

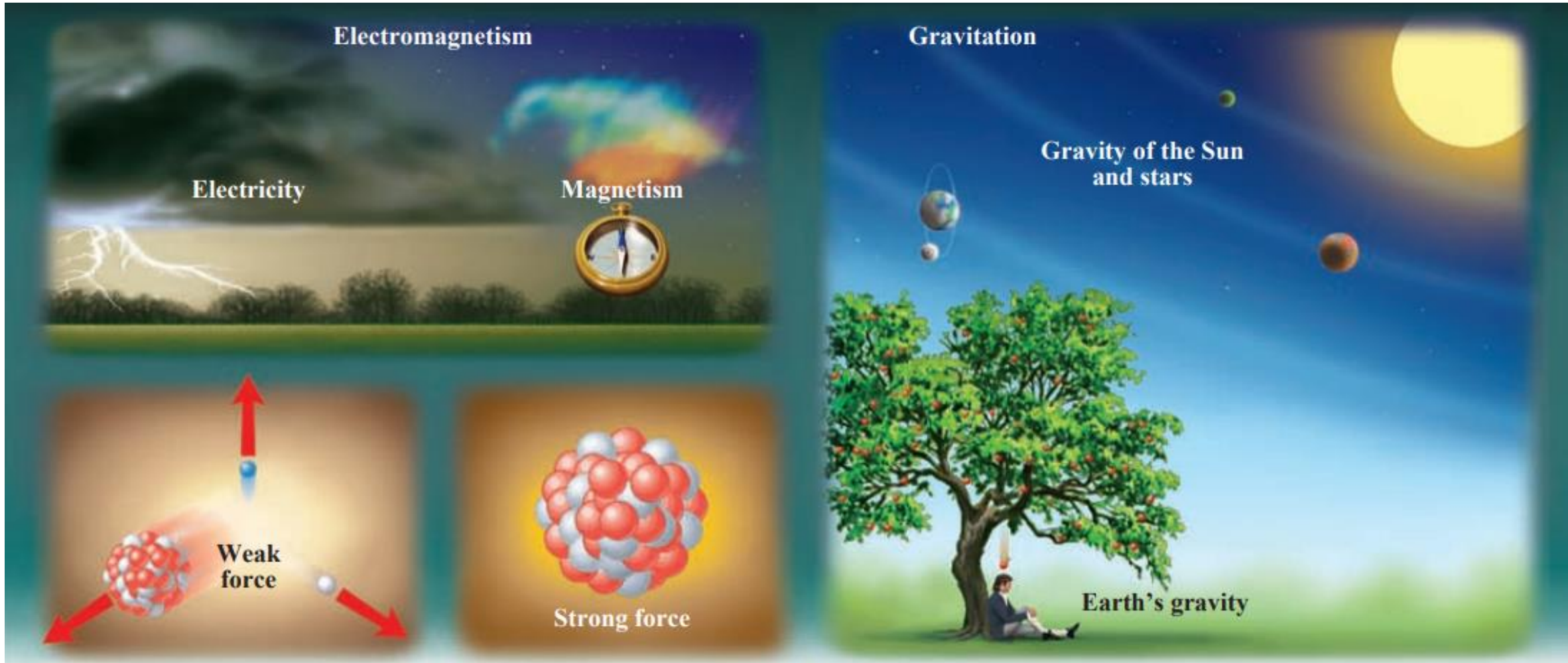
Chapter 5

The Laws of Motion

Các định Luật về chuyển động

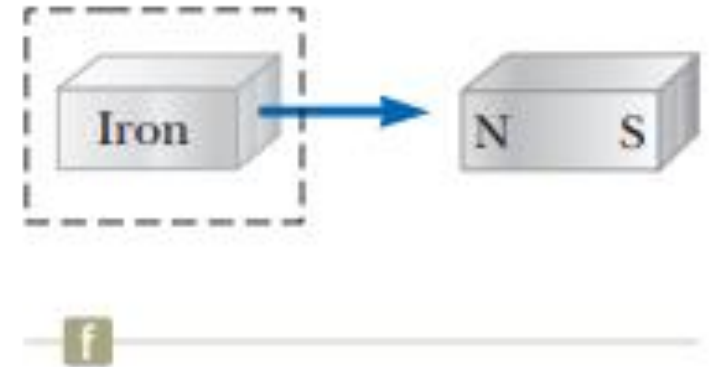
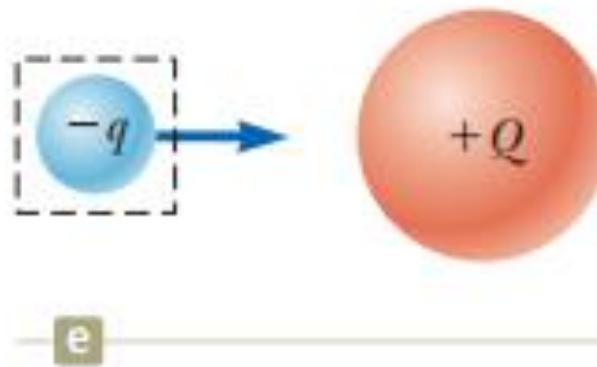
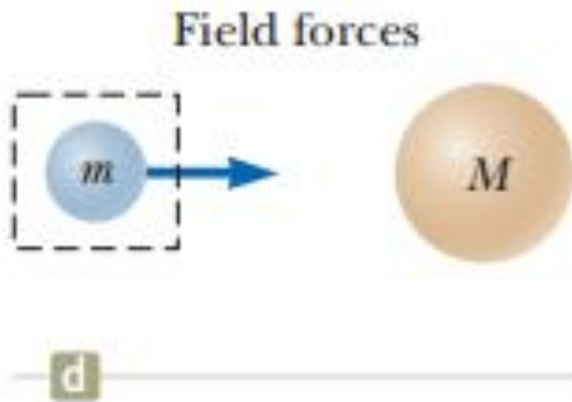
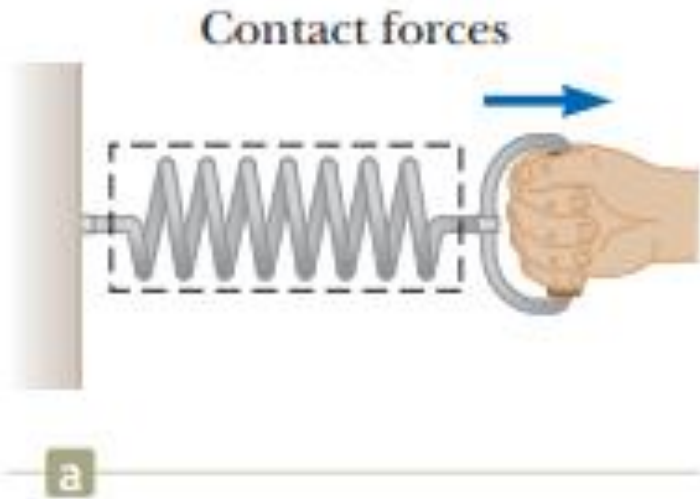
1-The Concept of Force

Four Fundamental forces in Nature



- (1) *Gravitational* → forces **between** objects
- (2) *Electromagnetic* → forces **between** electric charges
- (3) *Nuclear Strong forces* → **between** subatomic particles
- (4) *Nuclear Weak forces* → that arise in certain radioactive decay processes

1-The Concept of Force



2-Newton's Laws

A. Newton's first law

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

→ *Inertia* – The tendency to resist any attempt to change its velocity

B. Newton's second law

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

1. *Mass* – measure of inertia
2. *Force* – causes a change in motion of an object

→ Dynamics Equations

C. Newton's second law

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

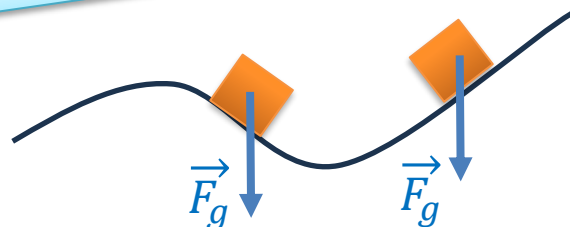
1. Forces *always* occur in pairs.
2. The action & reaction forces must act on different objects and be of the same type

D. Newton's Law of Universal Gravitation

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

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

The attractive force exerted by the Earth on an object



The Gravitational Force

$$F_{g(O-E)} = G \frac{M_E}{(R_E + h)^2} \cdot m$$

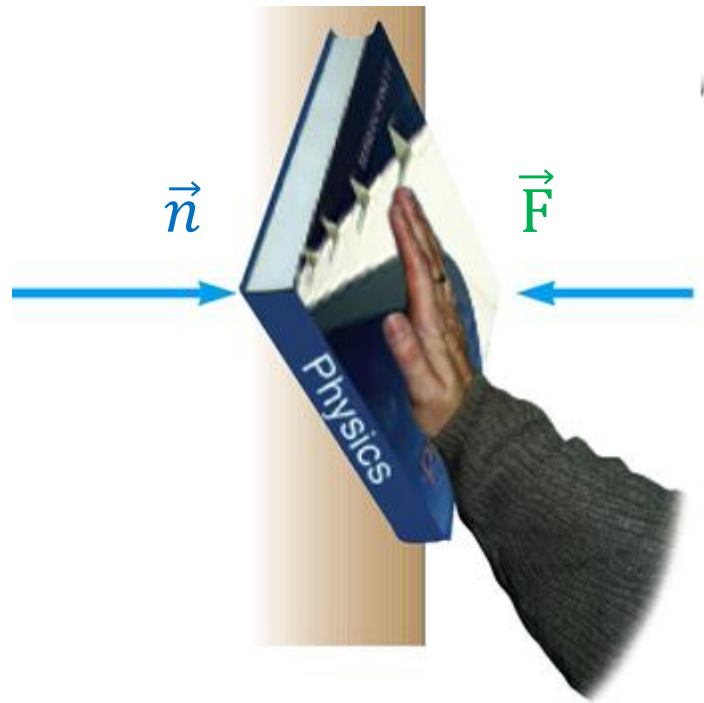
Free-fall acceleration or Gravitational acceleration

$$g = G \frac{M_E}{(R_E + h)^2}$$

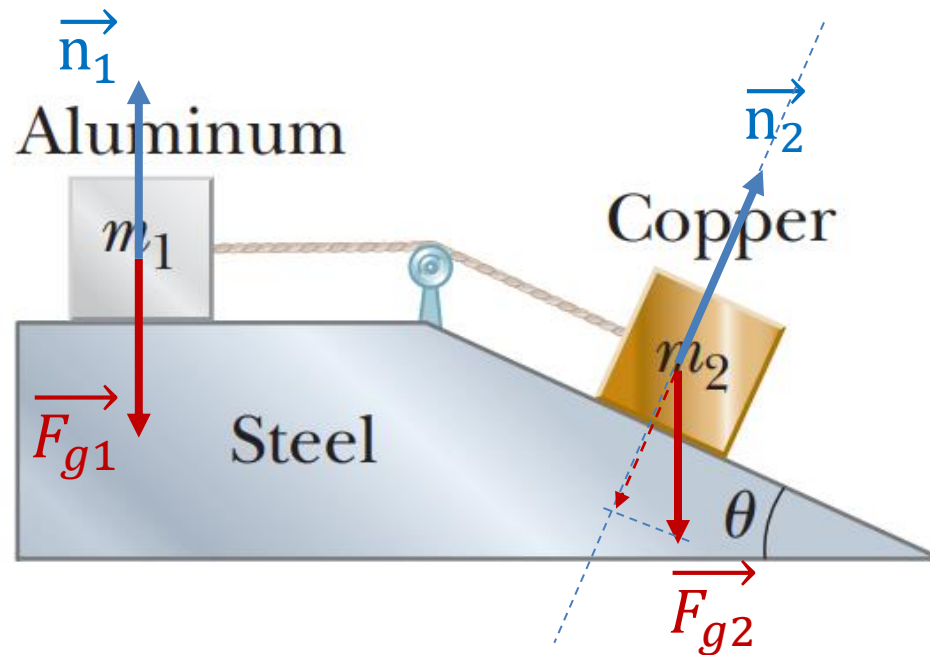
$$F_g = mg \rightarrow \vec{F}_g = m \vec{g}$$

3- Contact forces

A. Normal Force \vec{n} \rightarrow Perpendicular to contact surface

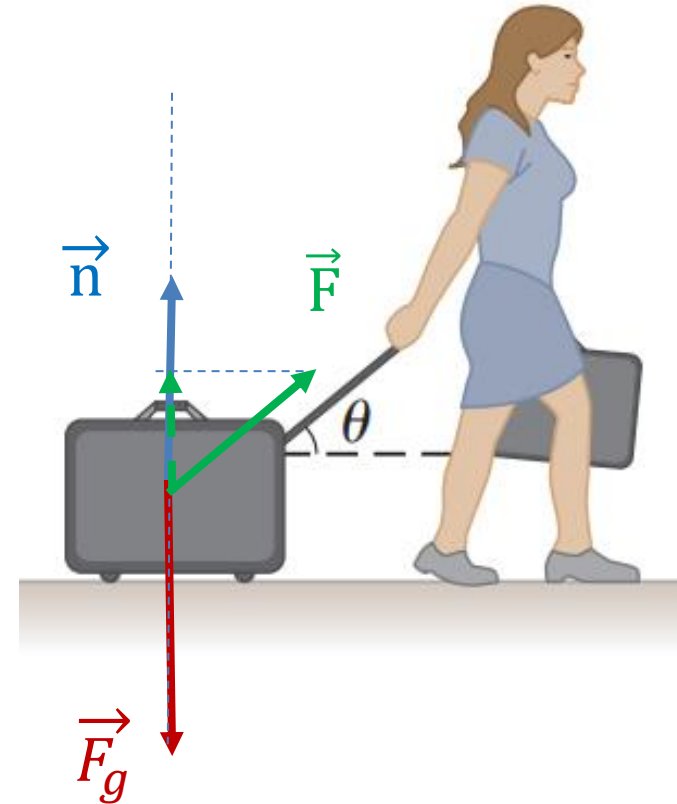


$$n = F$$



$$n_1 = F_{g1} = m_1 g$$

$$n_2 = F_{g2} \cos \theta$$



$$n + F \sin \theta - F_g = 0$$

$$\rightarrow n = mg - F \sin \theta$$

3- Contact forces

A. Normal Force \vec{n}

→ Perpendicular to contact surface

B. Forces of Friction \vec{f}

→ Same direction to contact surface

C. Force of tension

→ Same direction to tension

i. Force of static friction

$$f_s \leq \mu_s \cdot n$$

μ_s coefficient of static friction

ii. Force of kinetic friction

$$f_k = \mu_k \cdot n$$

μ_k coefficient of kinetic friction

TABLE 5.1 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.

Quick Quiz 5.7

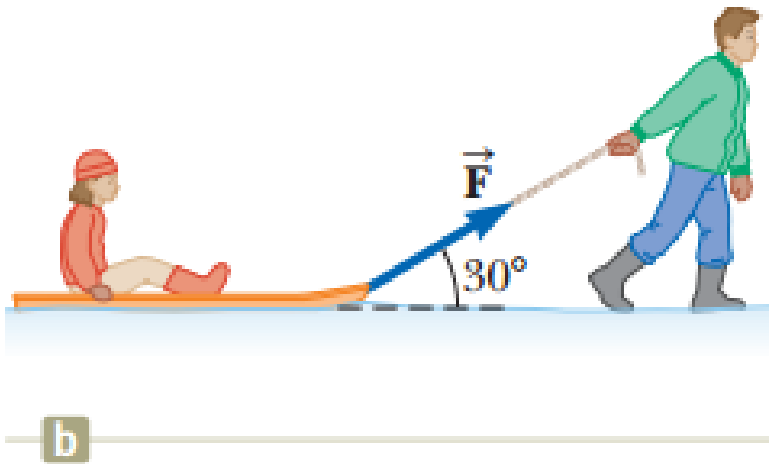
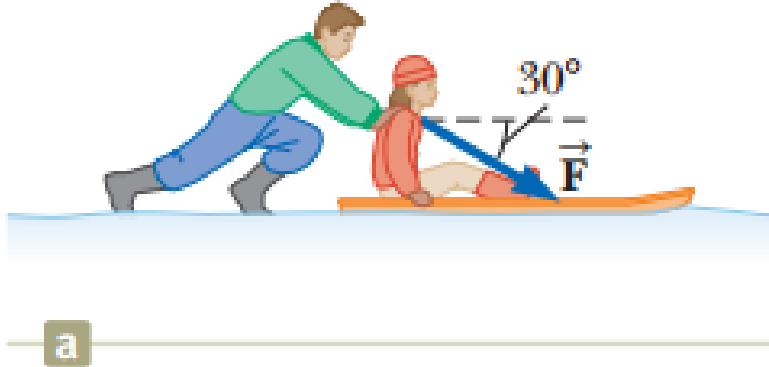
You are playing with your daughter in the snow. She sits on a sled and asks you to slide her across a flat, horizontal field. You have a choice of

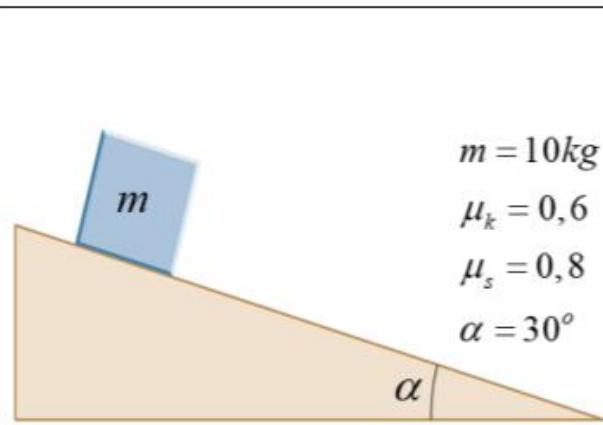
- (a) pushing her from behind by applying a force downward on her shoulders at 30° below the horizontal (Fig. a)
- (b) attaching a rope to the front of the sled and pulling with a force at 30° above the horizontal (Fig. b).

Which would be easier for you and why?

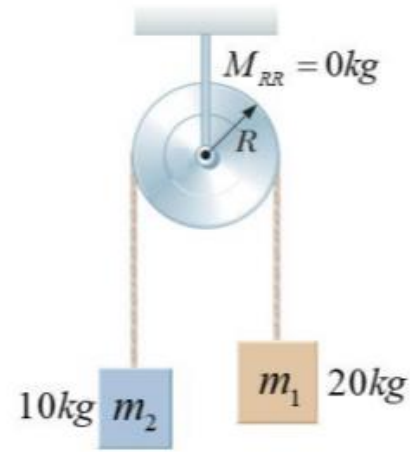
Em gái đang chơi trượt tuyết trên mặt phẳng nằm ngang. Bạn có 2 lựa chọn như hình bên: (a) đẩy cô ấy từ phía sau và (b) kéo cô ấy về phía trước với cùng độ lớn lực và phương của lực so với phương ngang.

Lựa chọn nào sẽ dễ dàng cho bạn hơn?

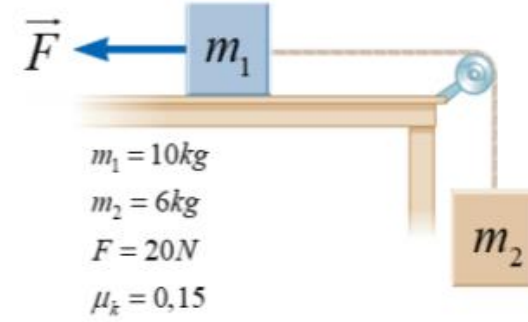




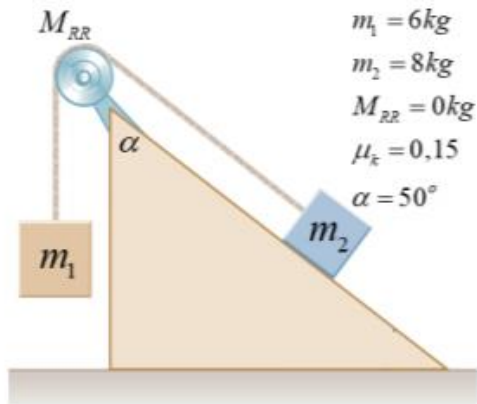
[1]



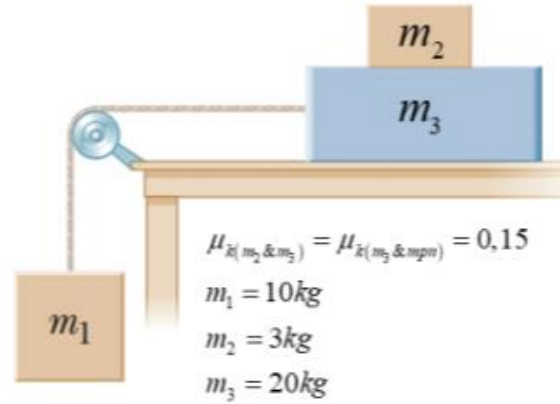
[2]



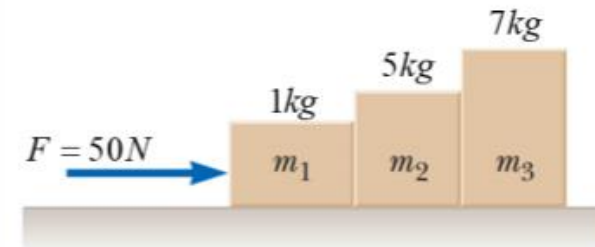
[3]



[4]

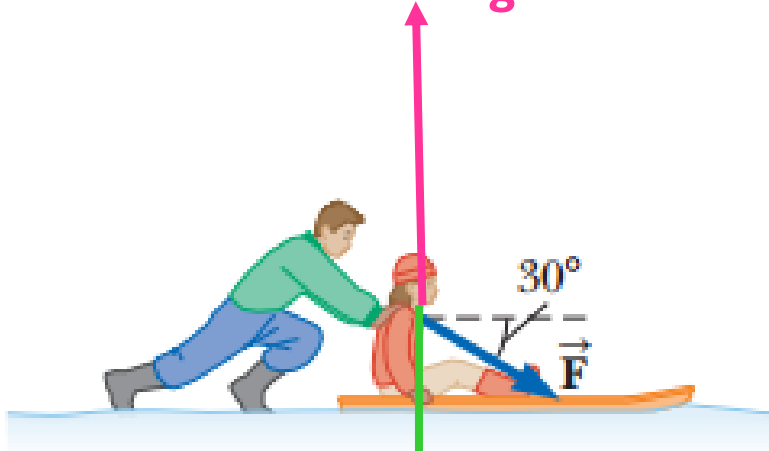


[5]

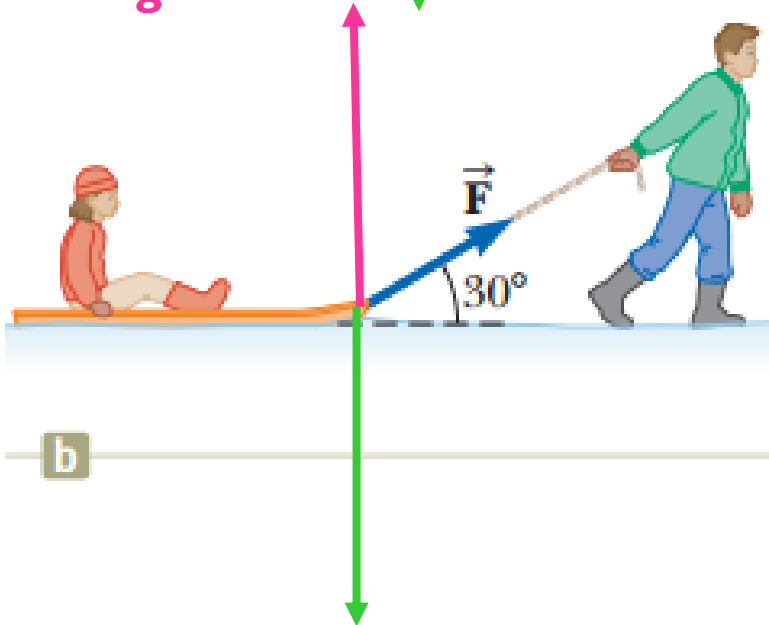


[6]

$$n = F_g + F \sin 30^\circ$$



$$n = F_g - F \sin 30^\circ$$



Quick Quiz 5.7

You are playing with your daughter in the snow. She sits on a sled and asks you to slide her across a flat, horizontal field. You have a choice of

- (a) pushing her from behind by applying a force downward on her shoulders at 30° below the horizontal (Fig. a)
- (b) attaching a rope to the front of the sled and pulling with a force at 30° above the horizontal (Fig. b).

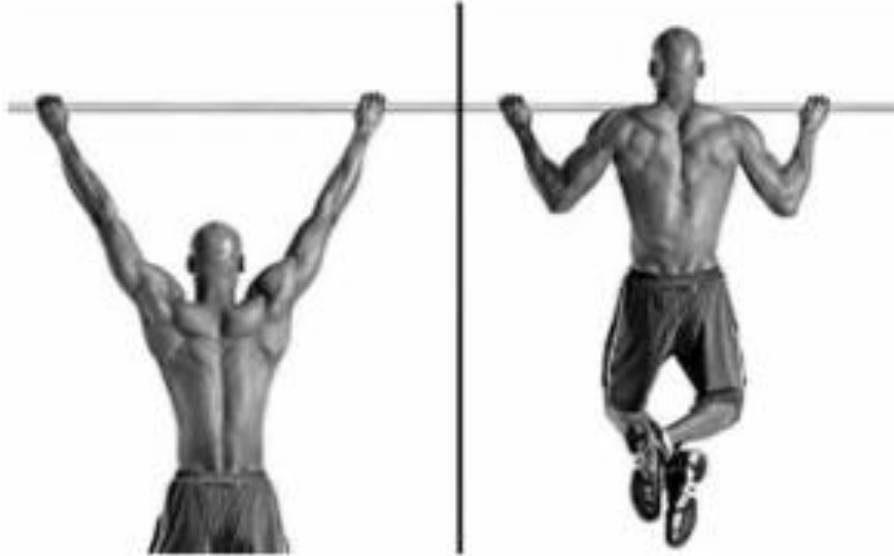
Which would be easier for you and why?

Em gái đang chơi trượt tuyết trên mặt phẳng nằm ngang. Bạn có 2 lựa chọn như hình bên: (a) đẩy cô ấy từ phía sau và (b) kéo cô ấy về phía trước với cùng độ lớn lực và phương của lực so với phương ngang. Lựa chọn nào sẽ dễ dàng cho bạn hơn?

15. Two forces, $\vec{F}_1 = (-6.00\hat{i} - 4.00\hat{j}) \text{ N}$ and $\vec{F}_2 = (-3.00\hat{i} + 7.00\hat{j}) \text{ N}$, act on a particle of mass 2.00 kg that is initially at rest at coordinates $(-2.00 \text{ m}, +4.00 \text{ m})$. (a) What are the components of the particle's velocity at $t = 10.0 \text{ s}$? (b) In what direction is the particle moving at $t = 10.0 \text{ s}$? (c) What displacement does the particle undergo during the first 10.0 s ? (d) What are the coordinates of the particle at $t = 10.0 \text{ s}$?

VD1: Hai lực tác dụng vào chất điểm 2 kg , ban đầu ở trạng thái nghỉ, với tọa độ ban đầu $(-2, +4) \text{ m}$.
(a) các thành phần của vận tốc lúc $t = 10 \text{ s}$,
(b) phương, chiều chuyển động lúc 10s ,
(c) độ dời từ $0 - 10 \text{ s}$ và
(d) tọa độ tại 10 s .

CHIN UPS



41. Figure P5.41 shows the speed of a person's body as he does a chin-up. Assume the motion is vertical and the mass of the person's body is 64.0 kg. Determine the force exerted by the chin-up bar on his body at (a) $t = 0$, (b) $t = 0.5$ s, (c) $t = 1.1$ s, and (d) $t = 1.6$ s.

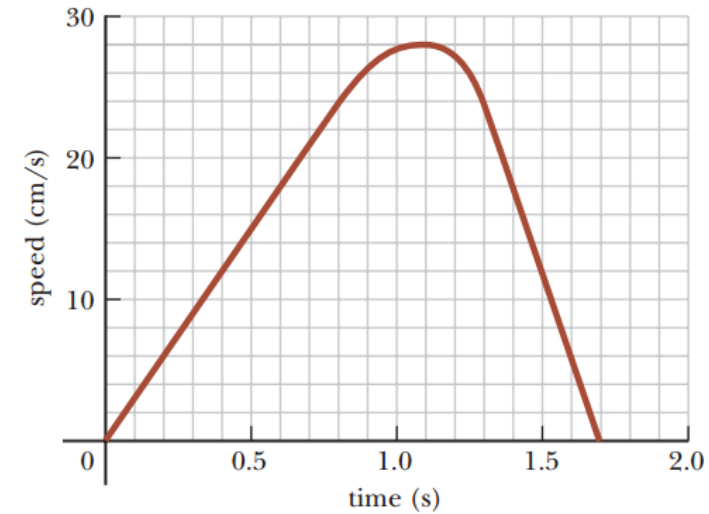
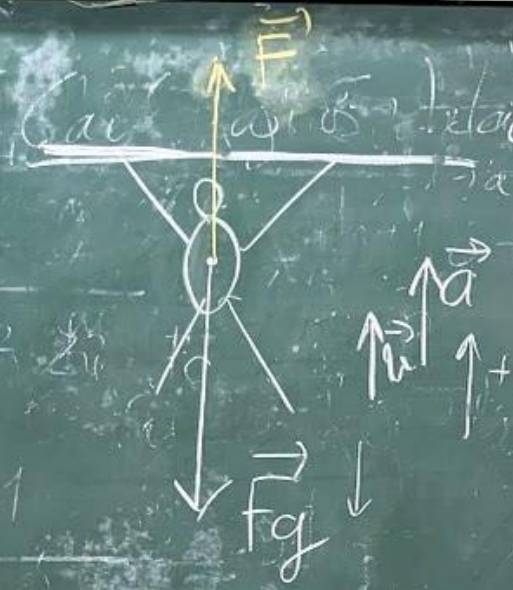


Figure P5.41

VD2: Đồ thị v-t như hình bên biểu diễn tốc độ theo thời gian của một chàng trai thực hiện bài tập hít xà đơn. Giả sử chuyển động theo phương đứng, chàng trai nặng 64kg. Xác định lực tác dụng bởi thanh lên cơ thể chàng trai này tại các thời điểm (a) $t = 0$, (b) $t = 0,5$ s, (c) $t = 1,1$ s và (d) $t = 1,6$ s

VD 2



$t = 0 \rightarrow 0,5s$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{18}{0,6} = 30 \text{ (cm/s}^2\text{)} = 0,3 \text{ m/s}^2$$

PIPL+1: $\sum \vec{F} = m\vec{a}$

$$\Leftrightarrow F - F_g = m \cdot a$$

$$\Rightarrow F_{(0s)} = m(a + g) = m(0,3 + 9,8) = F_{(5s)}$$

$t = 0,8 \rightarrow 1,3s$

$$v_y = At^2 + Bt + C \quad (\text{đang cong parabol})$$

tại $t = 1,1s$ thì v_y đạt CĐ (theo đthi) $\Leftrightarrow v'_y = 0$

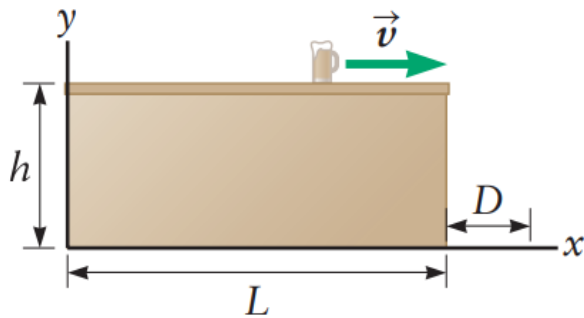
$$\Leftrightarrow a_y = 0 \Leftrightarrow \sum F_y = 0 \Leftrightarrow F - F_g = 0$$

$t = 1,3s \rightarrow 1,7s$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0 - 24}{1,7 - 1,3} = -60 \text{ cm/s}^2 \quad (\text{hay } F = mg \text{ (} a < 0 \text{ do } \vec{a} \uparrow \downarrow \vec{v} \text{)})$$

$$\Rightarrow F_{(1,6s)} = m(a + g) = m(-0,6 + 9,8)$$

★ A bartender slides a mug of root beer with mass $m = 2.6$ kg down a bar top of length $L = 2.0$ m to an inattentive patron who lets it fall a height $h = 1.1$ m to the floor. The bar top (Fig. P4.72) is smooth, but it still has a coefficient of kinetic friction of $\mu_K = 0.080$. (a) If the bartender gave the mug an initial velocity of 2.5 m/s, at what distance D from the bottom of the bar will the mug hit the floor? (b) What is the mug's velocity (magnitude and direction) as it impacts the floor? (c) Draw velocity–time graphs for both the x and y directions for the mug, from the time the bartender lets go of the mug to the time it hits the floor.



VD3: Một người pha chế đẩy ly bia nặng $2,6$ kg trượt trên mặt bàn dài $L = 2$ m. Biết độ cao của bàn so với sàn nhà là $h = 1,1$ m và ma sát giữa ly bia với mặt bàn có hệ số $0,08$. (a) Nếu người pha chế đẩy nhẹ để ly bia bắt đầu di chuyển từ mép trái của bàn, với vận tốc đầu $2,5$ m/s, hãy tính khoảng cách D từ chân bàn đến vị trí ly bia chạm sàn. (b) Xác định vận tốc (độ lớn và phương chiều) của ly bia lúc vừa chạm sàn. (c) Vẽ đồ thị $v_x(t)$ và $v_y(t)$ của ly bia từ lúc bắt đầu chuyển động đến lúc chạm sàn.

(VD3)

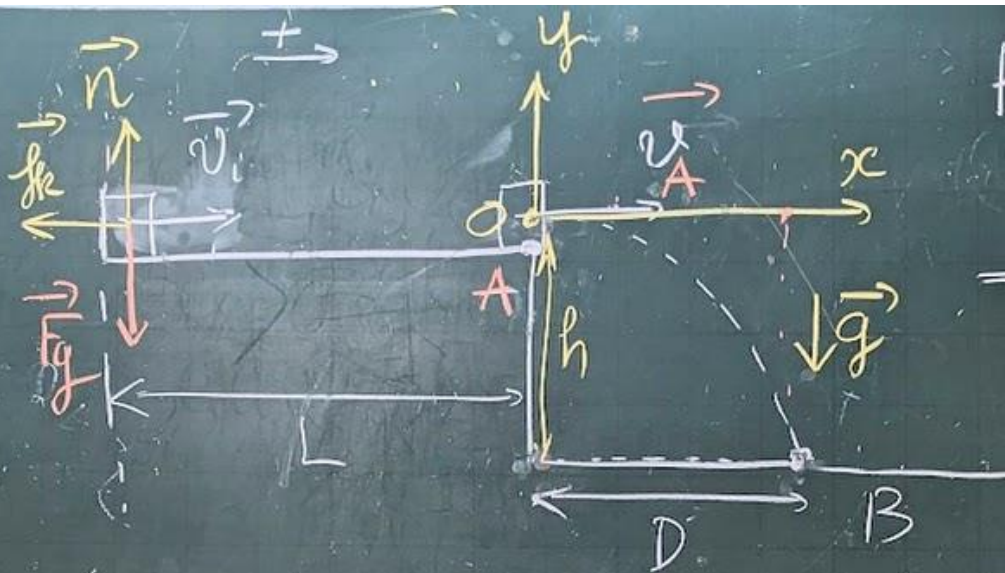
$$m = 2,6 \text{ kg}$$

$$L = 2 \text{ m}$$

$$h = 1,1 \text{ m}$$

$$\mu_k = 0,08$$

$$v_i = 2,5 \text{ m/s}$$



PTĐLH: $\sum \vec{F} = m\vec{a}$

$$\Rightarrow \begin{cases} O_x: -f_k = ma \\ O_y: n - F_g = 0 \end{cases}$$

$$\Rightarrow a = -\frac{f_k}{m} = -\mu_k g$$

Vận tốc ở cuối bàn (điểm A)

$$v_A^2 - v_i^2 = 2aL \Rightarrow v_A = \sqrt{v_i^2 - 2L\mu_k g} = 1,76 \text{ m/s}$$

Chọn gốc t/t tại A, chi d/ như hình

PTĐ: $\begin{cases} x_f = v_A t \\ y_f = -\frac{1}{2}gt^2 \end{cases} \xrightarrow[t=t_B]{\text{tại B}} \begin{cases} x_B = D \\ y_B = -h \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} v_A t_B = D \\ -\frac{1}{2}gt_B^2 = -h \end{cases}$

a) $D = ?$

b) \vec{v} chạm sàn
(Đs, lớn, phg, ch)

$$\Rightarrow D = v_A \sqrt{\frac{2h}{g}} =$$

⑥ PT VT: $\begin{cases} v_x = \frac{dx}{dt} = v_A \\ v_y = \frac{dy}{dt} = -gt \end{cases}$

$\xrightarrow[t=t_B]{\text{tại B}}$ $\begin{cases} v_{xB} = v_A \\ v_{yB} = -g \cdot t_B = -g \sqrt{\frac{2h}{g}} \end{cases}$

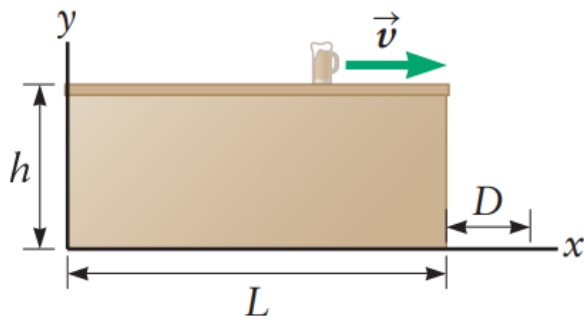
KL: Với ' tại lúc chạm sàn (điểm B)

• DL: $v_B = \sqrt{v_{xB}^2 + v_{yB}^2}$

• Phg: hợp với Ox 1 góc α và $\tan \alpha = \frac{v_{yB}}{v_{xB}}$

• Ch: hướng về phía âm Oy

★ A bartender slides a mug of root beer with mass $m = 2.6 \text{ kg}$ down a bar top of length $L = 2.0 \text{ m}$ to an inattentive patron who lets it fall a height $h = 1.1 \text{ m}$ to the floor. The bar top (Fig. P4.72) is smooth, but it still has a coefficient of kinetic friction of $\mu_K = 0.080$. (a) If the bartender gave the mug an initial velocity of 2.5 m/s , at what distance D from the bottom of the bar will the mug hit the floor? (b) What is the mug's velocity (magnitude and direction) as it impacts the floor? (c) Draw velocity–time graphs for both the x and y directions for the mug, from the time the bartender lets go of the mug to the time it hits the floor.



VD3: Một người pha chế đẩy ly bia nặng $2,6 \text{ kg}$ trượt trên mặt bàn dài $L = 2 \text{ m}$. Biết độ cao của bàn so với sàn nhà là $h = 1,1 \text{ m}$ và ma sát giữa ly bia với mặt bàn có hệ số $0,08$. (a) Nếu người pha chế đẩy nhẹ để ly bia bắt đầu di chuyển từ mép trái của bàn, với vận tốc đầu $2,5 \text{ m/s}$, hãy tính khoảng cách D từ chân bàn đến vị trí ly bia chạm sàn. (b) Xác định vận tốc (độ lớn và phương chiều) của ly bia lúc vừa chạm sàn. (c) Vẽ đồ thị $v_x(t)$ và $v_y(t)$ của ly bia từ lúc bắt đầu chuyển động đến lúc chạm sàn.

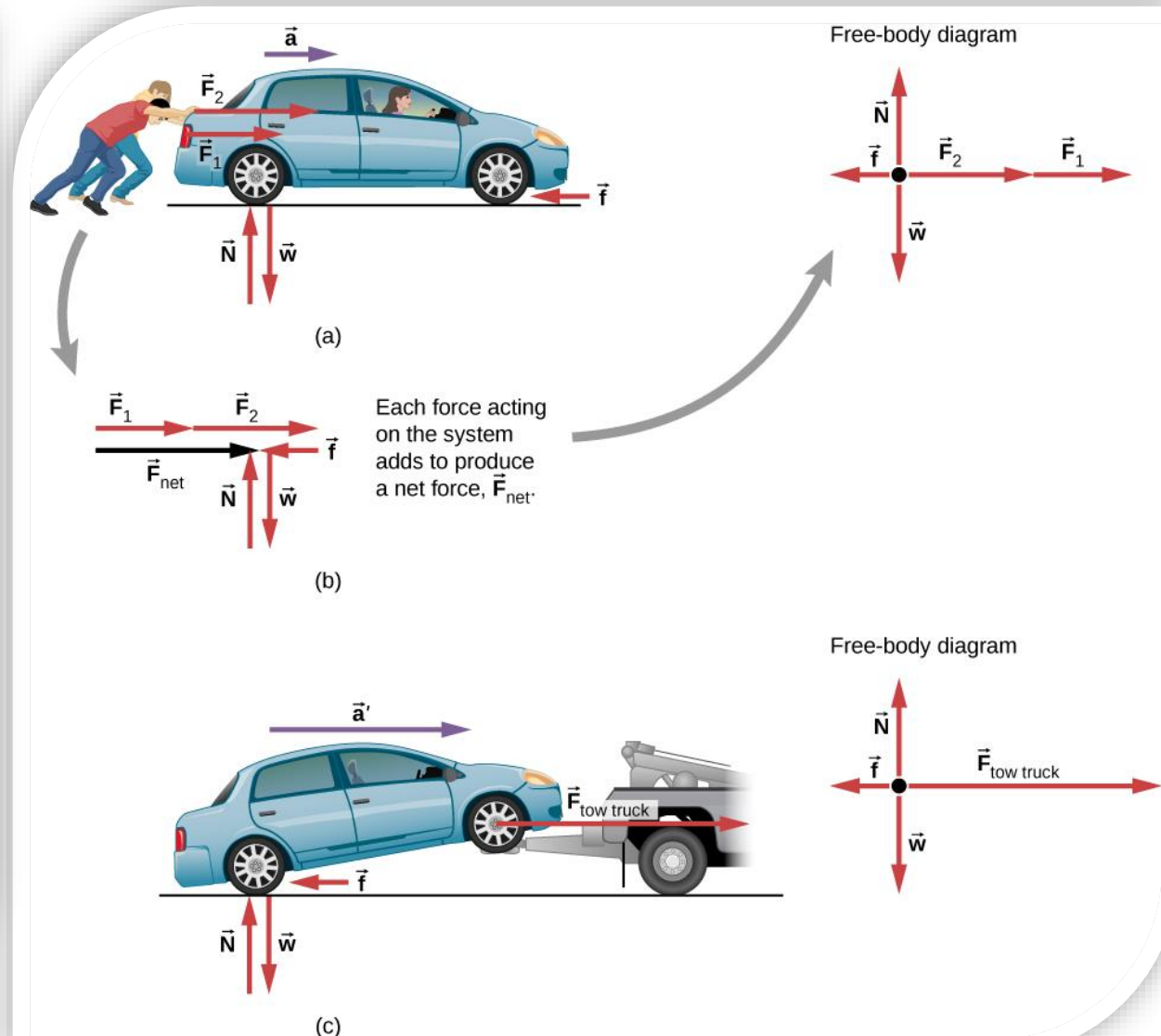
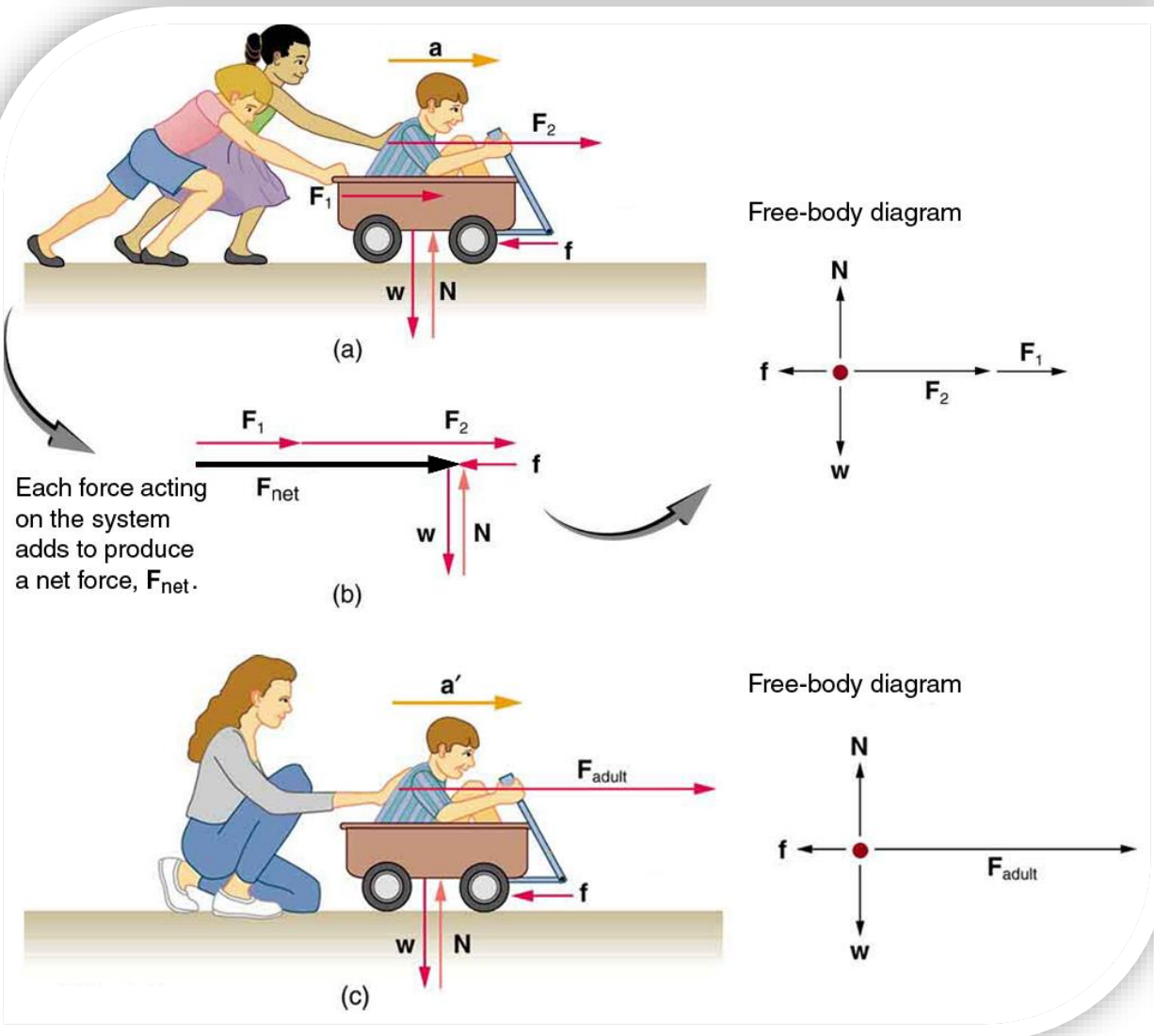
VD tương tự \rightarrow Vật trượt lên mặt nghiêng với gia tốc $a = -(g \sin \theta + \mu_k \cos \theta) \rightarrow$ Vật Ra khỏi mặt nghiêng \rightarrow bài toán ném xiên

★ A block slides up a frictionless, inclined plane with $\theta = 25^\circ$ (Fig. P4.83). (a) If the block reaches a maximum height $h = 4.5 \text{ m}$, what was the initial speed of the block? (b) Now consider a second inclined plane with the same tilt angle and for which the coefficient of kinetic friction between the block and the plane is $\mu_K = 0.15$. What initial speed is now required for the block to reach the same maximum height?

$$a = -(g \sin \theta + \mu_k \cos \theta)$$



Free - body diagram



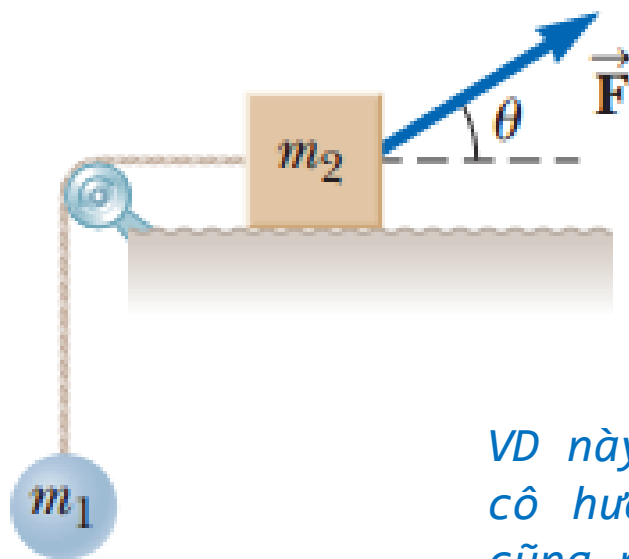
VD4: Cho cơ hệ như hình vẽ. Cho $m_1 = 4 \text{ kg}$, $m_2 = 10 \text{ kg}$, hệ số ma sát giữa m_2 và bàn là $0,3$ và $\theta = 30^\circ$. Dây không giãn và bỏ qua khối lượng ròng rọc. Kéo nhẹ m_2 bằng lực có độ lớn 10 N và hệ bắt đầu chuyển động.

a. Tính quãng đường m_1 đi được sau 2 s .


b. Tính độ lớn lực căng dây.

c. Giả sử sau 2 s bỗng dây đứt, hỏi m_1 đi được quãng đường bao nhiêu sau 3 s kể từ lúc dây đứt.

d. Độ lớn lực F như thế nào thì hệ chuyển động theo chiều ngược lại?



VD này \rightarrow Dạng bài Động Lực học thuần túy \rightarrow cô hướng dẫn nhiều trong video C5 chủ đề 3 cũng như BT mẫu. Xem thêm trong đó nhé.

SSM  Two blocks of mass m_1 and m_2 are sliding down an inclined plane (Fig. P4.79). (a) If the plane is frictionless, what is the normal force between the two masses? (b) If the coefficient of kinetic friction between m_1 and the plane is $\mu_1 = 0.25$ and between m_2 and the plane is $\mu_2 = 0.25$, what is the normal force between the two masses? (c) If $\mu_1 = 0.15$ and $\mu_2 = 0.25$, what is the normal force?

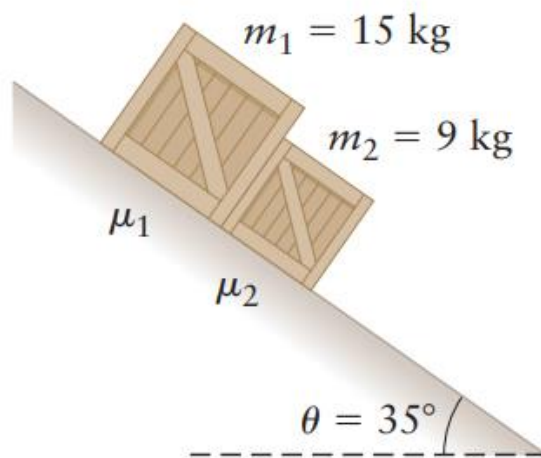


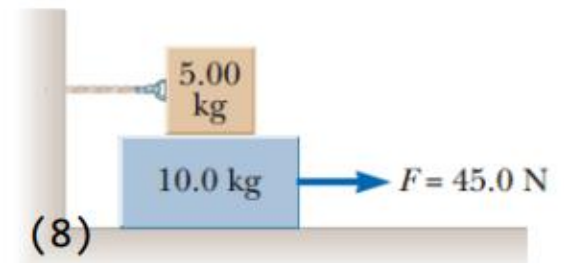
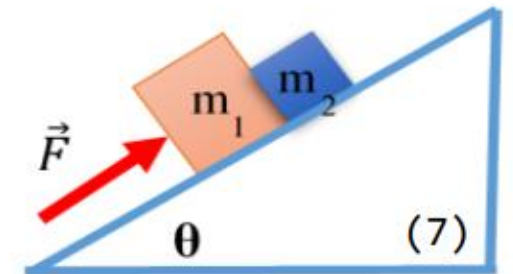
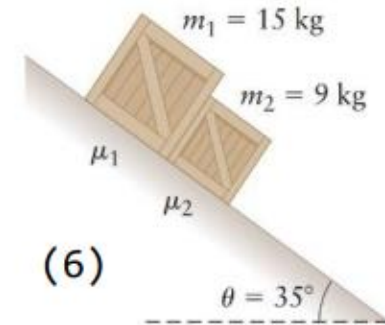
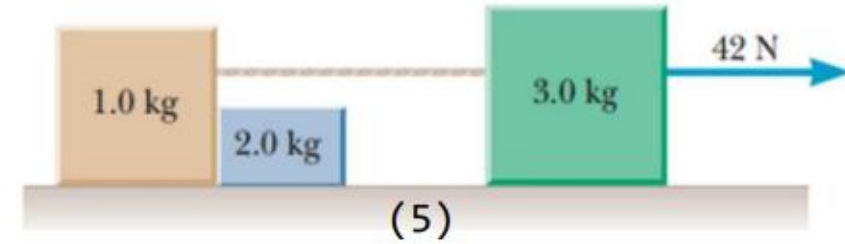
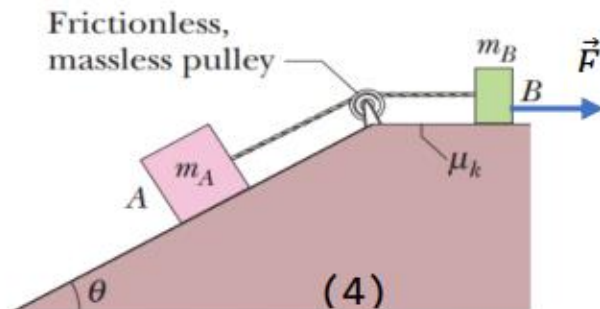
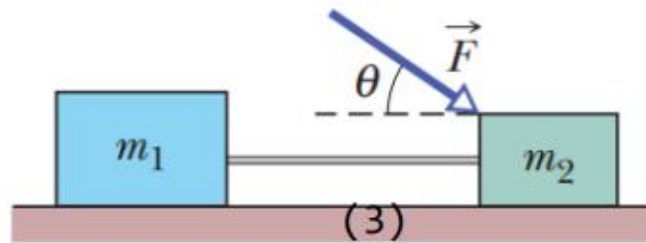
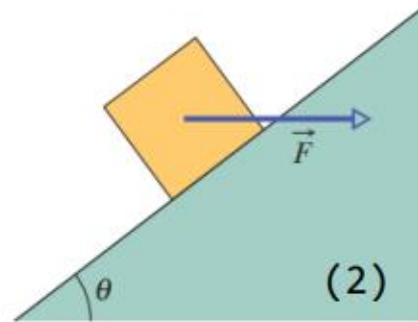
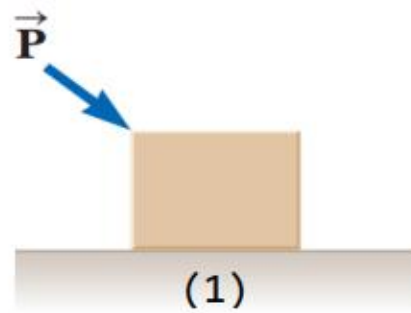
Figure P4.79

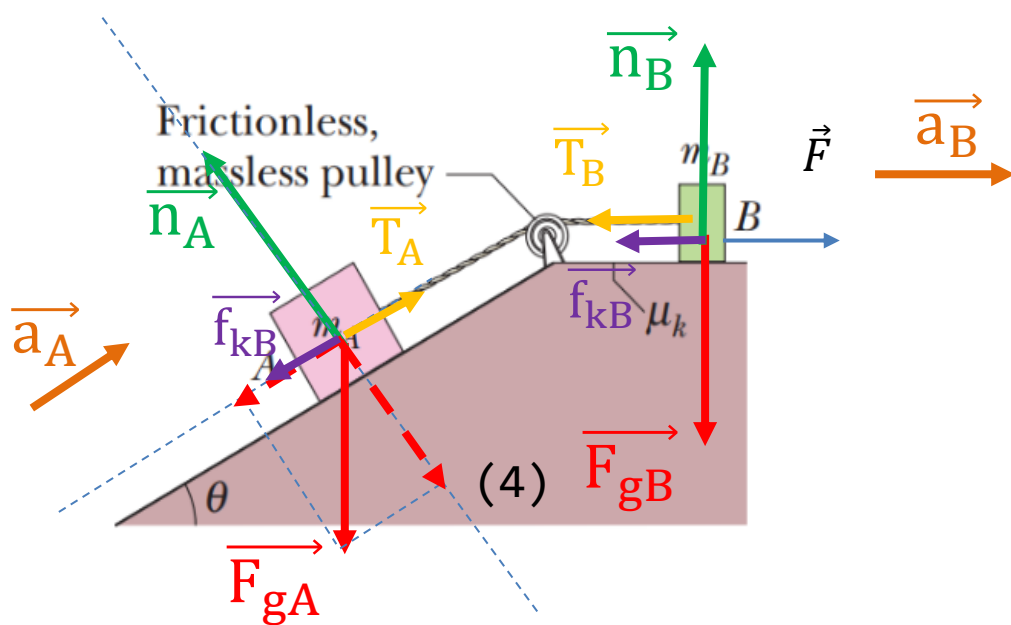
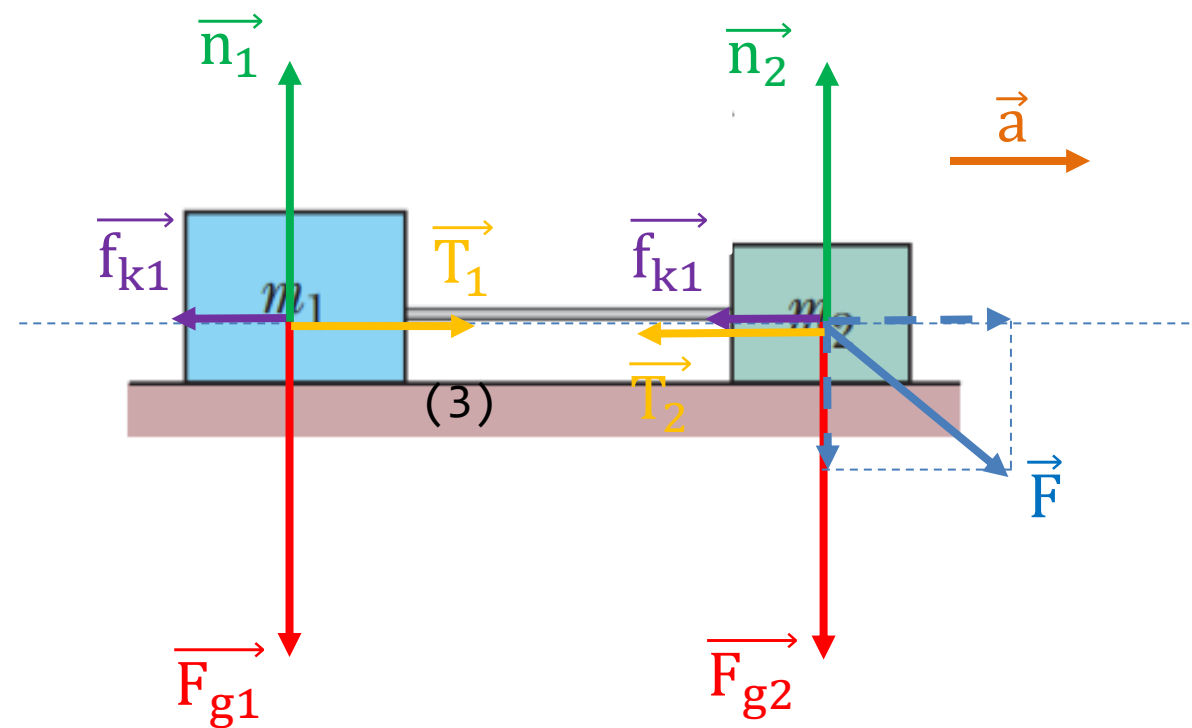
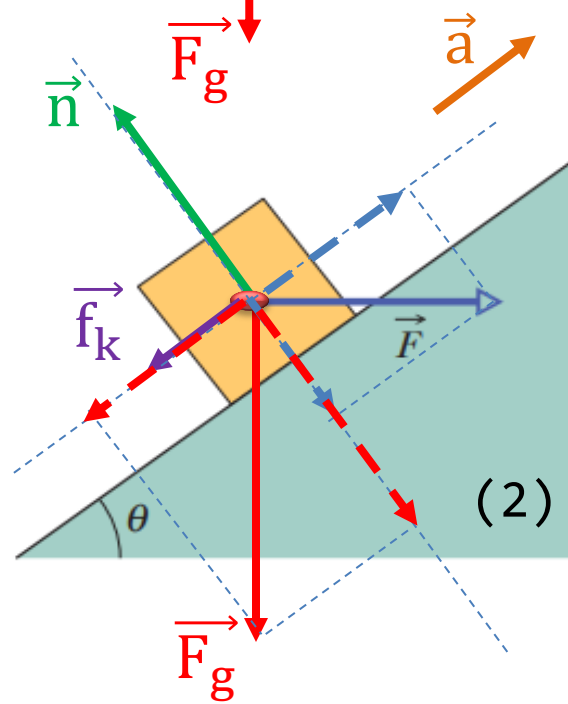
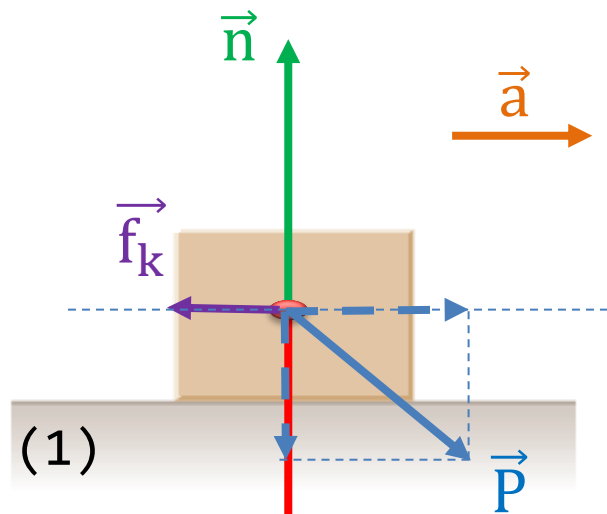
VD5: Hai thùng hàng m_1 và m_2 đang trượt xuống một dốc nghiêng. Hãy tính lực tác dụng giữa hai thùng hàng trong các trường hợp sau:

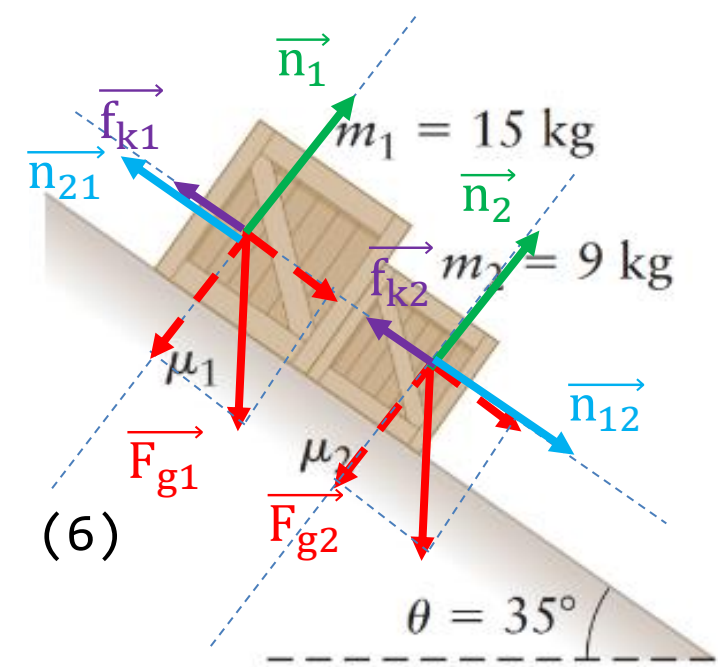
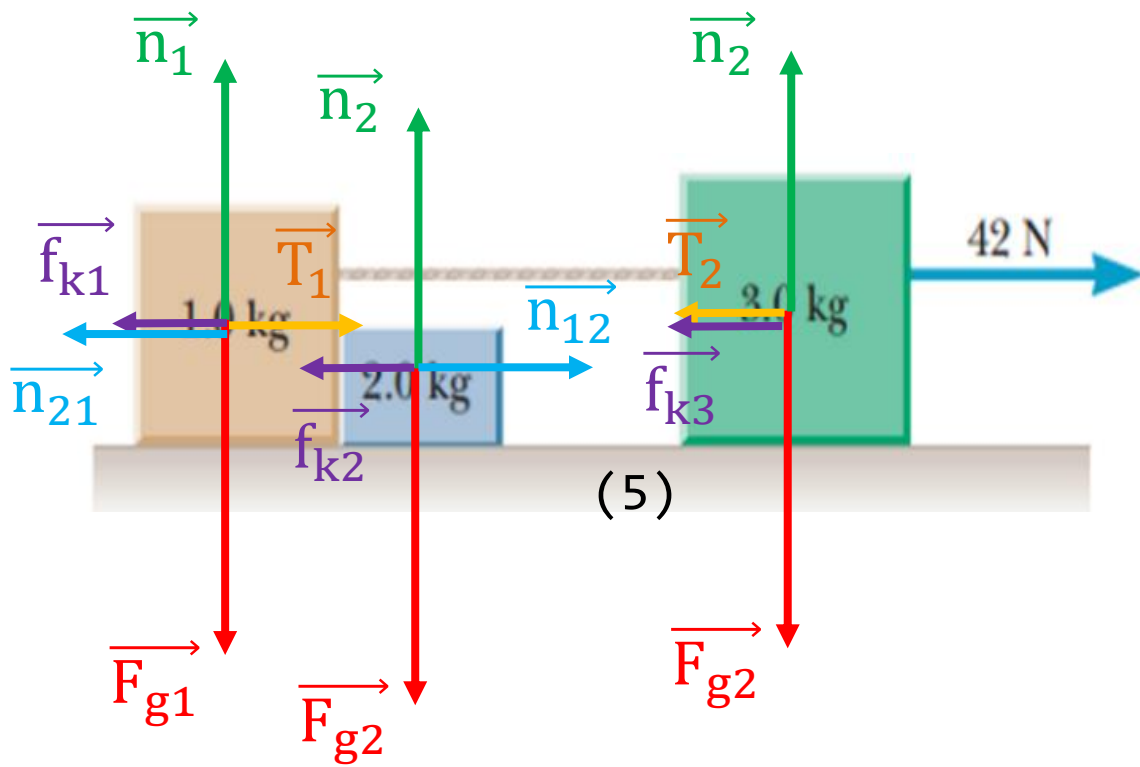
- Ma sát giữa các thùng hàng và mặt nghiêng không đáng kể.
- Có ma sát giữa các thùng và mặt nghiêng với hệ số ma sát $\mu_1 = \mu_2 = 0,25$.
- Có ma sát giữa các thùng và mặt nghiêng với hệ số ma sát $\mu_1 = 0,15$; $\mu_2 = 0,25$.

Xem phân tích lực ở slide bên dưới. Viết 2 phương trình ĐLH \rightarrow Tính gia tốc $a \rightarrow$ Thế ngược a vào PT ĐLH để tính n_{12} và n_{21} .

→ Phân tích lực và Viết PT ĐLH. Biết tất cả các mặt TIẾP XÚC đều CÓ ma sát và các vật chuyển động về phía phải. Riêng vật 5 kg hình 8 không chuyển động do có dây níu lại.

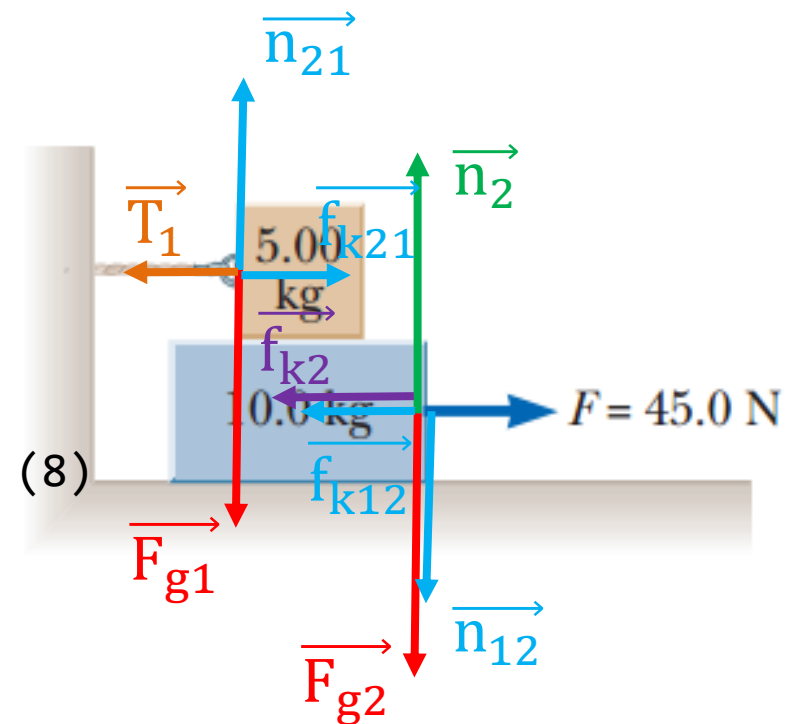






Hình 5,6,7: n_{12} và n_{21} là phản lực vuông góc với mặt tiếp xúc của 2 vật hay còn gọi là lực tương tác giữa 2 vật. $n_{12} = n_{21}$ theo ĐL 3 Newton.

Hình 8: $f_{k12} = f_{k21}$ là lực ma sát giữa vật 1 và 2 (cùng phương mặt tiếp xúc); f_{k2} là ma sát giữa vật 2 với sàn.



The end 😊