

**Động lực học** nghiên cứu sự chuyển động liên quan đến lực tác động.

**Ba định luật chuyển động của Newton** (1687) là cơ sở của **động lực học và cơ học cổ điển** (cơ học Newton) cho đối tượng chuyển động với vận tốc không quá lớn ( $\sim$  ánh sáng) và kích thước không quá nhỏ ( $\sim$  phân tử, vi hạt).

**Ba định luật chuyển động của Newton** được phát biểu trong hệ qui chiếu quán tính.

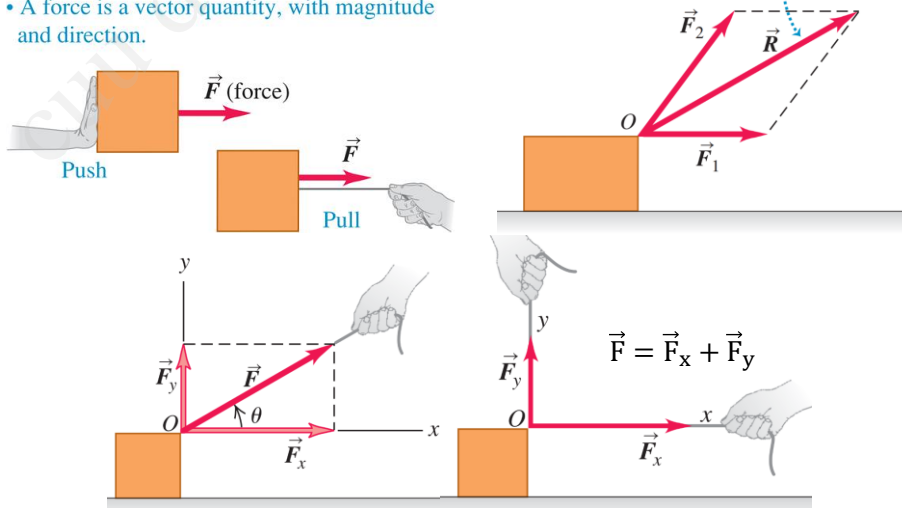
**Nguyên lý tương đối Galileo:** “Mọi định luật cơ học là như nhau trong mọi hệ qui chiếu quán tính”.

1

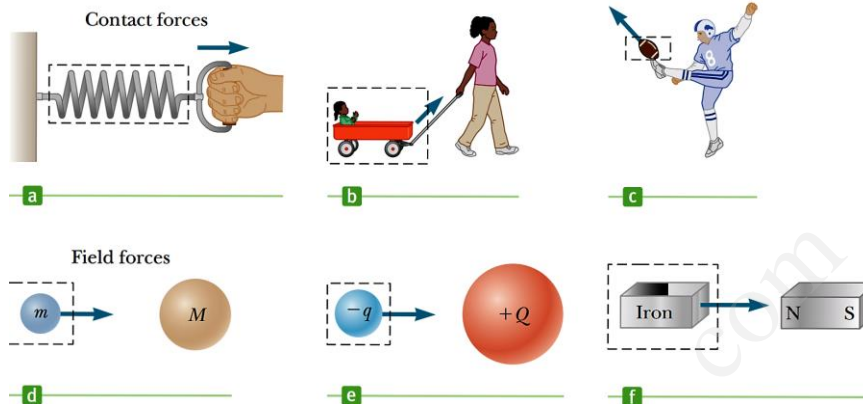
## KHÁI NIỆM LỰC

- A force is a push or a pull.
- A force is an interaction between two objects or between an object and its environment.
- A force is a vector quantity, with magnitude and direction.

Two forces  $\vec{F}_1$  and  $\vec{F}_2$  acting on a body at point  $O$  have the same effect as a single force  $\vec{R}$  equal to their vector sum.



2

**KHÁI NIỆM LỰC**

Các lực cơ bản được biết trong tự nhiên là các trường lực. (1) lực hạt nhân mạnh giữa các hạt hạ nguyên tử, (2) lực điện từ giữa các điện tích, (3) lực hạt nhân yếu (4) lực hấp dẫn giữa các vật.

3

**1. Định luật thứ nhất của Newton**

**Định luật 1:** Một vật cô lập hay chịu hợp lực tác động bằng không sẽ chuyển động với vận tốc không đổi.

$$\sum \vec{F} = 0 \Rightarrow \vec{v} = \text{const và } \vec{a} = 0$$

**Định luật 1** chỉ nghiệm đúng trong hệ qui chiếu quán tính và được gọi là **định luật quán tính**.

Mọi hệ qui chiếu chuyển động thẳng đều với một hệ qui chiếu quán tính là hệ qui chiếu quán tính.

*Hệ qui chiếu gắn với mặt đất là HQC không quán tính (trái đất quay quanh trục), tuy nhiên để đơn giản trong nhiều trường hợp, có thể xem là HQC quán tính gần đúng.*

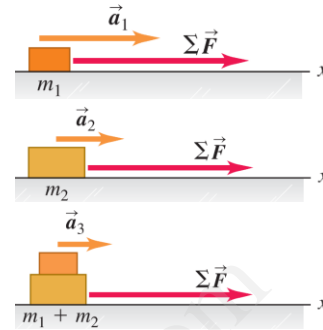
4

## 2. Định luật thứ hai của Newton

Một chất điểm có khối lượng  $m$  chịu tác dụng của lực  $\vec{F}$  sẽ có gia tốc:  $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$

hay  $\boxed{\vec{F} = m\vec{a}}$  ( $N = \text{kg} \cdot \text{m/s}^2$ )

**Gia tốc** có cùng phương chiều với lực tác dụng, có độ lớn tỉ lệ với độ lớn của lực và tỉ lệ nghịch với khối lượng của vật.



**Lực** mô tả độ lớn, phương chiều của **sự tương tác** giữa 2 vật hoặc giữa vật với môi trường xung quanh, được biểu diễn bởi vector.

**Khối lượng** là đại lượng xác định **quán tính** của vật. Quán tính duy trì trạng thái chuyển động chống lại sự thay đổi, nghĩa là chống lại gia tốc.

5

## Trọng lượng

**Trọng lượng**  $\vec{w} = m\vec{g}$  của một vật là lực hút của trái đất **M** lên vật **m**. Bao gồm:

- Lực hấp dẫn trái đất lên  $m$ :  $\vec{F}_g = -G \frac{Mm}{R^2} \hat{R}$

- Lực ly tâm trên  $m$ :  $\vec{F}_{lt} = m\omega_0^2 \hat{r}$

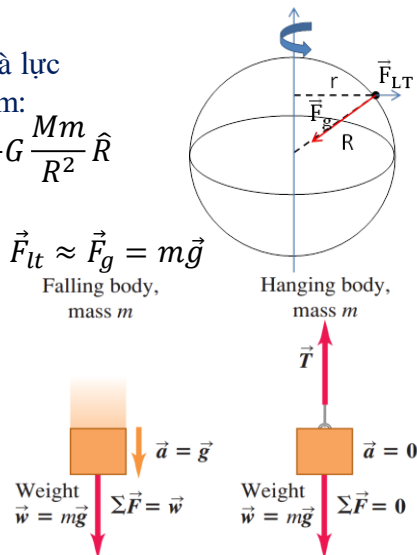
Trọng lực tác dụng lên  $m$ :  $\vec{W} = \vec{F}_g + \vec{F}_{lt} \approx \vec{F}_g = m\vec{g}$

$$g = -G \frac{M}{R^2} = 9,8 \text{ m/s}^2$$

Khối lượng  $m$  của vật không đổi nhưng trọng lượng  $W$  thay đổi theo gia tốc trọng trường  $g$ .

**Trọng lượng biểu kiến**  $\vec{w}' = m\vec{g}'$

$g'$ : gia tốc trọng trường đối với hệ qui chiếu không quán tính.



- The relationship of mass to weight:  $\vec{w} = m\vec{g}$ .
- This relationship is the same whether a body is falling or stationary.

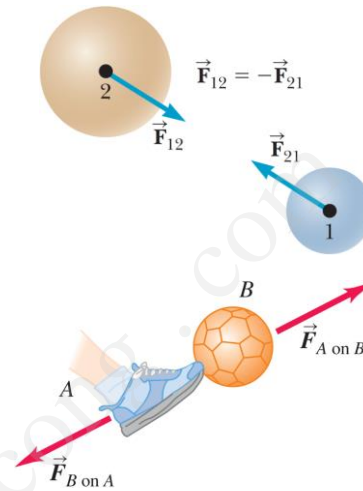
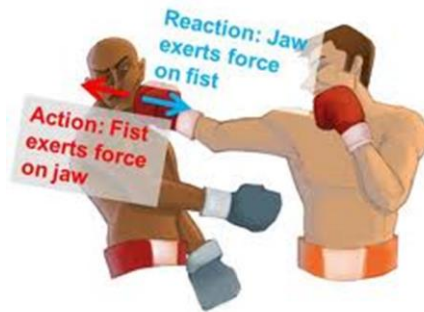
6

### 3. Định luật thứ ba của Newton

Khi vật 1 tác dụng một lực lên vật 2 thì vật 2 cũng tác dụng lại vật 1 một lực cùng độ lớn và ngược chiều ( $\vec{F}_{21} = -\vec{F}_{12}$ ).

Luôn xuất hiện cặp lực tương tác, điểm đặt của 2 lực nằm trên 2 vật.

*TD: Phản lực, ma sát... Đi bộ, máy bay...*



7

### 4. Một số lực thường gặp

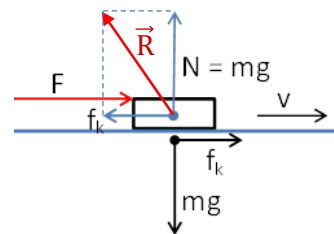
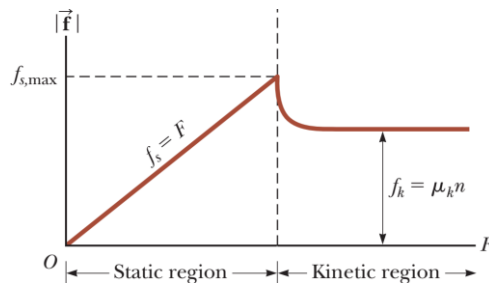
#### a) Lực ma sát

Khi 2 vật tiếp xúc, xuất hiện **lực tiếp xúc**  $\vec{R}$  trên bề mặt mỗi vật gồm: thành phần  $\perp$  bề mặt tiếp xúc là **lực pháp tuyến**  $\vec{N}$  và thành phần  $//$  bề mặt tiếp xúc là **lực ma sát**  $\vec{f}_s$ .

$$\vec{R} = \vec{N} + \vec{f}_s$$

- Lực ma sát nghỉ khi vật đứng yên:  $f_s = -F \leq \mu_s N$

- Lực ma sát trượt khi vật chuyển động:  $f_k = \mu_k N$



8

## 4. Một số lực thường gặp

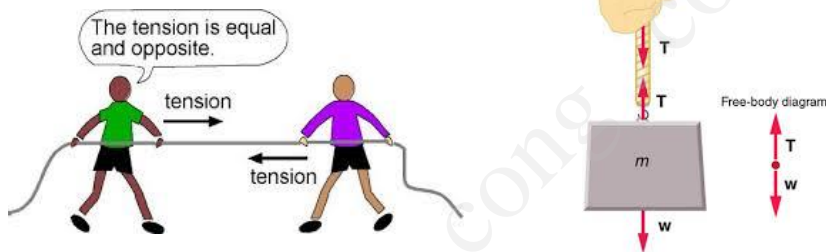
### b) Lực đàn hồi

Lực đàn hồi ngược chiều ly độ.

$$\vec{F} = -k \cdot \Delta \vec{x} \quad (\text{định luật Hooke})$$

### d) Sức căng dây

Sức căng dây như nhau tại mọi điểm trên dây nối có khối lượng không đáng kể.



9

## 4. Một số lực thường gặp

### e) Lực quán tính (inertial, Fictitious, Pseudo)

Hệ qui chiếu O' chuyển động với gia tốc  $\vec{a}_0$  đối với một HQC quán tính. Trong O' (không quán tính), vật m chịu lực  $\vec{F}$  sẽ có gia tốc  $\vec{a}'$ :

$$\vec{F} \neq m\vec{a}' \rightarrow \boxed{\vec{F} + \vec{f}_{qt} = m\vec{a}'} \quad , \vec{f}_{qt} = -m\vec{a}_0$$

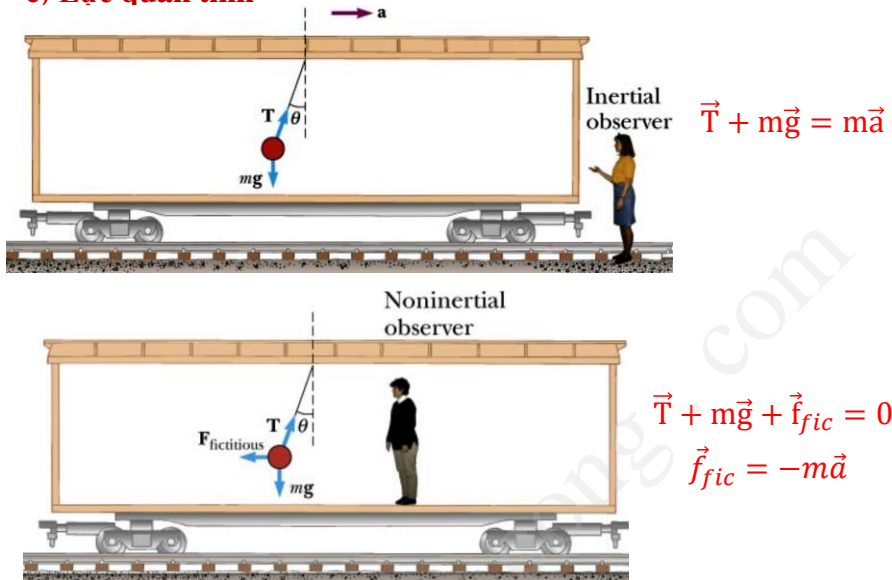
Lực quán tính được “bổ sung” trong hệ qui chiếu không quán tính để có thể sử dụng phương trình định luật 2 Newton.



10

## 4. Một số lực thường gặp (4)

### e) Lực quán tính



11

## 4. Một số lực thường gặp (5)

### e) Lực quán tính

Trọng lượng biểu kiến trong hệ qui chiếu không quán tính.

Cho:

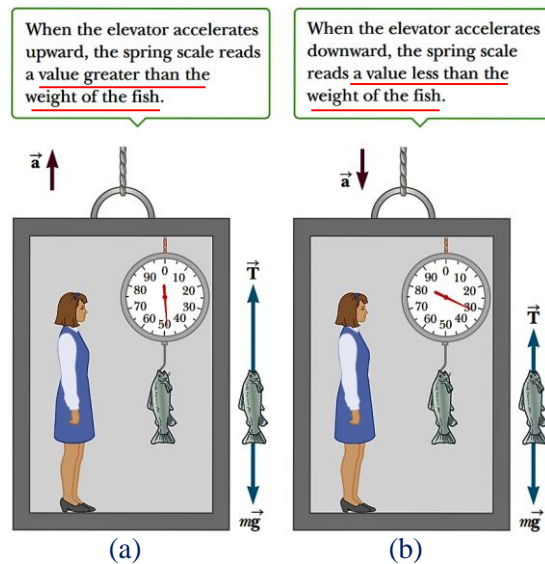
$$m = 4 \text{ kg}$$

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

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

Tính trọng lượng của con cá trong 2 trường hợp?

$$W' = m(g-a)$$



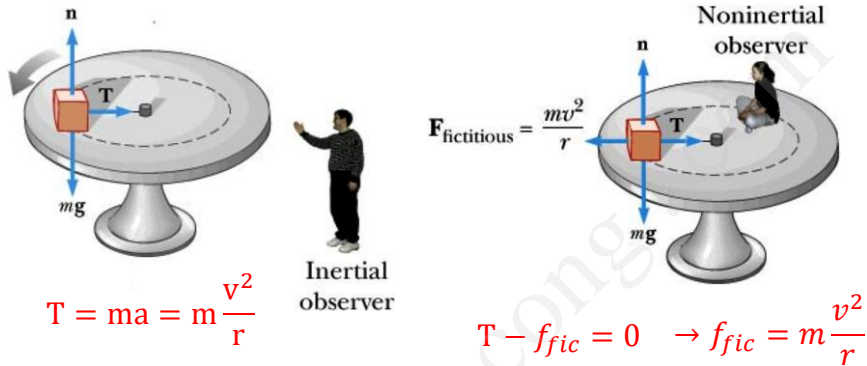
12

## 4. Một số lực thường gặp (6)

### f) Lực quán tính ly tâm

Lực quán tính ly tâm được bổ sung trong hệ qui chiếu quay quanh trục (không quán tính).

$$F_{lt} = m \frac{v^2}{r}$$



13

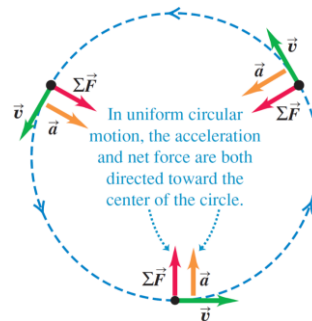
## 5. Chuyển động tròn

### Chuyển động tròn đều

Gia tốc hướng tâm:  $a_{ht} = \frac{v^2}{R}$

Hợp lực tác dụng lên chất điểm trong chuyển động tròn đều:

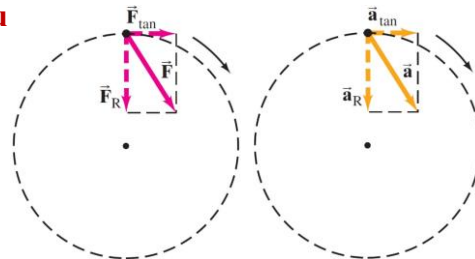
$$\sum \vec{F} = m\vec{a} = -m \frac{v^2}{R} \hat{R}$$



### Chuyển động tròn không đều

$$F_{\text{tan}} = ma_{\text{tan}} = m \frac{dv}{dt}$$

$$F_R = ma_R = m \frac{v^2}{R}$$



14

## CƠ HỌC

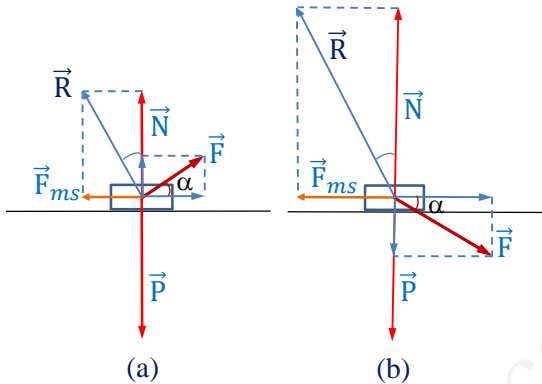
## BÀI TẬP - ĐỘNG LỰC HỌC CHẤT ĐIỂM

TS. Nguyễn Kim Quang

Một người di chuyển một chiếc xe với vận tốc không đổi. Lúc đầu người ấy kéo xe về phía trước, sau đó người ấy đẩy xe về phía sau. Trong cả hai trường hợp, càng xe hợp với mặt phẳng nằm ngang một góc  $\alpha$ .

Hỏi trong trường hợp nào người ấy phải đặt lên xe một lực lớn hơn?

Biết rằng trọng lượng của xe là  $P$ , hệ số ma sát giữa bánh xe và mặt đường là  $k$ . (BT 2.4 LDB)



$$\vec{N} + \vec{P} + \vec{F} + \vec{F}_{ms} = 0$$

$$\Rightarrow \vec{N} = -\vec{P} - \vec{F} - \vec{F}_{ms}$$

Chiều lên trục  $\uparrow$

$$\begin{aligned} \text{(a) } N &= -(-mg) - F \sin \alpha \\ &= mg - F \sin \alpha \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{(b) } N &= -(-mg) - (-F \sin \alpha) \\ &= mg + F \sin \alpha \end{aligned}$$

$$F_{ms} = kN \Rightarrow F_{(a)} < F_{(b)}$$

15

## CƠ HỌC

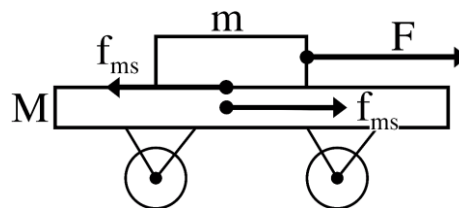
## BÀI TẬP - ĐỘNG LỰC HỌC CHẤT ĐIỂM

TS. Nguyễn Kim Quang

Một chiếc xe khối lượng  $M = 20\text{kg}$  có thể chuyển động không ma sát trên một mặt phẳng nằm ngang. Trên xe có đặt một hòn đá khối lượng  $m = 2\text{kg}$ , hệ số ma sát giữa hòn đá và xe là  $0,25$ . Lần thứ nhất người ta tác dụng lên hòn đá một lực bằng  $2\text{N}$ , lần thứ 2 bằng  $20\text{N}$ . Lực có phương nằm ngang và hướng dọc theo xe. Xác định:

a) Lực ma sát giữa hòn đá và xe;

b) Gia tốc của hòn đá và xe trong hai trường hợp trên. (2.18 LDB)

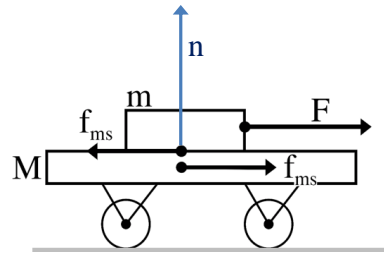


16



Lực ma sát nghỉ cực đại  $\approx$  ma sát trượt giữa hòn đá  $m$  và xe  $M$ :

$$f_{ms} = kn = kmg = 4,9 \text{ N}$$



a) Trường hợp 1,  $F = 2 \text{ N} < f_{ms}$ : Hòn đá không trượt đối với xe.

Gia tốc của hệ: 
$$a = \frac{F}{M + m}$$

Xét riêng xe: 
$$f_{ms} = Ma = M \frac{F}{M + m}$$

b) Trường hợp 2,  $F = 20 \text{ N} > f_{ms}$ : Hòn đá trượt đối với xe.

- Hòn đá:  $F - f_{ms} = ma_1 \Rightarrow a_1 = \frac{F - f_{ms}}{m}$

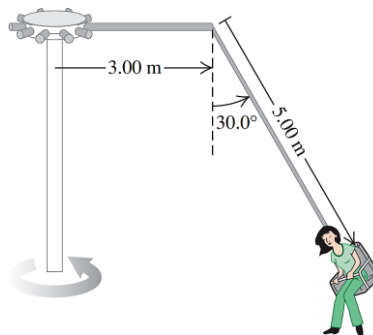
- Xe:  $f_{ms} = Ma_2 \Rightarrow a_2 = \frac{f_{ms}}{M}$

17

Một trò chơi đu quay gồm một trục trung tâm thẳng đứng nối với một số cánh tay là các thanh dài 3,0 m nằm ngang, mỗi thanh treo một chỗ ngồi bởi một dây cáp dài 5,0 m (hình vẽ).

(a) Tìm thời gian của một vòng quay (chu kỳ) của đu quay nếu dây cáp treo tạo một góc nghiêng  $30^\circ$  so với phương thẳng đứng.

(b) Các góc nghiêng của dây treo có phụ thuộc vào trọng lượng của hành khách với cùng một vận tốc quay? (BT 5.46 Uni. Physics)

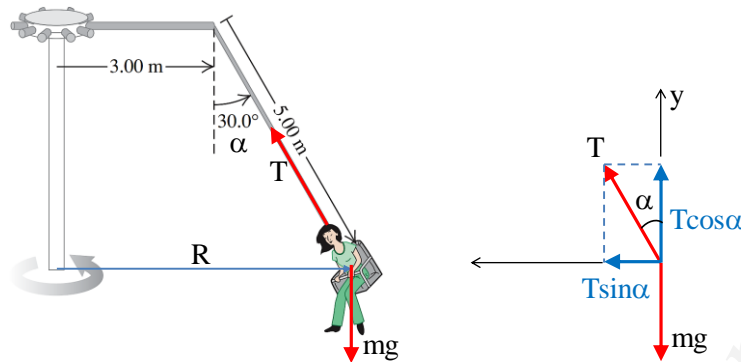


18

## CƠ HỌC

## BÀI TẬP - ĐỘNG LỰC HỌC CHẤT ĐIỂM

TS. Nguyễn Kim Quang



$$R = 3 + 5 \cdot \sin 30^\circ \text{ (m)} = 5,5 \text{ m}$$

$$\vec{T} + m\vec{g} = m\vec{a} \begin{cases} T \sin \alpha = m \frac{v^2}{R} \\ T \cos \alpha = mg \end{cases} \Rightarrow \tan \alpha = \frac{v^2}{Rg} \Rightarrow v^2 = Rg \tan \alpha$$

$$\text{Chu kỳ: } T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi R}{v}$$

Góc lệch  $\alpha$  có phụ thuộc khối lượng người chơi đu quay?

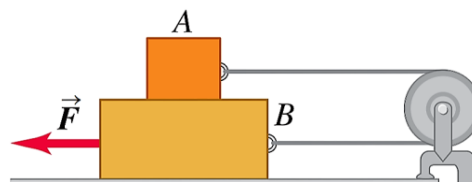
19

## CƠ HỌC

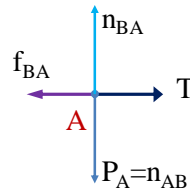
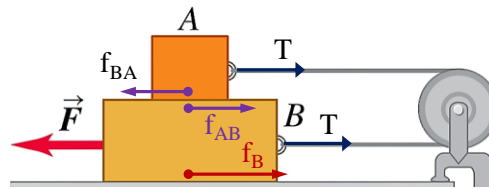
## BÀI TẬP - ĐỘNG LỰC HỌC CHẤT ĐIỂM

TS. Nguyễn Kim Quang

Khối A nặng 1,9 N, và khối B nặng 4,2 N, được nối với nhau bởi một dây mềm, nhẹ đi ngang qua một ròng rọc cố định không ma sát. Hệ số ma sát động giữa tất cả các bề mặt tiếp xúc là 0.30. Tìm độ lớn của lực  $F$  nằm ngang cần thiết để kéo khối B về phía trái với vận tốc không đổi. (BT 5.89 Uni. Physics)



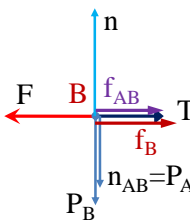
20



**Trục  $\uparrow$**   $n_{BA} - P_A = 0 \Rightarrow n_{BA} = P_A = 1,9 \text{ N}$

$f_{BA} = \mu n_{BA} = (0,3)(1,9) = 5,7 \text{ N}$

**Trục  $\rightarrow$**   $T - f_{BA} = 0 \Rightarrow T = f_{BA} = 5,7 \text{ N}$



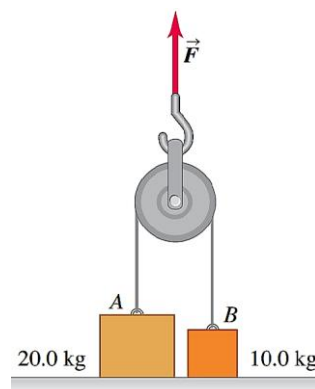
**Trục  $\uparrow$**   $n - P_A - P_B = 0 \Rightarrow n = P_A + P_B = 6,1 \text{ N}$

$f_B = \mu n = (0,3)(6,1) = 1,83 \text{ N}$

**Trục  $\leftarrow$**   $F - T - f_{AB} - f_B = 0 \Rightarrow F = T + f_{AB} + f_B$   
 $F = 5,7 + 5,7 + 1,83 \text{ (N)}$

21

Khối lượng của khối A và B lần lượt là 20,0 kg và 10,0 kg. Các khối ban đầu đứng yên trên sàn nhà và được nối với nhau bởi một dây không khối lượng vắt qua một ròng rọc không khối lượng và không ma sát. Một lực  $F$  hướng lên tác dụng lên ròng rọc. Tìm gia tốc  $a_A$  của khối A và  $a_B$  của khối B khi độ lớn lực  $F$  là (a) 124 N; (b) 294 N; (c) 424 N. (BT 5.126 Uni. Physics)

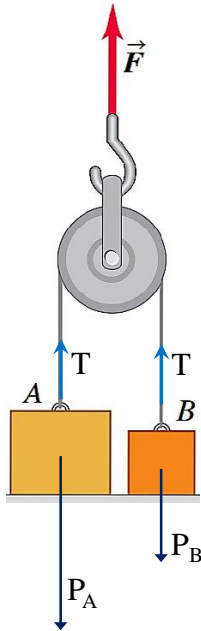


22

## CƠ HỌC

## BÀI TẬP - ĐỘNG LỰC HỌC CHẤT ĐIỂM

TS. Nguyễn Kim Quang



Sức căng dây T:  $2T = F \Rightarrow T = \frac{F}{2}$

Với  $P_A = 196 \text{ N}$ ;  $P_B = 98 \text{ N}$

Lúc A, B bắt đầu chuyển động:

A:  $T - P_A = m_A a_A > 0$

B:  $T - P_B = m_B a_B > 0$

a)  $F = 124 \text{ N} \Rightarrow T = 62 \text{ N}$

$T < P_A \Rightarrow a_A = 0$ ;  $T < P_B \Rightarrow a_B = 0$

b)  $F = 294 \text{ N} \Rightarrow T = 147 \text{ N} < P_A \Rightarrow a_A = 0$

$a_B = \frac{T - P_B}{m_B} = \frac{147 - 98}{10} = 4,9 \text{ m/s}^2$

c)  $F = 424 \text{ N} \Rightarrow T = 212 \text{ N} > P_A > P_B$

$\Rightarrow a_A, a_B$