بسم الله الرحمن الرحیم

دانشگاه کردستان
University of Kurdistan

عنوان درس:

استـــاتیـــک

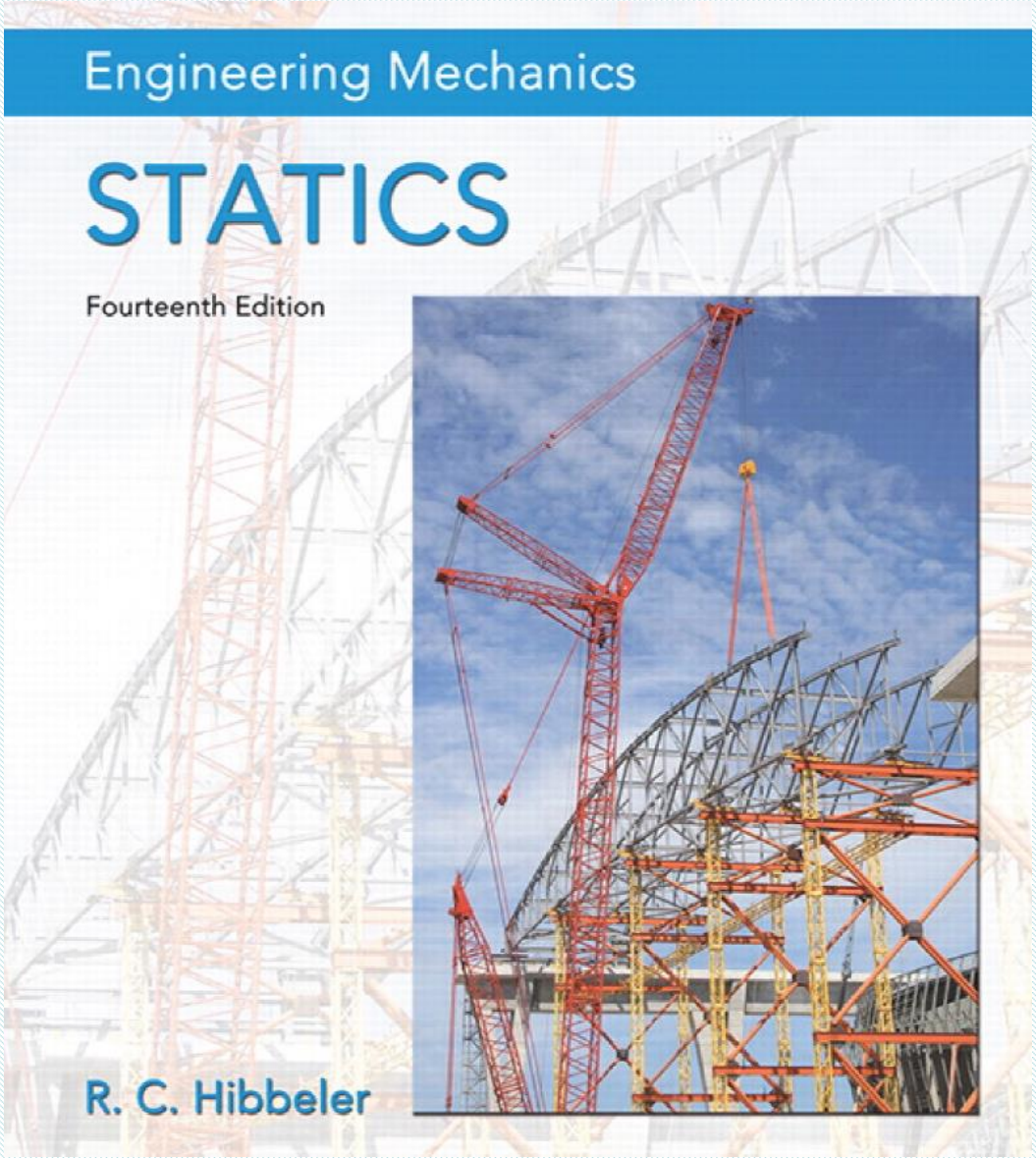
Engineering Statics

مدرس: آرمان مام عزیزی

Mamazizi.arman@gmail.com

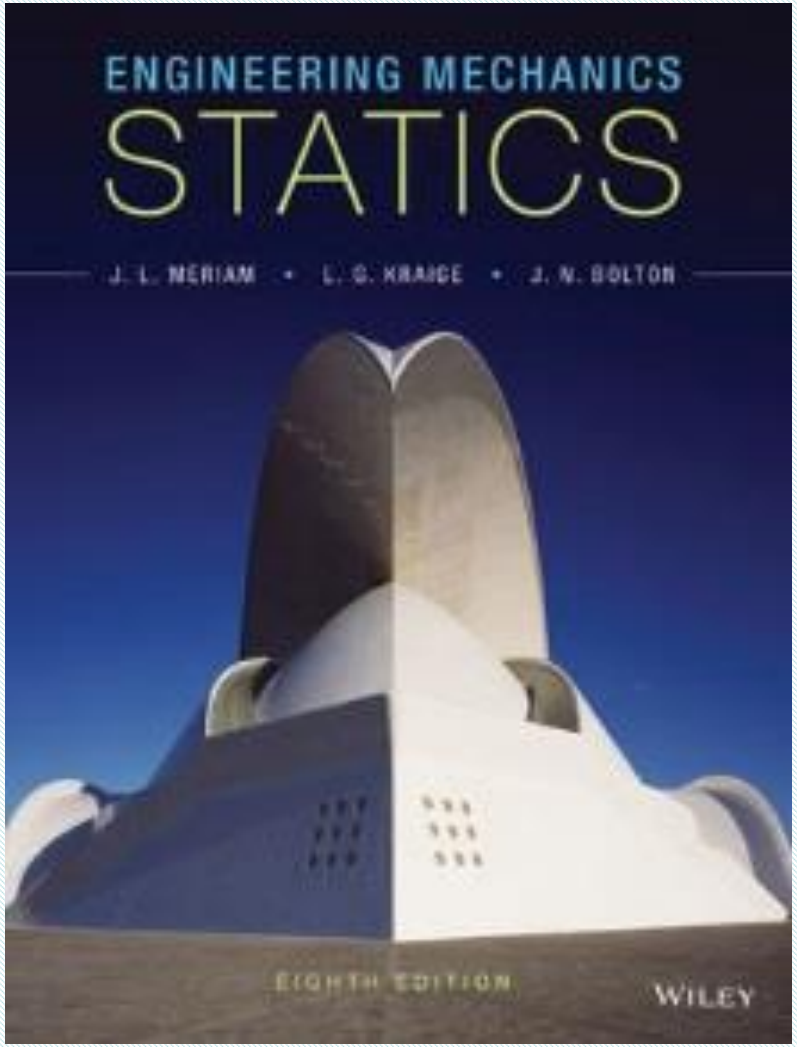
منابع

R. C. Hibbeler (2015).
Engineering Mechanics Statics



منابع

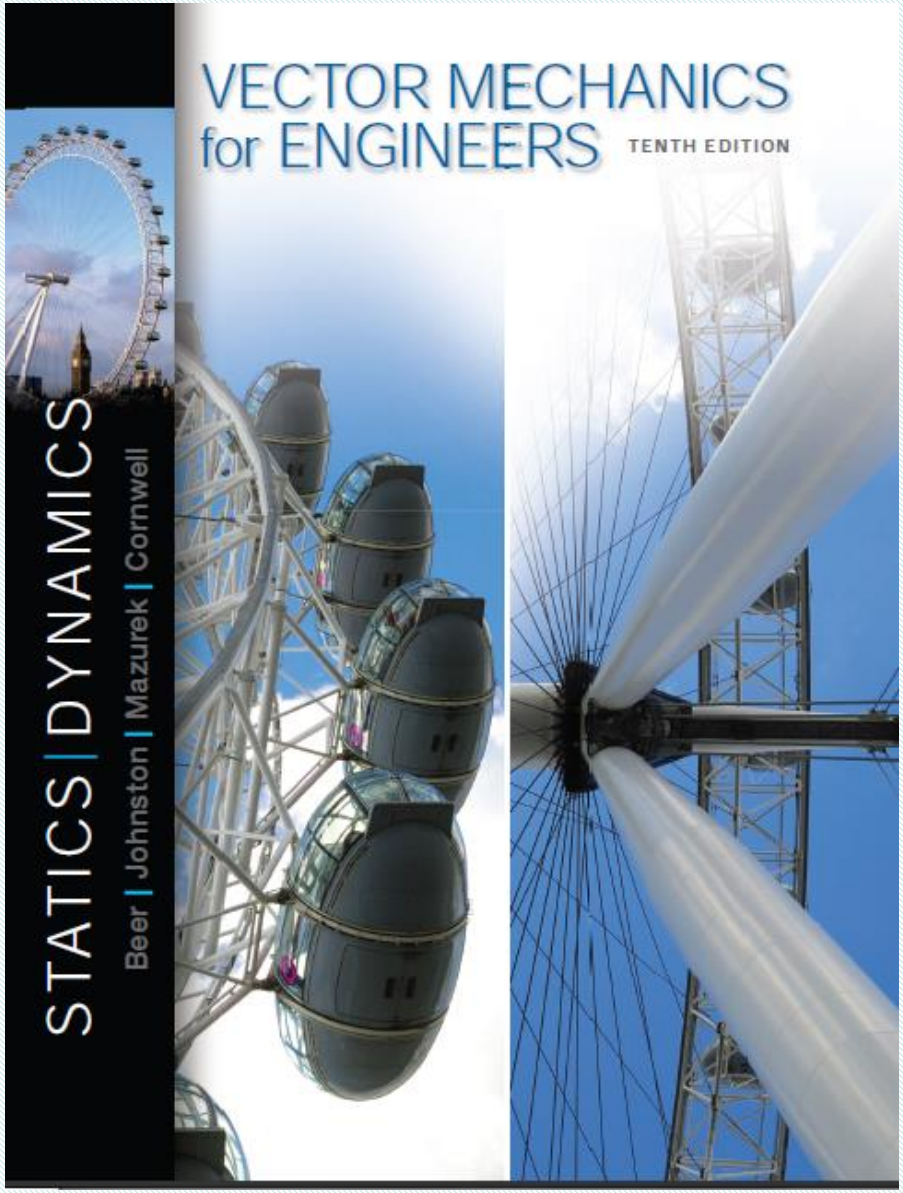
Meriam, J. L. & Kraige, L. G. (2013).
Engineering Mechanics Statics



منابع

Beer , Johnston, Mazurek, Cornwell

Statics



استاتیک

نحوه ارزشیابی

کوییز و فعالیت کلاسی

انجام تمرینات و تحویل به موقع آنها

۴ نمره

آزمون میانترم اول

۳ نمره

(یکشنبه ۲۷ فروردین)

آزمون میانترم دوم

۳ نمره

(یکشنبه ۳۱ اردیبهشت)

آزمون پایان ترم

۱۰ نمره

همراه داشتن ماشین حساب الزامی است

سرفصل درس

فصل اول: مقدمه و کلیات

فصل دوم: نیرو و مجموعه های نیرویی

فصل سوم: تعادل ذره و برآیند نیروها

فصل چهارم: تعادل اجسام صلب

فصل پنجم: خرپاها

فصل ششم:خواص هندسی سطوح

فصل هفتم: تیرها و کابلها

فصل هشتم: ممان اینرسی

فصل اول

مقدمه و کلیات

Metropol Parasol, Spain

- **Architect, J Mayer H.**
- **Archiological Site, Bars, Restaurants**
- **Steel – Glass Structure**

Milwaukee Art Museum , Wisconsin USA

- **Architect Santiago Calatrava, 2001**
- **First Building in USA**
- **Movable Wings (Sun Screens) – wider than Boing 747 wings**
- **70 m Long Foot Bridge with 60 m Long Mast**
- **Glass Ceiling – 30 m high**

Alamillo Bridge in Seville, Spain

- **Completed in 1992**
- **200m long bridge**
- **First suspension bridge with no counter – stay cables**

Oudry-Mesly Bridge, France

- **Completed in 1988**
- **60m long pedestrian bridge**

Turning Turso, 2005

Sweden

Fordham Spire , 2009

Chicago, USA

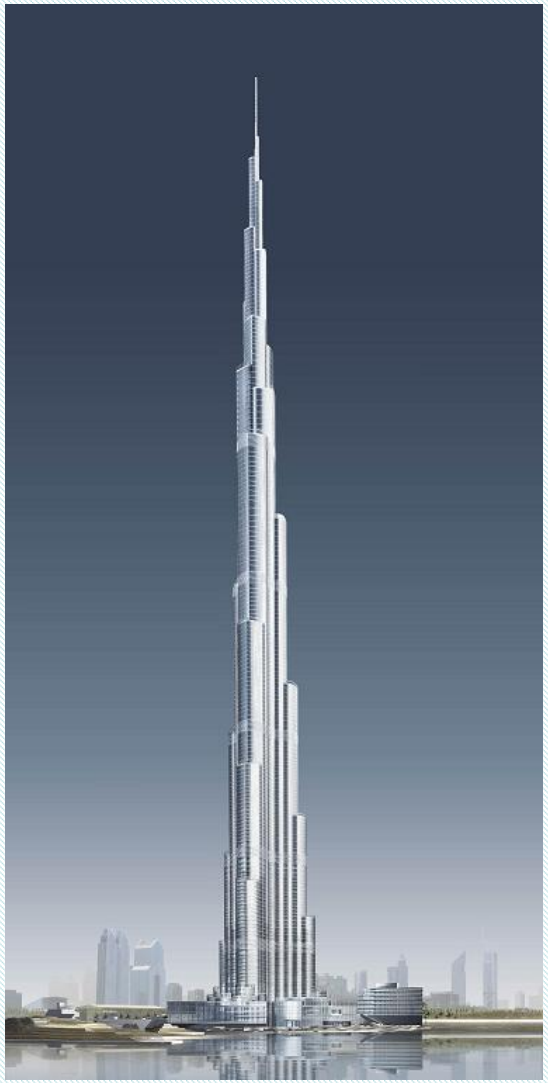
80 South Street Housing, 2004

NY, USA

BMW Plant / Central Building

- Zaha Hadid, 2005
- Leipzig Germany

World's Talest and Longest



Akashi Kaikyo Bridge, Japan 1991m

Burj Dubai, Arab Emirates 688m

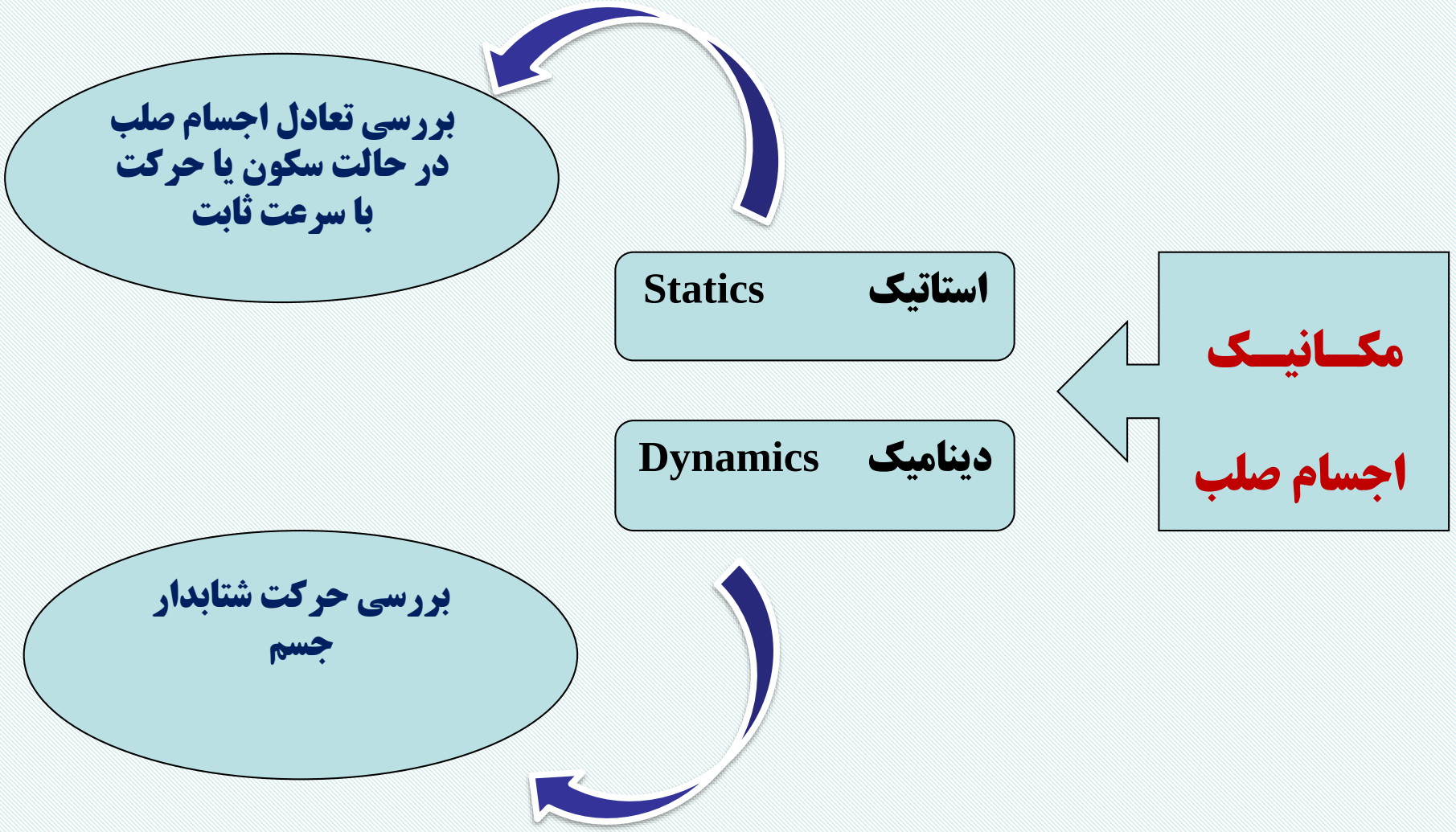
علم مکانیک
Mechanics

شاخه ای از علم فیزیک که به بررسی علم حرکت و سکون ماده تحت تاثیر نیروهای وارده می پردازد.

تقسیم بندی علم مکانیک در حالت کلی

- مکانیک اجسام صلب — Rigid Body Mechanics
- مکانیک اجسام تغییرشکل پذیر — Deformable Body Mechanics
- مکانیک سیالات — Fluid Mechanics

استاتیک


مکـــانیـــک
اجسام صلب
استاتیک Statics
دینامیک Dynamics
بررسی تعادل اجسام صلب در حالت سکون یا حرکت با سرعت ثابت
بررسی حرکت شتابدار جسم

سابقه تاریخی

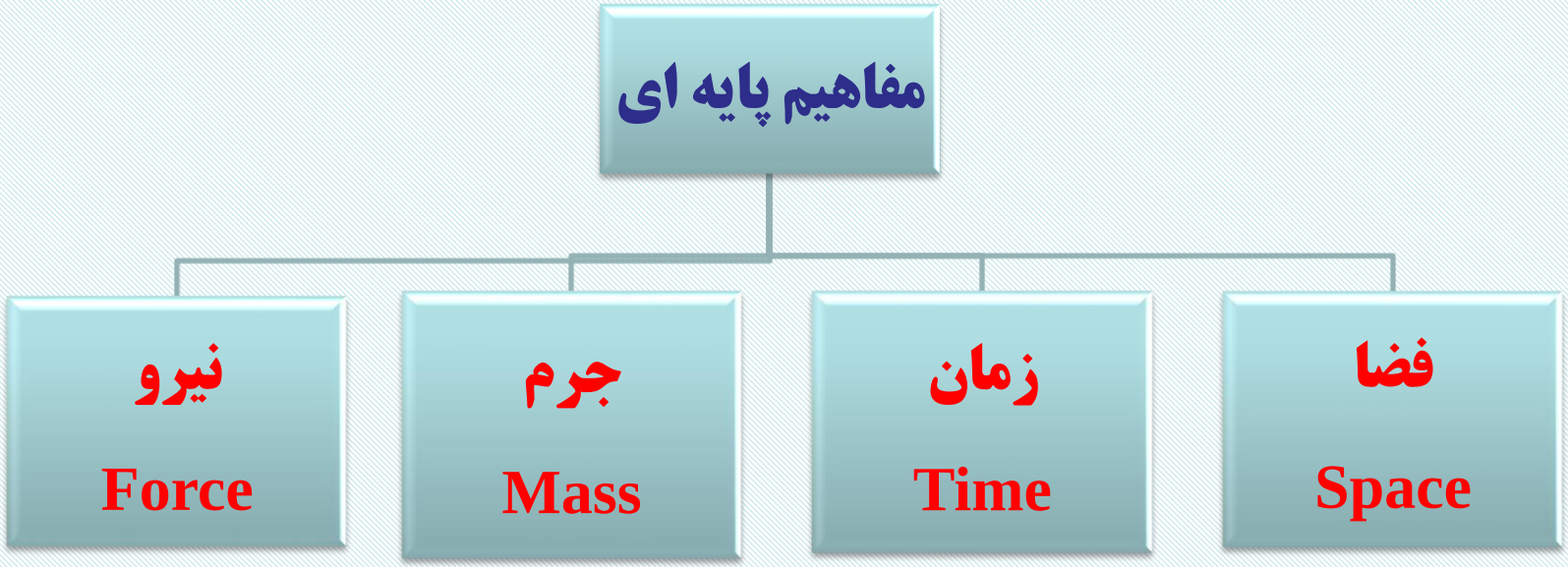
علم استاتیک بدلیل کاربرد اصول آن در اندازه گیری هندسه و نیرو در گذشته های دور مورد استفاده قرار گرفته است.

ارشمیدس (۲۸۷-۲۱۲ قبل از میلاد) اصول اهرم- مباحث مربوط به قرقره، آچار و سطح شیب دار

دینامیک:

گالیله (۱۵۶۴-۱۶۴۲) کار در زمینه آونگ ها و اجسام در حال سقوط

ایزاک نیوتن (۱۶۴۲-۱۷۲۷) قوانین پایه ای حرکت و قانون گرانشی زمین


مفاهیم پایه ای
فضا
Space
زمان
Time
جرم
Mass
نیرو
Force

فضا

ناحیه هندسی که جسم اشغال میکند که موقعیت آن با اندازه گیری خطی یا زاویه ای نسبت به سیستم مختصاتی تعریف می شود. برای حل مسائل سه بعدی، سه مختصات و برای مسائل دو بعدی دو مختصات مستقل مورد نیاز می باشد.

زمان

زمان با توالی حوادث متصور می شود. اگر چه مسائل استاتیکی از زمان مستقل هستند اما این پارامتر نقش تعیین کننده ای در مطالعه مسائل دینامیکی دارد.

جرم

یک اندازه از مقدار ماده است که برای مقایسه کنش یک ماده با ماده دیگری مورد استفاده قرار میگیرد.

نیرو

نیرو بعنوان یک فشار یا کشش اعمال شده به یک ماده توسط ماده دیگری در نظر گرفته می شود.
این اثر متقابل می تواند بصورت یک تماس مستقیم رخ دهد یا بدون تماس فیزیکی.
در هر صورت نیرو با مشخصه های مقدار، جهت و محل اثر توصیف می شود.

ایده آل سازی

ذره
Particle

جرم دارد اما اندازه آن قابل صرف نظر کردن است .مثلا اندازه زمین روی مدار
وقتی یک ماده بعنوان یک ذره ایده آل سازی شود، اصول مکانیکی به شکل ساده تری نمود پیدا میکند، چون هندسه جسم در آنالیز مساله دخالتی ندارد.

جسم صلب
Rigid Body

ترکیبی از مقادیر زیادی از ذرات می باشد که تحت اثر نیروی اعمالی همه ذرات در فاصله ثابتی از هم باقی می مانند. این ایده آل سازی خیلی مهم است زیرا در اثر نیروی اعمالی، شکل ماده تغییر نمی کند و لازم نیست به نوع ماده تشکیل دهنده آن توجه کرد.

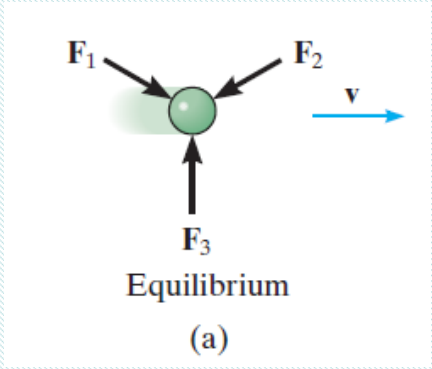
نیروی متمرکز
Concentrated Force

اثر یک بارگذاری را نشان می دهد که فرض می شود نیرو به یک نقطه از ماده اثر میکند.

قوانین سه گانه حرکتی نیوتن

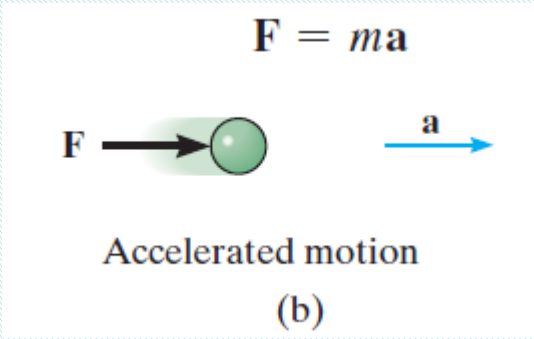
قانون اول

اگر برآیند نیروهایی که به یک جسم وارد میشود صفر باشد، ذره در حالت سکون باقی می ماند و اگر در حال حرکت باشد به حرکت یکنواخت خود ادامه میدهد.



قانون دوم

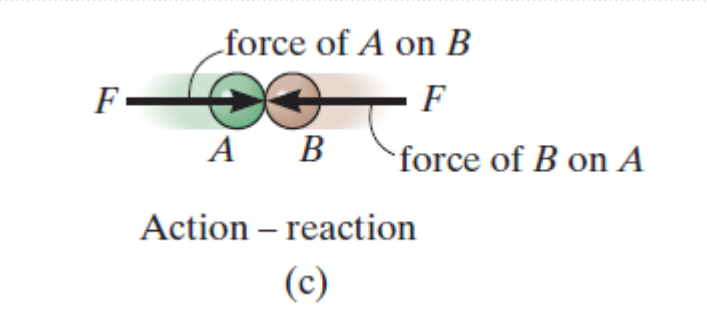
اگر برآیند نیروهایی که به ذره وارد می شود صفر نباشد، ذره در امتداد برآیند نیروها و متناسب با بزرگی آن شتاب میگیرد.



قوانین سه گانه حرکتی نیوتن

قانون سوم

نیروی عمل و عکس العمل میان دو ذره که با هم در تماس هستند ، هم اندازه، در یک امتداد و در خلاف جهت هم اثر می کنند.



Action – reaction

(c)

قانون گرانشی نیوتن

دو ذره به جرمهای **m1** و **m2** یکدیگر را با نیروی مساوی و مختلف الجهت جذب می کنند.

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

where

F = force of gravitation between the two particles

G = universal constant of gravitation; according to experimental evidence, $G = 66.73(10^{-12})\ \mathrm{m^3/(kg \cdot s^2)}$

m_1, m_2 = mass of each of the two particles

r = distance between the two particles

وزن

در معادله قبلی وقتی جسم روی زمین قرار دارد، نیروی بین ذره و زمین را میتوان حساب کرد. این نیرو وزن گفته میشود.

we can develop an approximate expression for finding the weight W of a particle having a mass $m_1 = m$. If we assume the earth to be a nonrotating sphere of constant density and having a mass $m_2 = M_e$, then if r is the distance between the earth's center and the particle, we have

$$W = G\frac{mM_e}{r^2}$$

Letting $g = GM_e/r^2$ yields

$$\boxed{W = mg}$$

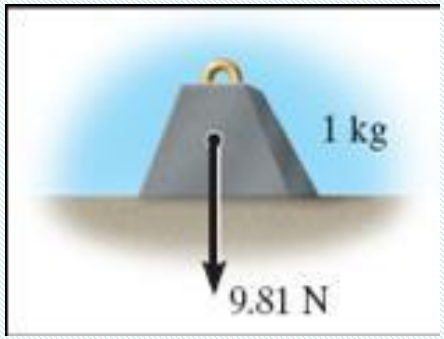
واحدهای اندازه گیری

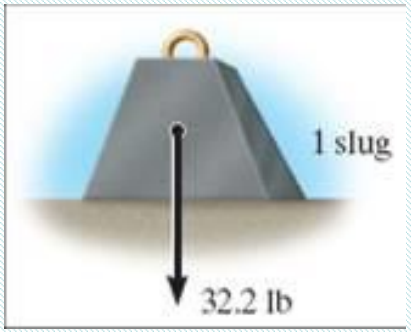
کمیتهای پایه ای بطور کامل از هم مستقل نیستند. در حقیقت آنها بوسیله قانون دوم نیوتن به هم مربوطند. به همین دلیل واحدهای انتخابی برای این کمیتها می توانند بصورت اختیاری انتخاب شوند.

We will work with two unit systems in statics:

International System (SI)

U.S. Customary (FPS)





واحدهای اندازه گیری

TABLE 1–1 Systems of Units

Name	Length	Time	Mass	Force
International System of Units SI	meter m	second s	kilogram kg	newton* N $\left(\frac{kg \cdot m}{s^2}\right)$
U.S. Customary FPS	foot ft	second s	slug* $\left(\frac{lb \cdot s^2}{ft}\right)$	pound lb

*Derived unit.

واحدهای اندازه گیری

TABLE 1–2 Conversion Factors

Quantity	Unit of Measurement (FPS)	Equals	Unit of Measurement (SI)
Force	lb		4.448 N
Mass	slug		14.59 kg
Length	ft		0.304 8 m

پیشوندها

TABLE 1–3 Prefixes

	Exponential Form	Prefix	SI Symbol
Multiple			
1 000 000 000	10^{9}	giga	G
1 000 000	10^{6}	mega	M
1 000	10^{3}	kilo	k
Submultiple			
0.001	10^{-3}	milli	m
0.000 001	10^{-6}	micro	μ
0.000 000 001	10^{-9}	nano	n

*The kilogram is the only base unit that is defined with a prefix.

قواعد استفاده از پیشوندها:

- ✓ کمیتهایی که با ضرب چند واحد مختلف تعریف می شوند، از هم با یک (.) dot جدا شوند.

$$N = kg \cdot m/s^2 = kg \cdot m \cdot s^{-2}$$

$m \cdot s$ (meter-second)

ms (milli-second)

- ✓ توان یک واحد دارای پیشوند شامل هر دوی آنها می شود.

$$\mu N^2 = (\mu N)^2 = \mu N \cdot \mu N$$

mm^2 represents $(mm)^2 = mm \cdot mm$

قواعد استفاده از پیشوندها:

- ✓ باستثنای واحد kg، در حالت کلی از پیشوندها در مخرج واحدهای ترکیبی استفاده نکنید.

do not write N/mm, but rather kN/m;

m/mg should be written as Mm/kg.

- ✓ در انجام محاسبات در تعیین واحدها و اعداد بدست آمده و تبدیل اعداد به پیشوند دقت شود.

EXAMPLE 1.1

Convert 2 km/h to m/s How many ft/s is this?

SOLUTION

Since 1 km = 1000 m and 1 h = 3600 s, the factors of conversion are arranged in the following order, so that a cancellation of the units can be applied:

$$2\ \text{km/h} = \frac{2\ \cancel{\text{km}}}{\cancel{\text{h}}}\left(\frac{1000\ \text{m}}{\cancel{\text{km}}}\right)\left(\frac{1\ \cancel{\text{h}}}{3600\ \text{s}}\right)$$

$$= \frac{2000\ \text{m}}{3600\ \text{s}} = 0.556\ \text{m/s} \qquad \textit{Ans.}$$

From Table 1–2, 1 ft = 0.3048 m. Thus,

$$0.556\ \text{m/s} = \left(\frac{0.556\ \cancel{\text{m}}}{\text{s}}\right)\left(\frac{1\ \text{ft}}{0.3048\ \cancel{\text{m}}}\right)$$

$$= 1.82\ \text{ft/s} \qquad \textit{Ans.}$$

NOTE: Remember to round off the final answer to three significant figures.

EXAMPLE 1.2

Convert the quantities 300 lb · s and 52 slug/ft^3 to appropriate SI units.

SOLUTION

Using Table 1–2, 1 lb = 4.448 N.

$$300\ \text{lb}\cdot\text{s} = 300\ \cancel{\text{lb}}\cdot\text{s}\left(\frac{4.448\ \text{N}}{1\ \cancel{\text{lb}}}\right)$$

$$= 1334.5\ \text{N}\cdot\text{s} = 1.33\ \text{kN}\cdot\text{s} \qquad \textit{Ans.}$$

Since 1 slug = 14.59 kg and 1 ft = 0.3048 m, then

$$52\ \text{slug/ft}^3 = \frac{52\ \cancel{\text{slug}}}{\cancel{\text{ft}}^3}\left(\frac{14.59\ \text{kg}}{1\ \cancel{\text{slug}}}\right)\left(\frac{1\ \cancel{\text{ft}}}{0.3048\ \text{m}}\right)^3$$

$$= 26.8(10^3)\ \text{kg/m}^3$$

$$= 26.8\ \text{Mg/m}^3 \qquad \textit{Ans.}$$