

1. Physikschulaufgabe

Klasse 9 I

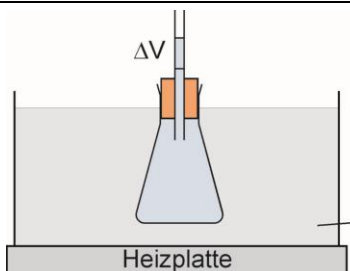
- Lösungen -

Thema: Wärmelehre

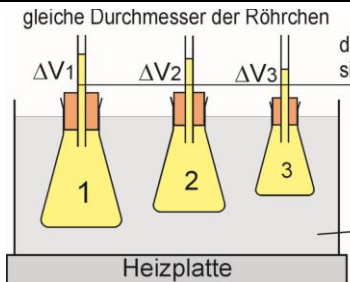
1. a) Die Volumenänderung eines Körpers bei Temperaturänderung hängt ab von:
- ▶ dem ursprünglichen Volumen V_0 ,
 - ▶ der Temperaturänderung $\vartheta \Delta$,
 - ▶ von der Stoffart γ des Körpers (es wird auch der griech. Buchstabe β verw.)

b) Versuche:

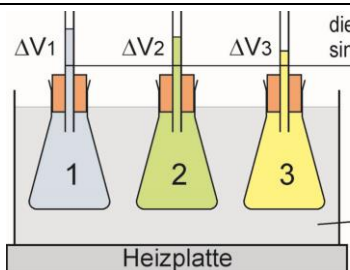
Bestimmung der Volumenänderung in Abhängigkeit von der Temperaturänderung $\Delta\vartheta$:

Versuchsaufbau	Durchführung	Ergebnis
	<p>Die Flüssigkeit wird in einen Glaskolben gefüllt und der Flüssigkeitsstand am Steigrohr markiert. Die Flüssigkeit wird nun über das Wasserbad erwärmt. Dadurch steigt die Flüssigkeitssäule im Steigrohr an.</p>	<p>Die Volumenänderung einer Flüssigkeit ist direkt proportional zur Temperaturänderung. $\Delta V \sim \Delta \vartheta$</p>

Bestimmung der Volumenänderung bei Temperaturänderung in Abhängigkeit vom Anfangsvolumen V_0 :

Versuchsaufbau	Durchführung	Ergebnis
	<p>Verschieden große Kolben werden mit derselben Flüssigkeit gefüllt und mit Steigröhrchen gleichen Durchmessers bestückt. Die Anfangshöhen der Flüssigkeiten sind alle auf einer Ebene. Nach Erwärmung steigen die Flüssigkeitssäulen in den Steigröhrchen verschieden hoch.</p>	<p>Die Volumenänderung einer Flüssigkeit ist direkt proportional zu ihrem Anfangsvolumen. $\Delta V \sim V_0$</p>

Bestimmung der Volumenänderung bei Temperaturänderung in Abhängigkeit von der Art der Flüssigkeit γ :

Versuchsaufbau	Durchführung	Ergebnis
	<p>Verschiedene Flüssigkeiten füllt man mit jeweils gleichem Volumen in gleich große Glaskolben. Die Flüssigkeitsspiegel sind zunächst gleich hoch. Nach Erwärmung steigen sie unterschiedlich an.</p>	<p>Die Volumenänderung einer Flüssigkeit ist von ihrer Stoffart (Material) abhängig. \Rightarrow Materialkonstante γ</p>

- Lösungen -

Aus den Versuchsergebnissen erkennt man, dass die Volumenänderung direkt proportional zur Temperaturänderung und zum Anfangsvolumen ist. Der Volumenausdehnungskoeffizient γ gibt an, wie stark oder wie schwach sich ein bestimmter Stoff ausdehnt.

Berechnungsformel für die Volumenänderung:

$$\underline{\underline{\Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta \vartheta}}$$

2. geg.: $V_0 = 300 \text{ cm}^3$; $\alpha_{\text{Cu}} = 0,000017^\circ\text{C}^{-1}$; $\gamma_{\text{Alk}} = 0,0011^\circ\text{C}^{-1}$; $\vartheta_0 = 0^\circ\text{C}$; $\vartheta_1 = 60^\circ\text{C}$
ges.: Volumen ΔV des ausfließenden Alkohols

Lös.: Bei der Erwärmung ist zu beachten, dass sich sowohl der Becher als auch der Alkohol ausdehnen. Weil die Volumenausdehnung ein (annähernd) proportionales Verhalten aufweist, kann der Ausdehnungskoeffizient des Kupfers von dem des Alkohols subtrahiert werden und man berechnet mit diesem Differenzwert das Volumen des ausfließenden Alkohols. Zu beachten ist ebenfalls, dass es sich bei dem gegebenen Ausdehnungskoeffizienten des Kupfers um die Längenausdehnungszahl handelt, die noch mit 3 multipliziert werden muss ($\gamma = 3 \cdot \alpha$), wodurch sie zum Volumenausdehnungskoeffizienten wird:

$$\gamma' = \gamma_{\text{Alk}} - \gamma_{\text{Cu}}$$

$$\gamma' = \gamma_{\text{Alk}} - 3 \cdot \alpha_{\text{Cu}}$$

$$\gamma' = 0,0011^\circ\text{C}^{-1} - 3 \cdot 0,000017^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\underline{\underline{\gamma' = 0,001049^\circ\text{C}^{-1}}}$$

Das Volumen des ausfließenden Alkohols ist somit:

$$\Delta V = V_0 \cdot \gamma' \cdot \Delta \vartheta \quad \text{mit } \Delta \vartheta = \vartheta_1 - \vartheta_0 = 60^\circ\text{C}$$

$$\Delta V = 300 \text{ cm}^3 \cdot 0,001049^\circ\text{C}^{-1} \cdot 60^\circ\text{C}$$

$$\underline{\underline{\Delta V = 18,9 \text{ cm}^3}}$$

3. geg.: $V_0 = 50,00 \text{ l}$; $\alpha = 24 \cdot 10^{-6}^\circ\text{C}^{-1} = 0,000024^\circ\text{C}^{-1}$; $\vartheta_0 = 0^\circ\text{C}$; $\vartheta_1 = 50^\circ\text{C}$
ges.: Volumen V_1 des Gefäßes bei 50°C

Lös.: Das Fassungsvermögen bei 50°C berechnet man mit der Formel:

$$\Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta \vartheta \quad \text{mit } \gamma = 3\alpha \quad \text{und } \Delta V = V_1 - V_0$$

$$V_1 - V_0 = V_0 \cdot 3\alpha \cdot \Delta \vartheta$$

$$V_1 = V_0 + V_0 \cdot 3\alpha \cdot \Delta \vartheta$$

$$V_1 = V_0 (1 + 3\alpha \cdot \Delta \vartheta) \quad \text{mit } \Delta \vartheta = \vartheta_1 - \vartheta_0 = 50^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C} = 50^\circ\text{C}$$

$$V_1 = 50,00 \text{ l} (1 + 3 \cdot 0,000024^\circ\text{C}^{-1} \cdot 50^\circ\text{C})$$

$$\underline{\underline{V_1 = 50,18 \text{ l}}}$$

- Lösungen -

4. Es gibt mehrere Gründe, der wichtigste Grund ist jedoch, dass die Ausdehnungskoeffizienten von Stahl und Beton annähernd gleich sind. Dadurch werden Spannungen im Werkstoff infolge Wärmedehnungen vermieden.

Zusatzinfo:

Messing und Beton besitzen unterschiedliche Wärmeausdehnungskoeffizienten, dabei kommt es nach Temperaturänderung aufgrund der unterschiedlichen Längen- bzw. Volumenausdehnung zu Spannungen im Werkstoff. Diese Spannungen können das Bauteil zerstören. Weitere Gründe um kein Messing zu verwenden, sind sein hoher Preis und die geringere Festigkeit.

- 5.1 geg.: $\vartheta_0 = 5^\circ\text{C}$; $\vartheta_1 = 65^\circ\text{C}$; $l_0 = 2,000 \text{ m}$; $l_1 = 2,003 \text{ m}$

ges.: Längenausdehnungszahl α_{zn} von Zink

Lös.: Die Längenausdehnung berechnet man nach der Formel:

$$\Delta l = l_0 \cdot \alpha \cdot \Delta \vartheta$$

$$\alpha = \frac{\Delta l}{l_0 \cdot \Delta \vartheta} \quad \text{mit } \Delta l = l_1 - l_0 \quad \text{und } \Delta \vartheta = \vartheta_1 - \vartheta_0$$

$$\alpha = \frac{l_1 - l_0}{l_0 \cdot (\vartheta_1 - \vartheta_0)} = \frac{2,003 \text{ m} - 2,000 \text{ m}}{2,000 \text{ m} \cdot (65^\circ\text{C} - 5^\circ\text{C})}$$

$$\alpha = \underline{\underline{0,000025^\circ\text{C}^{-1}}}$$

- 5.2 Die Längenausdehnungszahl für Zink gibt an, welche Längenänderung Δl ein stabförmiger Körper der Länge l_0 aus Zink bei einer Temperaturänderung um 1°C erfährt.

Zusatzinfo:

Jedes Material hat eine ganz bestimmte Längenausdehnungszahl. Der Zahlenwert ist allerdings keine unveränderliche Konstante, denn er hängt auch geringfügig von der Temperatur (und in noch geringerem Maße vom Umgebungsdruck) ab.

Die Zahlenwerte in Tabellen beziehen sich meist auf die Umgebungstemperatur 0°C bis 100°C . Für dieses Temperaturintervall geben die Tabellenwerte jeweils den Mittelwert an.