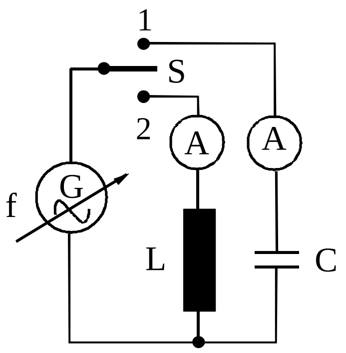
1999 III Angabe

BE

1.0 Im Folgenden wird eine lang gestreckte, leere, zylindrische Spule (Windungszahl N = 3000; Länge $\ell = 24\text{ cm}$; Durchmesser d = 3,0 cm) betrachtet, deren ohmscher Widerstand vernachlässigbar klein ist.

6 1.1 Weisen Sie - ausgehend vom Induktionsgesetz - durch allgemeine Rechnung nach, dass für die Induktivität L der Spule aus 1.0 die folgende Gleichung gilt: $L = \mu_0 \cdot \frac{N^2}{\ell} \cdot \frac{d^2 \cdot \pi}{4}$, wobei μ_0 die magnetische Feldkonstante ist.
Berechnen Sie die Induktivität L der Spule aus 1.0.

1.2.0



An einen Sinusgenerator kann über einen Umschalter S wahlweise die ideale Spule der Induktivität L aus 1.0 bzw. ein Kondensator der Kapazität C angeschlossen werden.

In der Schalterstellung 1 fließt ein Strom der Stärke $I_C(t)$.

In der Schalterstellung 2 fließt ein Strom der Stärke $I_L(t)$.

Die Innenwiderstände der Amperemeter sind zu vernachlässigen.

3 1.2.1 Der Schalter ist in Stellung 1; am Kondensator liegt die Spannung U(t) an.

Leiten Sie allgemein - ausgehend von $U(t) = \hat{U} \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t)$ - eine Gleichung her, die die Abhängigkeit der Stromstärke I_C von der Zeit t aufzeigt.

1.3.0 Die Spannung $U(t) = 12\text{ V} \cdot \sin\left(2 \cdot \pi \cdot 120\text{ s}^{-1} \cdot t\right)$ liegt zunächst an dem Kondensator der Kapazität C = 40 µF (Schalterstellung 1), danach an der Spule der Induktivität L = 33 mH (Schalterstellung 2) an.

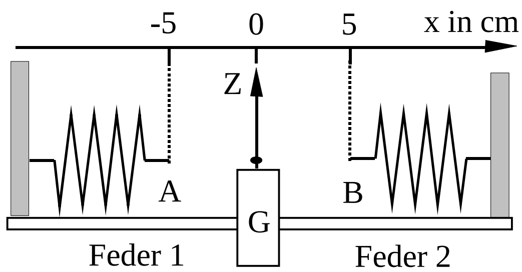
5 1.3.1 Berechnen Sie die Scheitelstromstärken $\hat{I}_L$ und $\hat{I}_C$.
Geben Sie mit eingesetzten Daten die Gleichungen für die Abhängigkeit der Stromstärken I_L und I_C von der Zeit t an.

2 1.3.2 Geben Sie jeweils die Stromstärke an, die der jeweils stromdurchflossene Effektivstrommesser anzeigt, wenn der Umschalter in der Stellung 1 bzw. 2 steht.

4 1.3.3 Nun wird die Frequenz f des Generators verdoppelt, während die Amplitude der Spannung weiterhin 12 V beträgt.
Berechnen Sie für den jeweils stromdurchflossenen Effektivstrommesser die angezeigte Stromstärke.

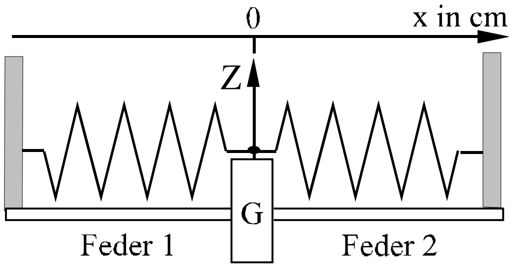
6 1.3.4 Zeichnen Sie einen elektrischen Schaltplan, der aufzeigt, wie der zeitliche Verlauf der Stromstärke I_C mit einem geeigneten Messgerät sichtbar gemacht werden kann, und erklären Sie die Funktionsweise dieser Schaltung.

2.0

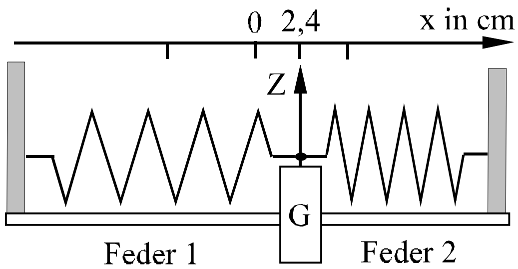


Die nebenstehende Skizze zeigt einen Gleiter G der Masse m = 180 g auf einer Luftkissenfahrbahn. Am Gleiter ist ein Zeiger Z angebracht. Zur Versuchsanordnung gehören außerdem zwei gleiche, vorerst noch entspannte Federn, die jeweils die Federkonstante D_F besitzen.

Der Punkt A der Feder 1 besitzt die Koordinate $x_A = -5{,}0$ cm; der Punkt B der Feder 2 die Koordinate $x_B = 5{,}0$ cm. Die anderen Enden der beiden Federn sind gemäß Skizze befestigt.



Die beiden Federn werden gedehnt und ihre freien Enden am Zeiger befestigt. Die am Gleiter angreifenden Kräfte halten sich das Gleichgewicht. In dieser Gleichgewichtslage ist der Zeiger Z zum Nullpunkt O der x-Achse gerichtet.



Der Gleiter wird nun so ausgelenkt, dass Z die Koordinate $x_0 = 2{,}4$ cm anzeigt. Dort wird der Gleiter zum Zeitpunkt $t_0 = 0$ s aus der Ruhe heraus losgelassen; er schwingt dann mit der Periodendauer T = 0,50 s um die Gleichgewichtslage. Der Zeiger Z kennzeichnet die Koordinate x(t) der Elongation.

Reibung und die Massen der Federn sind bei den folgenden Teilaufgaben zu vernachlässigen.

4 2.1 Zeigen Sie durch allgemeine Rechnung, dass der Gleiter nach dem Loslassen harmonisch schwingt. [Teilergebnis: Richtgröße $D = 2 \cdot D_F$]

3 2.2 Beschreiben Sie mit Worten, wie die Periodendauer T experimentell bestimmt werden kann.

3 2.3 Berechnen Sie die Federkonstante D_F.

2 2.4 Geben Sie die Koordinate x(t) der Elongation für die harmonische Schwingung des Gleiters mit eingesetzten Daten an.

3 2.5 Berechnen Sie die maximale kinetische Energie des Gleiters.

4 2.6 Stellen Sie die kinetische Energie E_k des Gleiters in Abhängigkeit von der Zeit t für das Zeitintervall [0 s; T] graphisch dar.
(Maßstab: 0,05 s $\hat{=}$ 1 cm; 2 mJ $\hat{=}$ 1 cm)

5 2.7 Kennzeichnen Sie im Diagramm den Zeitpunkt t_1, für den die Bedingung $E_k(t) = 2 \cdot E_p(t)$ zum dritten Mal nach dem Loslassen des Gleiters erfüllt ist, wobei E_p die potentielle Energie des Gleiters ist. Berechnen Sie den Zeitpunkt t_1.

50