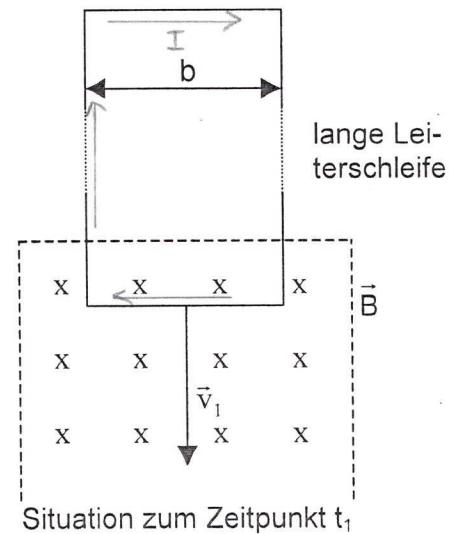


### Aufgabenbeispiel: Geschlossene Leiterschleife fällt durch ein Magnetfeld

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.  

$$U_{\text{ind}} = B \cdot b \cdot v_1 \quad \text{und} \quad I = \frac{U_{\text{ind}}}{R} = \frac{B b v_1}{R} = 0,12 \text{ A}$$
- $F_{\text{mag}} = B \cdot I \cdot b = 0,072 \text{ N}$ . Begründung der Kraftrichtung 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.
- $\Delta E_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot \Delta h = m \cdot g \cdot v_k \cdot \Delta t$   
 $\Delta E_{\text{elektrisch}} = U_{\text{ind}} \cdot I \cdot \Delta t = B \cdot b \cdot v_k \cdot I \cdot \Delta t$   
 Bei konstanter Geschwindigkeit ist  $F_G = F_{\text{mag}}$ , also  $m \cdot g = B \cdot I \cdot b$ . Daraus folgt  
 $\Delta E_{\text{pot}} = \Delta E_{\text{elektrisch}}$