

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

از سری جزوات آموزشی:

# فیزیک پایه 1

## (مکانیک)

تالیف: هریس بنسون

ترجمه: محمدرضا بهاری

ناشر: انتشارات دانشگاه پیام نور

گردآوری: واحد آموزشی انجمن علمی پژوهشی فناوری اطلاعات دانشگاه پیام نور قم

تایپ و تدوین: واحد فناوری انجمن علمی پژوهشی فناوری اطلاعات دانشگاه پیام نور قم



دانشگاه پیام نور قم

## فصل 5: دینامیک ذره 1

### دینامیک ذره:

دینامیک شافه ای در علم است که حرکت شتابدار اجسام را با استفاده از مفهوم نیرو توضیح می دهد.

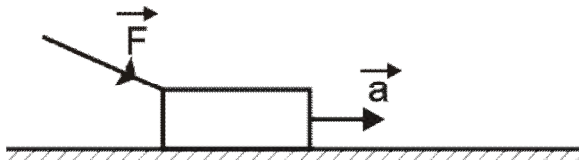
### قانون دوم نیوتن:

اگر نیرویی خالص به جسمی اثر کند حرکت آن نمی تواند یکنواخت باشد یعنی شتاب می گیرد.

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

**نکته:** باید توجه داشت که در حالت کلی جهت حرکت ذره با جهت نیروی وارد بر آن همیشه یکی نیست. به

طور مثال:



وزن:

**قانون گرانش عمومی:** بین هر دو ذره به جرم  $m$  و  $M$  که در فاصله  $r$  از یکدیگر واقع شده اند نیروی

جاذبه ای وجود دارد که این نیرو برابر است با

$$F = \frac{GmM}{r^2}$$

که در آن  $r$  فاصله بین دو ذره و  $G$  ثابت جهانی گرانش است و برابر است با

$$G = 6.67 \times 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2}$$

وزن جسمی به جرم  $m$  برابر است با  $W = mg$  یا

$$W = \frac{GmM_E}{R_E^2}$$

پس

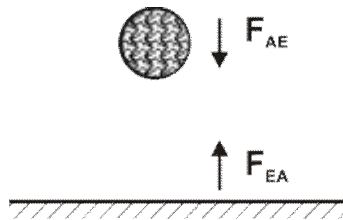
$$g = \frac{GM_E}{R_E^2}$$

### نکاتی در مورد جرم و وزن:

جرم کمیت اسکالری است که بر حسب کیلوگرم سنجیده می شود در حالی که وزن یک جسم در نقاط مختلف از سطح زمین (به علت نامتقارن بودن زمین و نایکنواخت بودن جرم آن) یکسان نیست.

### قانون سوم نیوتن:

اگر به جسم نیرو وارد کنیم آن جسم به ما نیرو وارد می‌کند اما در خلاف جهت. (به قانون سوم قانون عمل و عکس العمل نیز می‌گویند.)



### راهنمای حل مسائل دینامیک:

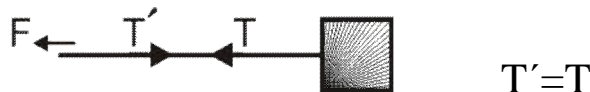
- (1) نموداری از وضعیت کلی مسئله می‌کشیم.
- (2) می‌بینیم به هر جسم چه نیروهایی از طرف محیط وارد می‌شود.
- (3) هر ذره می‌تواند محورهای مختصات مربوط به خود داشته باشد ولی بهتر است که یکی از محورها را در راستای شتاب ذره بگیریم.
- (4) با استفاده از نمودار جسم آزاد، قانون دوم نیوتن را در شکل مؤلفه ای اش می‌نویسیم.

$$\sum F_x = ma_x$$

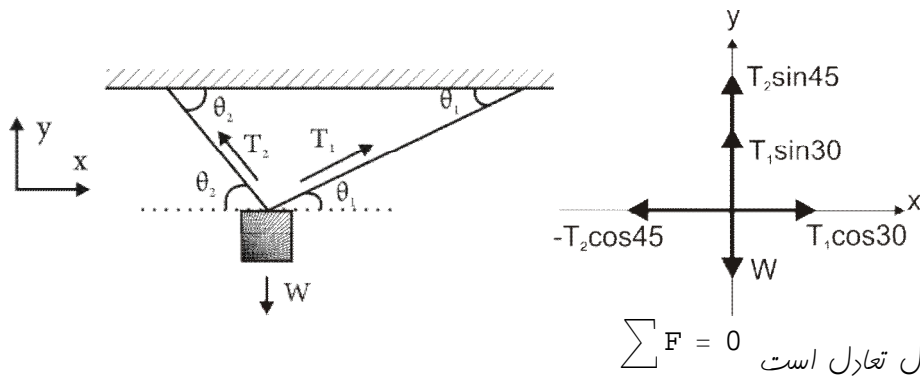
$$\sum F_y = ma_y$$

### کشش طناب (نخ):

منظور از کشش طناب در یک نقطه این است که اگر آن نقطه از طناب را قطع کنیم و جای آن نیروسنج نصب کنیم مقدار نشان داده شده توسط نیروسنج همان کشش طناب در آن نقطه است. (البته در مسائلی که با آنها سروکار داریم جرم طناب ناچیز است.)



به طور مثال: وزنه ی  $20N$  به وسیله دو رشته نخ آویزان است. اگر  $q_1 = 30^\circ$  و  $q_2 = 45^\circ$  باشد کشش در انتهای هر یک از آنها چقدر است؟



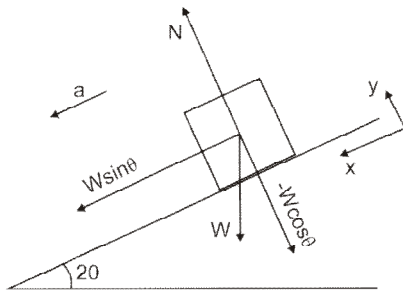
چون در حال تعادل است

$$1) \sum F_x = T_1 \cos 30^\circ - T_2 \cos 45^\circ = 0 \rightarrow T_1 \cos 30^\circ = T_2 \cos 45^\circ$$

$$2) \sum F_x = T_1 \sin 30^\circ + T_2 \sin 45^\circ - W = 0 \rightarrow T_1 \sin 30^\circ + T_2 \sin 45^\circ = W$$

در معادله 1 داریم  $T_2 = \frac{T_1 \cos 30^\circ}{\cos 45^\circ} = 1/22 T_1$  پس در معادله 2 قرار داده و جواب بدست می آید.

**مثال:** جسم به جرم  $60 \text{ kg}$  از سطح بدون اصطکاک که زاویه  $20^\circ$  درجه دارد پایین می آید. الف) شتاب حرکت چقدر است؟



$$\sum F = ma$$

$$\sum F_x = mg \sin \theta = ma \rightarrow g \sin \theta = a$$

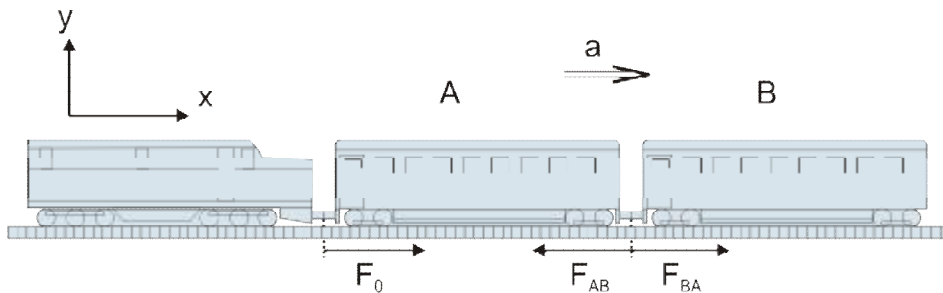
$$\rightarrow 9.8 (\sin 20^\circ) = a = 3.3 \text{ m/s}^2$$

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

ب) چه نیرویی از سطح شیب دار به جسم وارد می شود؟

$$N - mg \cos \theta = 0 \rightarrow N = mg \cos \theta = 550 \text{ N}$$

**مثال:** دو واگن A و B به جرم های  $m_A = 1.2 \times 10^4 \text{ kg}$  و  $m_B = 8 \times 10^3 \text{ kg}$  که به یکدیگر متصل اند می توانند آزادانه با اصطکاک ناچیز حرکت کنند. لوکوموتیوی با جرم  $10^5 \text{ kg}$  نیروی  $F_0$  به واگن اول وارد می کند و واگن ها را با شتاب  $2 \text{ m/s}^2$  به جلو می برد.



الف)  $F_0$  چقدر است؟

$$\sum F = ma$$

$$F_0 = (m_A + m_B) a$$

$$F_0 = (1.2 \times 10^4 + 0.8 \times 10^4) \times 2 = 4 \times 10^4$$

ب) چه نیرویی از B به A وارد می شود؟

از آنجا که نیرویی که از A به B وارد می شود برابر است با نیرویی که از B به A وارد می شود، پس مسئله را می توان به دو شکل حل کرد.

$$F_{AB} = F_{BA}$$

روشن اول:

$$F_0 - F_{AB} = m_A a \rightarrow -F_{AB} = (1.2 \times 10^4 \times 2) - 4 \times 10^4 \\ \rightarrow f_{AB} = 1.6 \times 10^4$$

روشن دوم:

$$F_{BA} = m_B a = 0.8 \times 10^4 \times 2 = 1.6 \times 10^4$$

**نکته:** در مسائلی مانند این مسئله برای به دست آوردن جواب مسئله، راه‌حل‌های مختلفی وجود دارد که همه باید یک جواب داشته باشند.

**وزن ظاهری:**

وزن واقعی همان  $W = mg$  است ولی وقتی انسان در آسانسوری باشد که با شتاب حرکت می‌کند، این وزن تغییر می‌کند که به آن وزن ظاهری می‌گویند.

$W = mg$	اگر آسانسور با سرعت ثابت حرکت کند
$W = m(g + a)$	اگر آسانسور با شتاب تند شونده رو به بالا حرکت کند
$W = m(g - a)$	اگر آسانسور با شتاب تند شونده رو به پایین حرکت کند
$W = m(g - a)$	اگر آسانسور با شتاب کند شونده رو به بالا حرکت کند
$W = m(g + a)$	اگر آسانسور با شتاب کند شونده رو به پایین حرکت کند

**پایان فصل پنجم**