



**Material:**

Art.-Nr.	Anz.	Bezeichnung
DS600-10	1	Tischaufbau mit Gestell
DS600-6G	1	Plattenträger Paar, magnetisch
DS103-1P	1	Aufbauplatte
DS110-66	1	Magnetfuß 66, mit Säule und Lagerbolzen
DS200-04	1	Klemmsäule, H=40 mm
DM380-6K	1	Pendelkugel KS voll, D=60 mm
DM386-1H	1	Pendelkugel Holz, D=60 mm
P1810-1S	1	Schraubenfeder 5 N/m, D= ca. 16 mm
P1810-2S	1	Schraubenfeder 10 N/m, D= ca. 16 mm
P1810-2B	1	Schraubenfeder 20 N/m, D= ca. 12 mm
DE722-1W	1	Stoppuhr "inno"
DE722-2W	1	Ferntaster zu Laser und Stoppuhr "inno"

**Ziel:**

Begriff der harmonischen Schwingung. Abhängigkeit der Schwingungsdauer eines Federpendels von der angehängten Masse und der Federkonstanten sowie die Unabhängigkeit von der Amplitude.

**Aufbau:**

Der Tischaufbau wird aufgestellt.  
 Auf die vorderen Enden der Fußwangenprofile werden die Plattenträger montiert.  
 Die Aufbauplatte wird im Querformat an die Plattenträger geheftet.

Der Magnetfuß wird etwa mittig, nahe dem oberen Rand an die Tafel geheftet. In die Säule dieses Fußes wird die Klemmsäule 40 mm eingespannt, der Lagerbolzen mit Klemmeinsatz wird dann in dieser Säule festgemacht.

Die Schraubenfeder 10 N wird im Lagerbolzen eingehängt.  
 Die Pendelkugel KS wird an die Schraubenfeder gehängt.



**Versuch 1:**

Es soll untersucht werden ob die **Auslenkung (Amplitude)** eine Auswirkung auf die Schwingungsdauer eines Pendels hat.

Das Pendel wird etwa 5 cm aus der Ruhelage ausgelenkt und losgelassen.

Die Zeitdauer für 10 Schwingungen (1 Schwingung besteht aus einer Auf- und Ab-Bewegung) wird gemessen. Für jede Auslenkungsgröße sollen zwei Messungen gemacht werden. Aus dem Mittelwert wird die Dauer T für 1 Schwingung berechnet. Die Ergebnisse werden in die nachstehende Tabelle eingetragen.

Auslenkung (in cm)	Schwingungsdauer 10 T (in Sekunden)		Schwingungsdauer T (in Sekunden)
	Messung 1	Messung 2	
5			
10			
15			



Die Auslenkung wird wie in der Tabelle angegeben verändert, die Zeiten gemessen und in die Tabelle eingetragen.

**Ergebnis:**

Die Schwingungsdauer ist nahezu gleich groß.  
 Die Auslenkung des Pendelkörpers hat somit keine Auswirkung auf die Schwingungsdauer.

## Versuch 2:

Es soll untersucht werden ob die **Masse des Pendelkörpers** eine Auswirkung auf die Schwingungsdauer eines Pendels hat.

Dazu werden die Massen der beiden Pendelkugeln mit einer genauen Waage bestimmt:

Pendelkugel Holz: ..... g

Pendelkugel Kunststoff: ..... g

Die Pendelkugel Holz wird an die Schraubenfeder 10 N gehängt. Das Pendel wird etwa 5 cm aus der Ruhelage ausgelenkt und losgelassen.

Die Zeitdauer für 10 Schwingungen (1 Schwingung besteht aus einer Hin- und Her-Bewegung) wird gemessen. Es sollen zwei Messungen gemacht werden. Aus dem Mittelwert wird die Dauer T für 1 Schwingung berechnet. Die Ergebnisse werden in die nachstehende Tabelle eingetragen.

Pendelkugel	Schwingungsdauer 10 T (in Sekunden)		Schwingungsdauer T (in Sekunden)
	Messung 1	Messung 2	
Holz			
Kunststoff			



Die Ergebnisse mit der Kunststoffkugel können vom Versuch 1 übernommen werden.

## Ergebnis:

Je größer die Masse der Pendelkugel ist, desto größer ist die Schwingungsdauer.



### Versuch 3:

Es soll untersucht werden ob die „**Stärke der Schraubenfeder**“ eine Auswirkung auf die Schwingungsdauer eines Pendels hat.

Die Pendelkugel Holz wird an die Schraubenfeder 5 N gehängt.  
Das Pendel wird etwa 5 cm aus der Ruhelage ausgelenkt und losgelassen.

Die Zeitdauer für 10 Schwingungen (1 Schwingung besteht aus einer Hin- und Her-Bewegung) wird gemessen. Es sollen zwei Messungen gemacht werden. Aus dem Mittelwert wird die Dauer T für 1 Schwingung berechnet. Die Ergebnisse werden in die nachstehende Tabelle eingetragen.

Schraubenfeder	Schwingungsdauer 10 T (in Sekunden)		Schwingungsdauer T (in Sekunden)
	Messung 1	Messung 2	
5 N			
10 N			



Die Ergebnisse mit der Schraubenfeder 10 N können vom Versuch 2 übernommen werden.

### Ergebnis:

Bei der „weicheren“ Schraubenfeder ist die Schwingungsdauer größer.

### Erkenntnis:

Die Schwingungsdauer einer Schraubenfeder hängt von der Masse des Pendelkörpers und der „Stärke der Feder“ (=Federkonstanten) ab.

### Versuch 4:

Vergleicht man die Schwingungsdauer der Pendelkugel Kunststoff an den

Schraubenfedern 5 N/m und 20 N/m

sollte man die doppelte Schwingungsdauer erhalten.

Schraubenfeder	Schwingungsdauer 10 T (in Sekunden)		Schwingungsdauer T (in Sekunden)
	Messung 1	Messung 2	
5 N			
20 N			

**Versuch 5:**

Es soll untersucht werden ob die angehängte Kraft zur Ausdehnung der Feder proportional ist. Falls dies der Fall wäre, müsste es eine „**Federkonstante**“ geben.

**Aufbau:**

Die Pendelkugel KS wird an die Schraubenfeder 10 N gehängt.

Der Abstand von der Oberkante der Kugel zur Achse des Lagerbolzens wird gemessen und in die Tabelle eingetragen.



Angehängte Masse	Ausdehnung der Feder (in cm)	Dehnungsdifferenz „dl“ (in cm)
Kugel KS		
+ 50 g		
+ 100 g		

**Ergebnis:**

Man kann erkennen dass die Dehnungsdifferenzen gleich sind. Sollten diese nicht genau gleich sein, wird der Durchschnitt errechnet.

Durchschnittliche Dehnungsdifferenz der Feder:

$dl = \dots\dots\dots \text{ cm} = \dots\dots\dots \text{ m}$

Mit Hilfe der Formel  $F = k \times dl$  wird die Federkonstante k berechnet:

$$k = \frac{F}{dl} = \dots\dots\dots \text{ N/m}$$

**Erkenntnis:**

Die angehängte Kraft ist zur Dehnung einer Schraubenfeder proportional.  
Mit Hilfe der Formel  $F = k \times dl$  kann die Federkonstante k berechnet werden.



### Versuch 6:

Wir können die **Federkonstante ebenso aus der Schwingungsdauer des Pendels** errechnen.

Dazu setzen wir die Messergebnisse aus den Versuchen 1 und 2 in folgende Formel ein:

Aus der Formel für die Schwingungsdauer  $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

m      Masse  
k      Federkonstante

erhält man die Federkonstante  $k = \frac{4\pi^2 m}{T^2}$

### Erkenntnis:

Die Schwingungsdauer einer Schraubenfeder hängt von der Masse des Pendelkörpers und der Federkonstanten der Schraubenfeder ab.

### Hinweis:

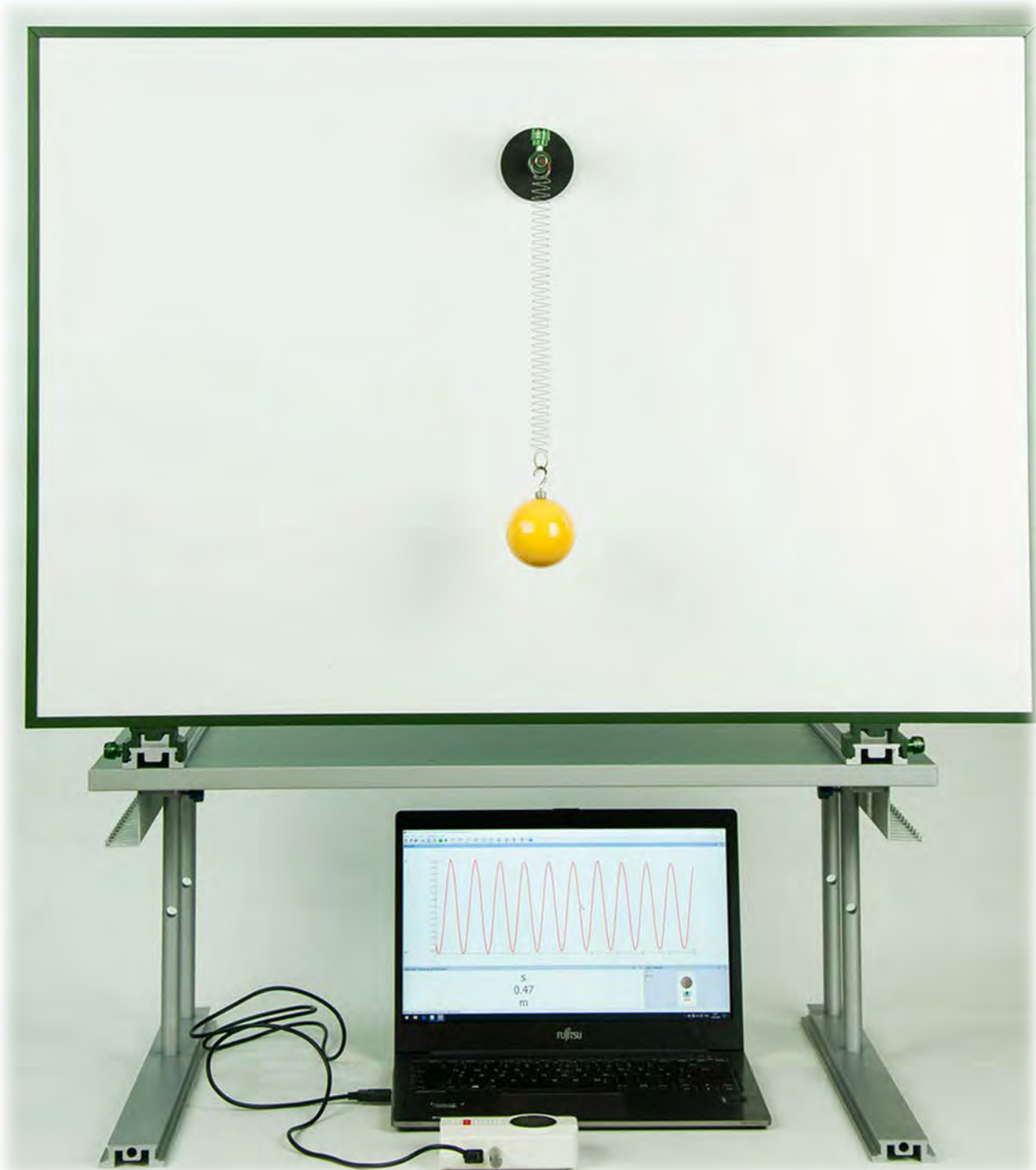
Wenn das Versuchsergebnis höher als das Rechenergebnis liegt, müssen wir bedenken, dass auch die Eigenmasse der Feder schwingt.

In diesem Fall ist es ratsam die Eigenmasse der Schraubenfeder mit einer genauen Waage zu bestimmen und etwa 1/3 dieser Masse der angehängten Masse hinzuzurechnen.

### Hinweis:

Bei schwingenden Saiten vergrößert sich ebenso die Schwingungsdauer durch Vergrößerung der Masse und Verkleinerung der Spannung.

Bei diesem Versuch ist die Durchführung mithilfe eines Distanzsensors und Messsoftware empfehlenswert.



Durch die 20 malige Distanzmessung in der Sekunde kann der periodische Vorgang der Pendelschwingung optisch sehr schön wiedergegeben werden.

Bei den meisten Softwareprogrammen kann man die Zeitdauer jeder Schwingung ganz exakt bestimmen.

Wenn es die Software erlaubt die Sinusschwingungen verschiedener Messungen übereinander zu legen ist der Vergleich der Schwingungsvorgänge optisch selbsterklärend.