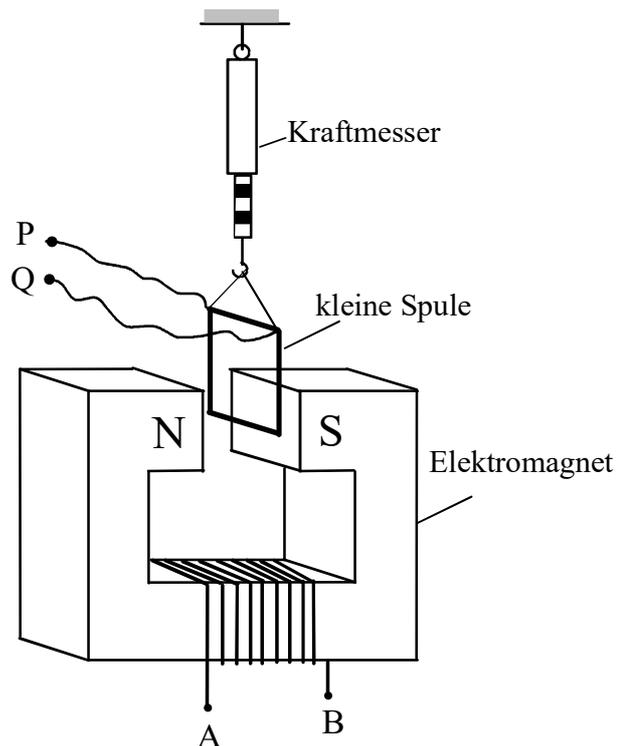


2006 Aufgabe 3

- 1.0 Die Anschlüsse A und B eines Elektromagneten sind mit einer Gleichstromquelle verbunden. Durch die Spule des Elektromagneten fließt ein konstanter Gleichstrom. Nordpol und Südpol des Elektromagneten sind in der nebenstehenden Skizze mit N und S gekennzeichnet.

Eine kleine, flache Spule hat die Windungszahl $N = 100$, einen quadratischen Querschnitt mit der Seitenlänge $\ell = 4,0\text{ cm}$, den ohmschen Widerstand $R = 8,0\Omega$ und die Masse $m = 140\text{ g}$. Diese kleine Spule taucht zur Hälfte in das homogene Feld zwischen den Polschuhen des Elektromagneten ein.

Bei der Bearbeitung der folgenden Aufgaben ist davon auszugehen, dass man wie im nebenstehenden Schrägbild dargestellt von links her auf die Versuchsanordnung blickt.



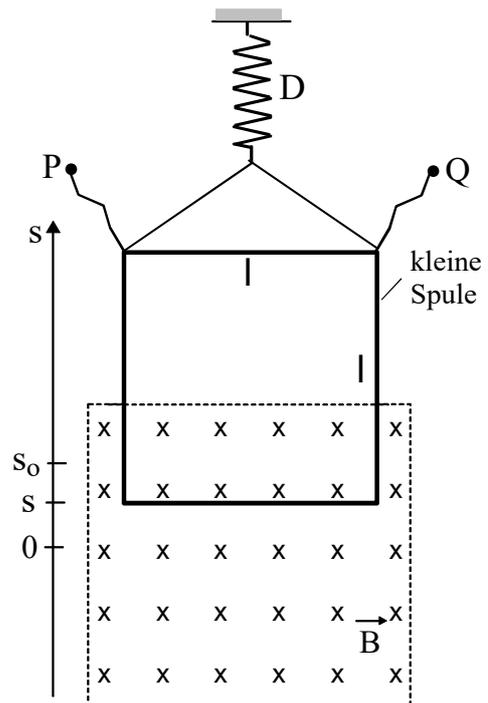
- 1.1.0 Verbindet man die Anschlüsse P und Q der kleinen Spule ebenfalls mit einer Gleichstromquelle, so zeigt der Kraftmesser zusätzlich zur Gewichtskraft eine nach unten gerichtete Kraft \vec{F}_m an.
- 1.1.1 Entscheiden Sie, welcher der Anschlüsse A und B des Elektromagneten mit dem Plus- bzw. mit dem Minuspol der Gleichspannungsquelle verbunden ist, und geben Sie den Umlaufsinn des elektrischen Stromes in der kleinen Spule an. Erläutern Sie kurz Ihre Entscheidungen.
- 1.1.2 Liegt an der kleinen Spule die Spannung $U_0 = 4,8\text{ V}$, so zeigt der Kraftmesser für die Kraft \vec{F}_m den Betrag $F_m = 1,8\text{ N}$ an.

Berechnen Sie den Betrag B der Flussdichte \vec{B} des zwischen den Polschuhen herrschenden Magnetfeldes.

- 1.2.0 Die Anschlüsse P und Q der kleinen Spule werden von der Gleichstromquelle getrennt. Die Flussdichte \vec{B} des Magnetfeldes zwischen den Polschuhen des Elektromagneten hat den Betrag $B = 0,75\text{ T}$.

Für die Feder des Kraftmessers gilt das hookesche Gesetz. Die Federkonstante beträgt $D = 50 \frac{\text{N}}{\text{m}}$.

Die kleine Spule wird um $s_0 = 1,2\text{ cm}$ aus der Gleichgewichtslage angehoben und zum Zeitpunkt $t_0 = 0\text{ s}$ aus der Ruhe heraus



losgelassen. Die Spule schwingt ungedämpft und harmonisch. Dabei bewegen sich die unteren Querleiter stets innerhalb, die oberen Querleiter stets außerhalb des Magnetfeldes.

1.2.1 Berechnen Sie die Frequenz f der Schwingung der kleinen Spule.

[Ergebnis : $f = 3,0\text{Hz}$]

1.2.2 Bestimmen Sie eine Gleichung mit eingesetzten Werten, die für $t \geq 0\text{s}$ die Abhängigkeit der zwischen den Anschlüssen P und Q auftretenden Spannung U von der Zeit t beschreibt.

2.0 Ein Kondensator mit der Kapazität C und ein ohmscher Widerstand $R = 100\text{k}\Omega$ sind in Reihe geschaltet und werden zum Zeitpunkt $t_0 = 0\text{s}$ durch Schließen eines Schalters an eine Gleichspannungsquelle mit der Spannung $U_0 = 2,00\text{kV}$ angeschlossen. Der zeitliche Verlauf der Aufladestromstärke I wird experimentell untersucht. Es ergeben sich folgende Ergebnisse:

| | | | | | | |
|---------|------|-----|-----|------|------|------|
| t in s | 2,0 | 4,0 | 8,0 | 12,0 | 16,0 | 20,0 |
| I in mA | 12,0 | 7,4 | 2,7 | 1,0 | 0,4 | 0,1 |

2.1 Zeichnen Sie eine Schaltskizze zu diesem Versuch.

2.2 Berechnen Sie die Aufladestromstärke I_0 für den Zeitpunkt $t_0 = 0\text{s}$ und zeichnen Sie das $t-I$ -Diagramm.

Maßstab: $2,0\text{s} \hat{=} 1\text{cm}$; $2,0\text{mA} \hat{=} 1\text{cm}$

2.3 Berechnen Sie die Spannung $U_C(t_1)$, die zum Zeitpunkt $t_1 = 8,0\text{s}$ am Kondensator anliegt.

[Ergebnis : $U_C(t_1) = 1,73\text{kV}$]

2.4 Bis zum Zeitpunkt $t_1 = 8,0\text{s}$ fließt auf den Kondensator die Ladung $Q(t_1)$.

Kennzeichnen Sie $Q(t_1)$ im $t-I$ -Diagramm von 2.2 und bestimmen Sie anhand des Diagramms einen Näherungswert für die Ladung $Q(t_1)$.

Hinweis: Es genügt, mit einer graphischen Methode einen Näherungswert für $Q(t_1)$ zu bestimmen.

[mögliches Ergebnis : $Q(t_1) = 69\text{mAs}$]

2.5 Berechnen Sie die Kapazität C des Kondensators.

3.0 Ein Plattenkondensator mit Luft als Dielektrikum ($\epsilon_{r,\text{Luft}} = 1,0$), dem Plattenabstand $d = 8,0\text{mm}$ und der Plattenfläche $A = 720\text{cm}^2$ wird an eine Gleichspannungsquelle mit der Spannung $U_0 = 2,00\text{kV}$ angeschlossen und bleibt mit der Spannungsquelle verbunden.

3.1 Berechnen Sie die Ladung Q , die auf den Kondensator fließt, und den Energieinhalt W_{el} des elektrischen Feldes, das zwischen den geladenen Platten des Kondensators herrscht.

3.2.0 Eine Platte aus Kunststoff (Dielektrizitätszahl $\epsilon_r = 5,4$) wird innerhalb von $5,0\text{s}$ zwischen die Kondensatorplatten gleichmäßig eingeschoben und füllt schließlich den Raum zwischen den Kondensatorplatten vollständig aus.

3.2.1 Erläutern Sie, warum während des Einschobens der Kunststoffplatte ein Strom fließt.

3.2.2 Berechnen Sie die während des Einschobens der Kunststoffplatte auftretende mittlere Stromstärke \bar{I} .