

## Anwendungsaufgaben - Längen- und Volumenänderung

- 1 Ergänze in der folgenden Tabelle die fehlenden Größen. Überlege dir dabei, wie sich die Längenänderung verändert, wenn sich die Anfangslänge verdoppelt, die Temperaturänderung verdoppelt usw.

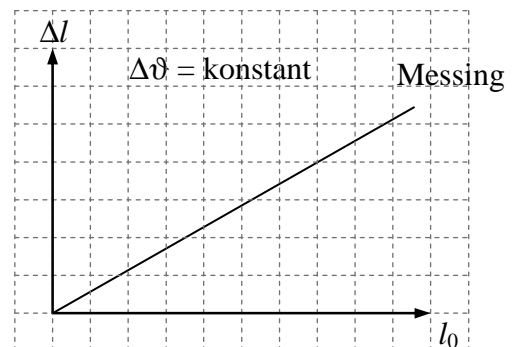
$l_0$ in m	$\Delta\vartheta$ in $^{\circ}\text{C}$	$\Delta l$ in mm
1,0	10	0,24
2,0	10	
1,0	30	
3,0	20	
1,0		0,12

- 2.0 In drei Versuchen wurde die Längenänderung von Metallrohren bei Temperaturänderung untersucht.
- 2.1 Im ersten Versuch wurde für ein Messingrohr mit der Länge  $l_0 = 0,75$  m der Zusammenhang zwischen der Längenänderung  $\Delta l$  und der Temperaturänderung  $\Delta\vartheta$  untersucht. Dabei ergaben sich folgende Messwerte:

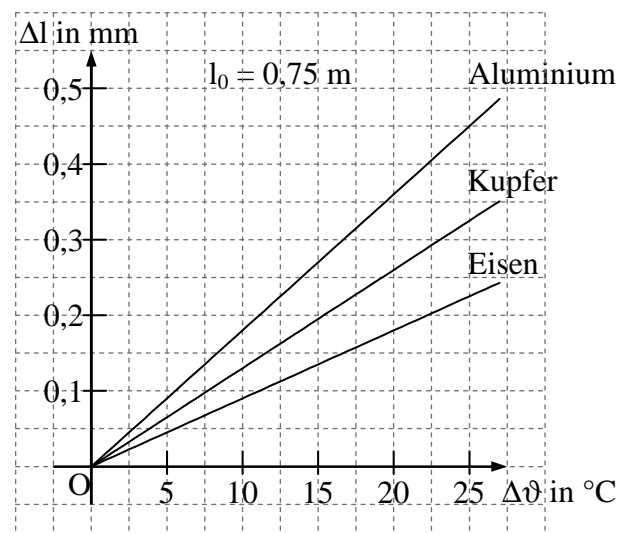
$\vartheta$ in $^{\circ}\text{C}$	17	25	30	35	40	45
$\Delta l$ in mm	0	0,11	0,19	0,25	0,31	0,38

Stelle in einer neuen Wertetabelle die Längenänderung in Abhängigkeit von der Temperaturänderung dar und werte den ersten Versuch rechnerisch aus.

- 2.2 Stelle die Längenänderung in Abhängigkeit von der Temperaturänderung grafisch dar und formuliere das Ergebnis des ersten Versuchs.
- 2.3 Berechne anhand eines Messwertpaares den Längenausdehnungskoeffizienten von Messing.
- 2.4 Die Auswertung eines zweiten Versuchs ergibt das nebenstehende Diagramm.  
Welcher Zusammenhang wurde untersucht?  
Formuliere das Ergebnis des zweiten Versuchs.



- 2.5 In einem dritten Versuch wurde der Zusammenhang zwischen der Längenänderung und der Temperaturänderung für verschiedene Materialien untersucht. Die Messwerte sind im nebenstehenden Diagramm dargestellt. Berechne anhand eines Messwertpaares den Längenausdehnungskoeffizienten von Eisen. Lies die dafür benötigten Größen aus dem Diagramm ab.



- 3.0 In einem Versuch wurde für Olivenöl die Abhängigkeit der Volumenänderung  $\Delta V$  von der Temperaturänderung  $\Delta \vartheta$  untersucht. Für ein Anfangsvolumen von 270 ml ergaben sich folgende Messwerte:

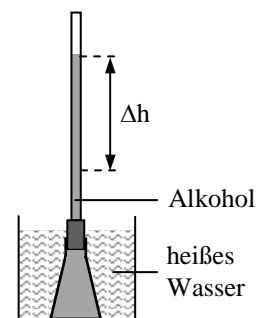
$\vartheta$ in $^{\circ}\text{C}$	22	31	41	50	59	68
V in $\text{cm}^3$	270,0	271,7	273,8	275,4	277,3	278,9

- 3.1 Stelle in einer neuen Wertetabelle die Volumenänderung in Abhängigkeit von der Temperaturänderung dar und werte den Versuch rechnerisch aus. Formuliere das Versuchsergebnis.
- 3.2 Berechne anhand eines Messwertpaares den Volumenausdehnungskoeffizienten von Olivenöl.
- 3.3 In einem weiteren Versuch wird für Olivenöl die Volumenänderung in Abhängigkeit vom Anfangsvolumen untersucht. Formuliere das Ergebnis des Versuchs und skizziere  $\Delta V$ - $V_0$ -Diagramm.
- 4 Der Eiffelturm (Höhe: 324 m) ist im Winter einige Zentimeter kleiner als im Sommer. Berechne die Längendifferenz zwischen einem heißen Sommertag ( $\vartheta = 28\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) und einem kalten Wintertag ( $\vartheta = -10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).
- 5 Ein 75,000 cm langer Metallstab wird von  $18\text{ }^{\circ}\text{C}$  auf  $85\text{ }^{\circ}\text{C}$  erwärmt. Danach beträgt seine Länge 75,085 cm. Aus welchem Material könnte der Stab bestehen?
- 6 Beton, der großen Belastungen standhalten muss, wird durch Stahleinlagen verstärkt. Diesen Verbundwerkstoff bezeichnet man als Stahlbeton. Begründe, warum das Baumaterial bei Temperaturschwankungen nicht beschädigt wird.
- 7 Um wie viel Grad Celsius muss man Glycerin mit einer Temperatur von  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  erwärmen, damit sein Volumen um 1,0 % zunimmt?
- 8 Rechne die beiden folgenden Ausdehnungskoeffizienten jeweils in die Einheit  $\frac{1}{^{\circ}\text{C}}$  um.

a)  $\alpha_{\text{Glas}} = 0,0079 \frac{\text{mm}}{\text{m} \cdot ^{\circ}\text{C}}$

b)  $\gamma_{\text{Wasser}} = 0,21 \frac{\text{cm}^3}{\text{dm}^3 \cdot ^{\circ}\text{C}}$

- 9 Ein Thermoskop wird in ein Gefäß mit heißem Wasser gestellt. Daraufhin steigt die Flüssigkeitssäule um 24 cm an. Im Thermoskop befinden sich bei Raumtemperatur 60 ml Alkohol und das Steigrohr hat einen Innendurchmesser von 4,0 mm. Berechne die Temperaturdifferenz zwischen dem heißen Wasser und der Raumluft.



- 10.0 Aus einem kleinen Reagenzglas und einem Glasrohr mit einem Innendurchmesser von 1,2 mm soll ein Thermometer hergestellt werden. Als Thermometerflüssigkeit wird Spiritus (Ethanol) verwendet. Bei einer Temperatur von  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  beträgt das Volumen des Spiritus im Thermometer 5,0 ml. Mit dem Thermometer sollen Temperaturen von  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  bis  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$  gemessen werden.
- 10.1 Berechne, wie lang das verwendete Glasrohr mindestens sein muss.
- 10.2 Kann man mit diesem Thermometer auch die Temperatur von siedendem Wasser bestimmen? Begründe.

11.0 Ein Edelstahltopf ist mit 1,75 l Wasser bis zum Rand gefüllt. Topf und Wasser werden von 20 °C auf 80 °C erwärmt.

11.1 Berechne die Volumenzunahme des Wassers.

11.2 Wie viel Wasser läuft mindestens über, wenn man die Volumenausdehnung des Topfes berücksichtigt?

$$\left( \text{Wasser zwischen } 20\text{ °C und } 80\text{ °C: } \gamma = 0,41 \frac{\text{cm}^3}{\text{dm}^3 \cdot \text{°C}}; \text{ Edelstahl: } \alpha = 0,016 \frac{\text{mm}}{\text{m} \cdot \text{°C}} \right)$$

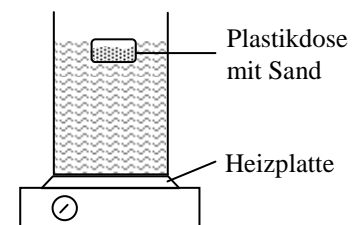
12 Spiritus (Ethanol oder Alkohol) hat bei 20,0 °C eine Dichte von  $0,789 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ . Berechne die Dichte von Spiritus nach Erwärmung auf 65,0 °C.

13.0 In einen Kanister werden 10,0 l Benzin mit einer Temperatur von 15 °C gefüllt. Der Benzin-kanister erwärmt sich im Kofferraum eines Fahrzeugs in der Sonne auf 43 °C.

13.1 Berechne die Volumenzunahme des Benzins.

13.2 Der Kanister ist 15,5 cm breit und 26,5 cm lang. Um wie viel Millimeter nimmt die Höhe des Benzins im Kanister bei der Erwärmung zu? Die Ausdehnung des Kanisters kann vernachlässigt werden.

14 Ein kleine Plastikdose wird solange mit Sand gefüllt, bis sie gerade noch in Wasser mit einer Temperatur von 10 °C schwimmt (siehe nebenstehende Skizze). Dann wird das Wasser auf einer Herdplatte auf 70 °C erwärmt. Dabei kann man beobachten, dass die Plastikdose nach unten sinkt. Erkläre die Beobachtung.



15.1 Vergleiche anhand einer Formelsammlung die Ausdehnungskoeffizienten von festen Stoffen und Flüssigkeiten. Beachte dabei die Einheiten.

15.2 Begründe, warum man die Volumenausdehnung des Gefäßes nur bei sehr genauen Messungen berücksichtigen muss.

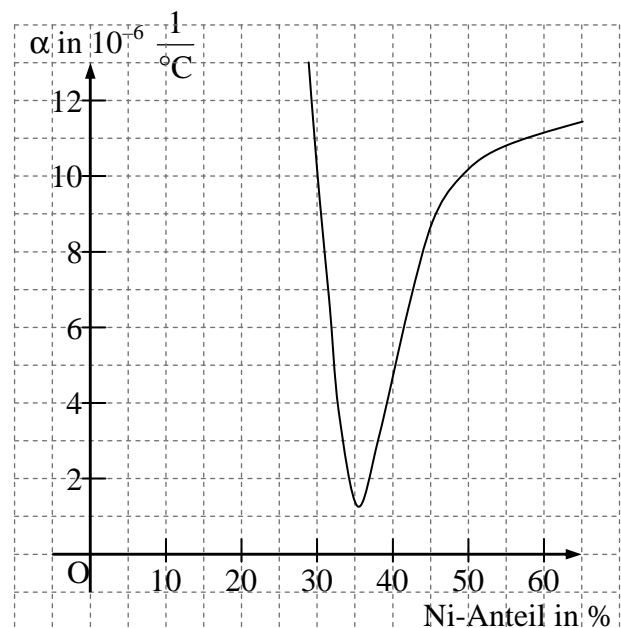
16.0 Invar ist eine Eisen-Nickel-Legierung mit einem Nickelgehalt von 36 %. Sein besondere Eigenschaft besteht darin, dass es seine Länge bei Temperaturschwankungen nur sehr geringfügig ändert. Invar wird in der Technik überall da eingesetzt, wo Materialien mit einer geringen thermische Ausdehnung benötigt werden. Edouard Guillaume erhielt für die Entdeckung dieses Effekts 1920 den Nobelpreis für Physik.

16.1 Welcher Zusammenhang ist im nebenstehenden Diagramm dargestellt?

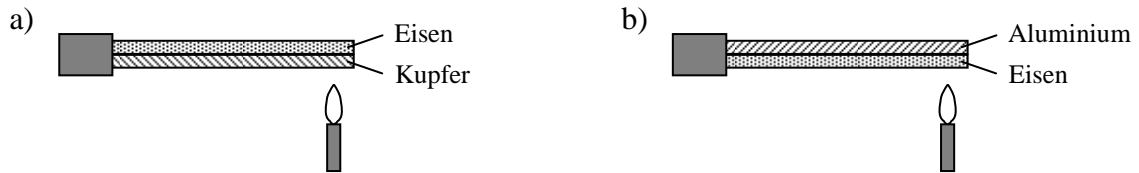
16.2 Warum beträgt der Nickelgehalt der Legierung genau 36 %?

16.3 Welche Auswirkung hätte es auf die Materialeigenschaften der Legierung, wenn man den Nickelanteil verringern oder erhöhen würde?

16.4 Wie Groß ist die Längenänderung eines 1,0 m langen Invarstabs bei einer Temperaturänderung von 1,0 °C. Vergleiche mit dem Wert für Eisen.



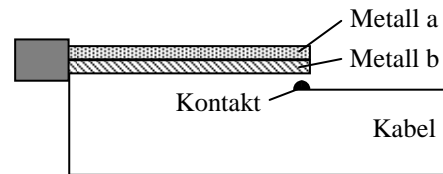
17.0 Zwei Bimetallstreifen werden mit einer Kerze erwärmt.



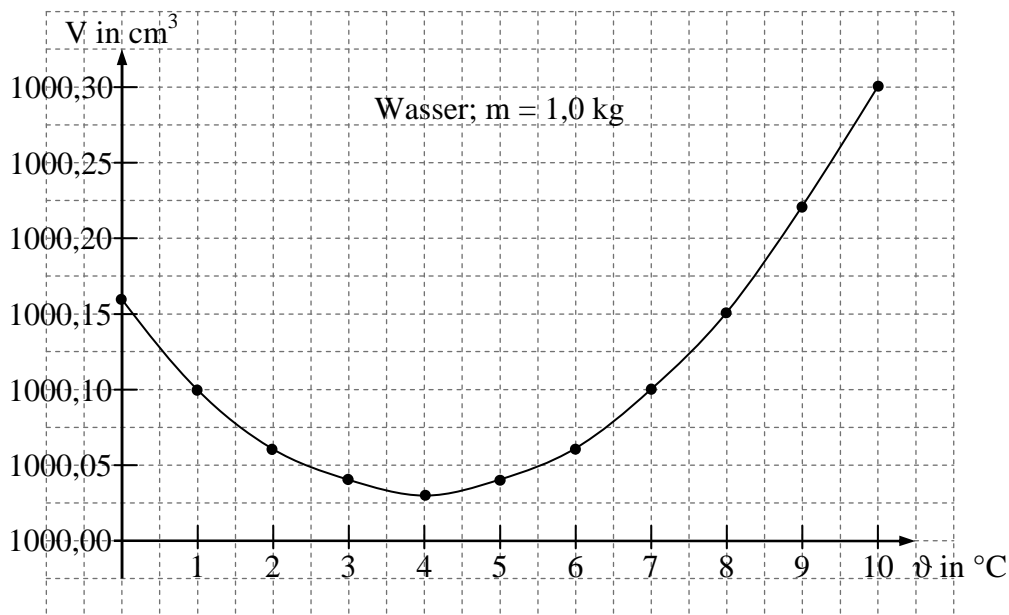
17.1 Gib jeweils an, in welche Richtung sich der Bimetallstreifen krümmt. Begründe

17.2 Bei welchem der beiden Bimetallstreifen ist die Krümmung bei gleicher Temperaturerhöhung und gleicher Länge größer? Begründe.

18 Der in der nebenstehenden Skizze dargestellte Bimetallschalter soll bei Abkühlung den Kontakt schließen. Gib zwei mögliche Metalle a und b an und begründe deine Entscheidung.



19.0 Das folgende Diagramm wurde beim Abkühlen von 1,0 kg Wasser aufgenommen.



19.1 Welcher Zusammenhang ist in dem Diagramm dargestellt?

19.2 Interpretiere den Verlauf des Graphen.

19.3 Welche Besonderheit weist die Einteilung der V-Achse auf.

19.4 Bestimme anhand des Diagramms, wie groß die Volumendifferenz zwischen 0°C und 4 °C ist.