Name:____________________________

Löse die folgenden Aufgaben zur FEM

Aus Kap 1:

1.1 Die Bewegungsgleichungen der Kontinuumsmechanik sind Funktionen vom Ort und von der Zeit, z.B. u(x, t). Was bedeutet hierfür der Separationsansatz?

1.2 Warum können wir nicht in allen Problemen den Separationsansatz anwenden?

1.3 Für einen homogenen, einseitig eingespannten Stab berechne die ersten 10 Eigenwerte, Eigenfunktionen und Eigenfrequenzen. Es gilt: Länge L_0 = 12 m, Querschnitt d_0 = 2 mm Ø Kupferdraht.

Name:____________________________

1.4 Was ist die Grundidee der FEM, was bewirkt diese Methode?

Welche Gleichungen ergeben sich hieraus?

Wie ist ihre Genauigkeit?

1.5 Berechne die statische Auslenkung eines homogenen, einseitig eingespannten Stabes infolge Gravitation g (Daten aus 1.3). Verwende als Näherung die ersten 10 Eigenfunktionen. Vergleiche mit der exakten Lösung.

1.6 Berechne die statische Auslenkung eines homogenen, einseitig eingespannten Stabes infolge einer Kraft F = 50 N am Ende des Stabes. (Daten aus 1.3, 1.5). Verwende als Näherung die ersten 10 Eigenfunktionen. Vergleiche mit der exakten Lösung.

Name:____________________________

Aus Kap 2:

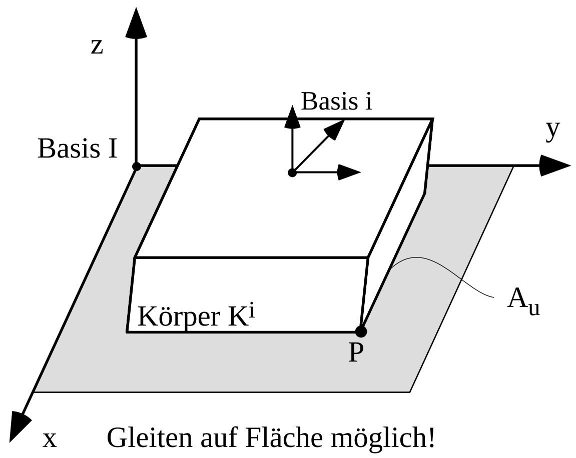
2.1 Was bedeutet *materielle Koordinate* **R** eines Punktes P des elastischen Körper K^i ?

2.2 Wie kann man die Bewegung eines elastischen Körpers unterteilen?

2.3 Wodurch zeichnet sich die Starrkörperbewegung aus?

2.4 *Randbedingungen*:

Welche Bewegungen führen alle Punkte der (Ober-)Fläche A_u (Unterseite) des Körpers i aus?



2.5 Es gilt für einen Punkt P die Position $\vec{r}_P = \vec{r}^{\,i} + \vec{R} + \vec{u}$ und die Körperorientierung $\vec{\mathbf{e}}^i = \mathbf{A}^{iI}\ \vec{\mathbf{e}}^I$.

Bestimme die Koordinaten von $\vec{r}_P$ in der Basis I, wenn $\vec{r}^{\,i}$ in der Basis I und $(\vec{R} + \vec{u})$ in der Körperbasis i dargestellt werden.

Transformiere ${}^I\mathbf{r}_P$ nach ${}^i\mathbf{r}_P$.

Name:___________________________

2.6 Was zeichnet das Balkenmodell aus?

Was zeichnet eine Platte aus?

Wie ist das klassische Kontinuum festgelegt?

2.7 Was bedeuten *Homogenität*?

Was bedeuten *Isotropie*?

Was enthält das *Linear-Elastisches Material*?

2.8 Was ändert sich bei einem elastischen Körper infolge der Verformung?

die Masse _____ das Volumen _______ die Dichte _________ die Länge _______

2.9 Erkläre den Begriff Eigenfunktionen / Eigenmoden eines elastischen Körpers.

2.10 Wieviel Eigenmoden hat ein elastischer Körper?

2.11 Wie lässt sich jede Verschiebung infolge Lasten durch Eigenmoden darstellen?

2.12 Wie sind die Eigenmoden skaliert?

2.13 Wie wirkt sich die Skalierung auf die Lösung der Verschiebungen z.B. u(x,t) aus?

2.14 Was versteht man unter Modalapproximation?

Name:____________________________

Aus Kap 3:

3.1 Was versteht man unter? Spannungsvektor $\vec{s}$ ____________

Spannungsmaß s_{xx} ___________

Spannungsmatrix $\mathbf{s}$ ____________

Unterschied zwischen Normalspannung / Schubspannung? _____________

3.2 Wieviel unabhängige Spannungsmaße hat das 3D Kontinuum?

3.3 Wieviel unabhängige Verzerrungsmaße hat das 3D Kontinuum?

Unterschied zwischen Dehnung / Scherung? _____________

3.4 Ein Stab wir mit einer Zugkraft belastet. Welche Verzerrungen und Spannungen treten auf?

3.5 Was heißt?

Lagrange'sche Beschreibung _________

Euler'sche Beschreibung _________

3.6 Wir verwenden die lineare Elastizitätstheorie. Was bedeutet das für Spannungen und Verzerrungen?

3.7 Was bedeutet Hooke'sche Gesetz?

Was besagt die Zahl?

E _______

G _______

m________

Name:____________________________

3.8 Im Plot wird die von Mises Spannung aufgezeigt. Was bedeutet diese? (keine Formel)

3.9 Wie lautet das elastische Potential für das Kontinuum?

3.10 Wie lautet die virtuelle Leistung für das Kontinuum?

Name:____________________________

Aus Kap 4:

Der Euler-Bernoulli-Balken ist ein spezielles Modell der Verformungen.

4.1 Welche Annahmen liegen dem Modell zugrunde?

a)

b)

c)

d)

4.2 Nenne die 4 Verformungsgrössen von $\mathbf{n}$ der Balkentheorie?

4.3 Nenne die 4 Verzerrungsmaße von $\mathbf{e}$ der Balkentheorie? Gebe den Zusammenhang zu den Verzerrungsgrössen $\mathbf{n}$ an.

4.4 Nenne die 4 Schnittgrössen der Spalte $\mathbf{s}$ an, die zu den Verzerrungsmaße $\mathbf{e}$ gehören.

Erstelle eine Skizze. Wie lautet das Materialgesetz?

Name:___________________________

4.5 Berechne die Geometrieparameter des Balkens für einen Rohrquerschnitt: 12 mm AußenØ, 10 mm InnenØ.

4.6 Um von den Schnittgrössen auf die Normalspannung σ_n / Schubspannung τ zu kommen, sind weitere Rechnungen erforderlich, siehe TM. Kap. 2.

Berechne für den Rohquerschnitt in 4.5 und den Schnittgrössen (F_n = 450 N, M_{bz} = 450 Nmm, Mby = 150 Nmm, M_T = 100 Nmm) die maximale Normalspannung σ_n und maximale Schubspannung τ und gebe den Ort am Querschnitt an.

Name:____________________________

Aus Kap 5:

5.1 Was versteht man unter einem Verschiebungsansatz?

5.2 Was versteht man unter Modalanalyse / Modalapproximation

5.3 Ansatzfunktionen können beliebig sein bis auf die Forderungen des Ritzansatzes. Was fordert er?

5.4 Für die 4 Verformungsgrössen der Balkentheorie $\boldsymbol{\nu} = (u_1, u_2, u_3, \vartheta_1)^T$ sind je eine Ansatzfunktion U(x) = $\frac{x}{l}$, V(x) = $3\frac{x^2}{l^2} - 2\frac{x^3}{l^3}$, W(x) = $3\frac{x^2}{l^2} - 2\frac{x^3}{l^3}$, T(x) = $\frac{x}{l}$ gegeben. Die Matrix der Ansatzfunkt. lautet $\boldsymbol{\Phi}(x) = \begin{bmatrix} U & 0 & 0 & 0 \\ 0 & V & 0 & 0 \\ 0 & 0 & W & 0 \\ 0 & 0 & 0 & T \end{bmatrix}$.

Berechne die Verzerrungsmatrix $\mathbf{B} = \mathbf{L}.\boldsymbol{\Phi}$.

5.5 Was bedeutet das Ergebnis für die Schnittgrössen in Glg. (4.13)?