



## 1. Klausur – Nachschreiber

**1. Aufgabe****(4 Punkte)**

Beim Messen der Federhärte einer Feder, die im ungespannten Zustand 1 Meter lang ist, hast du folgende Messwerte in einer Tabelle aufgenommen:

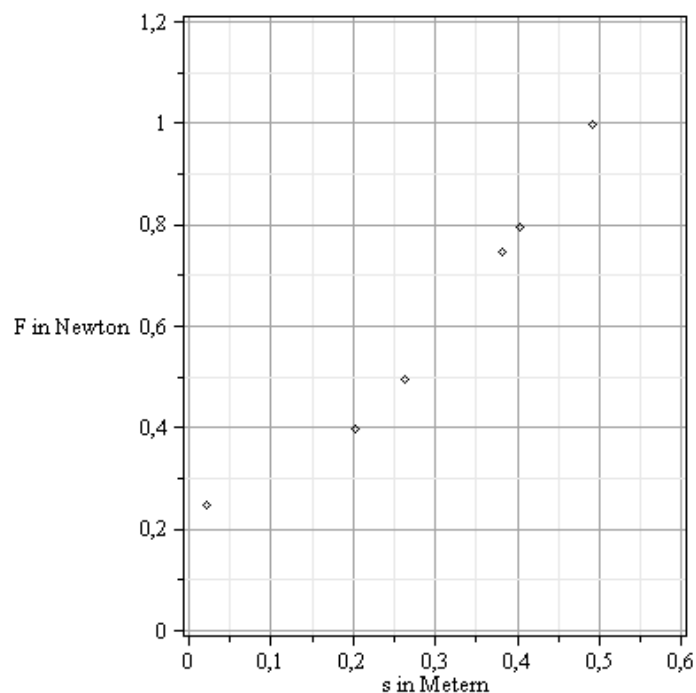
angehängte Masse $m$ [g]	25	40	50	75	80	100
Länge der Feder $l$ [cm]	102	120	126	138	140	149

- a) Trage die Messwerte in ein entsprechendes F-s-Diagramm. Trage dabei die Verlängerung  $s$  der Feder ein!

**Hier muss man etwas Vorarbeit leisten; zuerst einmal bestimmen wir die Gewichtskraft der jeweiligen Masse, also 0,25N; 0,4N bis hin zu 1N, wobei wir mit  $g=10\text{m/s}^2$  rechnen.**

**Dann müssen wir noch die VERLÄNGERUNG der Feder beachten, nicht die GESAMTLÄNGE, also ziehen wir von jedem Wert 1m ab, denn so lang ist die Feder sowieso schon.**

**Mit diesen Werten erhalten wir folgendes Diagramm:**



- b) Es gab bei der Messung einen groberen Messfehler. Wo liegt dieser?

**Man kann erkennen, dass der erste Messwert ein Messfehler ist.**

c) Bestimme die Federkonstante D mit der Tabelle unter Vernachlässigung des Messfehlers.

**Man kann hier „Kästchen zählen“; von 0,4 bis 0,8 ist  $F=0,4\text{N}$  und dabei ist  $s$  von 0,2 auf 0,4 gewachsen, also  $s=0,2\text{m}$ . Mit  $D=F/s=0,4/0,2\text{ N/m}$  folgt also  $D=2\text{ N/m}$ . Man kann D auch anders bestimmen!**

## 2. Aufgabe

(6 Punkte)

Eine Autofederung wird auf ihre Belastbarkeit getestet.

a) Bei einer Belastung von 2t dehnt sich die Stahlfeder um 4cm. Berechne die Federhärte.

**2t = 2000kg, was 20.000N entspricht. Wieder  $D=F/s$  mit  $s=0,04\text{m}$ , also  $D= 500.000\text{ N/m}$ , eine sehr große Zahl!**

- b) Wie schnell würde diese Feder schwingen, wenn man an sie eine Masse von 20kg anbringen würde und diese Masse um 5cm auslenkt?
- c) Wie schnell schwingt die Masse an der Feder, wenn man sie um 2,5cm auslenkt?
- d) Wie hoch ist die maximale Geschwindigkeit, die bei dieser Schwingung erreicht wird?
- e) Wie ändert sich die maximale Geschwindigkeit, wenn man die Amplitude der Schwingung von 5cm auf 2,5cm verändert?

**b)-e) sind nicht sehr geschickt formuliert! Das haben wir während der Klausur geklärt; gemeint war, T für 5cm und 2,5cm Auslenkung zu berechnen sowie  $v_{\max}$  für beide Auslenkungen:**

**$A=0,05\text{m}$  bzw.  $A=0,025\text{m}$  spielen für T gar keine Rolle! Hier ist  $T=2\pi \cdot \text{Wurzel}(m/D)$  auszurechnen, was ca. 0,04s bzw. 40ms entspricht. Das ist sehr schnell und entspricht für uns einem Vibrieren.**

**$v_{\max}$  wird mit  $A \cdot \omega = A \cdot 2\pi/T$  berechnet. Man findet gerundet  $v_{\max}=4\text{m/s}$  für die kleinere Amplitude und  $v_{\max}=8\text{m/s}$  für  $A=5\text{cm}$ . Diese Werte scheinen gar nicht so hoch zu sein, aber wegen der kurzen Distanz für eine Schwingung trägt das.**

## 3. Aufgabe

(5 Punkte)

Genauso wie beim Federpendel gibt es auch beim Fadenpendel eine Formel für die Schwingungsdauer. Sie ist nur für kleine Auslenkungen gültig und lautet:

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

Dabei ist g die Erdbeschleunigung und L die Fadenlänge des Pendels.

a) Konzipiere ein Fadenpendel, welches die Schwingungsdauer von  $T=2\text{s}$  besitzt.

**Wenn wir nicht auf den Mond (oder sonstwohin) fliegen wollen, dann können wir nur an L drehen. Wir suchen als L bei  $2=2\pi \cdot \text{Wurzel}(L/10)$  ohne Einheiten notiert und mit  $g=10\text{m/s}^2$ . Durch  $2\pi$  ergibt  $0,32 = \text{Wurzel}(L/10)$ . Quadrieren bringt  $0,1=L/10$ . Mal 10 liefert  $L=1$  gerundet, also 1m Länge. Man hat also bei  $L=1\text{m}$  eine Uhr, die alle 2s eine Schwingung ausführt.**

- b) Angenommen, du bist auf einem Planeten, auf dem die Gravitation 100fach höher ist als auf der Erde. Wie schnell würde dein Pendel dort schwingen? Wie hoch ist die Frequenz?

**Es ändert sich ja  $g$  im Nenner der Wurzel. Wir können neu rechnen. Dann haben wir  $T=2\pi\sqrt{1/1000}$  zu rechnen und wir finden  $T=0,2s$ . Das wundert nicht, wenn man überlegt, dass ein Faktor 100 unter der Wurzel einem Faktor 10 außerhalb entspricht. Die Frequenz ist  $f=1/T=5Hz$ .**

- c) Ein Metronom beruht auf dem Prinzip des Fadenpendels. Dabei kann man ein Massestück verschieben und dadurch die Schwingungsdauer verändern. Was muss man tun, damit das Metronom langsamer schwingt?

**Wie oben auf dem Bild zu sehen, erhöht man mit dem Nachobenschieben des Massestücks die „Länge“ des „Fadenpendels“ und damit wird  $T$  größer bzw. das Metronom wird langsamer schwingen!**