

## ÜBUNG 6: WÄRMEDEHNUNG

### INHALT

|  |          |
|--|----------|
| Ziele.....   | 2        |
| <b>A. Theorie: Wer hat an der Uhr gedreht? .....</b> | <b>2</b> |
| <b>B. Einfacher Bimetallstreifen .....</b>           | <b>2</b> |
| <b>C. Bonus: Spezieller Bimetallstreifen .....</b>   | <b>3</b> |

## ZIELE

Wir betrachten Wärmedehnung, insbesondere wie sich diese auf einen Bimetallstreifen auswirkt.

### A. Theorie: Wer hat an der Uhr gedreht?

Eine Pendeluhr ähnlich zu der abgebildeten befindet sich in einem gut beheizten Klassenraum am Albert-Einstein-Gymnasium in Vorderhindelang im Oberallgäu. Das Zimmer sei auf wohlige 30°C geheizt, wohingegen draußen wie üblich im Dezember -20°C herrscht.

Im Zimmer sitzt der kälteunempfindliche norwegische Schüler Nístingur. Dieser überlegt sich, dass er durch Öffnen des Fensters und Abkühlen des Raumes auf Außentemperatur die Zeit bis zum Ende der Schulstunde verkürzen kann... Nachdem der Raum auf -20°C abgekühlt ist, würde die Schulstunde regulär noch 30 min andauern.

Zum Pendel:

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| Länge des Pendel            | $\ell = 0,625 \text{ m}$                     |
| Material des Pendels        | Silber                                       |
| E-Modul                     | $E = 82.700 \text{ MPa}$                     |
| Querkontraktionszahl        | $\nu = 0,37$                                 |
| Wärmeausdehnungskoeffizient | $\alpha = 20,0 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ |
| Erdbeschleunigung           | $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$         |
| Eigenfrequenz $\omega$      | $\omega = \sqrt{g/\ell}$                     |

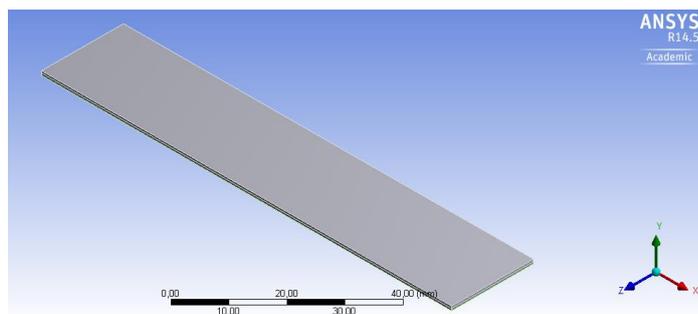


### Aufgaben:

- Hat Nístingur mit seiner Vermutung recht? Begründe deine Antwort.
- Um wieviel verkürzt oder verlängert sich die Schulstunde, wenn der Lehrer sich strikt an die Pendeluhr hält?

### B. Einfacher Bimetallstreifen

Erstelle ein Workbench Modell für einen Bimetallstreifen mit den folgenden Eigenschaften (die Materialeigenschaften sind in ANSYS bereits als Vorlage vorhanden):



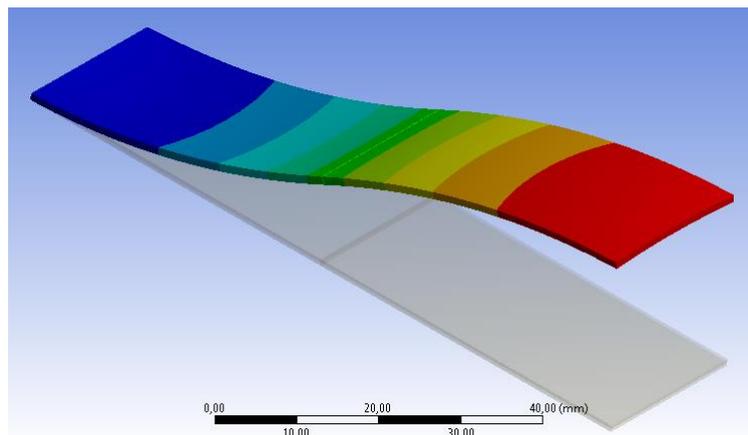
|            |                      |
|------------|----------------------|
| Länge      | $l = 100 \text{ mm}$ |
| Höhe       | $h = 1 \text{ mm}$   |
| Breite     | $b = 20 \text{ mm}$  |
| Material 1 | Aluminium            |
| Material 2 | Structural Steel     |
| $\Delta T$ | 100 K                |

**Aufgaben:**

- Was passiert mit dem Balken unter einer Temperaturänderung?
- Wie verlaufen wohl die Normalspannungen in  $x$ -Richtung und wo sind sie am größten (außer an den Einspannungen)?
- Erstelle dieses Modell in ANSYS und prüfe deine Vermutungen. Eine Wärmedehnung kann als **Load -> Thermal Condition** angegeben werden.
- Wir möchten die Auslenkung des Bimetallstreifens vergrößern. Welche Maßnahmen könnte man ergreifen? Probiere ein paar in ANSYS aus.
- Gibt es außer Änderung von Werkstoff, Balkenlänge ( $l$ ) oder -breite ( $b$ ) noch weitere Möglichkeiten den Bimetallstreifen zu optimieren?
- Welche Schalkraft kann der Bimetallstreifen an seinem Ende maximal auswirken, und wie wirken sich unsere Änderungen darauf aus? (Tip: Balken an Endkante in  $Y$ -Richtung einspannen)

**C. Bonus: Spezieller Bimetallstreifen**

Schaut euch das folgende Bild an.

**Aufgaben:**

- Wie muss der Bimetallstreifen konstruiert sein, damit sich diese Verformung bei Erwärmung ergibt? Bilde deine Vermutung in ANSYS nach.