đều mãi.

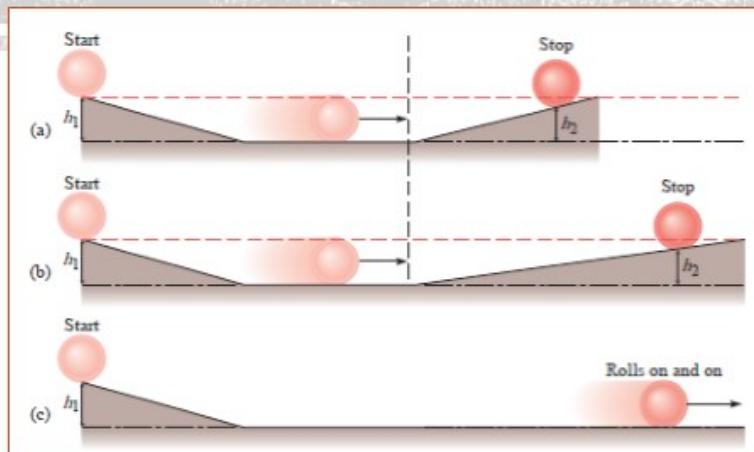


2.1.1 Định luật I Newton (tt)

Một vật bất kỳ có khả năng bảo toàn trạng thái đứng yên hay chuyển động, nên gọi nó là có quán tính.



Định luật thứ nhất của Newton cũng
được gọi là *định luật quán tính*.

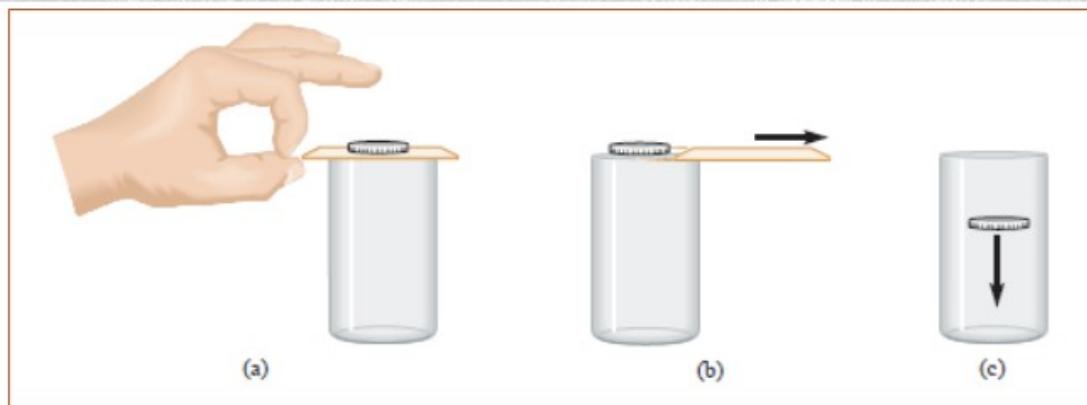


BA ĐỊNH LUẬT NEWTON

2.1.1 Định luật I Newton (tt)

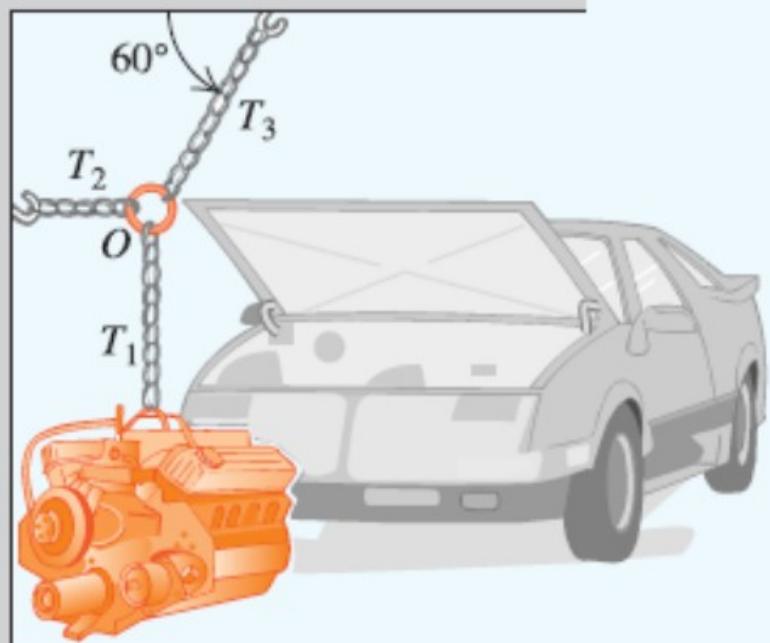
- Lưu ý: Định luật I Newton chỉ đúng với các hệ qui chiếu quán tính, không đúng cho các hệ qui chiếu đang chuyển động có gia tốc.
- Hệ qui chiếu quán tính: Là hệ qui chiếu được gắn lên một vật cô lập .

$$(\vec{v} = \text{const}; \vec{a} = 0)$$

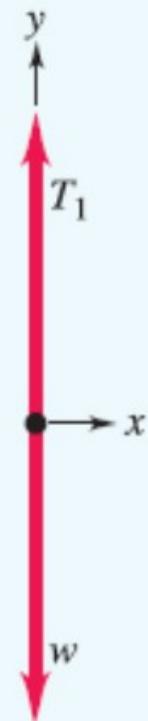


6

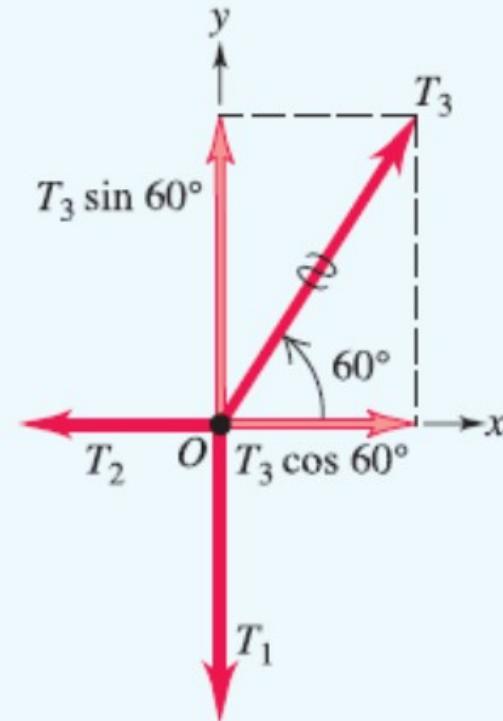
2.1.1 Định luật I Newton (tt)



(a)

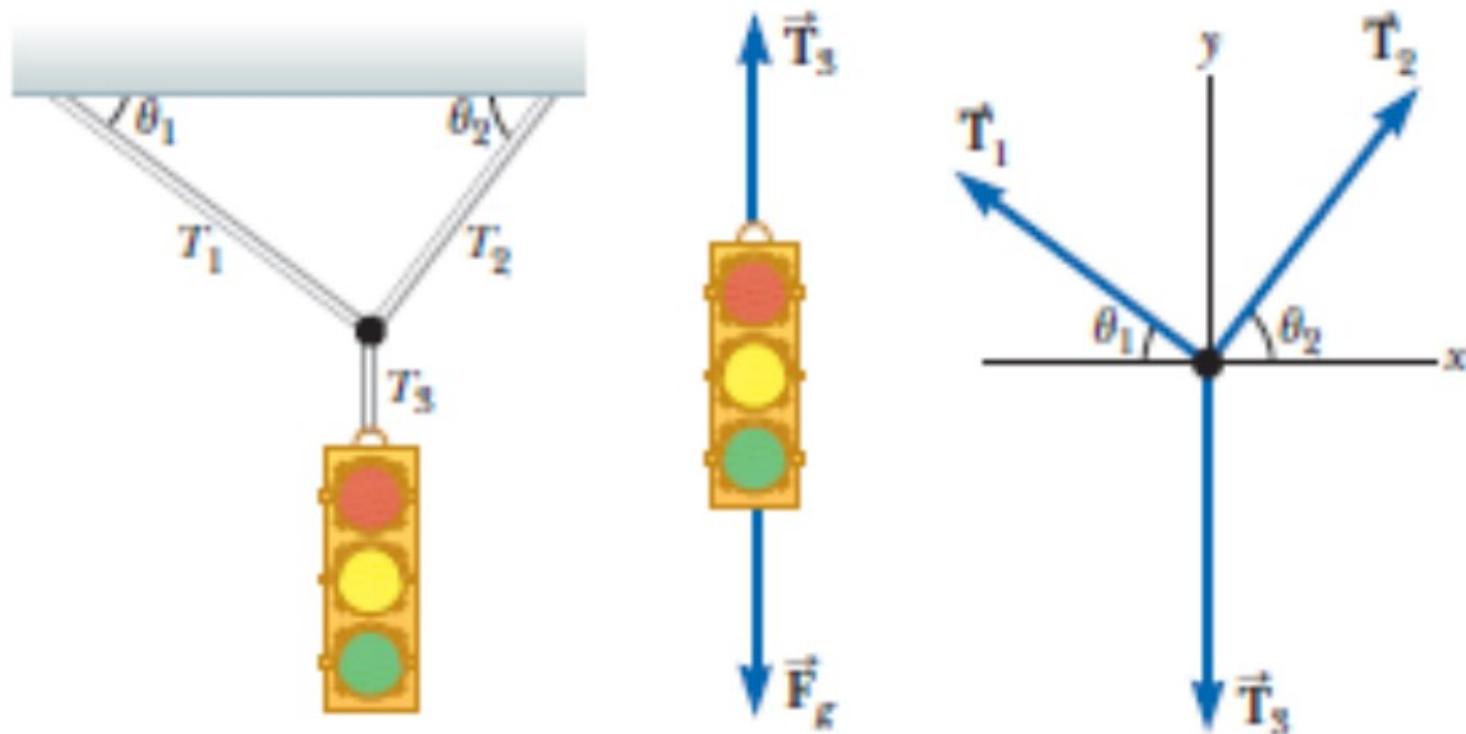


(b) Free-body
diagram of engine



(c) Free-body
diagram of ring O

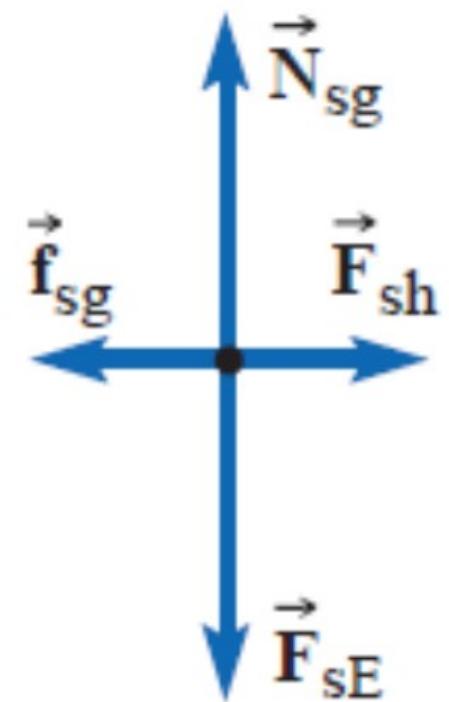
2.1.1 Định luật I Newton (tt)



2.1.1 Định luật I Newton (tt)



\vec{v} (constant)



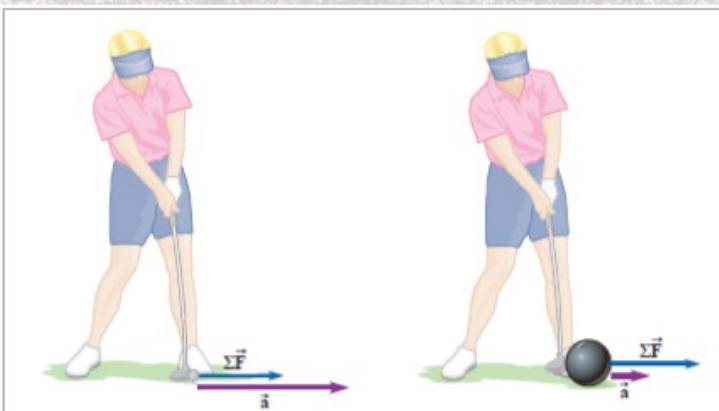
BA ĐỊNH LUẬT NEWTON

2.1.2 Định luật II Newton

Phát biểu:

Một chất điểm có khối lượng m chịu tác dụng của một lực \vec{F} , sẽ chuyển động với một gia tốc \vec{a} thỏa phương trình:

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



Nhận xét:

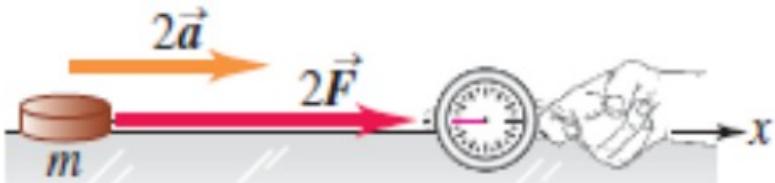
Tương tự như định luật I, định luật II Newton cũng chỉ đúng với các hệ qui chiếu quán tính.





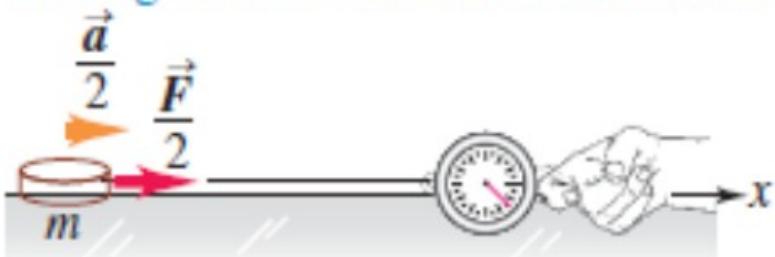
(a)

Doubling the force doubles the acceleration.



(b)

Halving the force halves the acceleration.



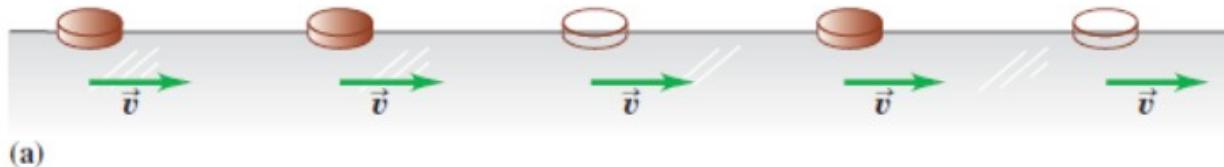
(c)

2.1.2 Định luật II Newton (tt)

Experiments demonstrating the direct proportion between an applied force and the resulting acceleration.

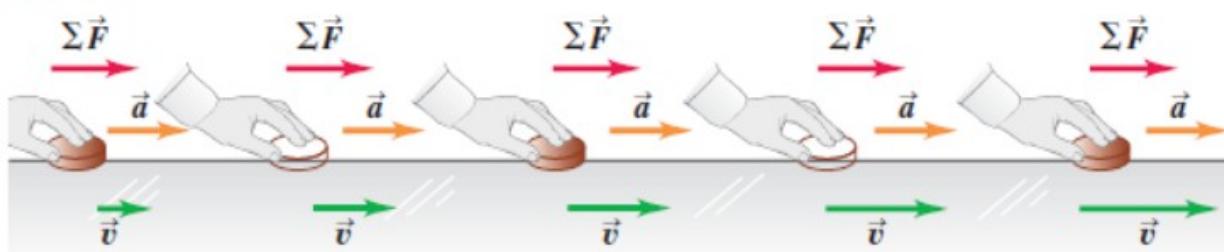
A puck moving with constant velocity: $\Sigma \vec{F} = 0$, $\vec{a} = 0$

2.1.2 Định luật II Newton (tt)



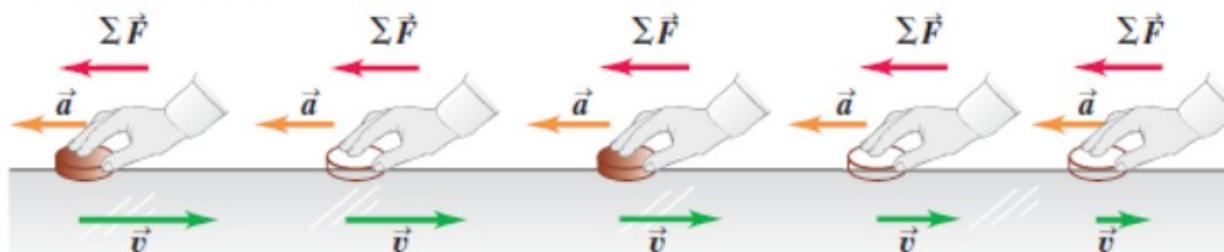
(a)

A constant force in the direction of motion causes a constant acceleration in the same direction as the force.



(b)

A constant force opposite to the direction of motion causes a constant acceleration in the same direction as the force.



(c)

Experiments showing that an object's acceleration has the same direction as the net force acting on the object.

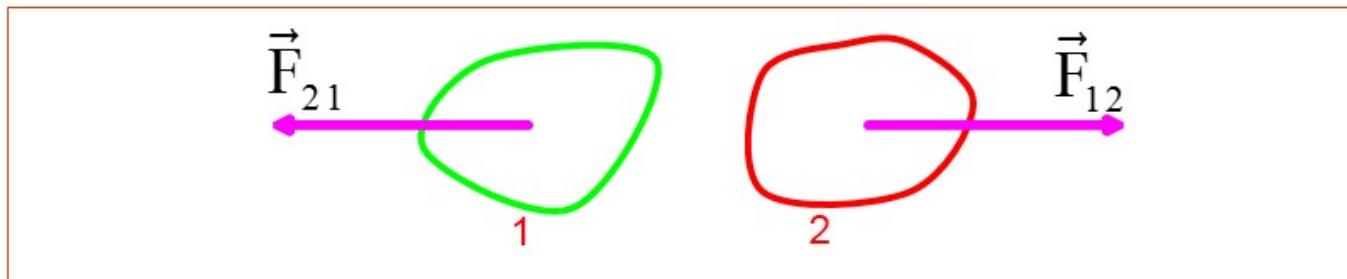
BA ĐỊNH LUẬT NEWTON

2.1.3 Định luật III Newton

Phát biểu:

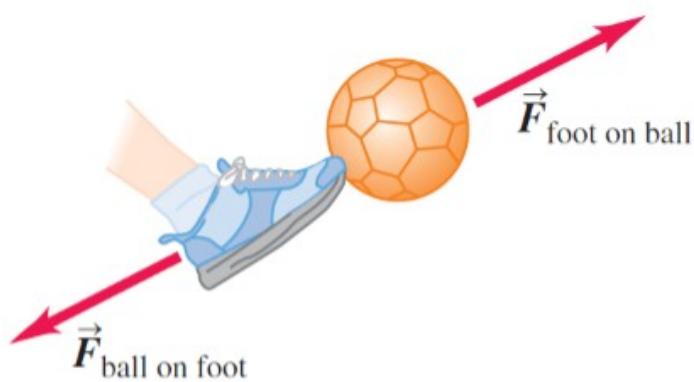
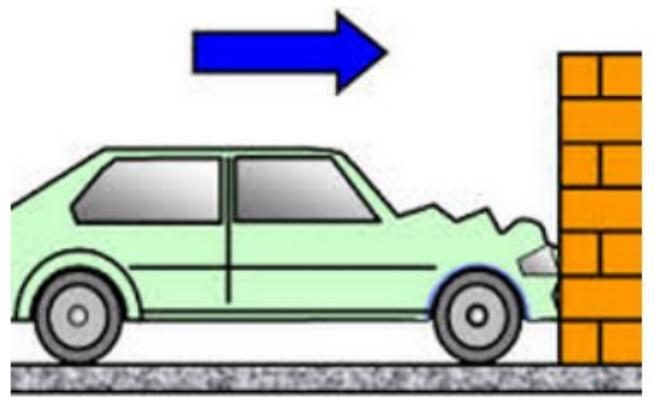
Khi một vật tác dụng lên một vật khác bằng một lực \vec{F}_{21} thì ngược lại nó cũng sẽ chịu tác dụng từ vật kia một lực \vec{F}_{12} (cùng phương, cùng trị số, ngược chiều).

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



BA ĐỊNH LUẬT NEWTON

2.1.3 Định luật III Newton (tt)



Nhận xét:

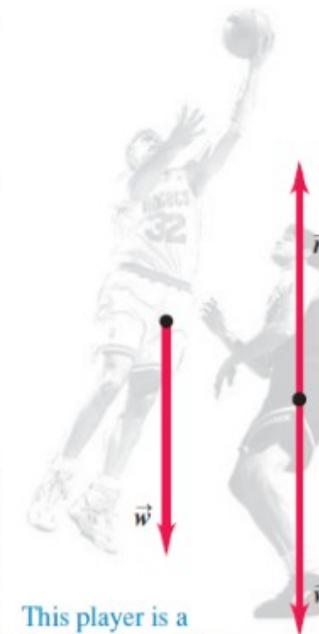
- Định luật 3 Newton chỉ đúng với hệ qui chiếu quán tính.
- Lực và phản lực có hai điểm đặt khác nhau không triệt tiêu nhau.

ĐƠN VỊ CỦA LỰC

Units of Mass, Acceleration, and Force

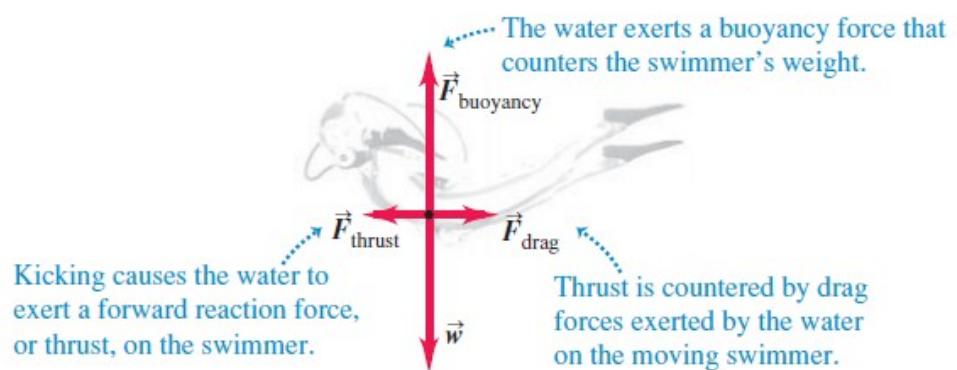
System	Mass	Acceleration	Force
SI	kg	m/s^2	$\text{N} = \text{kg}\cdot\text{m/s}^2$
U.S. customary	slug	ft/s^2	$\text{lb} = \text{slug}\cdot\text{ft/s}^2$

Free-body diagram



To jump up, this player will push down against the floor, increasing the upward reaction force of the floor on him.

This player is a freely falling object.



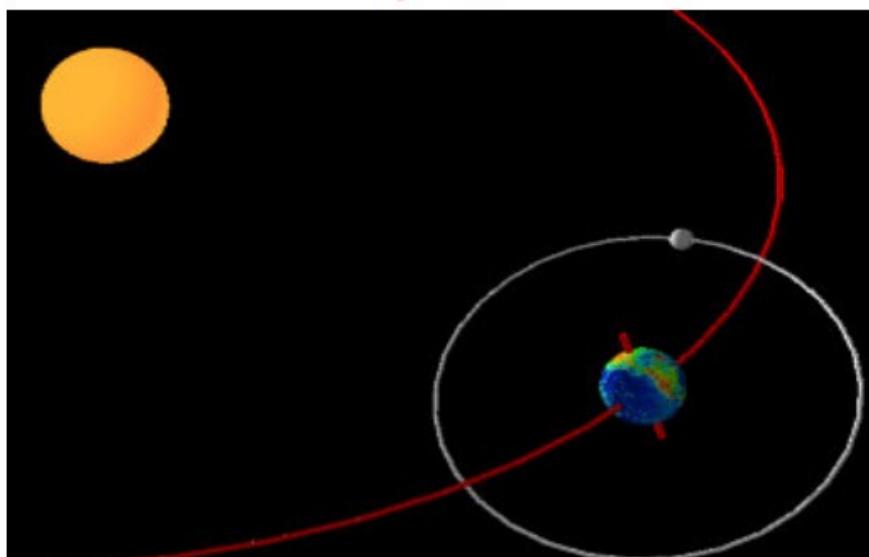
Kicking causes the water to exert a forward reaction force, or thrust, on the swimmer.

Thrust is countered by drag forces exerted by the water on the moving swimmer.

HỆ QUI CHIẾU KHÔNG QUÁN TÍNH – LỰC QUÁN TÍNH – NGUYÊN LÝ TƯƠNG ĐỐI GALILÉE

2.2. HỆ QUI CHIẾU KHÔNG QUÁN TÍNH – LỰC QUÁN TÍNH – NGUYÊN LÝ TƯƠNG ĐỐI GALILÉE

2.2.1 Hệ qui chiếu không quán tính



Hệ qui chiếu gắn với TĐ là hệ qui chiếu không quán tính vì TĐ quay quanh MT

Hệ qui chiếu không quán tính: hệ qui chiếu chuyển động có gia tốc so với hệ qui chiếu quán tính.

2.2.2 Lực quán tính

Gọi \vec{F} là lực tác dụng lên chất điểm khối lượng m . Phương trình định luật hai Newton đối với hệ (O) :

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

mà

$$m(\vec{a}' + \vec{A}) = \vec{F}$$

Nên:

$$m\vec{a}' = \vec{F} - m\vec{A}$$



$$\vec{F}_{qt} = -m\vec{A}$$

Phương trình định luật II Newton đối với hệ (O')

2.2.2 Lực quán tính (tt)

Từ công thức trên, ta thấy: đối với hệ (O) chỉ có lực \vec{F} tác dụng, đối với hệ (O') ngoài lực \vec{F} còn có một lực nữa là $-m\vec{A}$ được gọi là ***lực quán tính***.

$$\vec{F}_{qt} = -m\vec{A}$$

*Đặc điểm của lực quán tính:

- Lực này không do vật tác dụng lên vật sinh ra mà chỉ xuất hiện do sự chuyển động có gia tốc của (O') đối với (O).
- Lực luôn ngược chiều với \vec{A}

2.2.3 Nguyên lý tương đối Galilée

Phát biểu

Một hiện tượng cơ học bất kỳ thì xảy ra như nhau đối với các hệ qui chiếu quán tính khác nhau.

2.2.3 Nguyên lý tương đối Galilée (tt)

Chứng minh

Xét chất điểm khối lượng m chuyển động đối với hai hệ quy chiếu quán tính: hệ (O) đứng yên, hệ (O') chuyển động thẳng đều: $\vec{A} = 0$ đối với (O).

Phương trình định luật II Newton đối với hệ (O):

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

Phương trình định luật II Newton đối với hệ (O'):

$$\vec{F} = m\vec{a}'$$

2.2.3 Nguyên lý tương đối Galilée (tt)

➤ *Dạng phương trình định luật II Newton của hai hệ quy chiếu giống nhau*

=> khi chuyển từ một hệ qui chiếu quán tính này sang hệ qui chiếu quán tính khác thì phương trình của định luật II Newton không thay đổi dạng.

➤ *Phương trình định luật II Newton mô tả các hiện tượng cơ học*

=> chứng tỏ hiện tượng cơ học xảy ra như nhau đối với hai hệ qui chiếu quán tính khác nhau

2.3. MỘT SỐ LỰC TRONG CƠ HỌC

Lực là đại lượng vật lý đặc trưng cho tương tác giữa ít nhất hai vật với nhau, làm *thay đổi trạng thái chuyển động* của vật hoặc làm *biến dạng vật*.

Các loại lực:

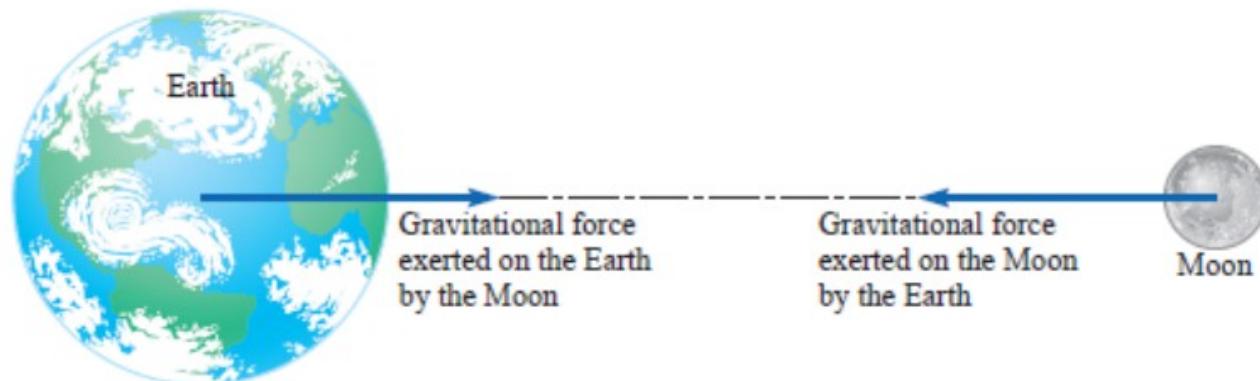
1. Trọng lực.
2. Lực đàn hồi.
3. Lực ma sát.
4. Lực căng dây.



MỘT SỐ LỰC TRONG CƠ HỌC

2.3.1. Trọng lực

- **Khái niệm:** là lực làm cho mọi vật đều rơi về phía Trái đất với **gia tốc trọng trường**.
- Xét trong hệ qui chiếu Trái đất quay, trọng lực là **tổng hợp lực** của ***lực hấp dẫn*** và ***lực ly tâm***.



MỘT SỐ LỰC TRONG CƠ HỌC

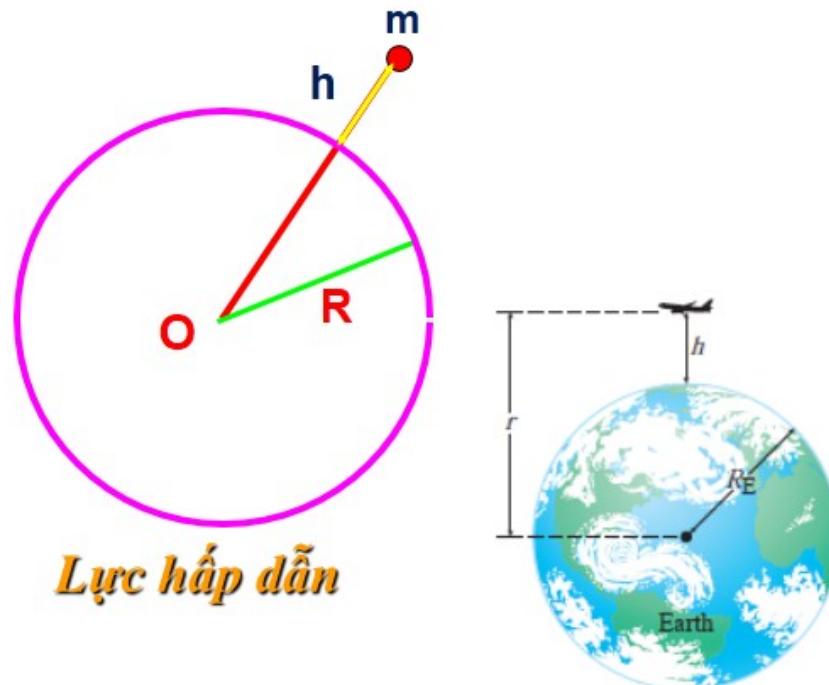
2.3.1. Trọng lực (tt)

❖ *Lực hấp dẫn:*

$$F = G \frac{mM}{r^2}$$

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ (Nm}^2/\text{kg}^2\text{)}$$

- ❖ M và m: khối lượng của Trái đất và chất điểm
- ❖ R: bán kính Trái đất.
- ❖ h: khoảng cách từ mặt đất tới chất điểm
 $r = R + h$.



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

Weight

The magnitude of the gravitational force acting on an object of mass m near Earth's surface is called the *weight*, w , of the object, given by

$$w = mg \quad [4.6]$$

where g is the acceleration of gravity.

SI unit: newton (N)

$$w = G \frac{M_E m}{r^2}$$

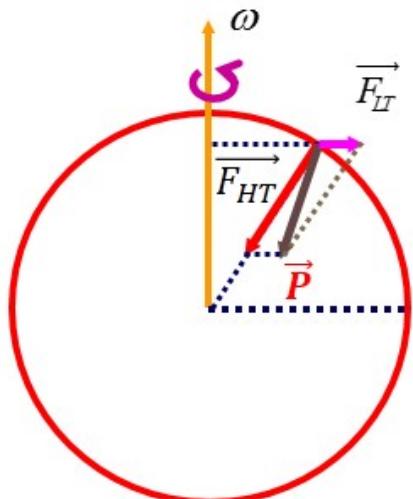
$$g = G \frac{M_E}{r^2}$$

MỘT SỐ LỰC TRONG CƠ HỌC

2.3.1. Trọng lực (tt)

❖ *Lực ly tâm:*

Hướng từ trục
quay ra ngoài



❖ *Hợp lực:*

$$\overrightarrow{P}$$

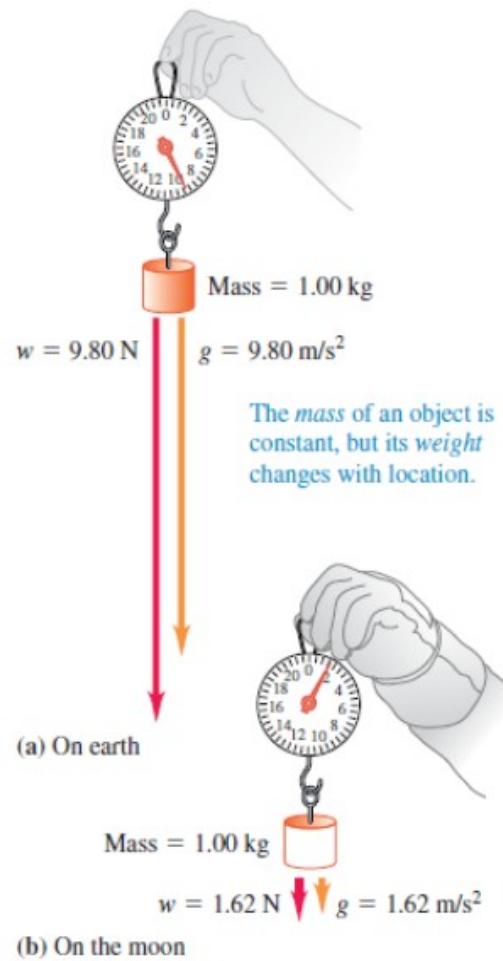
\vec{P} : Trọng lực, không
hướng đúng về tâm TD mà
bị lệch một ít.

Tại xích đạo, trọng lực nhỏ
nhất

Tại cực, trọng lực lớn nhất

Trọng lực \vec{P}

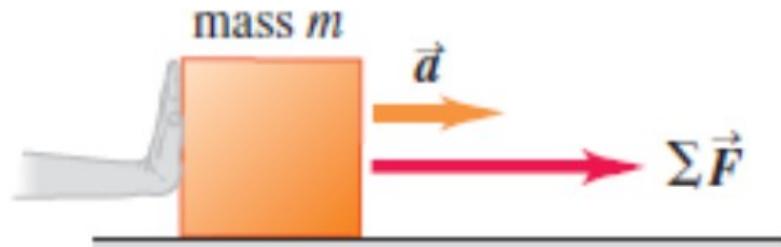
2.3.1. Trọng lực (tt)



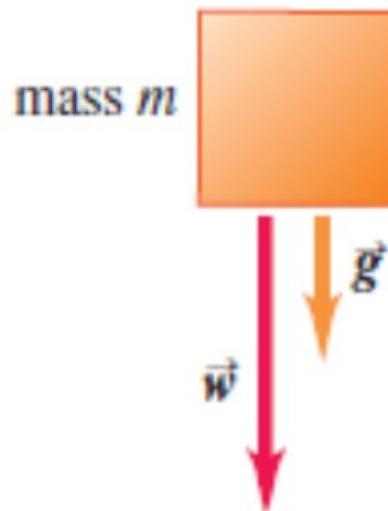
Mass and weight for a 1 kg object on the earth and on the moon.

2.3.1. Trọng lực (tt)

The relation of mass to net force: $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$



The relation of mass to weight: $\vec{w} = m\vec{g}$



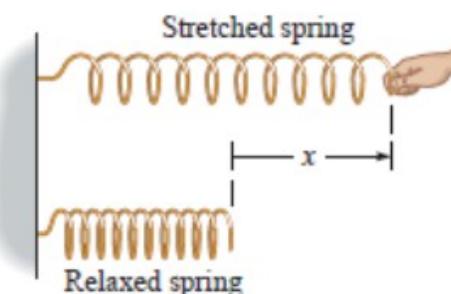
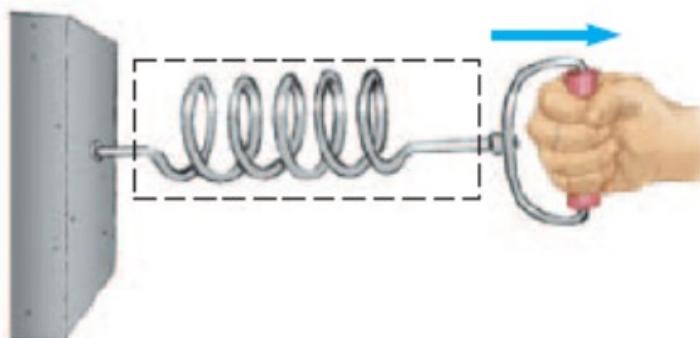
MỘT SỐ LỰC TRONG CƠ HỌC

2.3.2. Lực đàn hồi

Khi ngoại lực tác dụng làm biến dạng vật, trong vật sẽ xuất hiện một lực có xu hướng chống lại biến dạng đó => lực đàn hồi.

Định luật Hooke

$$\vec{F}_{\text{dh}} = -k \Delta \vec{x}$$



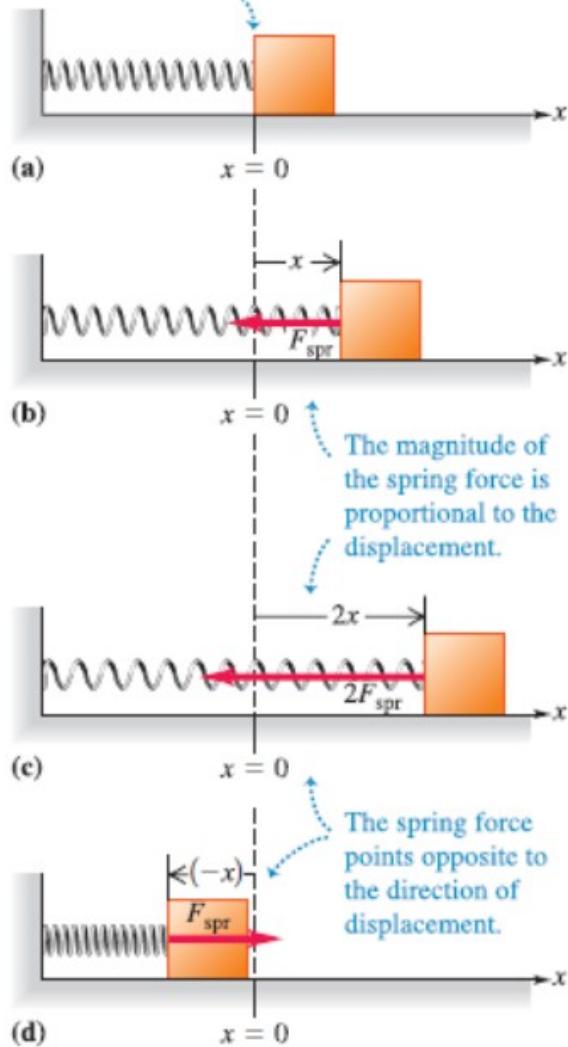
Lực đàn hồi (tt)

Elastic behavior of springs (Hooke's law)

For springs, the spring force F_{spr} is approximately proportional to the distance x by which the spring is stretched or compressed:

$$F_{\text{spr}} = -kx.$$

At the equilibrium position $x = 0$, the spring is neither stretched nor compressed.

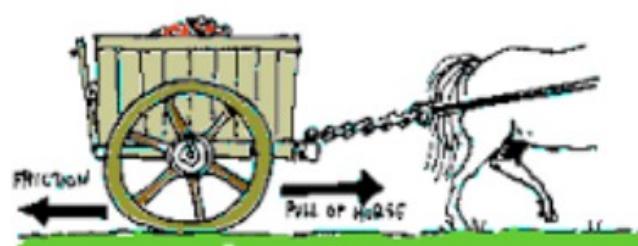
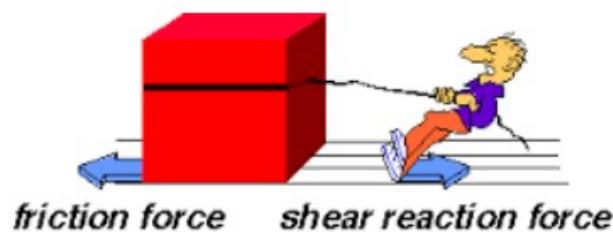


MỘT SỐ LỰC TRONG CƠ HỌC

2.3.3. Lực ma sát

Định nghĩa:

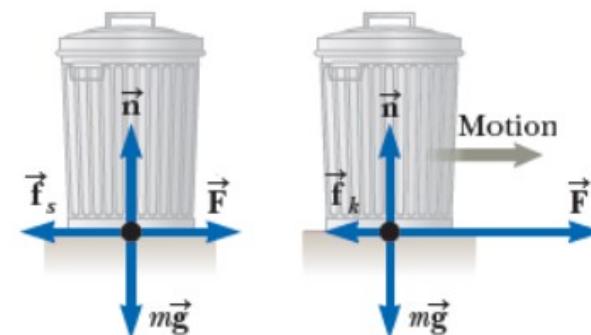
Lực ma sát xuất hiện trên hai mặt tiếp xúc giữa hai vật, có xu hướng cản trở sự chuyển động tương đối giữa hai vật đó.



Các loại lực ma sát:

*Ma sát khô: ma sát nghỉ; ma sát trượt; ma sát lăn)

*Ma sát nhót

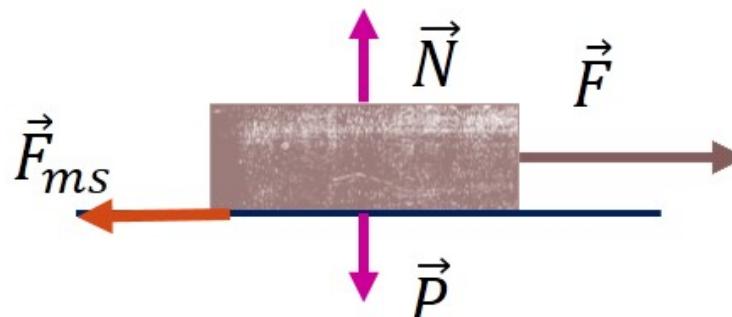


MỘT SỐ LỰC TRONG CƠ HỌC

2.3.3. Lực ma sát (tt)

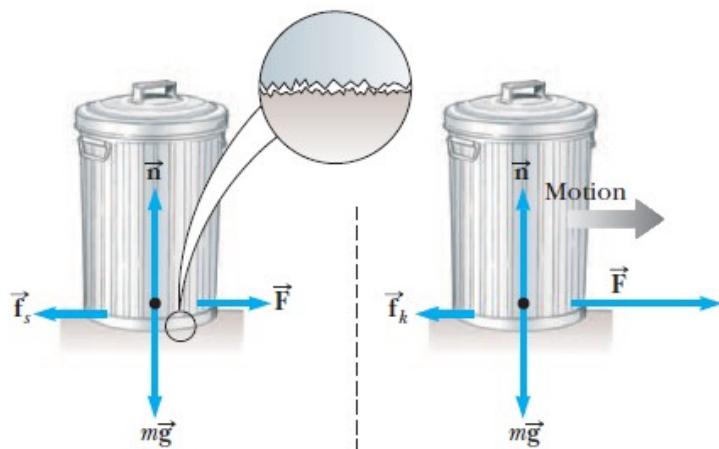
Ma sát trượt:

$$F_{mst} = k \cdot N$$

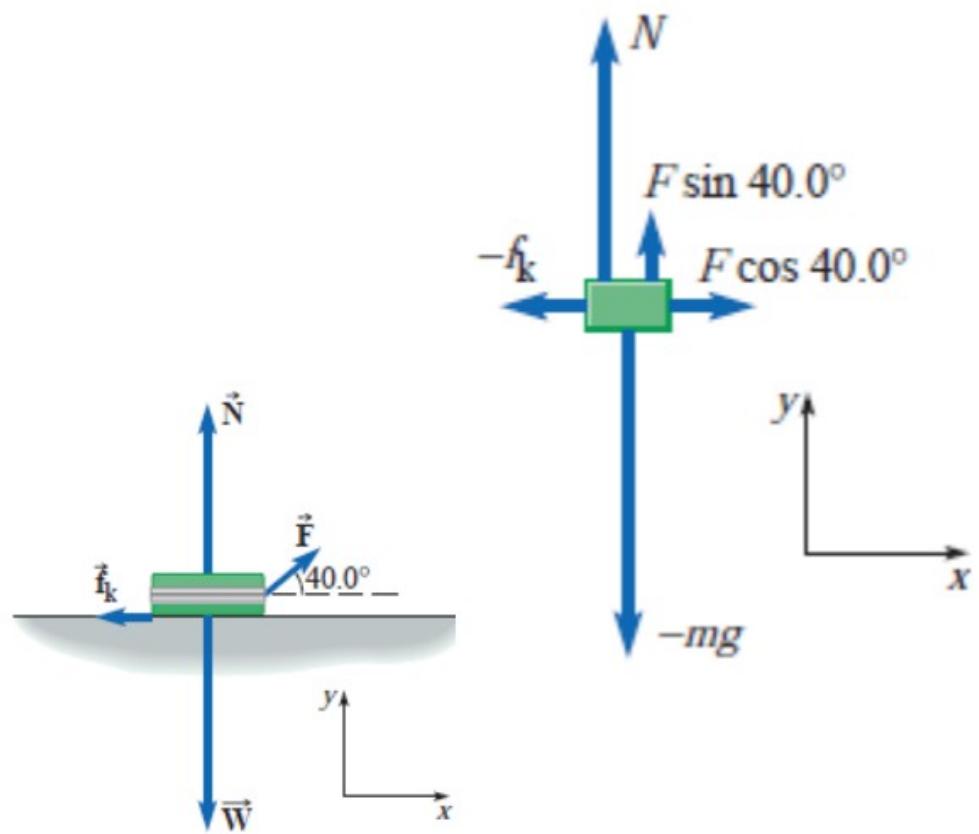


Đặc điểm chung của lực ma sát:

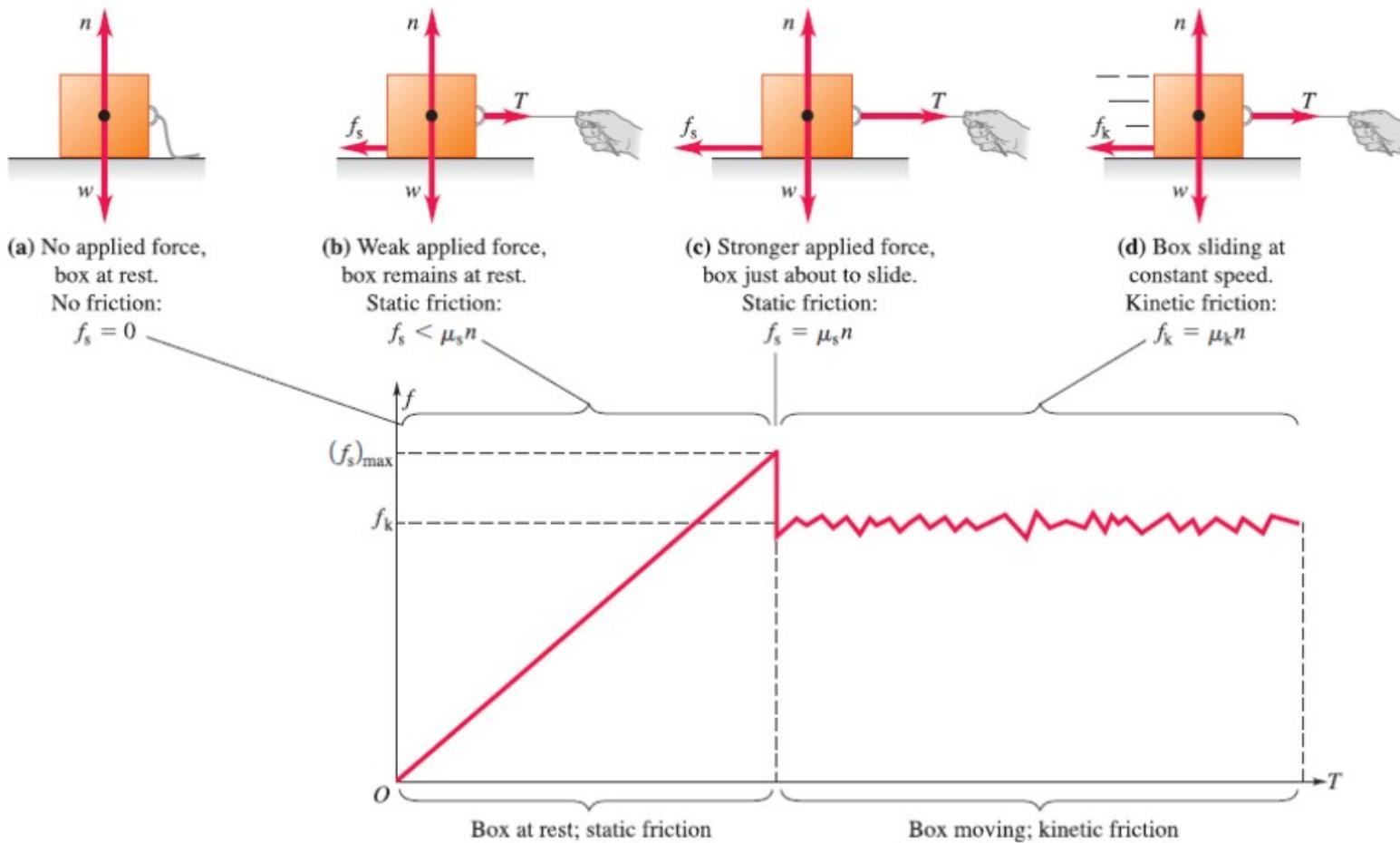
- + Ngược chiều chuyển động của vật.
- + F_{ms} tỉ lệ với phản lực
- + Điểm đặt: trên vật.



2.3.3. Lực ma sát (tt)



2.3.3. Lực ma sát (tt)



2.3.3. Lực ma sát (tt)

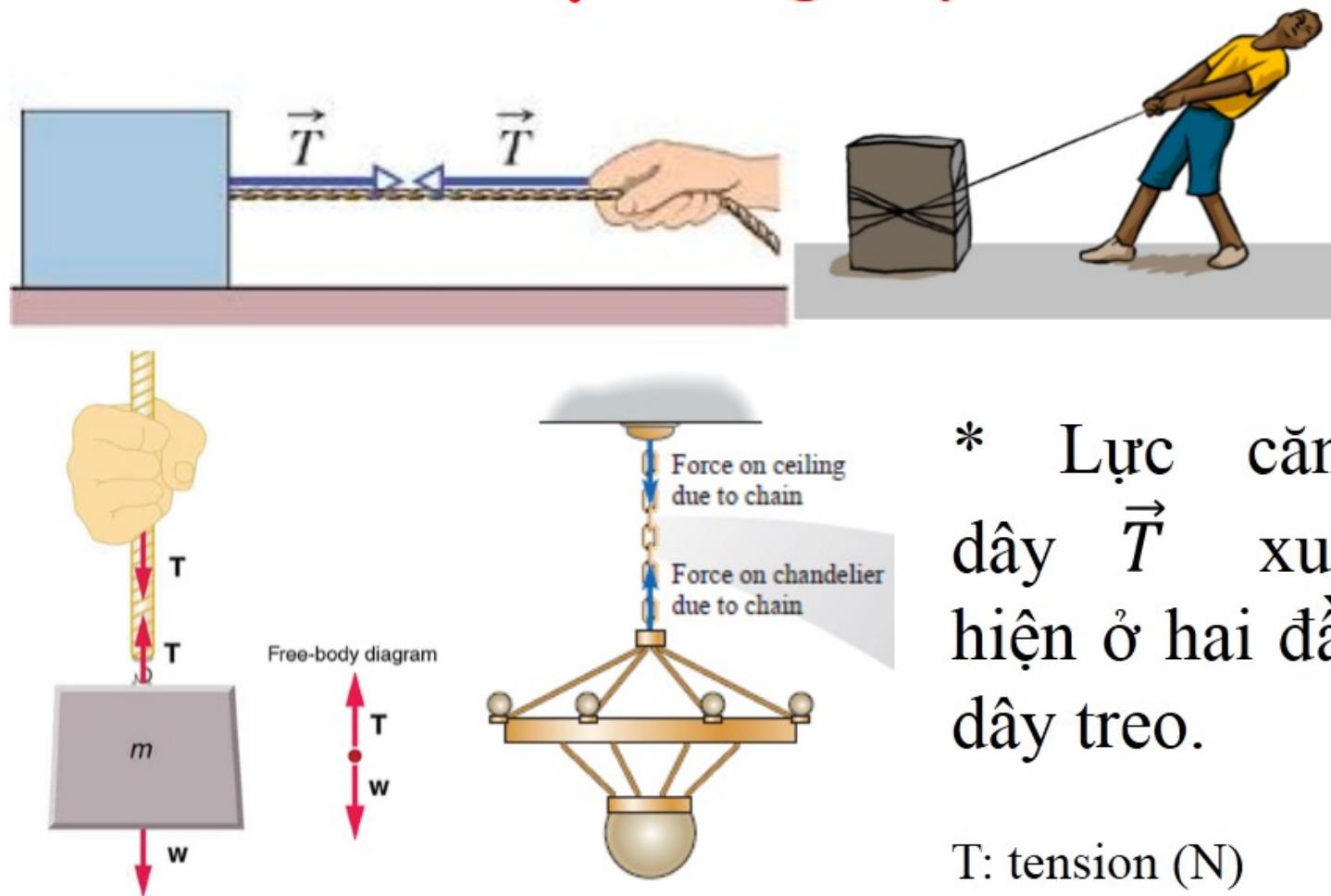
Coefficients of Friction

	μ_s	μ_k
Rubber on concrete	1.0	0.8
Steel on steel	0.74	0.57
Aluminum on steel	0.61	0.47
Glass on glass	0.94	0.4
Copper on steel	0.53	0.36
Wood on wood	0.25–0.5	0.2
Waxed wood on wet snow	0.14	0.1
Waxed wood on dry snow	—	0.04
Metal on metal (lubricated)	0.15	0.06
Teflon on Teflon	0.04	0.04
Ice on ice	0.1	0.03
Synovial joints in humans	0.01	0.003

Note: All values are approximate. In some cases, the coefficient of friction can exceed 1.0.

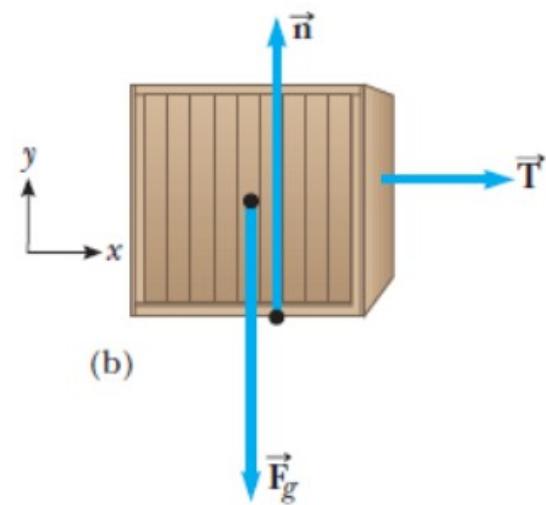
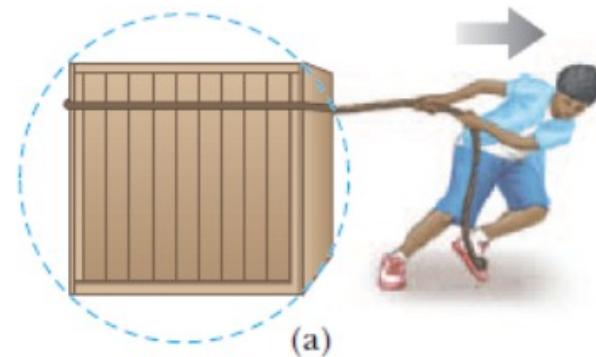
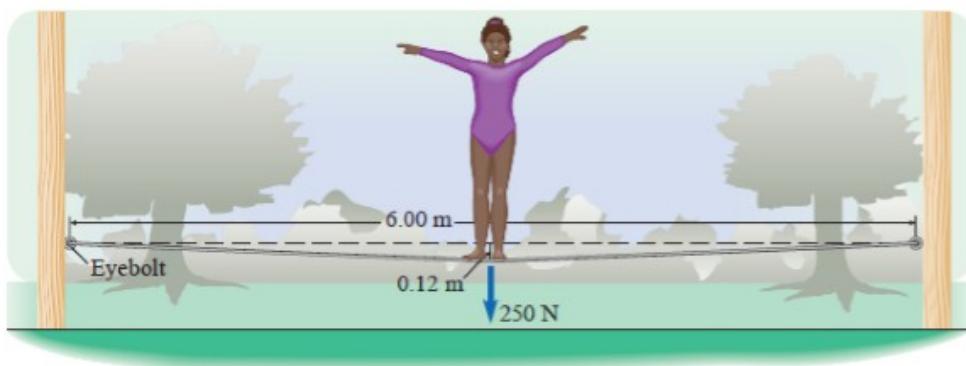
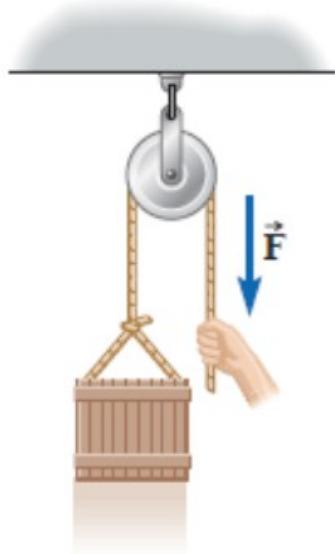
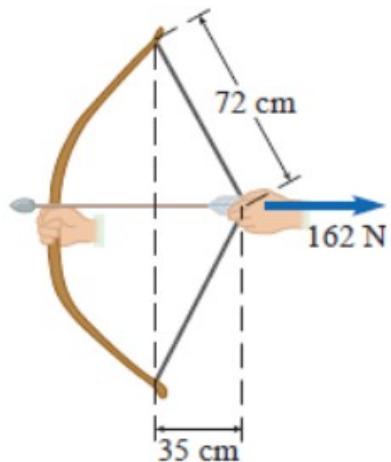
MỘT SỐ LỰC TRONG CƠ HỌC

2.3.4. Lực căng dây: \vec{T}



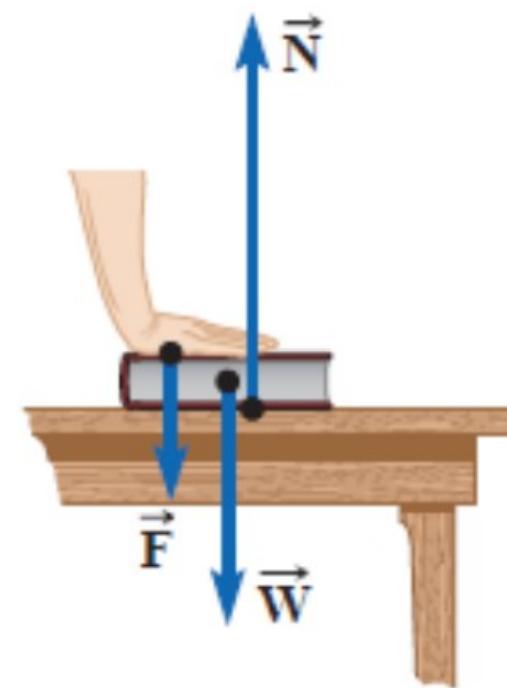
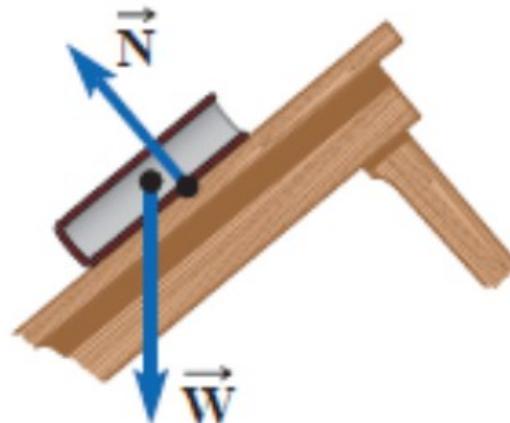
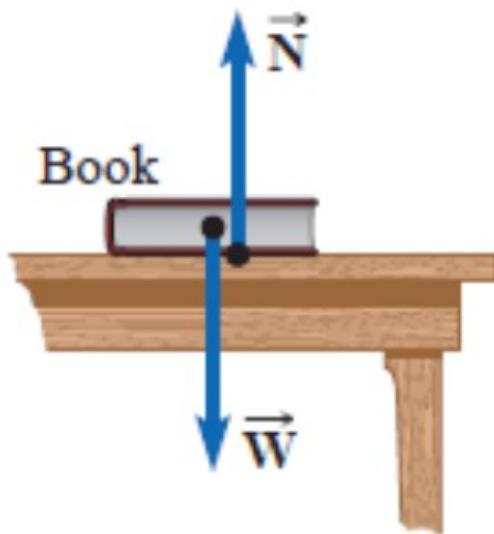
* Lực căng
dây \vec{T} xuất
hiện ở hai đầu
dây treo.

T: tension (N)



MỘT SỐ LỰC TRONG CƠ HỌC

2.3.5. Phản lực (\vec{N})

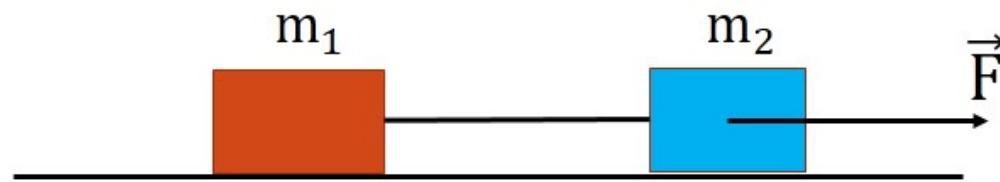


\vec{N} : normal force

MỘT SỐ BÀI TẬP ÁP DỤNG

Bài tập 2-2 trang 52 Sách bài học Thầy Nguyễn Thành Văn

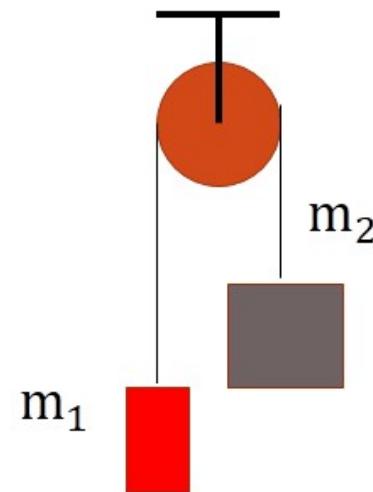
Cho hệ như hình vẽ. Các vật $m_1 = 4 \text{ kg}$ và $m_2 = 6 \text{ kg}$ được nối với nhau bằng một sợi dây nhẹ không co dãn. Kéo m_2 bằng một lực F theo phương ngang sao cho hệ chuyển động với gia tốc $a = 0,5 \text{ m/s}^2$. Hệ số ma sát giữa các vật với mặt phẳng ngang bằng nhau. Tính hệ số ma sát và lực căng dây. Biết $F = 22 \text{ N}$, cho $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.



Bài tập 2-7 trang 54 Sách bài học Thầy Nguyễn Thành Văn

Cho hệ như hình vẽ. Các vật m_1 và m_2 ($m_2 > m_1$) được nối với nhau bằng một dây nhẹ, không co giãn, vắt qua một ròng rọc. Bỏ qua khối lượng của ròng rọc và ma sát ở trục ròng rọc.

- Sau thời gian $t = 5$ s kể từ lúc thả cho các vật chuyển động thì m_2 đi được quãng đường là $s = 4$ m. Tính gia tốc và vận tốc các vật lúc đó ($t = 5$ s). Cho $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.
- Tính lực căng dây và khối lượng m_1 (biết $m_2 = 32 \text{ kg}$)



Bài tập 2-6 trang 53 Sách bài học Thầy Nguyễn Thành Văn

Cho hai vật m_1 và m_2 với $m_1 = m_2 = 1 \text{ kg}$. Bỏ qua ma sát, khối lượng của hai ròng rọc và dây. Xác định gia tốc của vật m_1 và của vật m_2 , lực căng của sợi dây.

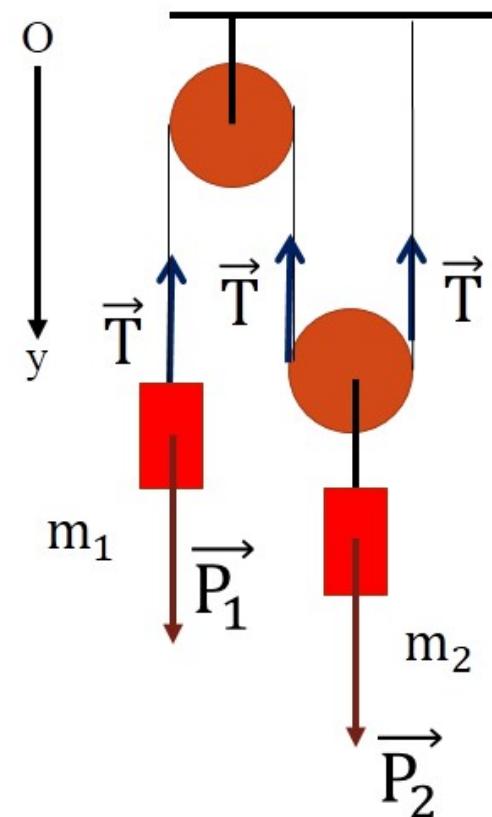
Giả sử vật m_1 đi xuống. Cho $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

$$s_2 = \frac{1}{2} a_2 t^2$$

$$s_1 = \frac{1}{2} a_1 t^2$$

$$s_1 = 2s_2$$

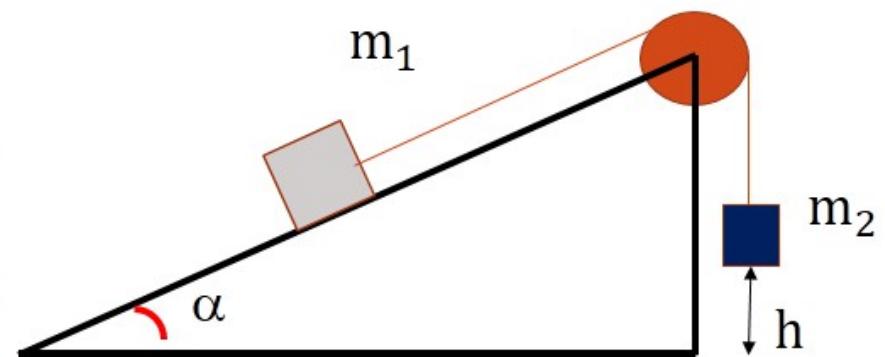
Ta có: $a_1 = 2a_2$ (3)



Bài tập 2-3 trang 52 Sách bài học Thầy Nguyễn Thành Văn

Cho hệ cơ học như hình vẽ, vật $m_1 = 2 \text{ kg}$ và $m_2 = 3 \text{ kg}$ nối với sợi dây vắt qua ròng rọc, dây và ròng rọc có khối lượng không đáng kể, m_1 nằm trên mặt phẳng nghiêng có hệ số ma sát $k = 1/2\sqrt{3}$ và góc hợp bởi mặt phẳng nghiêng và phẳng ngang là $\alpha = 30^\circ$. Cho $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

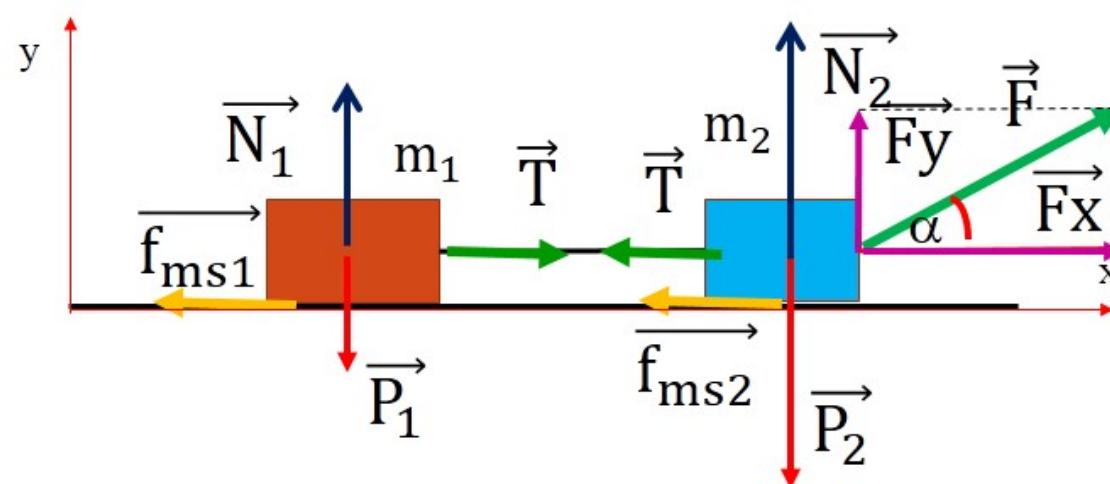
- Thả vật m_2 chuyển động không vận tốc đầu. Tính gia tốc hệ và sức căng của dây.
- Lúc đầu vật m_2 cách mặt đất $h = 6 \text{ m}$. Tính thời gian từ lúc m_2 chuyển động cho đến khi chạm đất. Sau khi m_2 chạm đất, vật m_1 đi lên theo mặt phẳng nghiêng một đoạn bao nhiêu rồi dừng lại? (và đi xuống).



Bài tập 2.5 trang 64 Sách BT Thầy Nguyễn Thành Văn (BT làm thêm)

Cho hệ cơ học như hình vẽ, vật $m_1 = 1 \text{ kg}$ và $m_2 = 2 \text{ kg}$, $k_1 = k_2 = 0,1$, $F = 6 \text{ N}$, $\alpha = 30^\circ$. Cho $g = 10 \text{ m/s}^2$. Tính gia tốc chuyển động và lực căng dây.

ĐS: $a = 0,8 \text{ m/s}^2$; $T = 1,8 \text{ N}$

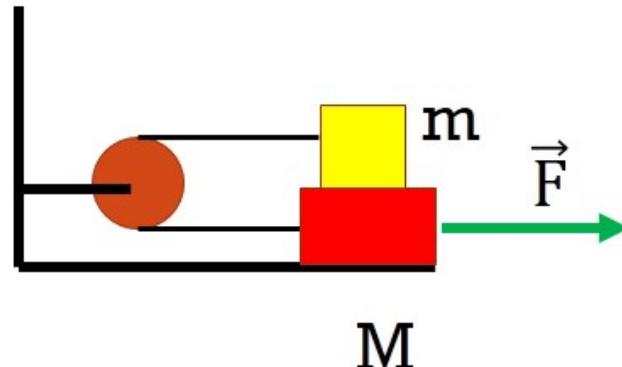


Bài tập 2.2 trang 63 Sách BT Thầy Nguyễn Thành Văn (BT làm thêm)

Cho hệ cơ học như hình vẽ, vật $m = 1 \text{ kg}$, $M = 2 \text{ kg}$. Hệ số ma sát giữa m và M là $k = 0,5$. Bỏ qua ma sát giữa M và sàn, coi khối lượng ròng rọc và dây không đáng kể, coi dây là không dãn, lấy $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. Khi hệ chuyển động với **gia tốc $a = g/2$** . Tính lực kéo tác dụng vào vật M và lực căng các sợi dây.

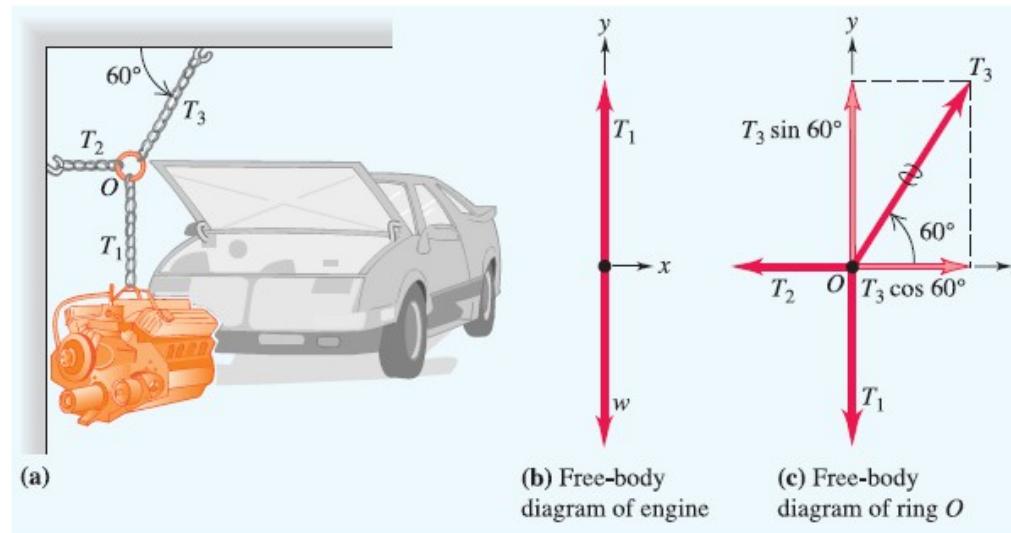
$$\text{ĐS: } F = a(M+m) + 2kmg$$

$$T = ma + kmg$$

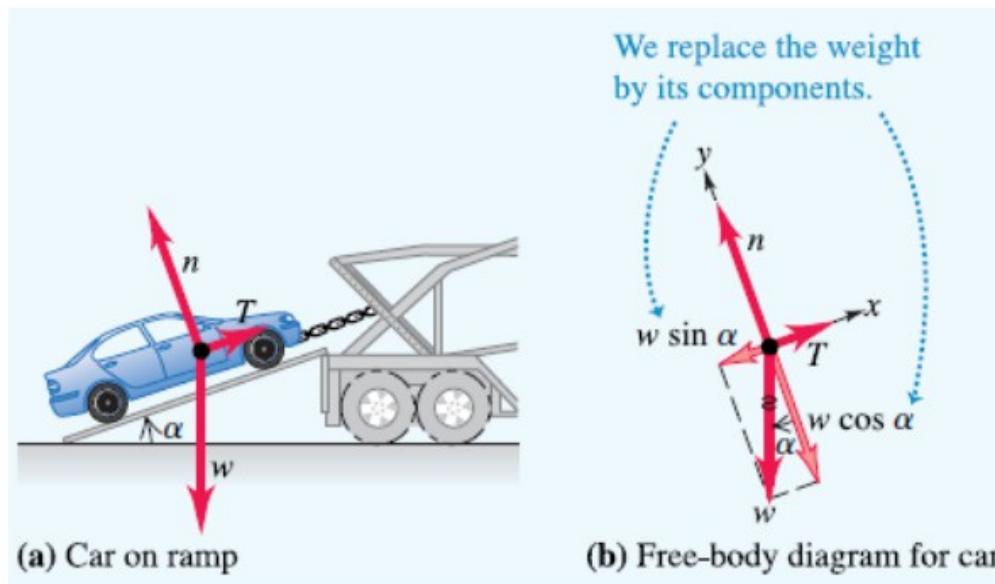


BÀI TẬP LÀM THÊM

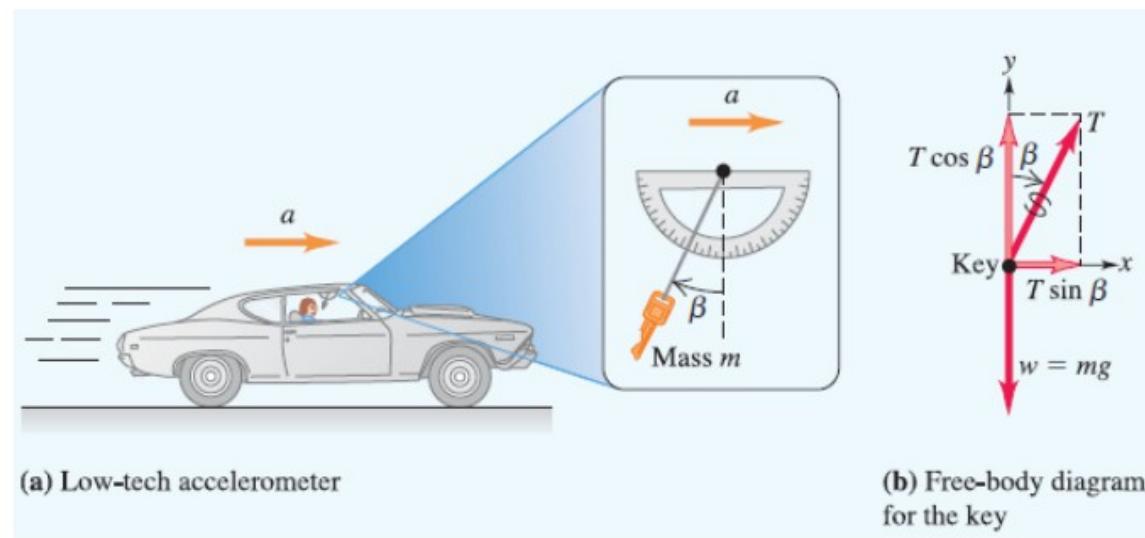
1. In Figure, a car engine with weight w hangs from a chain that is linked at point O to two other chains, one fastened to the ceiling and the other to the wall. Find the tension in each of the three chains, assuming that w is given ($w = 2200 \text{ N}$) and the weights of the chains themselves are negligible.



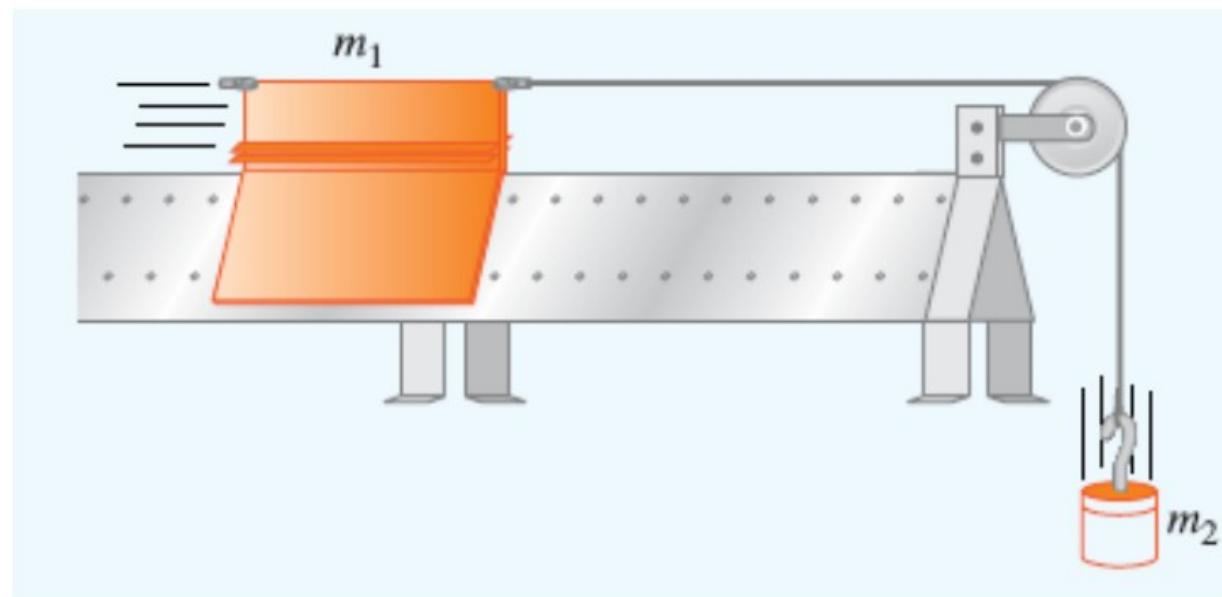
2. A car with a weight of 1.76×10^4 N rests on the ramp of a trailer. The car's brakes and transmission lock are released; only the cable prevents the car from rolling backward off the trailer. The ramp makes an angle of 26.0° with the horizontal. Find the tension in the cable and the force with which the ramp pushes on the car's tires.



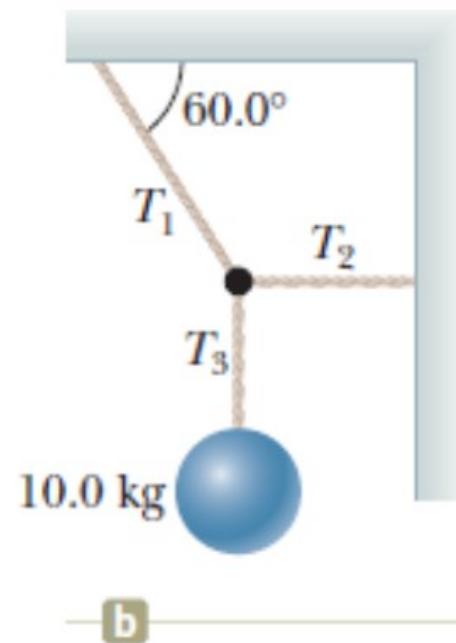
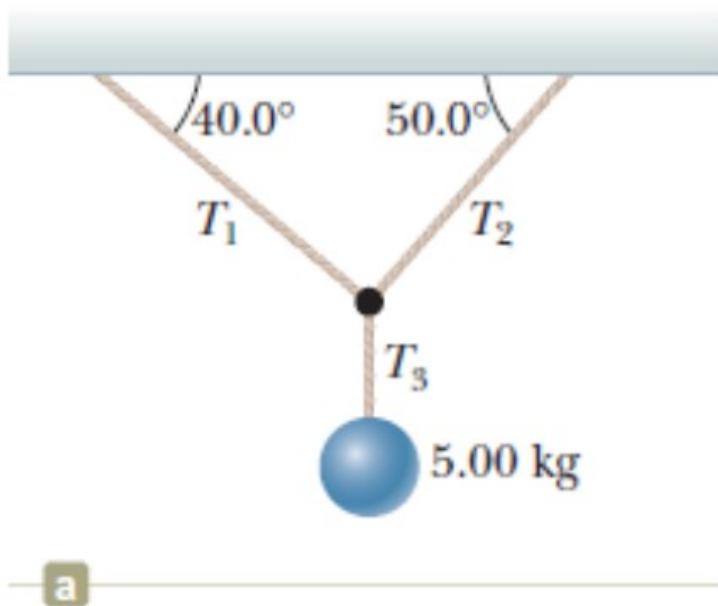
3. You tape one end of a piece of string to the ceiling light of your car and hang a key with mass m to the other end. A protractor taped to the light allows you to measure the angle the string makes with the vertical. Your friend drives the car while you make measurements. When the car has a constant acceleration with magnitude a toward the right, the string hangs at rest (relative to the car), making an angle β with the vertical. **(a)** Derive an expression for the acceleration a in terms of the mass m and the measured angle **(b)** In particular, what is a when $\beta = 45^\circ$? When $\beta = 0^\circ$?



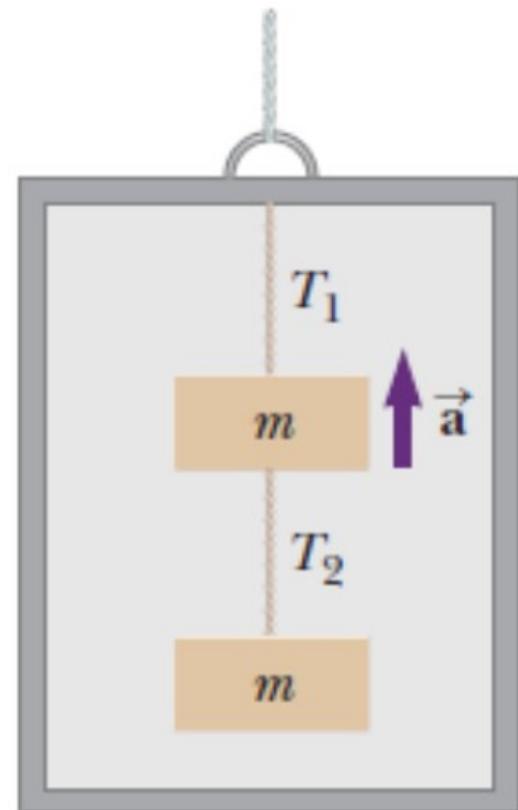
4. Figure shows a glider with mass that moves on a level, frictionless air track in a physics lab. It is connected by a string passing over a small frictionless pulley to a hanging weight with total mass. The string is light and flexible, and it doesn't stretch. Find the acceleration of each object and the tension in the string.



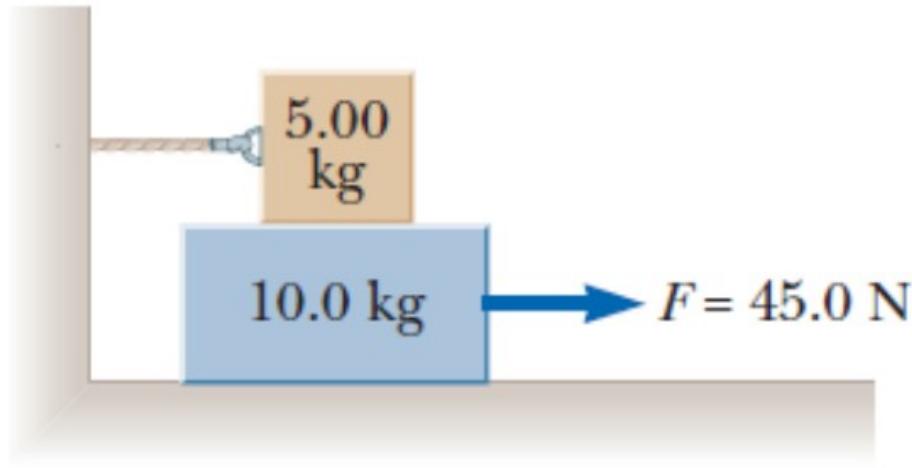
5. Figure shows loads hanging from the ceiling of an elevator that is moving at constant velocity. Find the tension in each of the three strands of cord supporting each load.



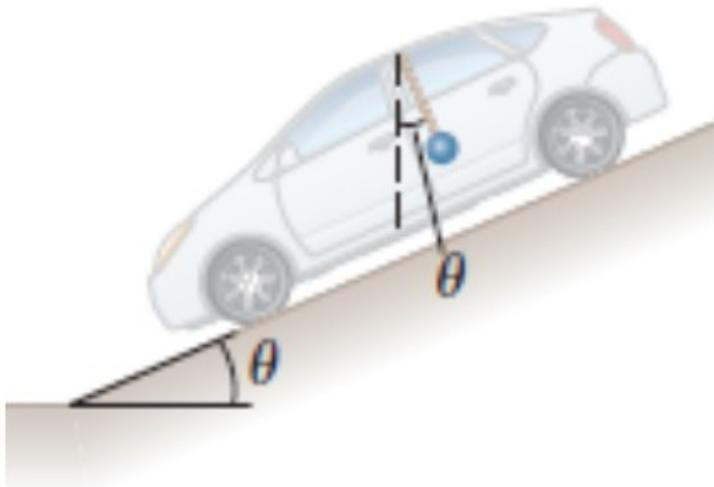
6. Two blocks, each of mass $m = 3.50 \text{ kg}$, are hung from the ceiling of an elevator as in Figure. (a) If the elevator moves with an upward acceleration \mathbf{a} of magnitude 1.60 m/s^2 , find the tensions T_1 and T_2 in the upper and lower strings. (b) If the strings can withstand a maximum tension of 85.0 N , what maximum acceleration can the elevator have before a string breaks?



7. A 5.00-kg block is placed on top of a 10.0-kg block (Figure). A horizontal force of 45.0 N is applied to the 10-kg block, and the 5.00-kg block is tied to the wall. The coefficient of kinetic friction between all moving surfaces is 0.200. (a) Draw a free-body diagram for each block and identify the action-reaction forces between the blocks. (b) Determine the tension in the string and the magnitude of the acceleration of the 10.0-kg block.



8. A car accelerates down a hill (Figure), going from rest to 30.0 m/s in 6.00 s. A toy inside the car hangs by a string from the car's ceiling. The ball in the figure represents the toy, of mass 0.100 kg. The acceleration is such that the string remains perpendicular to the ceiling. Determine (a) the angle θ and (b) the tension in the string.



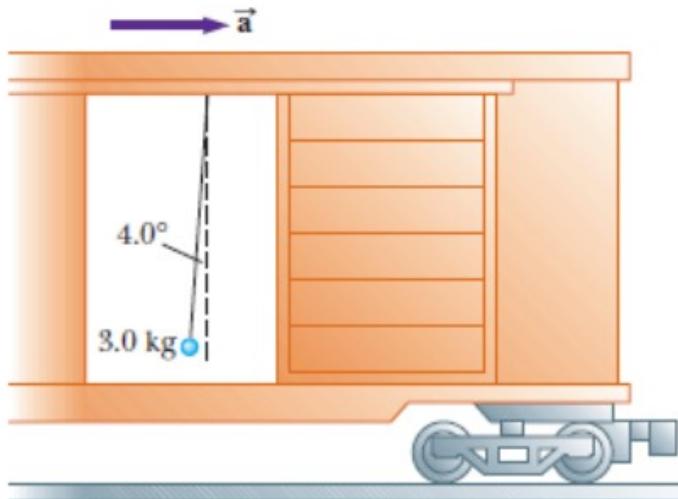
9. A 5.0-kg penguin sits on a 10-kg sled, as shown in Figure. A horizontal force of 45 N is applied to the sled, but the penguin attempts to impede the motion by holding onto a cord attached to a wall. The coefficient of kinetic friction between the sled and the snow, as well as that between the sled and the penguin, is 0.20. (a) Draw a free-body diagram for the penguin and one for the sled, and identify the reaction force for each force you include. Determine (b) the tension in the cord and (c) the acceleration of the sled.

$$T = 8.8 \text{ N}$$

$$a = 1.06 \text{ m/s}^2$$



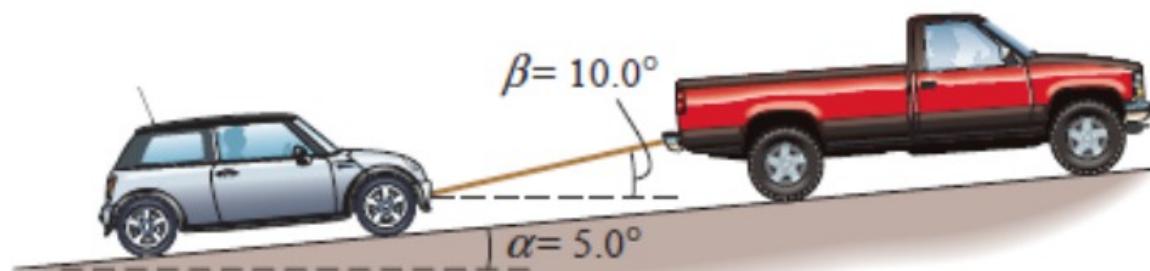
10. A 3.0-kg object hangs at one end of a rope that is attached to a support on a railroad car. When the car accelerates to the right, the rope makes an angle of 4° with the vertical, as shown in Figure. Find the acceleration of the car.



$$a = 0.68 \text{ m/s}^2$$

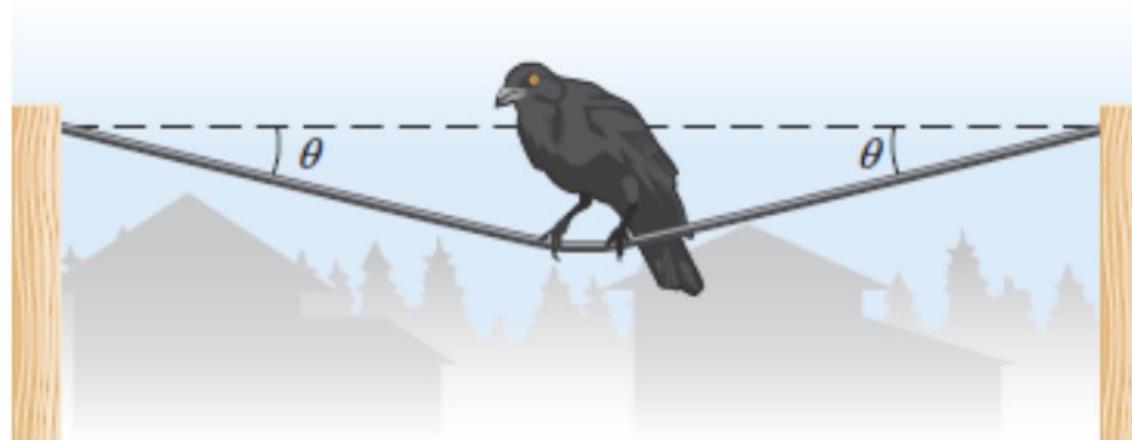


11. A truck is towing a 1000-kg car at a constant speed up a hill that makes an angle of $\alpha = 5.0^\circ$ with respect to the horizontal. A rope is attached from the truck to the car at an angle of $\beta = 10.0^\circ$ with respect to horizontal. Ignore any friction in this problem. (a) Draw an FBD showing all the forces on the car. Indicate the angle that each force makes with either the vertical or horizontal direction. (b) What is the tension in the rope?

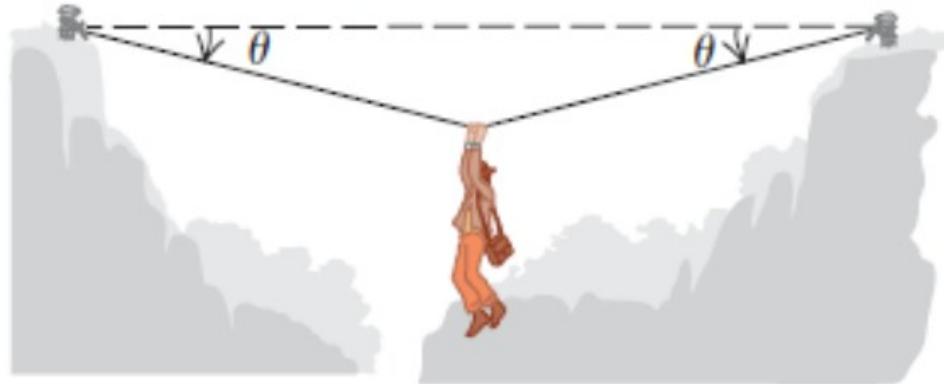


b) 860 N

12. A crow perches on a clothesline midway between two poles. Each end of the rope makes an angle of θ below the horizontal where it connects to the pole. If the weight of the crow is W , what is the tension in the rope? Ignore the weight of the rope.



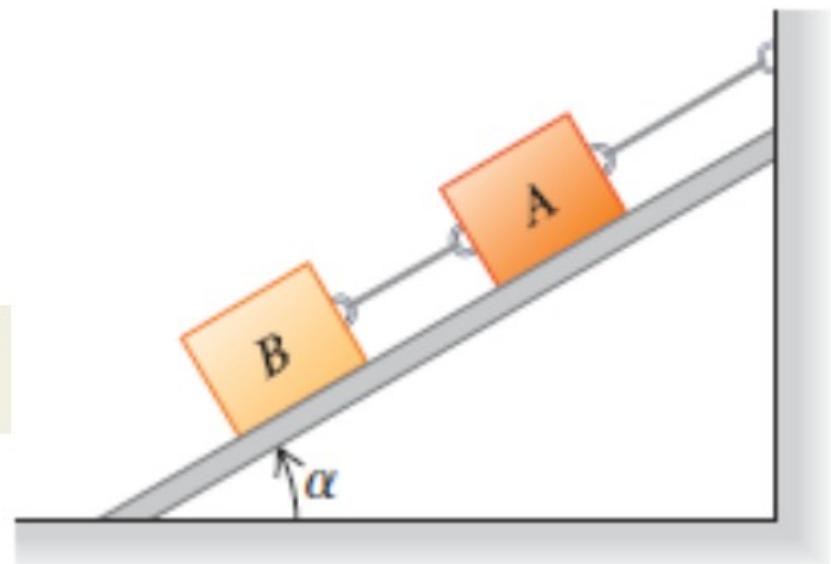
13. An adventurous archaeologist crosses between two rock cliffs by slowly going hand over hand along a rope stretched between the cliffs. He stops to rest at the middle of the rope (Figure). The rope will break if the tension in it exceeds 2.5×10^4 N. Our hero's mass is 90.0 kg. (a) If the angle θ is 10° find the tension in the rope. Start with a free-body diagram of the archaeologist. (b) What is the smallest value the angle θ can have if the rope is not to break?



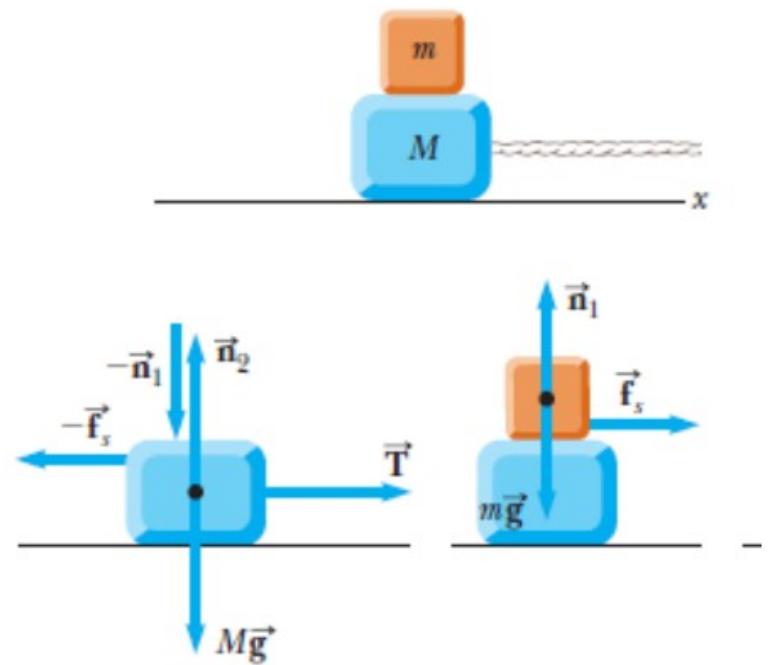
(a) 2.54×10^3 N (b) 1.01°

14. Two blocks, each with weight w , are held in place on a frictionless incline as shown in Figure. In terms of w and the angle of the incline, calculate the tension in (a) the rope connecting the blocks and (b) the rope that connects block A to the wall. (c) Calculate the magnitude of the force that the incline exerts on each block.

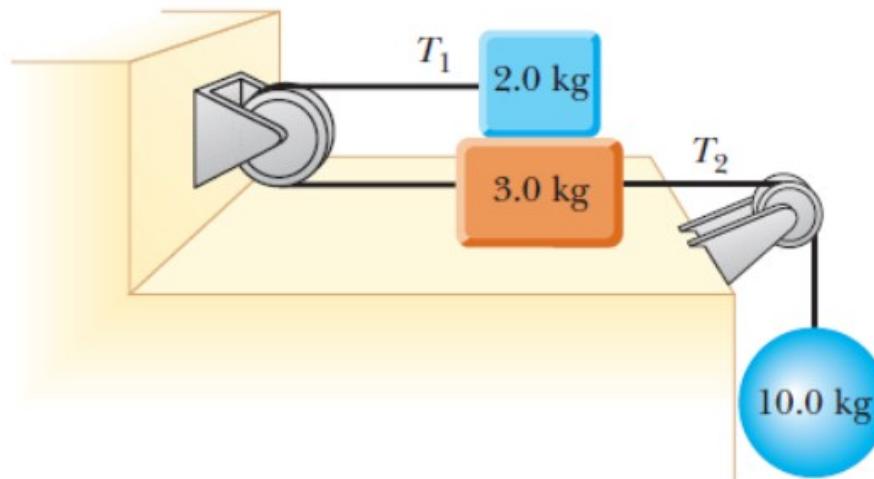
(a) $w\sin\alpha$ (b) $2w\sin\alpha$ (c) $w\cos\alpha$ for each block



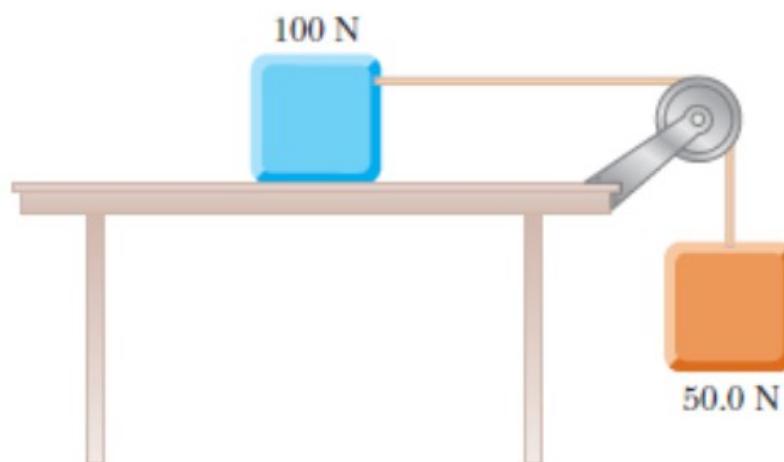
15. A block of mass 5.00 kg rides on top of a second block of mass 10.0 kg. A person attaches a string to the bottom block and pulls the system horizontally across a frictionless surface, as in Figure. Friction between the two blocks keeps the 5.00-kg block from slipping off. If the coefficient of static friction is 0.350, what maximum force can be exerted by the string on the 10.0-kg block without causing the 5.00-kg block to slip?



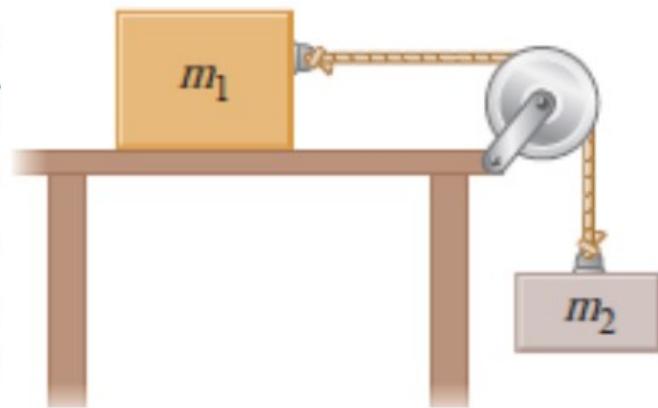
16. In Figure, the coefficient of kinetic friction between the two blocks shown is 0.30. The surface of the table and the pulleys are frictionless. (a) Draw a free body diagram for each block. (b) Determine the acceleration of each block. (c) Find the tension in the strings.



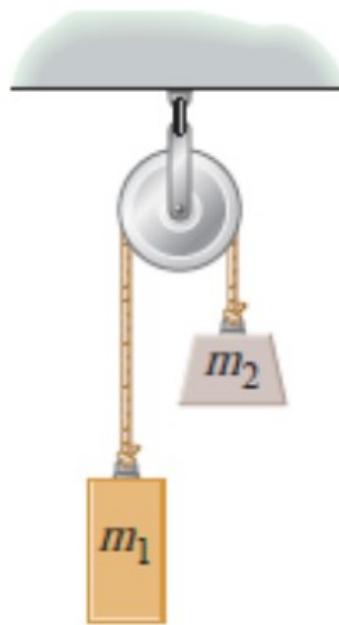
17. (a) What is the minimum force of friction required to hold the system of Figure in equilibrium? (b) What coefficient of static friction between the 100-N block and the table ensures equilibrium? (c) If the coefficient of kinetic friction between the 100-N block and the table is 0.250, what hanging weight should replace the 50.0-N weight to allow the system to move at a constant speed once it is set in motion?



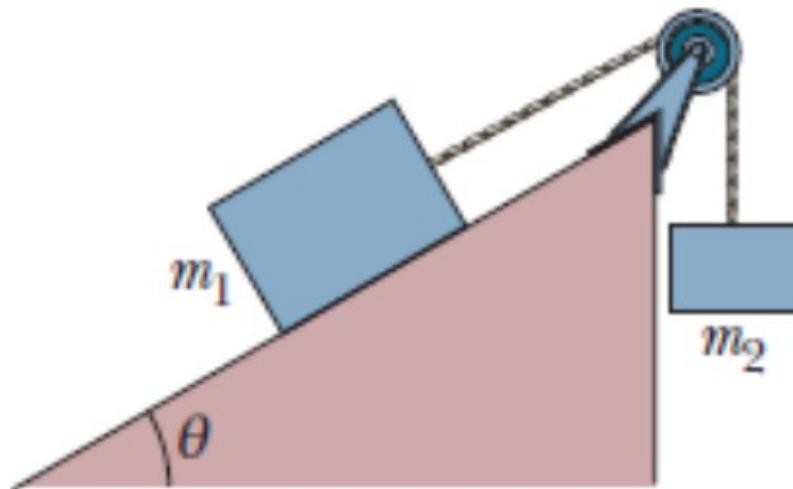
19. A block of mass $m_1 = 3.0 \text{ kg}$ rests on a frictionless horizontal surface. A second block of mass $m_2 = 2.0 \text{ kg}$ hangs from an ideal cord of negligible mass that runs over an ideal pulley and then is connected to the first block. The blocks are released from rest. (a) Find the acceleration of the two blocks after they are released. (b) What is the velocity of the first block 1.2 s after the release of the blocks, assuming the first block does not run out of room on the table and the second block does not land on the floor? (c) How far has block 1 moved during the 1.2-s interval? (d) What is the displacement of the blocks from their initial positions 0.40 s after they are released?



20. Two blocks are connected by a lightweight, flexible cord that passes over a frictionless pulley. If $m_1 = 3.6 \text{ kg}$ and $m_2 = 9.2 \text{ kg}$, and block 2 is initially at rest 140 cm above the floor, how long does it take block 2 to reach the floor?



21. A block of mass $m_1 = 3.70 \text{ kg}$ on a frictionless plane inclined at angle $\theta = 30.0^\circ$ is connected by a cord over a massless, frictionless pulley to a second block of mass $m_2 = 2.30 \text{ kg}$. What are (a) the magnitude of the acceleration of each block, (b) the direction of the acceleration of the hanging block, and (c) the tension in the cord?



22. A 10.0-kg watermelon and a 7.00 kg pumpkin are attached to each other via a cord that wraps over a pulley, as shown. Friction is negligible everywhere in this system. (a) Find the accelerations of the pumpkin and the watermelon. Specify magnitude and direction. (b) If the system is released from rest, how far along the incline will the pumpkin travel in 0.30 s? (c) What is the speed of the watermelon after 0.20 s?

