

Lehrplananbindung: 11.4 Elektromagnetische Induktion

Kompetenzen: Neben den Fachkenntnissen liegt der Schwerpunkt bei

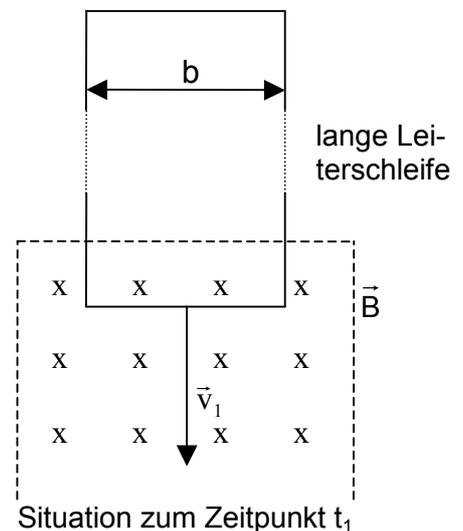
Erkenntnisgewinnung	Fachmethoden wiedergeben	Fachmethoden nutzen	Fachmethoden problembezogen auswählen und anwenden
Kommunikation	Mit vorgegebenen Darstellungsformen arbeiten	Geeignete Darstellungsformen nutzen	Darstellungsformen selbständig auswählen u. nutzen
Bewertung	Vorgegebene Bewertungen nachvollziehen	Vorgegebene Bewertungen beurteilen und kommentieren	Eigene Bewertungen vornehmen

**Aufgabenbeispiel: Geschlossene Leiterschleife fällt durch ein Magnetfeld**

Eine geschlossene Leiterschleife der Breite  $b = 20\text{ cm}$  und sehr großer Länge fällt senkrecht nach unten und tritt senkrecht zu den Feldlinien in ein Magnetfeld ( $B = 3,0\text{ T}$ ) ein.

Zum Zeitpunkt  $t_1$  hat die Leiterschleife die Geschwindigkeit  $v_1 = 3,0\text{ ms}^{-1}$  (vgl. Abb.)

- Bestimmen Sie mit der 3-Finger-Regel die Stromrichtung in der Leiterschleife und berechnen Sie die in der Leiterschleife ( $R = 15\ \Omega$ ) induzierte Stromstärke zum Zeitpunkt  $t_1$ .
- Berechnen Sie die Kraft, welche durch das Magnetfeld auf die stromdurchflossene Leiterschleife zum Zeitpunkt  $t_1$  ausgeübt wird. Begründen Sie weshalb diese Kraft senkrecht nach oben wirkt.
- Berechnen Sie die Gewichtskraft der Leiterschleife ( $m = 10\text{ g}$ ). Welche Gesamtkraft wirkt demnach auf die Leiterschleife zum Zeitpunkt  $t_1$  und welche Art von Bewegung ergibt sich für sie?
- Begründen Sie warum die Leiterschleife schließlich mit konstanter Geschwindigkeit in das Magnetfeld hineinfallen wird (Luftwiderstand soll dabei unberücksichtigt bleiben).
- Beim Fall in das Magnetfeld mit konstanter Geschwindigkeit  $v_k$  verliert die Leiterschleife potentielle Energie  $\Delta E_{\text{pot}}$  (Höhenenergie). Zeigen Sie durch Rechnung mit allgemeinen Größen, dass der Verlust an potentieller Energie dem Zugewinn an elektrischer Energie  $\Delta E_{\text{elektrisch}}$  entspricht.



**Lösungen:**

- Die Elektronen fließen im Uhrzeigersinn durch die Leiterschleife.  

$$U_{\text{ind}} = B \cdot b \cdot v_1 \text{ und } I = \frac{U_{\text{ind}}}{R} = \frac{Bbv_1}{R} = 0,12\text{ A}$$
- $F_{\text{mag}} = B \cdot I \cdot b = 0,072\text{ N}$ . Begründung der Krafrichtung mit Lenzscher Regel oder erneuter Anwendung der 3-Finger-Regel.
- $F_G = m \cdot g = 0,098\text{ N}$   
 Gesamtkraft  $F = F_G - F_{\text{mag}} = 0,026\text{ N}$ . Die Leiterschleife wird durch  $F$  senkrecht nach unten beschleunigt.
- Zum Zeitpunkt  $t_1$  ist  $F_{\text{mag}} < F_G$ , die Leiterschleife wird senkrecht nach unten beschleunigt.  $F_{\text{mag}}$  ist direkt proportional zur Geschwindigkeit. Bei einer bestimmten Geschwindigkeit gilt dann  $F_{\text{mag}} = F_G$ . Ab diesem Zeitpunkt befindet sich die Leiterschleife im Kräftegleichgewicht und fällt mit konstanter Geschwindigkeit weiter.

e)  $\Delta E_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot \Delta h = m \cdot g \cdot v_k \cdot \Delta t$

$$\Delta E_{\text{elektrisch}} = U_{\text{ind}} \cdot I \cdot \Delta t = B \cdot b \cdot v_k \cdot I \cdot \Delta t$$

*Bei konstanter Geschwindigkeit ist  $F_G = F_{\text{mag}}$ , also  $m \cdot g = B \cdot I \cdot b$ . Daraus folgt*

$$\Delta E_{\text{pot}} = \Delta E_{\text{elektrisch}}$$