

3.10 Die Fallröhre

1 Einführung

In diesem Versuch soll der freie Fall eines Körpers näher untersucht werden. Für die Aufzeichnung des schnell ablaufenden einmaligen Vorgangs wird das LabView-Programm für das schnelle Speicheroszilloskop aus Versuch 3.7 eingesetzt.

Zur Erfassung der Fallbewegung wird ein Rohr verwendet, um das in gleichmäßigen Abständen (siehe Abb. 1) Spulen gelegt sind. Lässt man oben einen kleinen Magneten in das Rohr hineinfallen, induziert dieser bei der Vorbeibewegung an einer Spule dort eine Spannung. Die in Reihe geschalteten Spulen werden an den ADW-Eingang des UniMess angeschlossen, so dass jedes Mal, wenn der Magnet eine Spule passiert, ein Peak registriert wird.

Beim freien Fall handelt es sich um eine beschleunigte Bewegung. Die Abhängigkeit der vom Loslassen des Magneten bis zur jeweiligen Spule zurückgelegten Fallstrecke s von der Zeit t des entsprechenden Peaks berechnet sich nach

$$s(t) = \frac{g}{2} \cdot t^2. \quad (1)$$

Da nur die Abstände Δs zwischen den Spulen und die zugehörigen Laufzeiten t_n erfasst werden können, ergibt sich als Zusammenhang zwischen Ort und Zeit an der Spule n :

$$s_n = s_0 + (n-1) \cdot \Delta s = \frac{g}{2} (t_n + t_0)^2, \quad n=1, \dots, 6. \quad (2)$$

s_0 ist der unbekannte Abstand zwischen Abwurfpunkt und erster Spule, t_0 die Laufzeit vom Start bis zur ersten Spule. Dieser Zusammenhang zwischen Weg und Zeit stellt ein Polynom 2. Grades (Parabel) dar:

$$s_n = a_2 \cdot t_n^2 + a_1 \cdot t_n + a_0 \quad (n=1, \dots, 6). \quad (3)$$

Durch Bestimmung von $a_2 = g/2$ kann daraus die Fallbeschleunigung ermittelt werden.

Aufgaben:

- 1.1 Wie ändert sich die Geschwindigkeit?
- 1.2 Welche Kurvenform ist für die Spannungs-Peaks zu erwarten?

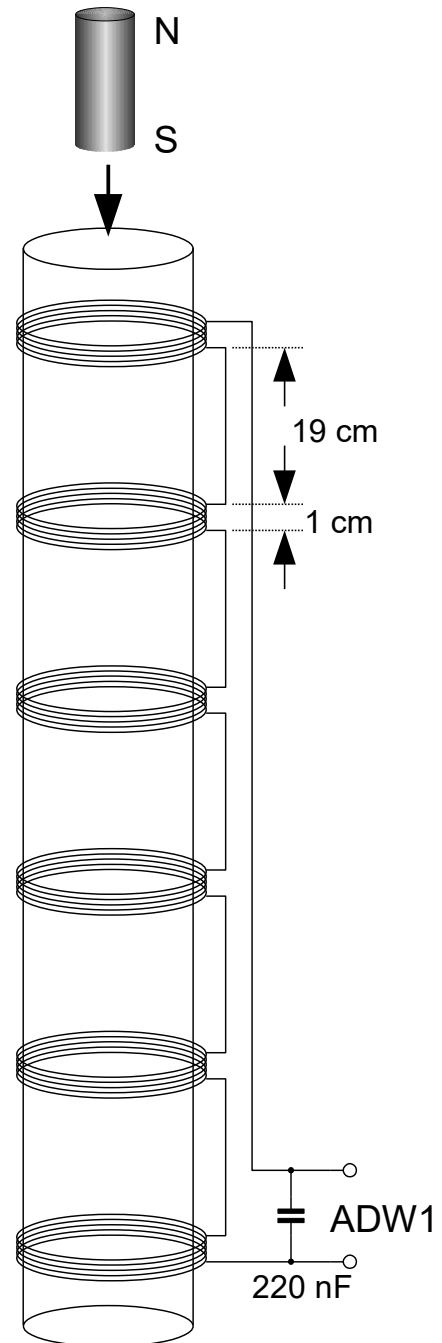


Abb. 1: Fallröhre

2 Versuchsdurchführung

Schließen Sie die Fallröhre an das UniMess an. Zur Dämpfung von höherfrequenten Störsignalen wird dem Eingang ein Kondensator von 220 nF parallel geschaltet.

Hinweise:

- Die Fallröhre muss möglichst lotrecht stehen.
- Der Magnet sollte so fallen gelassen werden, dass er keine Berührung mit der Röhre bekommt.
- Fangen Sie den Magneten am unteren Ende der Fallröhre weich auf.

Aufgaben:

- 2.1 Schätzen Sie die Gesamtfallzeit ab, und stellen Sie danach die Abtastfrequenz für das schnelle Speicheroszilloskop ein.
- 2.2 Nehmen Sie den Spannungsverlauf an den Spulen beim Fall des Magneten auf.
- 2.3 Wovon hängt die maximale Amplitude eines Peaks ab?
- 2.4 Wie unterscheiden sich die Flächen der positiven und negativen Anteile der einzelnen Peaks.?
- 2.5 Wie unterscheiden sich die Gesamtflächen innerhalb der einzelnen Peaks voneinander?
- 2.6 Bestimmen Sie die Zeiten t_n für die Nulldurchgänge in den einzelnen Peaks unter Verwendung der Cursor-Funktion von LabView, und notieren Sie diese in einer Wertetabelle.

3 Auswertung

Zur Auswertung des Zusammenhangs (3) steht das Hilfsprogramm *DataPlot* auf Ihrem Computer zur Verfügung. Mit ihm können die Koeffizienten einer quadratische Näherung berechnet werden. Die unter 2.6 bestimmten Messdaten müssen dafür zusammen mit den zugehörigen Weglängen von Hand in dieses Programm eingegeben werden.

- 3.1 Übertragen Sie die gemessenen Zeiten als x-Werte und die Abstände der einzelnen Spulen von der ersten als y-Werte in das Programm *DataPlot*.
- 3.2 Geben Sie für die beiden Achsen die Messgrößen als Beschriftung und die zugehörigen Einheiten in den entsprechenden Feldern im Dialog „*Achsen-Skalierung*“ ein.
- 3.3 Lassen Sie das Programm eine Polynomapproximation 2. Grades rechnen (Ausdruck). Berechnen Sie aus dem so vom Programm ermittelten Koeffizienten a_2 die Erdbeschleunigung g .
- 3.4 Was sind die wesentlichen Ursachen für die Abweichung dieses gemessenen Wertes vom Sollwert?