

Bestimmung der Dichte eines Feststoffes mit dem Pyknometer

Versuchsprotokoll

Tobias Brinkert
eMail: <t.brinkert@semibyte.de>
Homepage: <www.semibyte.de>

27.05.2005
Version: 1.3

Inhaltsverzeichnis

1. Aufgabenstellung	2
2. Grundlage	2
3. Arbeitsanweisung	2
4. Versuchsaufbau	2
5. Verwendete Meßgeräte	2
6. Untersuchte Gegenstände	3
7. Meßprotokoll / berechnete Ergebnisse	3
8. Berechnung der Ergebnisse	3
9. Fehlerabschätzung	3
10. Endergebnis	4

1. Aufgabenstellung

Bestimmung der Dichte eines Feststoffes Nr. 1/2 mit dem Pyknometer.

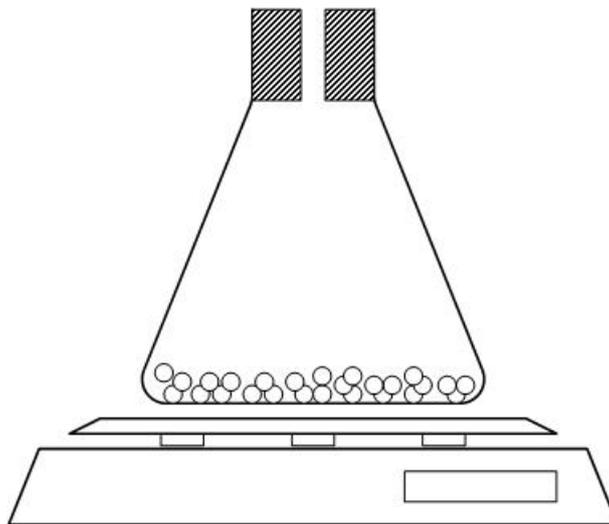
2. Grundlage

Die Dichte ist der Quotient aus Masse und Volumen: $\rho = \frac{m}{V}$.

3. Arbeitsanweisung

Mit Hilfe des Pyknometers sind Volumen und Masse des Feststoffes zu bestimmen. Die Bestimmung der Masse ist durch Wägung sehr genau möglich. Das Volumen wird durch Wägung und Berechnung des vom Feststoff verdrängten Wassers ermittelt. bei gleicher Temperatur ist das Volumen des Probekörpers gleich dem Volumen des verdrängten Wassers. Daraus folgen für die Masse des Feststoffes die Formel $m = m_2 - m_0$, für das Volumen $V = \frac{(m_1 - m_0) - (m_3 - m_2)}{\rho_W}$ und für die Dichte $\rho_F = \frac{(m_2 - m_0)\rho_W}{(m_1 - m_0) - (m_3 - m_2)}$. Die Dichte des Wassers bei der jeweiligen Temperatur wird mit Hilfe der Dichtetabelle (Kuchling, S. 619, Tabelle 15) und interpolieren ermittelt.

4. Versuchsaufbau



5. Verwendete Meßgeräte

Waage: Meßbereich 0 – 160 g; Genauigkeit $\pm 0,0001$ g

Thermometer: Meßbereich $(-55 - +180)^\circ\text{C}$; Genauigkeit $\pm 0,1$ K

6. Untersuchte Gegenstände

- unbekannte Feststoff (Nr. 3.5)
- destilliertes Wasser
- Pyknometer; $V_P = 47,550 \text{ cm}^3$ bei $20,0^\circ\text{C}$ (Nr. 215)

7. Meßprotokoll / berechnete Ergebnisse

i	m_0 [g]	m_1 [g]	m_2 [g]	m_3 [g]	ϑ_W [$^\circ\text{C}$]	ρ_W [$\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$]	m [g]	V [cm^3]	ρ_F [$\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$]
1	35,4272	82,7909	52,0993	92,8331	22,8	0,997586	16,6721	6,64594	2,5086
2	35,4390	82,7696	51,5170	92,6010	24,4	0,997198	16,0780	6,26415	2,5667
3	35,4430	82,7712	51,5408	92,4665	24,5	0,997173	16,0978	6,42065	2,5072
4	35,4458	82,7706	51,5505	92,4711	24,4	0,997198	16,1047	6,42219	2,5077
5	35,4346	82,7707	51,3600	92,3643	24,5	0,997173	15,9254	6,34975	2,5080

i = Anzahl der Messung

m_0 = Masse des leeren, trocknen Pyknometers in g

m_1 = Masse des mit Wasser gefüllten Pyknometers in g

m_2 = Masse des mit dem unbekanntem Feststoffes gefüllten Pyknometers in g

m_3 = Masse des mit dem unbekanntem Feststoff und Wasser gefüllten Pyknometers in g

ϑ_W = Temperatur des Wassers in $^\circ\text{C}$

ρ_W = Dichte des Wassers in gcm^{-3}

m = Masse des unbekanntem Feststoffes in g

V = Volumen des unbekanntem Feststoffes in cm^3

ρ_F = Dichte des Feststoffes in gcm^{-3}

8. Berechnung der Ergebnisse

Es gilt für die Dichte $\rho_F = \frac{(m_2 - m_0)\rho_W}{(m_1 - m_0) - (m_3 - m_2)}$

Beispielrechnung für i_1 :

$$\rho_F = \frac{(52,0993g - 35,4272g) 0,997586 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}}{(82,7309g - 35,4272g) - (92,8331g - 52,0993g)} = 2,5086 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

Beispielrechnung für i_5 :

$$\rho_F = \frac{(51,3600g - 35,4346g) 0,997173 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}}{(82,7707g - 35,4346g) - (92,3643g - 51,3600g)} = 2,5080 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

9. Fehlerabschätzung

i	$\frac{\rho_F}{gcm^{-3}}$	$\frac{v}{gcm^{-3}}$	$\frac{v^2}{g^2cm^{-6}}$
1	2,5086	-0,0110	$1,2100 * 10^{-4}$
2	2,5667	+0,0471	$22,184 * 10^{-4}$
3	2,5072	-0,0124	$1,5376 * 10^{-4}$
4	2,5077	-0,0119	$1,4161 * 10^{-4}$
5	2,5080	-0,0116	$1,3456 * 10^{-4}$

$$\bar{\rho}_F = 2,5196 gcm^{-3}$$

$$\sum v^2 = 27,693 * 10^{-4}$$

$$\bar{\sigma} = \sqrt{\frac{\sum v^2}{i(i-1)}}$$

$$\bar{\sigma} = \sqrt{\frac{27,693 * 10^{-4}}{5(5-1)}}$$

$$\bar{\sigma} = \pm 0,012 gcm^{-3}$$

$$\frac{\bar{\sigma}}{\bar{\rho}_F} = \frac{0,012 \frac{g}{cm^3}}{2,5196 \frac{g}{cm^3}}$$

$$\frac{\bar{\sigma}}{\bar{\rho}_F} = \pm 0,476\%$$

10. Endergebnis

Der Versuch zur Bestimmung der Dichte eines Feststoffes mit dem Pyknometer wurde mit 5 Meßreihen durchgeführt. Hierbei ergab sich für Dichte des Feststoffes ein Mittelwert von $\bar{\rho}_F = 2,5196 gcm^{-3} \pm 0,5\%$.

Liste der Versionen

Version	Datum	Bearbeiter	Bemerkung
0.9	05.07.1995	Bri	Versuchsdurchführung und Protokollerstellung
1.0	14.09.2003	Bri	Erster EDV-Satz des Protokolls
1.1	17.04.2004	Bri	Layoutänderungen des Protokolls
1.2	18.10.2004	Bri	Layoutänderungen des Protokolls
1.3	27.05.2005	Bri	Adressänderungen aufgrund Domainwechsel