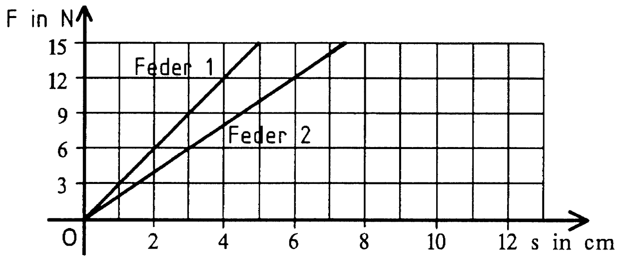
1998 III Angabe

BE

1.0 Der Zusammenhang zwischen der Dehnung s und dem Betrag der Zugkraft $\vec{F}$ wird an zwei Schraubenfedern untersucht, deren Massen vernachlässigt werden. Bei verschiedenen Dehnungen s wird im stationären Zustand der Betrag der Kraft abgelesen. Im Folgenden ist das s - F - Diagramm für beide Federn dargestellt.



2 **1.1** Ermitteln Sie mit Hilfe des Diagramms die Federkonstanten D_1 und D_2.

1.2.0 Hängt man die beiden Federn vertikal aneinander, so bilden sie ein Federsystem. Der Angriffspunkt der Zugkraft befindet sich am unteren Ende des Federsystems. Wird der Betrag der Zugkraft $\vec{F}$ im Bereich $0\ \text{N} \leq F \leq 15\ \text{N}$ variiert, so ergibt sich die Gesamtdehnung s_g des Federsystems als die Summe der Einzeldehnungen s_1 und s_2.

5 **1.2.1** Zeigen Sie, ausgehend von $s_g = s_1 + s_2$, dass für die Federkonstante D_g des Systems gilt: $\frac{1}{D_g} = \frac{1}{D_1} + \frac{1}{D_2}$. Berechnen Sie damit die Federkonstante D_g.

1.3.0 An das Federsystem mit der Federkonstanten $D_g = 1{,}2\ \frac{\text{N}}{\text{cm}}$ wird ein Körper K der Masse m = 463 g gehängt. Er wird um 5,0 cm aus der Ruhelage - in die negative Richtung - nach unten gezogen und zum Zeitpunkt $t_0 = 0$ s losgelassen. Nun führt dieses Federpendel harmonische Schwingungen mit der Periodendauer T aus.

2 **1.3.1** Berechnen Sie die Periodendauer dieses Pendels. [Ergebnis: T = 0,39 s]

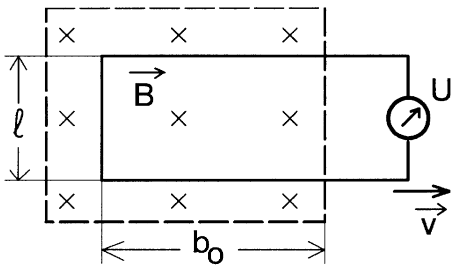
3 **1.3.2** Geben Sie für den schwingenden Körper die Gleichung für die Koordinate v(t) der Geschwindigkeit mit eingesetzten Daten an.

2 **1.3.3** Geben Sie für das Zeitintervall [0 s; T] die Zeitintervalle an, in denen Auslenkung und Geschwindigkeit bei dieser Schwingung die gleiche Orientierung haben.

5 **1.3.4** Berechnen Sie die Zeitpunkte im Zeitintervall [0 s; T], bei denen der Betrag der Geschwindigkeit des Pendelkörpers K gerade 59 % seiner Maximalgeschwindigkeit ist.

4 **1.3.5** Stellen Sie die kinetische Energie des Pendels in Abhängigkeit von der Zeit für das Zeitintervall [0 s; T] graphisch dar. (Maßstab: 0,40 s $\hat{=}$ 8 cm; 50 mJ $\hat{=}$ 1 cm)

2.0



Eine rechteckige Leiterschleife (Seitenlänge ℓ) befindet sich zum Zeitpunkt $t_0 = 0$ s teilweise (Eintauchtiefe b_0) in einem scharf begrenzten, homogenen, zeitlich konstanten Magnetfeld der Flußdichte $\vec{B}$. Sie wird mit der konstanten Geschwindigkeit $\vec{v}$ aus dieser Anfangs-stellung (siehe Skizze) nach rechts ($\vec{v} \perp \vec{B}$, $\vec{v} \perp \vec{\ell}$) herausgezogen; dabei wird mit dem Voltmeter die Induktionsspannung gemessen. Der Betrag dieser Spannung wird mit U bezeichnet. Zum Zeitpunkt t_1 verlässt die Leiterschleife das Magnetfeld. Im Folgenden ist mechanische Reibung zu vernachlässigen.

2.1.0 Der magnetische Fluss, der zum Zeitpunkt t die Leiterschleife durchsetzt, wird mit $\Phi(t)$ bezeichnet.

3 2.1.1 Zeigen Sie, dass gilt: $\Phi(t) = B \cdot \ell \cdot (b_0 - v \cdot t)$, wobei $0\text{ s} \leq t \leq t_1$.

2 2.1.2 Bestätigen Sie, ausgehend vom Induktionsgesetz und der Funktion $\Phi(t)$ aus 2.1.1, dass für die Spannung gilt: $U = B \cdot \ell \cdot v$.

2.2.0 In einem Messversuch wird die Abhängigkeit der Spannung U vom Betrag der Geschwindigkeit $\vec{v}$ überprüft. Für $\ell = 4{,}0$ cm ergibt sich folgende Messreihe:

Versuch Nr.	1	2	3	4
Geschwindigkeit v in $\frac{\text{cm}}{\text{s}}$	10	15	25	40
Spannung U in mV	0,18	0,28	0,44	0,73

4 2.2.1 Zeigen Sie durch graphische Auswertung der Messreihe, dass die Gleichung $U = k \cdot v$ gilt, wobei k eine Konstante ist. (Maßstab: $5{,}0\ \frac{\text{cm}}{\text{s}} \mathrel{\hat{=}} 1$ cm; $0{,}10\text{ mV} \mathrel{\hat{=}} 1$ cm)

4 2.2.2 Ermitteln Sie aus dem Diagramm die Konstante k und berechnen Sie daraus den Betrag der magnetischen Flußdichte $\vec{B}$.

2.3.0 Das Voltmeter wird nun entfernt und durch einen Widerstand ersetzt. Die geschlossene Leiterschleife besitzt nun den Gesamtwiderstand R. Sie wird wiederum, wie in 2.0 beschrieben, aus dem Magnetfeld herausgezogen, dabei fließt in der Leiterschleife der Induktionsstrom I.

6 2.3.1 Erklären Sie anhand einer beschrifteten Skizze, welche die Orientierung der Flußdichte $\vec{B}$ und der Geschwindigkeit $\vec{v}$ enthält, das Zustandekommen des Induktionsstromes I. Tragen Sie in Ihre Skizze den Umlaufsinn des Induktionsstromes ein und begründen Sie diesen.

4 2.3.2 Begründen Sie ohne Rechnung, dass zur Aufrechterhaltung der konstanten Geschwindigkeit $\vec{v}$ eine konstante Zugkraft $\vec{F}_Z$ auf die Leiterschleife wirken muß.

4 2.3.3 Zeigen Sie durch allgemeine Herleitung, dass im Zeitintervall [0 s; T] für den Betrag der Zugkraft $\vec{F}_Z$ gilt: $F_Z = \frac{(\ell \cdot B)^2 \cdot v}{R}$.

50