

Übung 7: Komplexe Materialeigenschaften: Anisotropie

Ziel der Übung:

- Betrachtung und Verständnis anisotroper, insbesondere transversal isotroper, Bauteile.
- Nutzung transversaler Isotropie zur Bauteiloptimierung.
- Zusammenhang mit Hauptspannungsrichtungen.

Teil I: Einführung: Anisotropie

Isotropie, Vollständige Anisotropie, Orthotropie, Transversale Isotropie...

Dehnungs-Schiebungs-Kopplungen...

Siehe Übung und Handout...

Teil II: Ein paar ANSYS Befehle und Nutzerhinweise

Praktische ANSYS -Befehle zur Bedienungserleichterung: /WAIT, /IMAGE und *ASK...

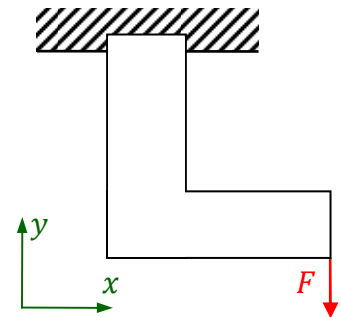
Befehle zur Definition lokaler Koordinatensysteme: ESEL, EMODIF, LOCAL, /PSYMB...

Siehe Übung...

Teil III: Ein erstes Modell

Wir betrachten das Bauteil in L-Form aus der letzten Übung, das am oberen Ende fest eingespannt ist. Am Eck rechts unten wurde eine Kraft F aufgeprägt.

Wir nehmen an, das Bauteil sei aus Holz mit transversal isotropen Eigenschaften, d.h. mit richtungsabhängigen Steifigkeiten und ausgewiesener Faserrichtung.



Aufgaben:

- In welche Richtung ist Holz steifer, längs oder quer zur Faserrichtung?
- Betrachte das Bild auf der Homepage: *blatt7a.png*. Dieses zeigt die Von-Mises-Dehnung nach einer Belastung von $F = 5000 \text{ N}$. Was denkst du, wie war die Faserrichtung im Bauteil, horizontal oder vertikal? Begründe deine Antwort. Betrachte dazu ggf. auch das Bild *blatt6b.png* aus der letzten Übung (siehe Homepage).
- Wie würde wohl die zugehörige Spannung aussehen?

Wir wollen nun zuerst die Fälle in der nachfolgenden Tabelle betrachten.

Drehwinkel	0°	45°	90°	135°
Faser-Ausrichtung				
Max. Auslenkung				

- Was würdest du denken, in welchem der Fälle die maximale Auslenkung am geringsten ist?

Auf der Homepage steht APDL-Skript *blatt7-III.inp* zum Download bereit. Hier sind auch alle relevanten geometrischen und materialspezifischen Angaben zu dem Bauteil zu finden.

Das Material wird als orthotrop angelegt. Die transversale Isotropie wird erreicht, indem wir wie im Handout beschrieben die Materialkonstanten anpassen. Wir nehmen an, die Faserrichtung sei parallel zur x -Achse.

Aufgaben:

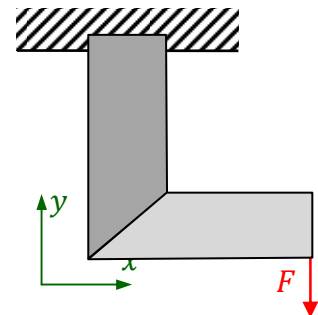
- e. Betrachte Abschnitt A.3.2 und A.3.3 des APDL-Skripts und versuche die einzelnen Schritte nachzuvollziehen. Konsultiere ggf. die ANSYS-Hilfe oder den Übungsleiter.
- f. Füge an geeigneter Stelle im Skript einen `*ASK` Befehl ein, sodass der Drehwinkel der Faserrichtung eingelesen werden kann.

Führe das Skript aus und überprüfe deine Vermutungen aus den Aufgabenteilen b. c. und d. Trage die Ergebnisse in die vorgegebene Tabelle ein. Löse dann folgende Aufgaben:

- g. Vergleiche die Von-Mises-Dehnungen in den vier Fällen. Insbesondere 0° mit 90° und 45° mit 135° und interpretiere die Ergebnisse.
- h. Vergleiche die Hauptspannungsrichtungen für die Winkel 45° und 135° . Vergleiche mit dem Resultat aus der letzten Übung (siehe Homepage: *blatt6b.png*).
- i. Vergleiche die erste Hauptspannungs- mit der ersten Hauptdehnungsrichtung am unteren Teil des L-Bauteils für den Winkel 135° . Begründe das Resultat mit Hilfe der Theorie aus Teil I.
- j. Betrachte weitere Winkel und vergleiche beliebige Spannungs-, Dehnungs- und Auslenkungsplots, frei nach Belieben.

Teil IV: Erste Bauteilmodifikation

Auf der Homepage befindet sich das Skript *blatt7-IV.inp*, das das Bauteil in zwei Bereiche mit unterschiedlichen Faserrichtungen aufteilt.



Aufgaben:

- k. Wie würdest du vermuten, liegen die optimalen Faserrichtungen in den beiden Bauteilen, um eine möglichst geringe Auslenkung zu erhalten?
- l. Teste verschiedene Winkel... Teste auch das Gegenteil deiner Vermutung...

Teil V: Weitere Bauteilmodifikationen

Wir wollen das Bauteil weiter optimieren, indem wir es in weitere beliebige Bereiche aufteilen und jedem eine eigene Faserrichtung zuweisen. Als Restriktion nehmen wir an, dass das Bauteil aus nicht mehr als 4 Bereichen bestehen darf.

Aufgaben:

- m. Passe das Programm aus Teil IV dementsprechend an und teste verschiedene Aufteilungen und Winkel und die zugehörige maximale Auslenkung. Versuche die Auslenkung zu minimieren. Dazu kann es sich lohnen, auch die Hauptspannungsrichtungen zu betrachten. Wer die geringste Auslenkung erreicht gewinnt.