

Magnetische Suszeptibilität

Versuchsanleitung

1 Was Sie zur Versuchsdurchführung wissen sollten

Dia-, Para- und kollektiver Magnetismus, magnetische Suszeptibilität, Magnetismuswaage nach Gouy bzw. Faraday.

2 Achtung!

Der Versuchsaufbau enthält einen sehr starken Neodym-Magneten.

- Magnete können die Funktion von Herzschrittmachern, implantierten Defibrillatoren und Hörgeräten beeinflussen. Betroffene Personen sollten einen Abstand von mindestens einem halben Meter halten.
- Der Magnet besitzt eine besonders hohe Anziehungskraft. Entfernen Sie den Magneten nicht aus dem Aufbau und bringen Sie keine magnetischen Gegenstände in die Nähe. Quetschungen oder sogar Knochenbrüche können die Folge sein.
- Der Magnet erzeugt ein starkes Magnetfeld das bis zu einer Entfernung von etwa einem halben Meter unter anderem Laptops, EC- und Kreditkarten, Datenträger, Uhren und Lautsprecher (z.B. im Smartphone) beschädigen kann.

3 Durchführung und Auswertung

1. Sehen Sie sich das Video zum Magnetismus an. Wir würden uns freuen, wenn Sie den Fragebogen dazu ausfüllen (keine Verpflichtung). Das Video ist auch nicht Gegenstand des Versuchsberichts, muss also nicht beschrieben oder diskutiert werden.
2. Beobachten Sie den Demonstrationsversuch, den Ihr Betreuer vorführt. Beschreiben und erklären Sie Ihre Beobachtungen. Schätzen Sie ab (Fermi), in welcher Größenordnung die Verformung der Wasseroberfläche liegt.

3. Machen Sie sich mit der Magnetismuswaage vertraut.
4. Bestimmen Sie die Volumenssuszeptibilität χ_V der drei Proben, Aluminium (Durchmesser 40 mm, Höhe 5 mm), pyrolytisches Graphit (Durchmesser 40 mm, Höhe 5 mm) und Glas (Durchmesser 40 mm, Höhe 8 mm). Die Kunststoffplatte mit einer Dicke von 1 mm hilft Ihnen dabei, einen festen Abstand zwischen Probe und Magnet einzustellen. Denken Sie daran, dass auch der Probenhalter vom Magneten beeinflusst wird. Die Probenhalter von Alu und Graphit sind identisch und ein entsprechender leerer Halter liegt bei. Die Glasprobe können Sie für die "Nullmessung" aus dem Halter nehmen. Hinweis: Nutzen Sie den vollen Spielraum des Schwenkarms, da der Magnet sonst den Aufbau immer noch beeinflussen kann!
5. Was passiert, wenn Sie einen Magnetstab (drei Würfelmagneten) an ein Aluplättchen (an langen Fäden aufgehängt) annähern? Können Sie diesen Effekt auch an der Magnetismuswaage beobachten? Was ändert sich, wenn Sie dasselbe Experiment mit dem Alu-Kamm durchführen?
6. Überprüfen Sie, ob Sie alle Messungen durchgeführt und alle Größen bestimmt haben, die Sie zur Auswertung benötigen.
7. Bestimmen Sie die Unsicherheiten Ihrer Messergebnisse und diskutieren Sie alle Ihre Beobachtungen.

Hinweise zur Auswertung

Die z -Komponente des Magnetfeldgradienten kann näherungsweise durch

$$\frac{\partial B_z^2}{\partial z} \approx \frac{B_z^2(d) - B_z^2(d + h_s)}{h_s} \quad (1)$$

bestimmt werden, für eine Probe der Höhe h_s , die sich im Abstand d von einem Magneten befindet. Der Neodymmagnet hat einen Radius von $R = 30$ mm und eine Höhe von $D = 15$ mm. Das Magnetfeld $B(z)$ im Abstand z auf der Achse eines Zylindermagneten berechnet sich wie folgt:

$$B(z) = \frac{B_r}{2} \left(\frac{D + z}{\sqrt{R^2 + (D + z)^2}} - \frac{z}{\sqrt{R^2 + z^2}} \right) \quad (2)$$

Für den Neodymmagneten in diesem Aufbau können Sie $B_r = 1,87 \pm 0,1$ T annehmen. Für die Abschätzung der Unsicherheit können Sie die anderen Größen (R, D, d) und die Abmessungen der Proben als exakt bekannt voraussetzen.

Literaturwerte: $\chi_V(Al)$ ¹ = $(20,50 \pm 0,35) \cdot 10^{-6}$; $\chi_V(SiO_2)$ ² = $(-13,52 \pm 0,14) \cdot 10^{-6}$; $\chi_V(C_{\text{pyr}})$ ³ $\approx (-630 \pm 120) \cdot 10^{-6}$.

¹Ref.: D.R. Lide (ed.), *CRC Handbook of Chemistry and Physics*, 85th edition, CRC Press, Boca Raton, FL (2005).

²Ref.: D.R. Lide (ed.), *CRC Handbook of Chemistry and Physics*, 85th edition, CRC Press, Boca Raton, FL (2005).

³Ref.: N. Ganguli and K.S. Krishnan, *Proc. R. Soc. London* **177** 168 (1941); J. Hermans, C. H. Olk, and D. T. Morelli, *Phys. Rev. B* **49**, 15122 (1994); M. D. Simon, L. O. Heflinger, and A. K. Geim, *Am. J. Phys.* **69**, 702 (2001).