بسم الله الرحمن الرحیم مکانیک رشد جلسه ۱

رشد: یعنی افزایش جرم به همراه تغییر حجم. (بافت نرم)

Remodeling: افزایش جرم بدون تغییر حجم (بافت سخت - استخوان)

مکانیک رشد به بررسی رشد بافتهای زنده در اثر عوامل و محرک های مکانیکی (و شیمیایی) می پردازد.

مراجع: مقالات Kuhl (Stanford Univ.)

Nonlinear Solid Mechanics, by: Holzapfel

بارم بندی:

- میان ترم ۵
- پایان ترم ۴
- پروژه ۸
- کلیپ و کوئیز ۳
- مقاله انگلیسی حداکثر ۲+

@utgrowth

www.daneshmehr.com

سرفصل

۱- جبر تانسوری

- بایومکانیک

۲- کانتینیوم بافت

۳- تنش و کرنش

۴- هایپرالاستیسیته

۵- انواع رشد

۶- رشد محاسباتی

۷- رشد حجم تابع (رشد استخوان، Bone Remodeling)

۸- فرایند محاسبه رشد در بافت

۹- برنامه نویسی VUMAT

فصل اول: جبر تانسوری

T اسکالر

بردار $\vec{F} = F_1\vec{e}_1 + F_2\vec{e}_2 + F_3\vec{e}_3 \equiv (F_1, F_2, F_3) = F_i = F_k$

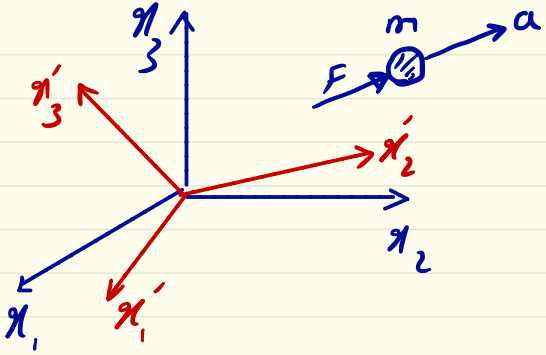
رنج اندیس $i = 1, 2, 3$

یک پارامتر اندیسی (یا پارامتر چندمولفه‌ای) را یک تانسور می‌نامند.

A_i : سه مؤلفه‌ای $(i = 1, 2, 3)$ تانسور درجه یک

B_{ij} : ۹ مؤلفه‌ای تانسور درجه دو

توجه: اگر یک معادله بخواهد در تمام دستگاههای مختصات برقرار باشد باید تمام جملاتش دارای حروف اندیسی یکسان باشد.



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

$$F_i = m a_i \qquad (I)$$

$$F_i' = m a_i'$$

Consistency Requirment

1_ Equation (I) is valid in the unprimed system

2_ Every terms in eq. (I) has the same tensor charcteristic

F_i $\quad i = 1, 2, 3$

i → Free index

σ_{ij}

i → Free

j → Free

2) Summation Convention

$$a_1 y_1 + a_2 y_2 + a_3 y_3 = p$$

$$\sum_{i=1}^{3} a_i y_i = p$$

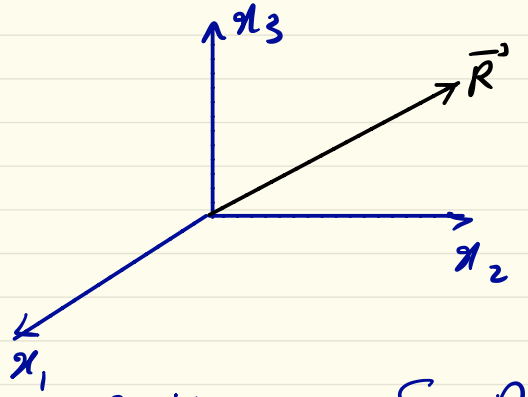
$$a_i y_i = p$$

$$a_i y_i = a_1 y_1 + a_2 y_2 + a_3 y_3 = a_k y_k = a_\ell y_\ell$$

↳ Dummy index

$$\int_a^b f(x)\,dx = \int_a^b f(s)\,ds$$

3) cartesian tensor



$$\begin{cases} \vec{e}_1 \cdot \vec{e}_1 = \vec{e}_2 \cdot \vec{e}_2 = \vec{e}_3 \cdot \vec{e}_3 = 1 \\ \vec{e}_1 \cdot \vec{e}_2 = \vec{e}_1 \cdot \vec{e}_3 = \vec{e}_2 \cdot \vec{e}_3 = 0 \end{cases}$$

$$\delta_{ij} = \begin{cases} 1 & i=j \\ 0 & i \neq j \end{cases}$$

$$\vec{e}_i \cdot \vec{e}_j = \vec{e}_j \cdot \vec{e}_i = \delta_{ij}$$

↳ kronecer delta

Problems: $\delta_{ij} B_{jkl} = ?$

$$\boxed{\delta_{ij} B_{jkl} = B_{ikl}}$$

$$\delta_{ij} B_{jkl} = \delta_{i1} B_{1kl} + \delta_{i2} B_{2kl} + \delta_{i3} B_{3kl}$$

$$\delta_{ij} B_{jkl} = \begin{cases} B_{1kl} & i=1 \\ B_{2kl} & i=2 \\ B_{3kl} & i=3 \end{cases}$$