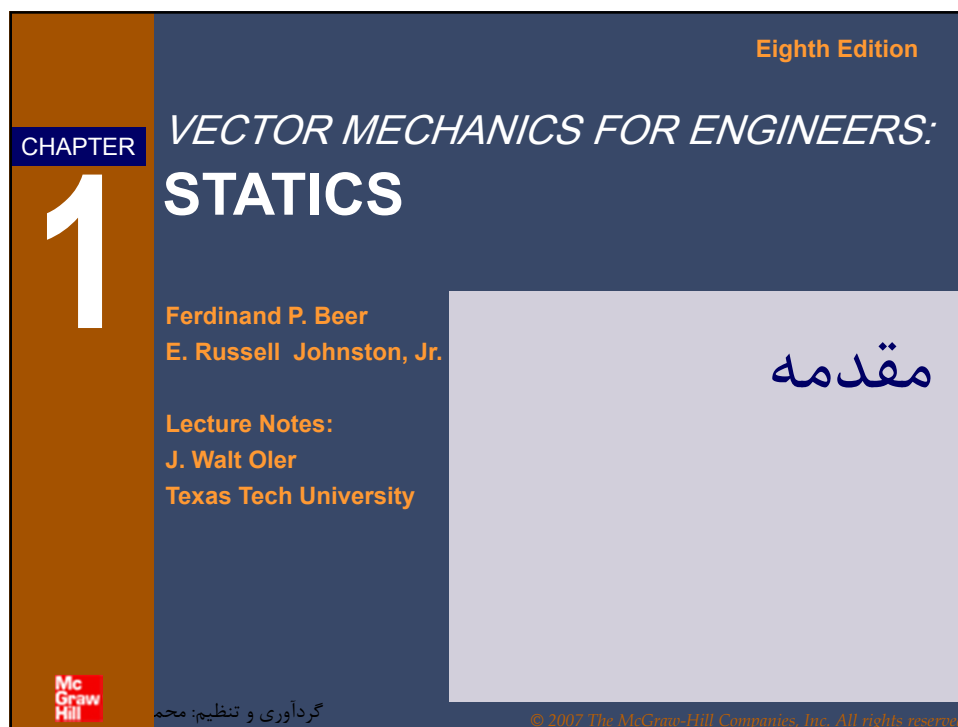




مکانیک چیست؟

- مکانیک علمی است که شرایط ایستایی یا حرکت اجسام را در اثر نیروها پیش بینی می کند.
- مکانیک یک علم کاربردی است - یک علم انتزاعی و ذهنی و علم خالص نیست - حاوی تجربیاتی که از علوم مهندسی حاصل شده نیست، یعنی صرفاً مبتنی بر تجربه و مشاهدات نیست.
- مکانیک اساس بیشتر علوم مهندسی است و یک پیشنیاز غیر قابل جایگزین مطالعه آنهاست.

مهندسی مکانیک چیست؟

مهندسی مکانیک رشته‌ای است که پاسخ اجسام جامد، سیال و وسایلی که از آنها تشکیل شده به بارگذاری مکانیکی، حرارتی و سایر بارگذاری‌ها مطالعه می‌کند. تأکید بر رویکرد علم اساس می‌کند که بیشتر از علوم فیزیک، ریاضی و کامپیوتر استخراج شده است.

مکانیک از الزامات مطالعه مسایل جدید در زمینه‌های بسیاری است، از جمله در:

مهندسی هوافضا	مهندسی مکانیک
مهندسی عمران	مهندسی هسته‌ای
مهندسی مواد	مهندسی زمین‌شناسی
مهندسی کشاورزی	مهندسی پزشکی
مهندسی برق	مهندسی شیمی

گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالشیری

۱ - ۳/۱۹

مهندسی مکانیک: استاتیک چیست؟

استاتیک علم مطالعه تعادل ذره و سازه جسم صلب است. اصل اساسی که استفاده خواهیم کرد قانون دوم نیوتن (حرکت) است.

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

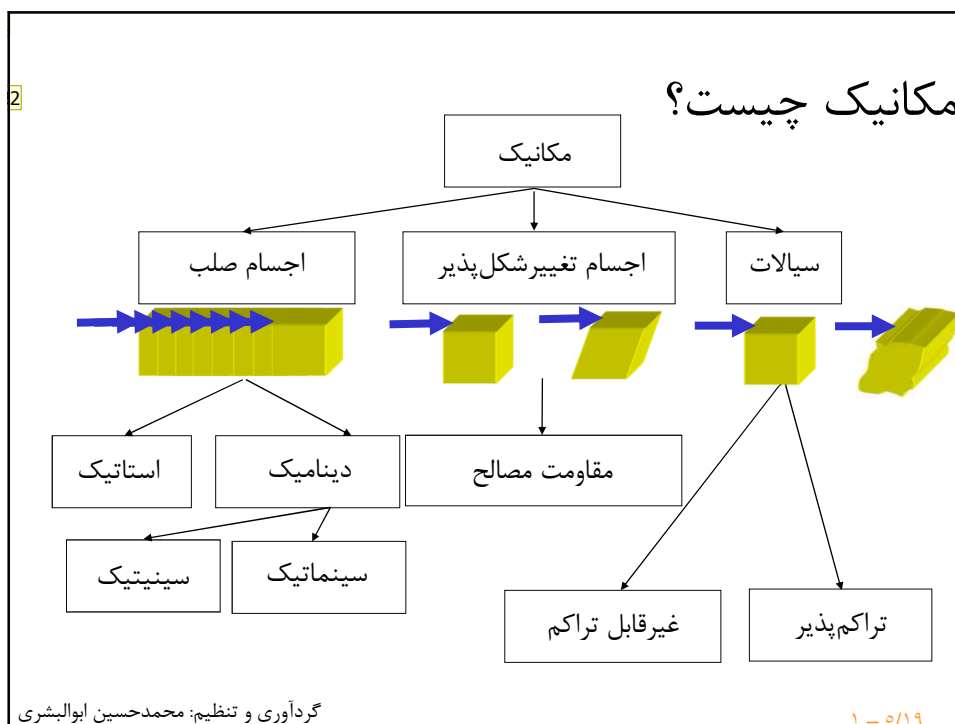
این یک معادله برداری است و نه اسکالر.

چرا استاتیک مهم است؟

- استاتیک پایه‌های اساسی همه این درس‌ها است.
- روش‌هایی که در استاتیک توسعه داده می‌شود در همه درس‌های بعدی به شما کمک خواهد کرد.

گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالشیری

۱ - ۴/۱۹



ایده آل سازی های معمول در مکانیک:

ذره - جرم دارد ولی اندازه آن قابل چشمپوشی است.

جسم صلب - مجموعه ای از ذرات به گونه ای که فاصله بین ذرات ثابت می ماند. یک جسم صلب تغییر شکل نمی یابد.

نیروی متمرکز - نیرویی که در یک نقطه اثر می کند.

(PP x, Statics, Meriam, 1998). [A1]
•۳/۰۲/۲۰۰۹ :Bahman1

B1

.(PP 1-2, Vector Mechanics for Engineers, Statics and Dynamics, Beer, and Johnston, 1984). [A1]
•۳/۰۲/۲۰۰۹ :Bahman1

B2

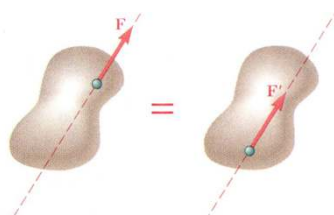
مفاهیم اساسی

- **فضا** - مربوط به موقعیت نقطه‌ای مانند P است که بر حسب سه مختصه نسبت به یک مرکز مختصات مرجع بیان می‌شود.
- **زمان** - تعریف یک رخداد نیاز به مشخص کردن **زمان** و مکان وقوع آن رخداد دارد.
- **جرم** - برای مشخص کردن و مقایسه اجسام به کار می‌رود. به عنوان مثال، پاسخ به جاذبه ثقلی زمین و مقاومت به تغییر در حرکت انتقالی
- **نیرو** - بیان کننده عمل یک جسم روی دیگری است. یک نیرو با محل اثر، مقدار، و جهت آن مشخص می‌شود. یعنی نیرو یک کمیت برداری است.
- در مکانیک نیوتنی، فضا، زمان، و جرم مفاهیم مطلق هستند که مستقل از یکدیگرند. ولی نیرویی که به یک جسم وارد می‌شود به جرم جسم و نرخ تغییرات سرعت آن نسبت به زمان (شتاب) بستگی دارد.

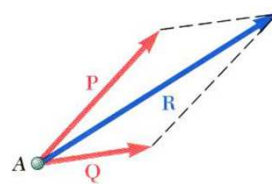
گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالبشری

۱ - ۷/۱۹

مفاهیم اساسی



- اصل لغزنده در نظر گرفتن بردار نیرویی که به یک جسم صلب اثر می‌کند.



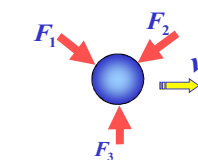
- قانون متوازی‌الاضلاع جمع بردارها

گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالبشری

۱ - ۸/۱۹

قوانین حرکت نیوتن

قانون اول: اگر نیروی برآیند بر ذره‌ای صفر باشد، ذره ساکن می‌ماند (اگر ابتدا ساکن باشد) یا با سرعت ثابتی در امتداد یک خط راست حرکت خواهد کرد (اگر ابتدا در حرکت باشد).



Static Equilibrium

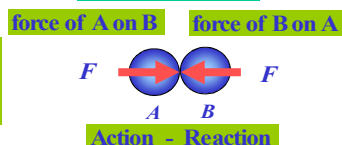
قانون دوم: یک ذره‌ای که یک نیروی غیر بالانس به آن اثر می‌کند شتابی می‌گیرد که در جهت نیروی اثر کننده به آن است و مقدار آن شتاب نیز متناسب است با مقدار نیرو.



Accelerated Motion

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

قانون سوم: نیروی عمل و عکس‌العمل بین دو ذره، برابر و در یک راستا و مخالف یکدیگرند.



Action - Reaction

گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالبشری

۱ - ۹/۱۹

قانون نیوتن جاذبه ثقلی

دو ذره با جرم‌های m_1 و m_2 که در سطح زمین قرار گرفته‌اند در نظر بگیرید. نیوتن رابطه زیر را بیان کرد.

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

F = نیروی جاذبه بین دو ذره

G = ثابت ثقلی عمومی، به تجربه به دست آمده که عبارت است از:

$$66.73 (10^{-12}) \text{ m}^3/(\text{kg}\cdot\text{s}^2)$$

r = فاصله بین دو ذره

مثال: یک کره آهنی به قطر 100 mm توسط نیروی جاذبه زمین 37.1 N که همان وزن آن است به طرف زمین کشیده می‌شود. دو کره آهنی با همان قطر که در تماس‌اند یکدیگر را با نیروی $951 \times 10^{-10} \text{ N}$ جذب می‌کنند که در مقابل وزن بسیار ناچیز است.

گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالبشری

۱ - ۱۰/۱۹

وزن و جرم

$$W = m g$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$g = 32.2 \text{ ft/s}^2$$

$$m = \frac{W}{g}$$

Name	Length	Time	Mass	Force
Int'l System (SI)	Meter (m)	Sec (s)	Kilogram (kg)	Newton* (kg·m/s ²)
US (English - Customary)	Foot (ft)	Sec (s)	Slug* (lb·s ² /ft)	Pound (lb)

* واحدهای به دست آمده

گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالبشری

۱ - ۱۱/۱۹

واحدها

System	length	mass	force	time
English	foot, ft	slug=lb-sec ² /ft	pound, lb	second, s
metric (SI)	meter, m	kilogram, kg	Newton=kg-m/s ² , N	second, s

نکته: رابطه بین این واحدها $f=ma$ است. با انتخاب سه تا از واحدها، واحد چهارم به دست می‌آید. واحدهای به دست آمده عبارتند از:

English system:

$$1 \text{ slug} = \frac{f}{a} = \frac{1 \text{ lb}}{1 \text{ ft/s}^2}$$

$$\text{or ... } 1 \text{ lb} = (1 \text{ slug})(1 \text{ ft/s}^2)$$

توصیه می‌شود که
به جای اسلاگ
واحدهای اصلی را
به کار ببرید.

metric (SI):

$$1 \text{ Newton} = ma = 1 \text{ kg} \cdot 1 \text{ m/s}^2$$

گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالبشری

۱ - ۱۲/۱۹

تبدیل واحدها

به عنوان مثال، تبدیل سرعت $v = 10 \text{ m/s}$ به سیستم انگلیسی عبارت است از:

$$\text{Since } 1 \text{ ft} = 0.3048 \text{ m}, \quad \frac{1 \text{ ft}}{0.3048 \text{ m}} = \frac{0.3048 \text{ m}}{0.3048 \text{ m}} = 1$$

$$v = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 1 = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \underbrace{\frac{1 \text{ ft}}{0.3048 \text{ m}}}_{=1} = 32.808 \text{ ft/s} \quad \Leftarrow$$

یکنواختی و هماهنگی دیمانسیون:

یک معادله افزون بر این که از نظر عددی باید صحیح باشد، از نظر دیمانسیونی نیز باید صحیح باشد. در محاسبات خود همیشه واحدها را

بنویسید.

گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالشیری

۱ - ۱۳/۱۹

پیشوندها

برای کاهش اعداد به اندازه مدیریت شده بخصوص در سیستم آحاد بین‌المللی SI

factor	prefix	symbol
10^9	giga	G
10^6	mega	M
10^3	kilo	k
10^{-3}	milli	m
10^{-6}	micro	μ
10^{-9}	nano	n

گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالشیری

۱ - ۱۴/۱۹

گرد کردن اعداد

روش آماری گرد کردن:

- اگر رقمی که می‌خواهد بیفتد بیشتر از ۵ است، رقم سمت چپ آن را یک رقم افزایش دهید.

Example: 3.1415**9** becomes 3.1416

- اگر رقمی که می‌خواهد بیفتد کمتر از ۵ است، رقم سمت چپ آن را افزایش ندهید.

Example: 3.14**2** becomes 3.14

- اگر رقمی که می‌خواهد بیفتد ۵ است، رقم سمت چپ آن اگر فرد است آن را یک رقم افزایش دهید و اگر زوج است افزایش ندهید.

Example: 2.67**5** becomes 2.68

Example: 8.8**5** becomes 8.8

گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالشیری

۱ - ۱۵/۱۹

دقت عددی (رقم‌های معنادار)

- دقت یک جواب بستگی دارد به:

(۱) دقت داده‌های مسئله (۲) دقت محاسبات انجام شده

جواب هیچگاه نمی‌تواند بیشتر از کمترین دقت این دو باشد (یعنی دقت را نمی‌توان با محاسبات بوجود آورده و یا افزایش داد).

- هرچند ماشین حساب‌ها و کامپیوترها دقت‌های بیشتری از داده‌ها را نشان می‌دهند ولی همیشه دقت محاسبات محدود به دقت داده‌های اولیه است.

$$24.6 * 16.3 = 401 \text{ (rounded from } 400.98 \text{)}$$

مثال:

$$12.34 * 12.3 = 152 \text{ (rounded from } 151.782 \text{)}$$

در مسائلی که داده‌ها با تعداد ارقام معنادار متفاوت وجود دارد، برای جواب، مبنا عددی است که رقم‌های معنا دار کمتر دارد. در این حالت‌ها در مراحل اولیه یک رقم معنادار بیشتر در نظر می‌گیرند.

$$1675 * 0.78 = 1680 * 0.78 = 1300 \text{ (rounded from } 1310.4 \text{)}$$

مثال:

گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالشیری

۱ - ۱۶/۱۹

pp. 2, Statics and Strength of Materials, J.H. Jackson and H.G. Wirtz, Schaum's Outline Series,
(McGraw-Hill Book Company, New York, 1983
•٢/•٢/٢••٩ :Bahman1

B3

دقت عددی (رقم‌های معنادار)

اگر به عنوان مثال بار وارد بر پلی 75000 lb و خطای آن ± 100 lb باشد، خطای نسبی که میزان دقت داده‌ها را می‌سنجد عبارت است از:

$$\frac{100 \text{ lb}}{75000 \text{ lb}} = 0.0013 = 0.13\%$$

لذا واکنش محاسبه شده در یکی از تکیه‌گاه‌ها را نمی‌توان به صورت 14322 lb نوشت. دقت محاسبات هر چه باشد دقت حل نمی‌تواند بیش از 0.13% باشد و خطای پاسخ برابر است با:

$$\frac{0.13}{100} (14322 \text{ lb}) \# 20 \text{ lb}$$

لذا پاسخ را باید به صورت 14320 ± 20 lb نوشت.

از آنجا که در مسائل مهندسی داده‌ها به ندرت با دقت بیشتر از 0.2% بیان می‌شوند، لذا در این مسائل، نوشتن پاسخ‌ها با دقت بیش از 0.2% به ندرت نیاز است. **یک قاعده کلی این است که پارامترهایی که با «۱» شروع می‌شوند با چهار رقم و بقیه را با سه رقم نشان داد. یعنی: 40.2 lb و 15.58 lb.**

گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالبشری

۱ - ۱۷/۱۹

چند نکته در روش حل مسائل

۱. **بیان مسئله:** شامل داده‌های مسئله، مشخص کردن آنچه باید به دست آورده شود و شکلی که همه کمیت‌ها در آن نشان داده شده باشد.
۲. **ترسیم آزاد جسم:** برای هر جسم یک ترسیم آزاد جداگانه رسم کنید و نیروهای مؤثر بر هر کدام از آن‌ها را مشخص کنید.
۳. **اصول اساسی:** شش اصل اساسی برای بیان شرایط سکون یا حرکت هر جسم به کار می‌رود. برای حل معادلات و به دست آوردن مجهولات نیز قوانین جبری به کار می‌رود.
۴. **بررسی جواب:**
 - بررسی کنید که واحدهای نتایج به دست آمده صحیح باشد.
 - بررسی کنید که آیا جواب‌ها در معادله‌ای از معادلات شش‌گانه که استفاده نشده نیز صدق می‌کند یا نه.
 - برای ارزیابی منطقی بودن جواب از تجربه و شم مهندسی استفاده کنید.
۵. توصیه می‌شود برای هماهنگی با پارامترهای روابط همیشه از اعداد انگلیسی استفاده کنید مگر عکس آن بیان شود. یادآور می‌گردد که علامت اعشار در انگلیسی نقطه است مانند: 12.48

گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالبشری

۱ - ۱۸/۱۹

