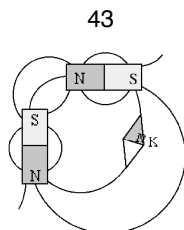


## Lösungen

- 16 a)  $5.4 \cdot 10^{-4} \text{ N}$   
 b) Pro Kügelchen die Hälfte der Gesamtladung:  $5 \text{ nC}$   
 c)  $2.25 \cdot 10^{-5} \text{ N}$   
 d) Pro Kügelchen ändert sich die Ladung um  $25 \text{ nC}$ . Dies entspricht dem  $1.56 \cdot 10^{11}$ -fachen der Elementarladung. Also  $1.56 \cdot 10^{11}$  Elektronen springen über.
- 19  $2.6 \cdot 10^{-7} \text{ N}$
- 20 Der Mittelpunktsabstand der beiden Ladungen muss kleiner als  $3.52 \text{ cm}$  sein, damit die Ladung 2 zur Ladung 1 hin beschleunigt wird.
- 21 Der Mond bliebe sicher dann nicht mehr auf Umlaufbahn um die Erde, wenn die abstossende Coulombkraft zwischen Erde und Mond grösser wäre als die Gravitationskraft. Dies wäre mit den Angaben in dieser Aufgabe der Fall, denn die Coulombkraft wäre fast 10 mal grösser als die Gravitationskraft.
- 22 Elektroskop so laden, dass der Zeiger etwa zur Hälfte ausschlägt. Beim Annähern eines geladenen Körpers nimmt der Zeigerausschlag zu (wenn Körper und Elektroskop gleichnamig geladen sind) oder ab. Beide Körper also nacheinander dem Elektroskop annähern (ohne zu berühren). Bei gleicher Reaktion des Elektroskopes: Körper sind gleichnamig geladen.
- 23 a) Die anziehende Kraft beträgt  $70.3 \text{ N}$ .  
 b) Es gibt einen Punkt rechts von  $Q_2$  auf der Verbindungsgeraden der beiden Ladungen  $Q_1$  und  $Q_2$ . Dieser ist  $9.66 \text{ cm}$  von  $Q_2$  entfernt und  $13.66 \text{ cm}$  von  $Q_1$ .
- 24 **Achtung:** in der Aufgabenformulierung sind die negativen Exponenten positiv geworden: Die Tröpfchenmasse muss natürlich  $1.527 \cdot 10^{-10} \text{ kg}$  betragen und die Ladung  $Q \approx 1.0 \cdot 10^{-7} \text{ C}$ . Mit diesen Werten errechnet sich eine Tröpfchenladung von ca.  $1.5 \cdot 10^{-15} \text{ C}$ , wofür nicht ganz 9400 Elektronen dem Tröpfchen zugefügt werden müssen.
- 40 Das Eisen an einem Ende mit dem Südpol eines starken Permanentmagneten zum Ende hin bestreichen; auf der andern Seite mit dem Nordpol des Permanentmagneten.
- 41 Erwärmen über die Curie-Temperatur, starker Erschütterung aussetzen, durch starken Magneten so beeinflussen dass die Polung aufgehoben wird, in magnetisches Wechselfeld geben.
- 42 a) Nagelspitze an den Nordpol einer Kompassnadel führen ...  
 b) Nagel an einem Faden horizontal so aufhängen, dass er sich im Magnetfeld der Erde ausrichten kann.



53 a)  $2.25 \cdot 10^{22}$  Elektronen

Erde floss" statt "unter Strom setzen".

98 a) Freigesetzte elektrische Energie:

$$\Delta Q = P \cdot \Delta t = I^2 \cdot R \cdot \Delta t = I^2 \cdot \rho_w \frac{l}{A} \cdot \Delta t$$

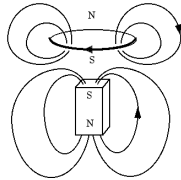
Aufgenommene Wärme:

$$\Delta Q = m \cdot (c \cdot \Delta \vartheta + L_s) = \rho_D \cdot A \cdot l \cdot (c \cdot \Delta \vartheta + L_s)$$

$$\Delta t \geq \frac{\rho_D \cdot A^2 \cdot (c \cdot \Delta \vartheta + L_s)}{I^2 \cdot \rho_w} = 0,34 \text{ s}$$

b) Wärmeverlust durch Leitung und Strahlung; Temperaturabhängigkeit der Konstanten

117 Abstoßende Kraft zwischen Kreisstrom und Permanentmagnet. (Achtung: der Pfeil gibt die technische Stromrichtung an, entgegengesetzt zur Elektronenstromrichtung)



118 a) Max. Lorentzkraft pro Meter  $\approx 0.00025 \text{ N/m}$

b) Am Äquator: Nach unten oder nach oben, je nach Stromrichtung.

c) Parallel zu den Feldlinien, also ungefähr N-S-Richtung

119 a) 0.1 m

b) Richtung W-O, so gibt es Orte, wo die Magnetfeldlinien des Magneten denjenigen der Erde entgegenlaufen: genau über dem Leiter oder darunter.

120 Draht um den Nagel wickeln und an einer Batterie anschließen. Es entsteht ein Magnetfeld um und in der Spule (Drahtwicklung). Die Elementarmagnete des Nagels richten sich in diesem Feld aus: der Nagel wird magnetisiert.

124 Nur das untere horizontale Stück des Leitervierecks erfährt eine relevante Lorentzkraft (das obere horizontale Stück ist ausserhalb des Magnetfeldes, und die Kräfte auf die vertikalen Drahtstücke wirken entgegengesetzt gerichtet und heben sich somit auf). Weitere Annahme: Die Masse des Drahtvierecks sei vernachlässigbar.

Die Kraft auf das untere horizontale Drahtstück muss nach unten wirken  $\rightarrow$  links N-, rechts S-Pol.

Gesamte Länge des relevanten Drahtstückes beträgt  $100 \cdot 2 \text{ cm} \rightarrow B = 1.1 \text{ T}$ .

125  $F = F_G + F_{\text{anziehend}} - F_{\text{abstossend}} = 0.0578 \text{ N}$

126  $I = \frac{mg}{Bnd} = 0.108 \text{ A}$

153  $r = r_o + h \approx 6370 \text{ km} + 1200 \text{ km} = 7570 \text{ km}$

$$g = G \cdot \frac{M}{r^2}$$

$G =$  Gravitationskonstante;  $M =$  Masse der Erde. Entweder Tabellenwerte von  $G$  und  $M$  einsetzen oder wie folgt ohne Tabellenwerte rechnen:

$$g = G \cdot \frac{M}{r^2} = G \cdot \frac{M}{r_o^2} \cdot \frac{r_o^2}{r^2} = g_o \cdot \frac{r_o^2}{r^2}$$

$$= 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \frac{(6370 \text{ km})^2}{(7570 \text{ km})^2} = 6.95 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

154 Annahme:  $m = 60 \text{ kg}$ :  $F_G \approx 1000 \text{ N}$

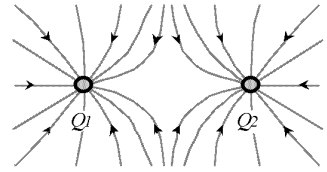
155  $900'000 \text{ C}$

156  $E = \text{konst} \cdot \frac{e}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2 \frac{1.6 \cdot 10^{19} \text{ C}}{(0.5 \cdot 10^{10} \text{ m})^2}$

$= 5.8 \cdot 10^{11} \text{ N/C}$

157 0.028 V

158 Genau in der Mitte zwischen den Ladungen ist  $E = 0$ .



159 ca. 300 m

160 a) Der Draht habe die Länge  $l$ . Zwischen den Drahten herrsche die Spannung  $U$ . Die Spannung ist die Arbeit pro Ladung,  $U = W/q$ . Die Arbeit ist die Kraft auf die verschobene Ladung mal zurückgelegter Weg,  $W = F \cdot l$ . Die Kraft auf die Ladung berechnet sich aus dem elektrischen Feld gemäss:

$$F = q \cdot E.$$

Somit ist  $U = W/q = F \cdot l/q = q \cdot E \cdot l/q = E \cdot l$ .

Es gilt also:  $E = \frac{U}{l}$ .

b) Bsp.: In einem Draht von 1 m Länge, an welchem die Spannung von 4.5 V liegt, beträgt die elektrische Feldstärke  $4.5 \text{ V/m} = 4.5 \text{ N/C}$ .

161 a) Damit die Lorentzkraft nach oben zeigt (entgegengesetzt zu  $F_G$ ), müssen die  $B$ -Feld-Linien senkrecht in die Blattebene hinein zeigen.

b)  $F_G = F_L$ ;  $m \cdot g = v_o \cdot q \cdot B$ ;  $B = 200 \text{ T}$

c) Lorentzkraft ist grösser, Gewichtskraft bleibt gleich, somit wird der Körper nach oben abgelenkt.

d) Die Gewichtskraft wird verändert, nicht aber die Lorentzkraft. Bei kleiner Masse ergibt sich eine Ablenkung nach oben, bei grosser Masse ergibt sich eine Ablenkung nach unten.

162 a) P ist näher bei  $Q_1$ . Eine Probeladung  $q$  ist in diesem Punkt im Kräftegleichgewicht, d.h.  $F_1 = F_2$ .

b) Aus a) folgt:  $r_{12} = r_{22}/2$   $r_1 = 0.4142 \text{ m}$

163 a)  $E = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \cdot \frac{10^{-5} \text{ C}}{1 \text{ m}^2} = 90'000 \text{ N/C}$

b) beschleunigende Kraft  $F = m \cdot a$ ; nach  $a$  auflösen und  $F = E \cdot q$  einsetzen:

$$a = \frac{E \cdot q}{m}$$

$$a_e = 1.5 \cdot 10^{16} \text{ m/s}^2 \quad ; \quad a_p = 8.5 \cdot 10^{12} \text{ m/s}^2$$