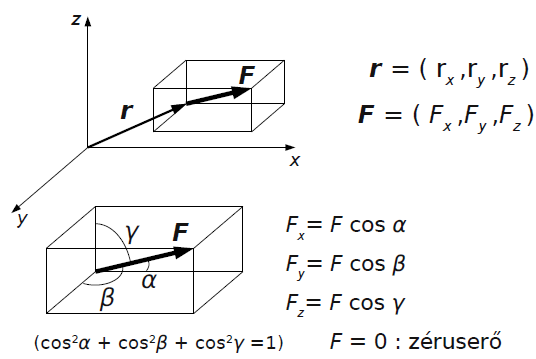
Biomechanika mechanika tételek 2012

# Milyen adatokkal adható meg egyértelműen egy erő?

Nagyságával, irányával (hatásvonala), értelmével és támadáspontjával.



# Egy síkbeli szétszórt dinámrendszernek mi lehet az eredője?

* Egyensúly: és
* Nyomaték: és
* Erő: és

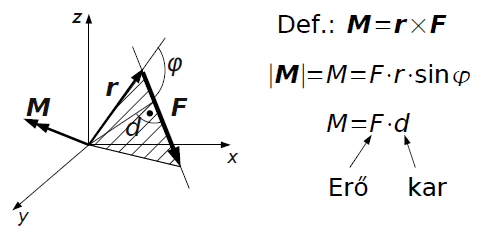
# Egy térbeli szétszórt dinámrendszernek mi lehet az eredője? (?)

* Egyensúly: és
* Nyomaték: és
* Erő: és
* Erőcsavar:

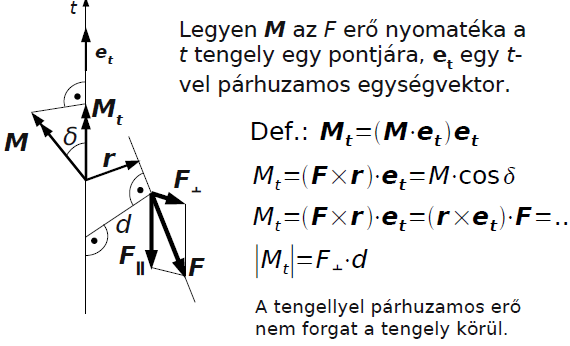
# Milyen egyenletekkel tudja ellenőrizni egy általános síkbeli dinámrendszer egyensúlyát?

* ,

# Hogyan számítható egy F erő nyomatéka a tér egy tetszőleges P pontjára?



# Hogyan számítható egy F erő nyomatéka a tér egy tetszőleges t tengelyére?



# Mikor nevezünk egy tartószerkezetet statikailag határozottnak?

A STATIKAILAG HATÁROZOTT tartó keresztmetszeteiben az igénybevételek (a felírható statikai egyenletekből, a szerkezet keresztmetszeti és anyagjellemzői nélkül is) EGYÉRTELMŰEN meghatározhatók. A KAPCSOLATI DINÁMOK, IGÉNYBEVÉTELEK és az ELMOZDULÁS KOMPONENSEK KÜLÖN-KÜLÖN IS számíthatók.

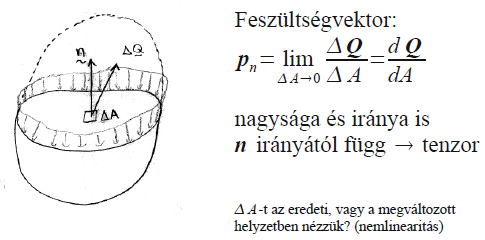
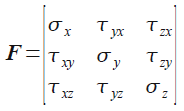
# Mikor nevezünk egy tartószerkezetet statikailag határozatlannak?

Ha a külső és belső kapcsolatok merevségi fokszáma nagyobb szerkezetre felírható független egyenletek számánál, a szerkezet (megtámasztásait tekintve) STATIKAILAG HATÁROZATLAN. A határozatlanság FOKSZÁMát az ismeretlen kapcsolati dinámok számának és a független statikai egyenletek számának különbsége adja.

# Ismertesse a gerendatartók igénybevételei és terhei közötti differenciális összefüggéseket!

|  |  |
| --- | --- |
|  | A differenciális összefüggések használata:   * Szakaszonként a függvény jellegének meghatározása * A szakaszra jellemző igénybevétel-érték alapján a szakasz megrajzolása * Kapcsolódó szakaszok közötti illesztés használata (számításra vagy ellenőrzésre) |

# Mit jelentenek a következő fogalmak: feszültségvektor, feszültségállapot, feszültségtenzor?

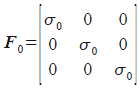
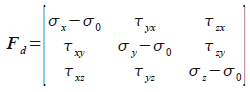
* **Feszültségvektor:** Az normálisú elemi felület mentén megoszló erő.  
  
* **Feszültségállapot:** Az a pont, ahol az összes irányhoz tartozó feszültségvektort keressük.
* **Feszültségtenzor:** A feszültségállapotot leíró tenzor.  
  

# Ismertesse a feszültség- és az alakváltozástenzor fogalmát!

* **Feszültségtenzor:** ld. előző tétel.
* **Alakváltozástenzor:**

|  |  |
| --- | --- |
|  | Az alakváltozástenzor elemei: |

# Mit jelent a hidrosztatikus és a deviátoros feszültségtenzor?

* **Hidrosztatikus:** gömbi feszültségtenzor:   
  
* **Deviátoros:** tiszta nyírás: ()  
  

# Írja fel a feszültségtenzor alakját az *xyz* koordinátarendszerben felírt feszültségkomponensek segítségével!

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

# Hogyan számítható egy pont *n* normálisú metszetében a feszültségvektor, a normál- és a nyírófeszültség a feszültségtenzor ismeretében?

# Mi a mechanikai és a matematikai jelentése a főfeszültségeknek?

* **Mechanikai:** A főfeszültségek a feszültségtenzor és így a pont feszültségállapotának jellemzői, krsz.től függetlenek.
* **Matematikai:**
  + → harmadfokú egyenlet
  + Három megoldás: → főfeszültségek
  + A hozzájuk tartozó vektorok → főirányok
  + A feszültségtenzor mátrixos alakja az vektorok által meghatározott koordinátarendszerben:

# Ismertesse a rugalmasságtan egyensúlyi egyenleteit!

|  |  |
| --- | --- |
|  | Mezőegyenletek: |

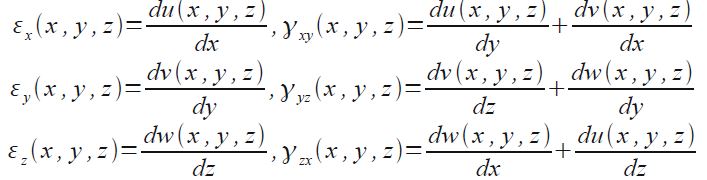
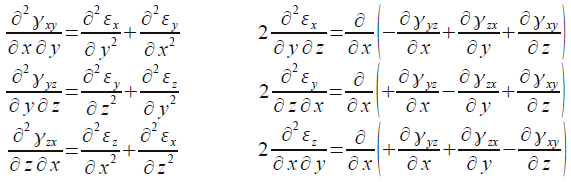
# Írja fel a deviátoros- illetve a hidrosztatikus alakváltozástenzort! (?)

* **Hidrosztatikus:**
* **Deviátoros:**

# Mi a mechanikai és a matematikai jelentése a főnyúlásoknak?

* **Mechanikai:** Minden alakváltozáshoz felvehető három olyan koordináta-rendszer, melyekben csak hosszirányú nyúlás lép fel, szögelfordulás nincs. Ezek a három egymásra merőleges irány a főirány, az ezekben az irányokban mérhető megnyúlás neve főnyúlás.
* **Matematikai:** ugyanaz, mint a 15-ben a főfeszültségeknél. (?)

# Írja fel a rugalmas test geometriai egyenleteit!

* Mezőegyenletek:  
  
* Peremfeltételek: (Az perem azon részén, ahol eltolódás van előírva)
* Az alakváltozások nem vehetők fel tetszőlegesen → kompatibilitás:  
  

# Milyen feszültségi állapot tartozhat a sík alakváltozási állapothoz? (?)

\varepsilon_{ij}= 
 \left[{\begin{matrix}
   {\varepsilon _x } & {\frac {\gamma _{xy}} {2}} \\  
   {\frac {\gamma _{xy}} {2}} & {\varepsilon _y } \\  
  \end{matrix}}\right]


# Írja fel a sík feszültségi állapothoz tartozó alakváltozástenzor elemeit! (?)

Az és főnyúlás értéke:

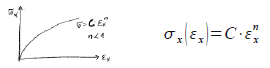
\varepsilon _1 = \frac {\varepsilon _x + \varepsilon _ y}{2} + \sqrt{ \left( \frac {\varepsilon _x - \varepsilon _y}{2} \right)^2 + \left( \frac{\gamma _{xy}} {2}\right)^2 }

\varepsilon _2 = \frac {\varepsilon _x + \varepsilon _ y}{2} - \sqrt{ \left( \frac {\varepsilon _x - \varepsilon _y}{2} \right)^2 + \left( \frac{\gamma _{xy}} {2}\right)^2 }

# Ismertesse a mechanikai anyagmodell fogalmát! Milyen rugalmas viselkedést leíró modelleket ismer?

**Anyagmodell:** Az anyagmodellek szükségszerűen kisebb-nagyobb egyszerűsítéseket, célszerűen megválasztott elhanyagolásokat tartalmaznak, és annak megfelelően választják ki jellemzőiket, ideális alaptulajdonságaikat, hogy milyen célú közelítésre szánják. Céljuk a feszültségek és alakváltozások közötti kapcsolat pontosabb leírása.

**Rugalmas viselkedést leírók:**

* *Általános rugalmas modell:*
  + a feszültségek az alakváltozások függvényében felírhatók. pl.:  
    
  + esetenként az alakváltozások függvényében írható fel a feszültség. Pl.: Ramberg-Osgood modell: ( esetén lineáris, esetén nemlineáris)  
    
* *Hiperelasztikus anyagmodell:*
  + Lineárisan rugalmas anyag
  + Ortotróp anyag
  + Izotróp anyag
  + Nemlineáris alakváltozások:
    - Neo-Hookean
    - Mooney-Rivlin
    - Összenyomhatatlan anyagok

# Melyek a legfontosabb különbségek a rugalmas és képlékeny anyag viselkedése között?

* **Rugalmas (elasztikus):** egy terhelés-tehermentesítés ciklus után nincsenek maradó alakváltozások.
* **Képlékeny:**
  + terhelés-tehermentesítés más útvonalon
  + maradó alakváltozások

# Ismertesse a mechanikai anyagmodell fogalmát! Milyen rugalmas-képlékeny viselkedést leíró modelleket ismer?

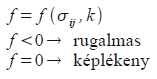
**Anyagmodell:** ld. 22.

**Rugalmas-képlékeny viselkedést leírók:**

* *Huber-Mises-Hencky*: Fémek hidrosztatikus feszültségállapotban nem folynak.
* *Tresca*: A középső főfeszültség hatása kisebb, tiszta nyírásra hamarabb folyik meg.

# Mit nevezünk folyási feltételnek a mechanikában?

A képlékeny alakváltozás akkor jön létre, ha a darab keresztmetszetében ható mechanikai feszültség elér egy, az anyagminőségre és az állapotjelzőkre (feszültségállapot, alakváltozási sebesség és hőmérséklet) jellemző feszültséget, a folyáshatárt (), azaz az alakítási szilárdságot (). Térbeli igénybevételek esetén a feszültségtenzornak hat komponense van, amelyek adott kombinációja esetén képlékeny alakváltozás valósul meg. A képlékenységi (folyási) feltételnek olyannak kell lenni, amely megadja a feszültségek valamennyi olyan kombinációját, amelynek bekövetkezése a képlékeny állapot kezdetét jelenti.



Fontos megjegyezni, hogy a feszültségtenzor hat eleme háromra csökkenhet, ha a feszültségi főirányokat koordinátatengelynek választjuk.

# Ismertesse a Huber-Mises-Hencky-féle folyási feltételt!

Fémek hidrosztatikus feszültségállapotban nem folynak:  


Ezt a függvényt a derékszögű koordináta-rendszerben egy ferde henger ábrázolja, ahol a képlékeny alakváltozás a henger palástján jön létre.

# Ismertesse a Tresca-féle folyási feltételt!

A képlékeny alakváltozás létrejötte csak a nyírófeszültségtől függ, és maradó alakváltozás akkor lép fel, ha a legnagyobb nyírófeszültség eléri azt az értéket, amely tiszta nyírás esetén folyást idézne elő. Ez a legnagyobb nyírófeszültség elve.



A derékszögű koordináta-rendszerben egy hatszögű hasábnak felel meg.

# Milyen mechanikai feltételek esetén kerülhet egy anyag képlékeny állapotba? (?)

ld. 25. (?) és akkor, ha , ilyenkor aktív képlékeny állapot áll fenn ().

# Hogyan lehet megalkotni egy hiperelasztikus anyag (pl. érfal) anyagmodelljét? (?)

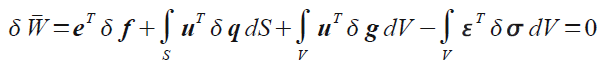
# Adott egy homogén, izotróp, lineárisan rugalmas anyagmodell. Mit jelentenek a megnevezésben szereplő jelzők?

* **Homogén:** egynemű, minden pontján azonos értékű anyagi rendszer.
* **Izotróp:** Egy olyan közeget jelöl, amelynek bizonyos fizikai tulajdonságai különböző irányokban megegyeznek.
* **Lineárisan rugalmas:** a feszültség () – alakváltozás () görbéje lineáris, vagy lineáris szakaszokból áll.

# Ismertesse a virtuális erők tételét!

*(Virtuális erők: a tényleges erőrendszer egy statikailag lehetséges variációja.)*

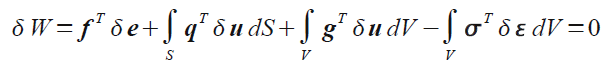
Egy geometriailag lehetséges elmozdulásrendszer bármely virtuális erőrendszeren végzett kiegészítő munkája 0:



# Ismertesse a virtuális elmozdulások tételét!

*(Virtuális elmozdulás: a tényleges elmozdulás egy geometriailag lehetséges variációja)*

Egy statikailag lehetséges erőrendszer bármely virtuális elmozdulásrendszeren végzett munkája 0:



# Ismertesse a potenciális energia szélsőértéktételét!

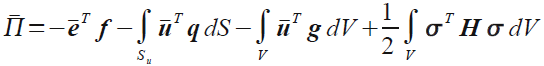
Teljes potenciál: külső + belső:



Tétel: a geometriailag lehetséges elmozdulásrendszerek közül az a tényleges, ahol a potenciális energiának stacionaritási pontja van.

# Ismertesse a kiegészítő potenciális energia minimumtételét!

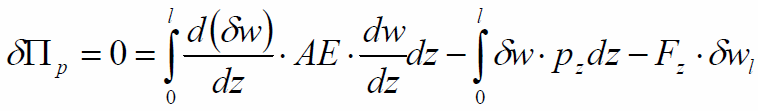
Teljes kiegészítő potenciál: külső + belső:



Tétel: a statikailag lehetséges erőrendszerek közül az a tényleges, ahol a kiegészítő potenciális energiának minimuma van.

# Írja fel a potenciális energia minimumtételét a funkcionál megadásával és a benne szereplő változók magyarázatával! (?)

*(Funkcionál: A matematikában azokat az operátorokat, amelyeknek az értékkészlete valós számhalmaz funkcionáloknak nevezzük.)*



* : felület
* : rugalmassági modulus
* : elmozdulás

# Mi az alapvető különbség a potenciális energia szélsőértéktételének illetve a kiegészítő potenciális energia minimumtételének alkalmazása között? (?)

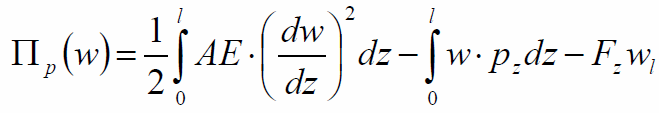
|  |  |
| --- | --- |
| Potenciális Szélsőérték | Kiegészítő Potenciális Minimum |
| Változói elmozdulások → *elmozdulásmódszer* | Változói erők → *erőmódszer* |
| A változók szerinti (parciális) derivált, illetve variáció eltűnésére felírt egyenletek: *egyensúlyi egyenletek* | A változók szerinti (parciális) derivált, illetve variáció eltűnésére felírt egyenletek: *geometriai egyenletek* |

# Írja fel a teljes potenciális energia függvényét és magyarázza el a benne szereplő változók jelentését! (?)

A teljes potenciális energia az alakváltozási energia () és a külső erők potenciáljának összege. A külső erők potenciálja helyett szokás annak -szeresét a külső erők virtuális munkájának () is nevezni. Így a teljes potenciális energia:



# Írja fel a potenciális energia funkcionálját és magyarázza el az egyes változók jelentését! (?)



# Írja fel a nyugalomban lévő szerkezet potenciális energiájának függvényét! Magyarázza el az egyes változók mechanikai jelentését! (?)

# Mi a Ritz-módszer és mire használható a mechanikai feladatoknál? (?)

# Ismertesse a végeselemes technika alkalmazásának fontosabb lépéseit!

* Potenciális energia stacionaritási tételének felírása
* A geometriai egyenletet behelyettesítése
* Függvénytér finitizálása
* Geometriai finitizálás
* Integrálás elvégzése elemenként
* Megoldás

# Ismertesse az általános Ritz-módszer és a végeselem-módszer közötti hasonlóságokat és különbségeket! (?)

# Mi a véges elemek módszere?

A Végeselemes módszer (VEM) numerikus módszer parciális differenciálegyenletek közelítő megoldására.

# Ismertesse a végeselemes számítási technika fontosabb lépéseit! (?)