EI J1-PH2 2011-12	*PHYSIK* # Lösung zur 1. Probeklausur

1. Aufgabe

Im Praktikum hast Du mit Steffen eine Feder mit unbekannter Federhärte ausgemessen. Dabei hat er verschiedene Massestücke m angehängt und dir die dadurch verursachte Ausdehnung s gesagt. Steffen nuschelt etwas und es kann sein, dass du an einer Stelle einen falschen Messwert notiert hast. Hier eure Tabelle:

s (in cm)	9,9	19,7	27,4	39,2
m (in g)	50	100	150	200
F (in Newton)	**0,5**	**1,0**	**1,5**	**2,0**

a) Vervollständige die Tabelle! Du kannst dabei mit g=10m/s² rechnen.

Siehe Tabelle! Dabei ist darauf zu achten, dass die Masse in Gramm angegeben ist, nicht in Kilogramm! Und 100g entsprechen etwa einem Newton.

b) Bestimme rechnerisch die Federhärten D_1-D_4 für die vier Messwerte.

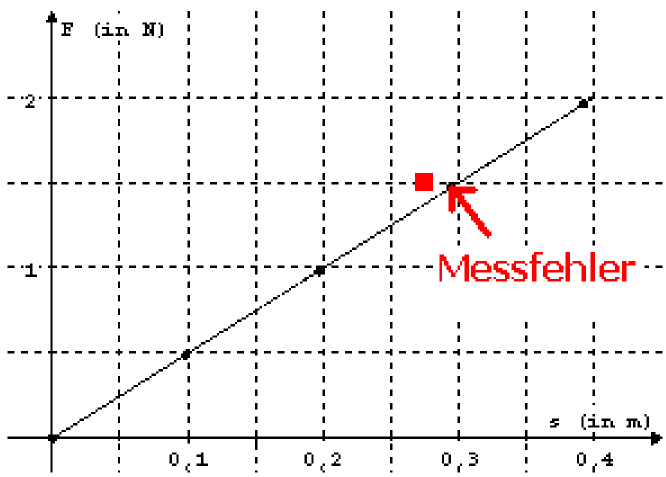
Erst einmal sollte man hier aufpassen, wie die Einheiten sind! s in cm ist nicht so gut, wir brauchen s in Metern! Auch m in Gramm ist doof, in kg wäre es richtig. Die Federhärte D ist über F=Ds bestimmt. F ist hier die Gewichtskraft F=mg, weil die einzige Kraft, die wirkt, die Erdanziehung ist. m=50g entspricht (bei g=10 m/s²) gerade 0,5N. 100g sind 1N, 150g sind 1,5N und 200g sind 2Nm, siehe a).

Damit ist für die erste Messung $0{,}5N=D_1\cdot 0{,}099m$ bzw. $D_1=0{,}5N / 0{,}099m$, der GTR liefert etwa $D_1 = 5$ N/m.

Mit der Formel D=F/s bestimmt man auch die anderen Brüche zu etwa 5 N/m. Nur beim dritten Wert erhält man $D_3 = 1{,}5 / 0{,}274$ N/m, was 5,5 N/m entspricht. Das wird der Messfehler sein!

c) Zeichne ein F-s-Diagramm und veranschauliche, wo und warum ein Messfehler vorliegt.

Hier das Schaubild:



d) Wie groß ist also die Federhärte D der untersuchten Feder?

Im Schaubild ist D die Steigung der Ursprungsgeraden. Bspw. geht's von s=0,1 auf s=0,2 um 0,1m rüber und dabei um 0,5N nach oben. Also 0,5N durch 0,1m, das ist gerade D=5N/m, was unsere obigen Ergebnisse bestätigt.

e) Mache eine Vorhersage, um wieviel sich die oben untersuchte Feder dehnt, wenn eine Masse von 137g angehängt wird.

Mit F=Ds und F=mg mit m=137g=0,137kg ist diese Vorhersage nicht schwer: Der Masse 137g entsprechen 1,37N. Wir lösen F=Ds nach s auf und erhalten s=F/D. F=1,37N, D=5N/m und das N kürzt sich raus, das m wandert nach oben und der GTR liefert für 1,37/5 den Zahlenwert 0,274. Also dehnt sich die Feder um 27,4cm. Das ist übrigens der Wert, der oben falsch eingetragen wurde.

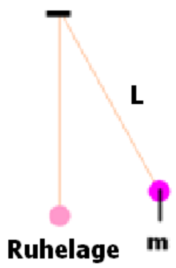
2. Aufgabe

Wir haben im Unterricht nur sehr kurz das Fadenpendel besprochen. Genauso wie beim Federpendel gibt es auch beim Fadenpendel eine Formel für die Schwingungsdauer. Sie ist allerdings nur für kleine Auslenkungen gültig und lautet:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

Dabei ist g die Erdbeschleunigung (s. Aufgabe 1) und L die Fadenlänge des Pendels.

a) Skizziere ein solches Pendel und trage die deiner Meinung nach wichtigen Größen ein.

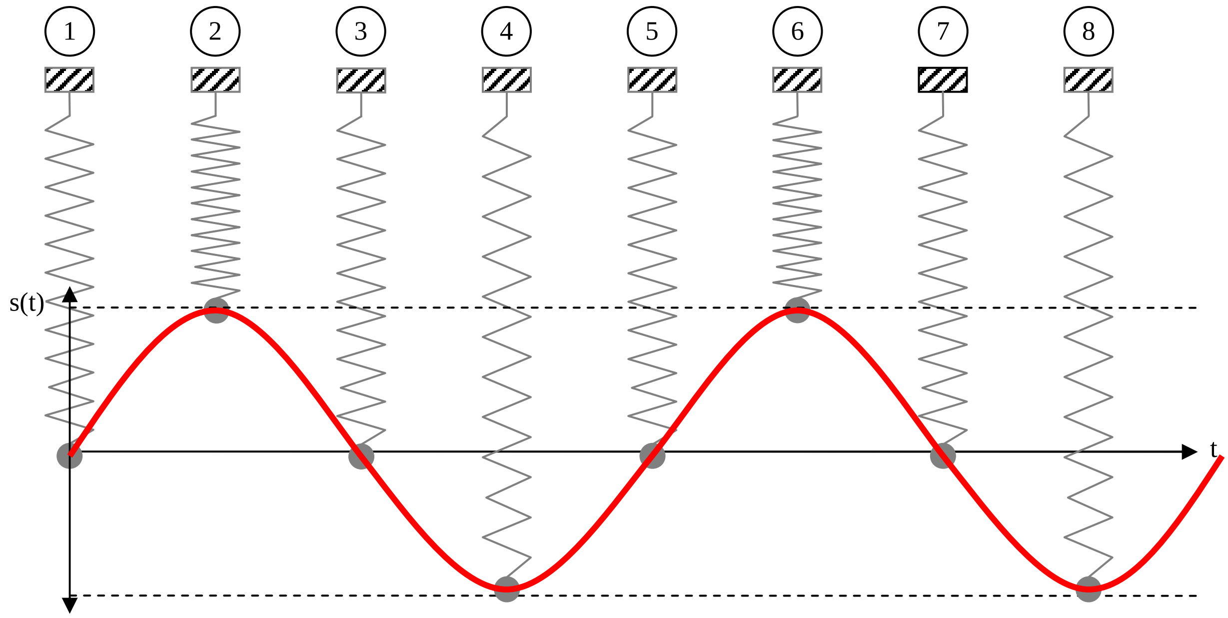


b) Welche Länge L würdest Du wählen, damit das Fadenpendel genau zwei Schwingungen in der Sekunde ausführt?

Zwei Schwingungen pro Sekunde bedeutet, dass T=0,5s ist! Also setzt man folgende Gleichung (ohne Einheiten) an: 0,5 = 2$\pi\cdot$Wurzel(L/10). Wir teilen durch 2π und erhalten 0,08 = Wurzel(L/10). Jetzt wird quadriert und wir finden 0,0064 = L/10 bzw. L=0,064 (Meter). Also muss L circa 6,5cm sein!

3. Aufgabe

Du untersuchst dir die Schwingung eines Federpendels und skizzierst diesen Ablauf:



Dabei entsprechen die Zahlen 1-8 verschiedenen Zeitpunkten. Unsere Bewegungsgleichung lautete $\boldsymbol{s(t) = -A \cdot sin\left(\frac{2\pi}{T} \cdot t\right)}$.

a) Was haben $\boldsymbol{A}$ bzw. $\boldsymbol{T}$ in der obigen Formel für eine Bedeutung?

A ist die Amplitude, also die maximale Auslenkung aus der Ruhelage. Dabei ist die Ruhelage der Ort, an dem die Schwingung (irgendwann) zur Ruhe kommt.

T ist die Zeit, die die Feder benötigt, um eine komplette Schwingung durchzuführen. Das wäre beispielsweise von Zeitpunkt 1 bis Zeitpunkt 5.

b) Gib den Zeitpunkt (1-8) an, bei dem die Schwingung starten muss, damit diese Formel $\boldsymbol{s(t)}$ korrekt ist.

Das wäre Zeitpunkt 3. Denn bei t=0s ist s(t) wegen dem Sinus auch Null. Danach gehts wegen dem „Minus-Sinus" erst einmal nach unten!

c) Zu welchen Zeitpunkten ist die Geschwindigkeit am größten und wo ist sie Null? Wie unterscheiden sich die Geschwindigkeiten zum Zeitpunkt 3 und Zeitpunkt 5?

Die Geschwindigkeit wird in den Umkehrpunkten Null! Das kann man auch via v(t) zeigen, aber die Anschauung reicht auch. Es sind die Zeitpunkte 2, 4, 6 und 8. Am größten sind die Geschwindigkeiten bei 1, 3, 5 und 7. Wobei sich bspw. 3 und 5 durch die Richtung (also das Vorzeichen) unterscheiden; einmal geht's nach oben (5) und einmal geht's nach unten (3).

d) Das Pendel hat diese Eigenschaften: Angehängte Masse m=1kg, Federhärte D=50N/m, Auslenkung A=10cm. Die Schwingung beginne in zum Zeitpunkt 3. Bestimme die Schwingungsdauer T.

Es gilt hier $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{D}}$. Mit D=50N/m, m=1kg ist nur einzusetzen und man erhält ungefähr T=0,89s.

e) Bestimme die maximale Beschleunigung a_{max}.

Wir bilden a(t), indem wir s(t) zweimal ableiten. Dabei hüpft wegen der Kettenregel jeweils ein Faktor $\frac{2\pi}{T}$ heraus (den man auch mit „ω" abkürzt). Insgesamt erhält man:

$$a(t) = A \cdot \left(\frac{2\pi}{T}\right) \cdot \left(\frac{2\pi}{T}\right) \cdot sin\left(\frac{2\pi}{T} \cdot t\right)$$

Der Sinus wird maximal 1. Damit muss $a_{max} = A \cdot \left(\frac{2\pi}{T}\right) \cdot \left(\frac{2\pi}{T}\right)$ sein. Mit T=0,89s und A=0,1m erhalten wir ungefähr 5,0 (m/s²). [Das bedeutet, dass sich die Geschwindigkeit in einer Sekunde um 5 m/s ändert, was ungefähr 1/2 von g entspricht.]

f) Jetzt geht deine Messung bei Zeitpunkt 1 los. Kannst du die obige Formel $s(t)$ so modifizieren, dass sie diese Schwingung korrekt beschreibt?

Das wäre dann s(t)=A·sin(wt). Nur das Minuszeichen wurde entfernt; dadurch ist das neue s(t) genau an der t-Achse gespiegelt…

4. Aufgabe

a) Wie ändert sich die Schwingungsdauer T des Federpendels aus 3d), wenn man 4kg anhängt? Gib diese neue Schwingungsdauer T an!

Wenn du die Masse vervierfachst, dann steht unter der Wurzel anstelle von m=1kg eben m=4kg. Du kannst das erneut ausrechnen oder sehen, dass da im Prinzip das Alte steht, nur mit einem Faktor 4 unter der Wurzel. Zieht man diesen Faktor raus, dann ist das T_{alt} mal wurzel(4). Das ist aber gerade zweimal T_{alt}, also ca. T_{neu}=1,78s.

b) Wie ändert sich a_{max}, wenn man 4kg anstelle 1kg anhängt?

In a_{max} steht zweimal der Faktor (2π/T). T hat sich gerade verdoppelt. Dann halbiert sich dieser Faktor! Da wir zwei haben, viertelt sich a und somit ist das neue a_{max} ein Viertel des alten a_{max}, also etwa 1,25 m/s². Auch hier könnte man einfach nochmal nachrechnen und kommt zum selben Ergebnis.

c) Wenn man nur 1kg zur Verfügung hat, aber a_{max} des 4kg-Pendels haben möchte, könnte man das über eine Änderung der Amplitude erreichen? Wenn ja, gib diese neue Amplitude an!

Nun, $a_{max}=A\omega^2$. Ändert sich m=1kg jetzt doch nicht, kann sich auch nicht a_{max} ändern. Außer, du drehst am A. Und wenn du A auf 2,5cm setzt (also ein Viertel der alten Amplitude), dann wird auch das neue a_{max} gerade zu 1,25 m/s²!