

9. **Massenspektrometer** (Zeichnung, Bezeichnungen: siehe Heft!)
- Ermittle die Masse  $\mathbf{m}$  der einfach geladenen Ionen in Abhängigkeit von  $\mathbf{E}$ ,  $\mathbf{B}_1$  und  $\mathbf{r}$ ; bestätige, daß der Massenunterschied  $\Delta m$  zweier Teilchen, die in verschiedenen Punkten auftreffen, zum Abstand  $\Delta r$  dieser Punkte proportional ist.
  - Berechne die Masse einfach geladener Isotope für  $E = 46,6 \text{ kV/m}$ ,  $B = B_1 = 0,311 \text{ T}$  und  $r = 6 \text{ cm}$  bzw.  $10 \text{ cm}$ ; um welche Isotope handelt es sich vermutlich jeweils?
10. Wenn ein Leiterstück ST der Länge  $\mathbf{d}$  sich mit der Geschwindigkeit  $\mathbf{v}$  durch ein Magnetfeld  $\mathbf{B}$  senkrecht zu dessen Richtung bewegt, baut sich zwischen den Enden S und T des Leiterstücks die Induktionsspannung  $\mathbf{U}_{\text{ind}}$  auf.
- Begründe die Entstehung der Induktionsspannung und ermittle den Term, um  $\mathbf{U}_{\text{ind}}$  in Abhängigkeit von  $\mathbf{d}$ ,  $\mathbf{v}$  und  $\mathbf{B}$  zu berechnen (fertige eine Zeichnung an, aus der alle relevanten Größen hervorgehen; Ergebnis:  $\mathbf{U}_{\text{ind}} = \mathbf{d} \cdot \mathbf{v} \cdot \mathbf{B}$ ).
  - Berechne die Spannung  $\mathbf{U}_{\text{ind}}$ , die zwischen den Rädern der Achse eines Eisenbahnwaggons induziert wird, wenn die Vertikalkomponente  $\mathbf{B}_V$  des Erdmagnetfeldes den Betrag  $4,0 \cdot 10^{-5} \text{ T}$  hat und ein Zug mit der Geschwindigkeit  $216 \text{ km/h}$  über die Gleise fährt (Spurweite  $d = 1435 \text{ mm}$ ).
11. Gegeben ist eine Feldspule mit der Länge  $\mathbf{l} = 400 \text{ cm}$ , dem Radius  $\mathbf{r}_F = 10 \text{ cm}$  und der Windungszahl  $\mathbf{n}_F = 6000$ ; eine zweite Spule (Induktionsspule), koaxial im Innern der Feldspule angeordnet, hat den Radius  $\mathbf{r}_i = 5 \text{ cm}$  und die Windungszahl  $\mathbf{n}_i = 100$ . Der Strom  $I$  in der Feldspule steigt von  $0 \text{ A}$  zum Zeitpunkt  $t=0$  auf  $8 \text{ A}$  zum Zeitpunkt  $t=8 \text{ s}$  an, bleibt während  $2 \text{ s}$  konstant und fällt dann innerhalb  $4 \text{ s}$  linear auf  $-2 \text{ A}$  ab. Die magnetische Flußdichte innerhalb der Feldspule sei  $\mathbf{B}(t)$ .
- Berechne die Flußdichten  $B(0)$ ,  $B(8\text{s})$  und  $B(14\text{s})$ ; zeichne untereinander die Graphen für  $I(t)$  und  $\mathbf{B}(t)$  (beachte b)!.
  - Ermittle die in der Induktionsspule induzierte Spannung  $\mathbf{U}_{\text{ind}}$ ! Zeichne den Graphen für  $\mathbf{U}_{\text{ind}}(t)$  unterhalb der Graphen aus a), mit gleicher Zeitachse!
  - Wie ändert sich die induzierte Spannung, wenn
    - die Induktionsspule auf den Spulenkörper der Feldspule gewickelt ist, bei de Spulen insbesondere denselben Radius haben?
    - der Radius  $\mathbf{r}_i$  der Induktionsspule  $20 \text{ cm}$  beträgt und die Feldspule im Innern der Induktionsspule angeordnet ist, die Induktionsspule also die Feldspule umfaßt?
12. Wenn bei einem Gewitter ein Blitz zur Erde fährt, beträgt die Anstiegs geschwindigkeit des Blitzstroms  $7000 \text{ A}$  pro  $\mu\text{s}$ . Wir nehmen an, daß der Blitz einen Weg senkrecht zur Erdoberfläche nimmt. In einem geschlossenen quadratischen Kupferrahmen mit Seitenlänge  $a = 1 \text{ m}$ , der im Abstand  $100 \text{ m}$  vom Blitzeinschlag senkrecht zur Vertikalen angeordnet ist, wird eine Induktionsspannung  $\mathbf{U}_{\text{ind}}$  induziert. Bestimme  $\mathbf{U}_{\text{ind}}$ !
- Hinweis:*  
Für die Flußdichte  $\mathbf{B}$  im Abstand  $\mathbf{r}$  von einem vom Strom  $I$  durchflossenen Leiter gilt die Beziehung

$$B(r) = \mu_0 \cdot \frac{I}{2 \cdot \pi \cdot r}$$