Die Lorentzkraft

1. Ein Elektron mit der Bewegungsenergie 200eV wird senkrecht zu den Feldlinien in ein magnetisches Feld der Stärke B=25mT geschossen.
   a) Berechnen Sie die Lorentzkraft auf das Teilchen.
   b) Welche Stärke müsste ein elektrisches Feld besitzen, um die gleichen Kraftbetrag hervorzurufen?
   c) Wie verändert sich die Lorentzkraft, wenn:
      - die Bewegungsenergie des Elektrons 4mal so groß ist,
      - das Feld nur halb so stark ist,
      - ein 2fach positiv geladenes Ion mit gleicher Geschwindigkeit ins Feld geschossen wird,

2. Die mittlere Driftgeschwindigkeit von Elektronen in einem Kupferleiter bei I=0,5A beträgt etwa 2,5mm/s.
   a) Berechnen Sie die Lorentzkraft, die <u>ein</u> Elektron des Leiters im magnetischen Querfeld mit B=300mT erfährt.
   b) Wie groß ist die magnetische Kraft auf ein 5cm langes Leiterstück in diesem Feld?
   c) Bestimmen Sie die Anzahl der Elektronen, die in diesem Leiterstück zum Stromfluss beitragen.

3. Elektrisch geladene Teilchen werden senkrecht zu den Feldlinien in ein magnetisches Feld geschossen.
   a) Vergleichen Sie Richtung und Betrag der Lorentzkraft auf ein Elektron, ein Proton bzw. ein α-Teilchen bei
      (1) gleicher Geschwindigkeit
      (2) gleicher Bewegungsenergie
   b) In welchem Verhältnis müssen die Energien eines Elektrons und eines Protons stehen, damit die Beträge der Lorentzkraft gleich groß sind.

<u>Lösungen:</u>

1. a) E=200eV=3,2·10^{-17}J $\quad v = \sqrt{\frac{2E}{m_e}} = 8{,}39 \cdot 10^6 \frac{m}{s}$ $\quad F_L = e \cdot v \cdot B = 3{,}36 \cdot 10^{-14} N$

   b) $E = \frac{F}{e} = 2{,}1 \cdot 10^5 \frac{V}{m}$

   c) - doppelte Geschwindigkeit und damit doppelte Lorentzkraft
      - halbe Lorentzkraft, da $F_L \sim B$
      - Richtungsänderung der Lorentzkraft und doppelter Betrag der Kraft, da $F_L \sim q$

2. a) $F_L = e \cdot v \cdot B = 1{,}6 \cdot 10^{-19} C \cdot 2{,}5 \cdot 10^{-3} \frac{m}{s} \cdot 0{,}3T = 1{,}2 \cdot 10^{-22} N$

   b) $F_{mag} = B \cdot I \cdot l = 0{,}3T \cdot 0{,}5A \cdot 0{,}05m = 7{,}5 \cdot 10^{-3} N$

   c) $N = \frac{F_{mag}}{F_L} = 6{,}25 \cdot 10^{19}$

3. a) (1) Kraftrichtung auf Proton und α-Teilchen (+) gleich und entgegengesetzt zu Elektronen (-)
      Kraftbetrag auf Proton und Elektron gleich, da gleicher Ladungsbetrag
      Kraftbetrag auf α-Teilchen ist größer, da doppelte Ladung

   (2) Kraftrichtung entsprechend (1)
      Bei E=konstant: $v_{Elektron} > v_{Proton} > v_{\alpha-Teilchen}$ $\quad v_{Elektron} \approx 43 \cdot v_{Proton}$
      $v_{Proton} \approx 2 \cdot v_{\alpha-Teilchen}$
      $F_L(Elektron) \gg F_L(Proton) \approx F_L(\alpha)$ α-Teilchen hat doppelte Ladung und etwa halbe Geschwindigkeit

   b) gleiche Lorentzkraft bei gleicher Geschwindigkeit (Ladungsbeträge sind gleich)
      $\frac{E_{Elektron}}{E_{Proton}} = \frac{m_{Elektron}}{m_{Proton}} = \frac{9{,}1 \cdot 10^{-31} kg}{1{,}67 \cdot 10^{-27} kg} \approx \frac{1}{1836}$