Subject

- شروع قرن ۱۸ با کارهای اویلر و برنولی برای تعمیم مکانیک نیوتنی به سیستم‌های پیوسته از ماده

- مثال‌های متعدد کاربرد

- آشناترین و نزدیک‌ترین مثال از سیستم‌های غیرخطی + ترمودینامیک خارج از تعادل

- مقدمات ریاضی

← اسکالر - بردار - مشتقات

تبدیل کردن

اسکالر

$r' = r$

← بردار $\underline{v}' = \underline{R}(\theta)\, \underline{v} = \sum R_{ij}\, v_j\, \hat{e}_i$

ماتریس دوران

یا $v'_i = R_{ij}\, v_j$

← تانسور

$$T'_{ij} = R_{il}\, R_{jk}\, T_{lk}$$

- ضرب‌ها

$$\underline{v}\cdot\underline{w} = v_i w_i = v_i w_j \delta_{ij}$$

$$(\underline{v}\times\underline{w})_i = \epsilon_{ijk}\, v_j\, w_k$$

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

Kronecker Delta

$$\epsilon_{ijk} = \begin{cases} +1 & \\ -1 & \\ 0 & \text{else (any two equal)} \end{cases}$$

Levi-Civita symbol

رابطهٔ مهم - $\epsilon_{ijk}\,\epsilon_{ilm} = \delta_{jl}\,\delta_{km} - \delta_{jm}\,\delta_{kl}$

اسکالر $\partial_i = \frac{\partial}{\partial x_i}$ - مشتق

بردار $\underset{\sim}{\nabla} = \partial_i \hat{e}_i$ - عملگر گرادیان

grad: $\underset{\sim}{\nabla}\phi = \partial_i \phi\, \hat{e}_i \qquad (\nabla\phi)_i = \partial_i \phi$

div: $\underset{\sim}{\nabla}\cdot\underset{\sim}{u} = \partial_i u_i$

curl: $(\underset{\sim}{\nabla}\times\underset{\sim}{u})_i = \epsilon_{ijk}\,\partial_j u_k$

Laplacian: $\nabla^2 = \nabla\cdot\nabla = \partial_i \partial_i$

مثال: $(\nabla\times(\nabla\times u))_i = \epsilon_{ijk}\,\partial_j\,(\nabla\times u)_k$

$\epsilon_{ijk}\,\partial_j\,(\epsilon_{klm}\,\partial_l u_m) = \epsilon_{kij}\,\epsilon_{klm}\,\partial_j\partial_l u_m =$

$(\delta_{il}\,\delta_{jm} - \delta_{im}\,\delta_{jl})\,\partial_j\partial_l u_m = \partial_i\partial_j u_j - \partial_j\partial_j u_i =$

$$= \partial_i(\partial_j u_j) - (\partial_j \partial_j) u_i$$

$$= \partial_i (\nabla \cdot u) - \nabla^2 u_i$$

$$= (\nabla(\nabla \cdot u) - \nabla^2 u)_i$$

قضیه Gauss

$$\oint_{\Sigma} \underline{u} \cdot \underline{ds} = \int_{V} (\nabla \cdot \underline{u})\, dV$$

قضیه Stockes

$$\oint_{C} \underline{u} \cdot \underline{dl} = \int_{\Sigma} (\nabla \times \underline{u}) \cdot \underline{ds}$$

گریز: $a \cdot (b \times c) = c \cdot (a \times b)$

□ شاره ها

- shear stress

- جامدات: کشسان در مقابل تنش برشی

- شاره ها: جاری میشوند

- سوسنیس: برای جامدات محدوده کشسانی وجود دارد ولی به دلیل آن ها تغییرات غیرکشسان خواهند داشت

- فعلاً در کلاس می‌توانید هوا و آب را تصور کنید. در آینده به شاره هایی که خیلی متفاوت از آب و هوا هستند هم می‌رسیم

- سالیدها: مولکول‌ها در فاصله خاصی هستند ولی امکان جابجایی دارند.
- گازها: مولکول‌ها می‌توانند فواصل زیادی را بدون برخورد با یکدیگر طی کنند.
mean free path

در دینامیک شاره ها ما خواص میکروسکوپی را فراموش می‌کنیم و شاره ها را با خواص ماکروسکوپی آنها می‌بینیم. مثلاً
دقیقاً توضیح دقیق داده خواهد شد

- چگالی	ρ	density
- تراکم پذیری	β	compressability
- گرانروی	η	viscosity

با این تصویر ماکروسکوپی اختلاف آب و هوا

$$\rho_w \simeq 800\, \rho_a$$

$$16000\, \beta_w \approx \beta_a$$

$$\eta_w \approx 55\, \eta_a$$

ولی این اختلاف ها فقط در اندازه است. تفاوت اصلی آن است که برای نگه داشتن گازها ما به ظرف احتیاج داریم ولی مایعات سطح جدایی دارند. سطح جدایی با بخار خودشان یا گازهای دیگر (قطره باران).

تا وقتی که تصریح نشود فرض می‌کنیم که شاره ها

	مثال نقض
۱ـ همسانگرد هستند	کریستال های مایع
۲ـ نیوتنی هستند	خمیر دندان ـ رنگ سفیده تخم مرغ
۳ـ فیزیک آنها مکانیک کلاسیک است	هلیوم مایع ستاره ها