

Übungen zur Vorlesung Physik für Ingenieure I  
Prof. Dr. H. Kersten, SS 2013  
Blatt 18 – zu bearbeiten bis zum 21.05.2013

1. Der Druck von Luft bei  $T = 20^\circ\text{C}$  und 100% Luftfeuchtigkeit setzt sich aus folgenden Partialdrücken zusammen:

Stickstoff	780 hPa
Sauerstoff	210 hPa
Wasserdampf	23 hPa
Argon	9 hPa

- a) Berechnen Sie die Dichte der Luft dieser Zusammensetzung, unter der Annahme, dass es sich um ein Gemisch idealer Gase handelt.
- b) Berechnen Sie die Dichte trockener Luft mit dem gleichen Gesamtdruck. Ist die trockene Luft leichtern oder schwerer als die feuchte Luft? Warum?
- c) Die trockene Luft werde bei konstanter Temperatur auf die Hälfte des ursprünglichen Volumens komprimiert. Welcher Druck stellt sich ein?
- d) Was passiert mit der feuchten Luft wenn sie komprimiert wird?
2. Ein Silizium-Chip wird auf eine beidseitig mit Kupfer beschichtete Leiterkarte geklebt. Der Klebstoff wird bei  $125^\circ\text{C}$  ausgehärtet. Anschließend wird auf Raumtemperatur abgekühlt. Durch die unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten wird der Chip dabei lateral verspannt.



Der Chip ist  $6 \times 6 \text{ mm}^2$  groß und  $300 \mu\text{m}$  dick. Die Leiterkarte ist  $1.55 \text{ mm}$  dick, die Kupferschichten je  $50 \mu\text{m}$ .

Um welches Verhältnis ändert sich die laterale Ausdehnung des Chips gegenüber einem nicht verklebten Chip?

Wärmeausdehnungskoeffizienten und Elastizitätsmodule entnehmen Sie der Tabelle:

Material	CTE	Young Modulus
FR 4	14 ppm/ $^\circ\text{C}$	20 GPa
Cu	16 ppm/ $^\circ\text{C}$	130 GPa
Si	2.6 ppm/ $^\circ\text{C}$	47 GPa