

VERSUCHSBERICHT ZU

E5 - MAGNETISCHE SUSZEPTIBILITÄT

Gruppe 6Mi

Alexander Neuwirth (E-Mail: a_neuw01@wwu.de)
Leonhard Segger (E-Mail: l_segg03@uni-muenster.de)

durchgeführt am 25.10.2017
betreut von
Fabian Schöttke

13. November 2017

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzfassung	3
2	Fermi Abschätzung zum Einfluss der Suszeptibilität auf die Oberfläche einer Flüssigkeit	3
2.1	Methoden	3
2.2	Ergebnisse	3
2.3	Schlussfolgerung	3
3	Bestimmung der Volumensuszeptibilität von Glas, Kohlenstoff und Graphit	4
3.1	Methoden	4
3.2	Ergebnisse und Diskussion	4
3.3	Schlussfolgerung	4
4	Untersuchung der gegenseitigen Reaktion von Magneten und Aluminium bei Relativbewegung	4
4.1	Methoden	4
4.2	Ergebnisse	4
4.3	Schlussfolgerung	5

1 Kurzfassung

Die Reaktion eines Stoffes auf ein Magnetfeld ist abhängig von der Volumenssuszeptibilität ξ_V . Ist der Stoff diamagnetisch ($\xi_V < 0$), so wird er vom Magneten schwach abgestoßen und ist er paramagnetisch ($\xi_V > 0$), so wird sie schwach angezogen. Den Ferro- und Antiferromagnetismus haben wir in diesem Versuch nicht betrachtet.

2 Fermi Abschätzung zum Einfluss der Suszeptibilität auf die Oberfläche einer Flüssigkeit

2.1 Methoden

Es ist zu erwarten, dass ein diamagnetischer Flüssigkeitsfilm über einem Magneten einen Berg ausbildet und ein paramagnetischer Flüssigkeitsfilm ein Tal ausbildet. Um Rückschlüsse auf die Suszeptibilität von Flüssigkeiten zu untersuchen, wurde ein Laser auf eine Flüssigkeit in einer Petrischale gerichtet und die Reflexion des Lasers auf einer Wand beobachtet. Dann wurde vom Versuchsbetreuer unter der Petrischale ein Magnet hindurch bewegt. Aus der Änderung des Reflexionswinkels lässt sich dann die Höhe des Tal oder Berges über dem Magneten abschätzen. Untersucht wurde Wasser und mit Wasser verdünntes Manganchlorid.

2.2 Ergebnisse

Bei Breite des Magneten $d \approx 1\text{cm}$, Ruhelage der Reflexion auf der Wand $b \approx 3\text{m}$ und Abstand der Petrischale zur Wand $a \approx 6\text{m}$ ergibt sich für die Auslenkung c des Lasers auf der Wand:

$$c_{\text{H}_2\text{O}} \approx -7\text{cm}$$

$$c_{\text{MnCl}_2} \approx 15\text{cm}$$

2.3 Schlussfolgerung

Zur Näherung der Verformung der Wasseroberfläche nutzen wir eine Fermi-Abschätzung. Dafür treffen wir die vereinfachende Annahme, dass der Berg bzw. das Tal eine Dreiecksform haben mit dem Ziel, die Höhe h des Dreiecks zu bestimmen. Zugrunde legen wir das Reflexionsgesetz für die Reflexion des Lasers an der Tal-/Bergwand.

3 Bestimmung der Volumenssuszeptibilität von Glas, Kohlenstoff und Graphit

3.1 Methoden

3.2 Ergebnisse und Diskussion

3.3 Schlussfolgerung

4 Untersuchung der gegenseitigen Reaktion von Magneten und Aluminium bei Relativbewegung

4.1 Methoden

Magnetstab und Aluminiumplättchen Wir haben die Reaktion eines Aluminiumplättchen (an langem Faden aufgehängt) auf die Bewegung eines Magnetstabs (drei Würfelmagneten) beobachtet. Dafür bewegten wir den Magneten senkrecht auf das Plättchen zu sowie parallel an ihm vorbei. Danach wurde die selbe Untersuchung für einen Aluminiumkamm durchgeführt. Aluminium wurde hierbei für die als Versuchsobjekt gewählt, weil es den elektrischen Strom leitet und gleichzeitig nicht ferromagnetisch ist. Dies wäre auch z.B. bei Kupfer der Fall, aber Aluminium ist deutlich günstiger.

Aluminiumröhre und Permanentmagnet Wir ließen einen Permanentmagneten durch ein Aluminiumrohr fallen. Dieser Versuch wurde dann mit einem Aluminiumrohr, das der Länge nach aufgeschnitten ist, wiederholt.

4.2 Ergebnisse

Magnetstab und Aluminiumplättchen Wenn der Magnetstab auf das Plättchen zubewegt wird, bewegt sich das aufgehängte Plättchen davon weg. Wenn sich andersherum der Magnetstab vom Aluminiumplättchen entfernt, folgt das Plättchen dieser Bewegung. Sobald die Bewegung gestoppt wird, kehrt das Plättchen auch in seinen Ausgangszustand zurück. Eine Bewegung parallel zur Oberfläche, lässt das Plättchen dem Magneten folgen. Beide Effekte erlauben nur eine Auslenkung bis zu einem Winkel, der mit der Bewegungsgeschwindigkeit wächst. Beim Aluminiumkamm, sind die beschriebenen Effekte nur noch stark abgeschwächt beobachtbar.

Aluminiumröhre und Permanentmagnet Im Vollrohr fällt der Magnet deutlich langsamer, als er es in Luftumgebung tut. Im aufgeschnittenen Rohr wird dieser Effekt ebenfalls noch beobachtet, ist aber deutlich abgeschwächt.

4.3 Schlussfolgerung

In beiden Fällen sind Wirbelströme die Ursache des beobachteten Phänomens. Die Bewegung des Magnetstabes ruft eine Änderung des Magnetfeldes durch das Aluminiumplättchen hervor. Dies ruft nach dem Faraday'schen Induktionsgesetz $U_{\text{ind}} = -\frac{d}{dt} \int \vec{V} d\vec{A}$ eine Potentialdifferenz hervor, die zu einem Wirbelstrom in dem Aluminiumplättchen führt. Dieser Wirbelstrom ist nach der Lenz'schen Regel immer so gerichtet, dass sein Magnetfeld der Ursache, also der Änderung des Magnetfeldes des Magnetstabes, entgegen gerichtet ist. Die zueinander gerichteten Magnetfelder bei der Weg-Bewegung des Magnetstabes verursachen die beobachtete Anziehung des Plättchens und die entgegengesetzt gerichteten Magnetfelder bei der Hin-Bewegung die Abstoßung. Im Aluminiumkamm sind die Wirbelströme nur noch innerhalb der Zinken und nicht mehr über die gesamte Fläche möglich. Dies verursacht den stark verringerten Effekt des Magnetstabes.

Ähnlich verhält es sich mit dem fallenden Magneten im Aluminiumrohr. Die Änderung des Magnetfeldes durch den Querschnitt des Rohres verursacht Wirbelströme in diesem, die ein Magnetfeld induzieren, welches über dem fallenden Magneten dessen Magnetfeld in der Richtung entspricht und unter ihm dessen Magnetfeld entgegengesetzt ist. Diese Magnetfelder bremsen den Fall des Magneten. Im aufgeschnittenen Rohr können die Wirbelströme nicht mehr im Querschnitt stattfinden, sondern nur noch auf der gesamten Mantelfläche, weshalb der bremsende Effekt deutlich kleiner ist.