

Prüfungsvorbereitung Physik: Magnetismus

Alle Grundlagen aus den vorhergehenden Prüfungen werden vorausgesetzt.
Das heisst: **Gut repetieren!**

Theoriefragen: Diese Begriffe müssen Sie auswendig in ein bis zwei Sätzen erklären können.

- a) Eigenschaften von Magneten
- b) Nennen Sie drei Materialien, die ferromagnetisch sind
- c) Erklären Sie das Modell der Elementarmagnete
- d) Wann ist ein Stoff magnetisch? Wie kann die Magnetisierung verloren gehen?
- e) Magnetisch weich/magnetisch hart
- f) Magnetfeld
- g) Homogenes Feld
- h) Feldlinienbild; Definition der Richtung des Magnetfeldes
- i) Wie sieht das Magnetfeld eines Stroms aus? (Beschreiben oder skizzieren)
- j) Wie sieht das Magnetfeld einer stromdurchflossenen Spule aus? (Beschreiben oder skizzieren)
- k) Wie verändert sich das Magnetfeld, wenn man einen Eisenkern in eine stromdurchflossene Spule schiebt? Warum?
- l) Was ist ein Elektromagnet?
- m) Nennen Sie Anwendungen von Elektromagneten
- n) Erklären Sie die Funktionsweise
 - eines Relais
 - einer elektrischen Klingel
 - eines elektrischen Gongs
- o) Welche Kraft wirkt auf bewegte Ladungen im Magnetfeld? In welche Richtung wirkt diese Kraft?
- p) Welche Bahn beschreibt ein geladenes Teilchen, das durch ein homogenes Magnetfeld fliegt (wenn es senkrecht/parallel zu den Feldlinien eingeschossen wurde)?
- q) Erklären Sie den Aufbau eines Fadenstrahlrohrs (anhand einer gegebenen Skizze).
- r) Wozu verwendet man Massenspektrometer?
- s) Nennen Sie Anwendungen der Lorentzkraft
- t) Erklären Sie die Funktionsweise eines Elektromotors

Physikalische Grössen: Diese physikalischen Grössen müssen Sie kennen, mit Symbolen und Einheiten.

	Symbol	Einheit		Symbol	Einheit
Lorentzkraft			Magnetische Feldstärke		
Ladung			Stromstärke		
Spannung			Widerstand		
Strecke			Elektrische Feldstärke		
Arbeit			Energie		
Leistung			Zeit		

Fähigkeiten:

- Formeln umformen, Zahlenwerte mit Einheiten einsetzen und ausrechnen
- Mit Diagrammen umgehen
- Elektrische und magnetische Feldlinienbilder interpretieren und zeichnen können
- Elektrische Schaltpläne interpretieren und zeichnen können
- Die Linke-Hand Regel richtig anwenden können
- Die Drei-Finger-Regel richtig anwenden können
- Joule in Elektronvolt umwandeln können und umgekehrt
- Joule in Kilowattstunden umwandeln können und umgekehrt

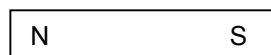
Erlaubte Hilfsmittel: einfacher Taschenrechner (ohne CAS), «Formeln, Tabellen, Begriffe», Formelblatt («Spick», A5 beidseitig beschrieben). An der Prüfung erhalten Sie ein kleines Blatt mit einer Liste von Schaltzeichen.

Übungsaufgaben:

Alle Arbeitsblätter sowie Aufgabenblätter A12 bis A16

Weitere Aufgaben

1.



x

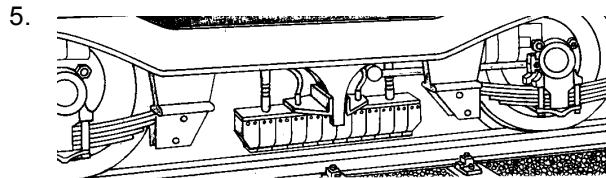
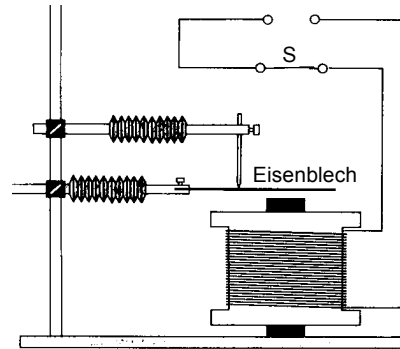
a) Zeichnen Sie das Feldlinienbild dieses Magneten.

b) Zeichnen Sie an der mit x bezeichneten Stelle ein, wie sich eine kleine Kompassnadel ausrichtet, wenn man sie dort hinlegt.

Kompassnadel: N  S

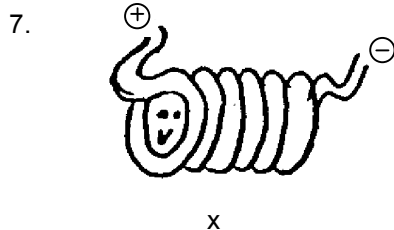
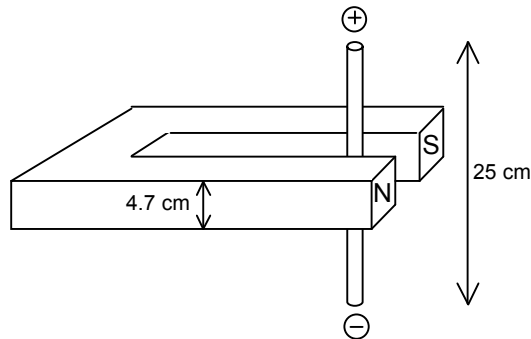
2. In einem homogenen Magnetfeld ($B = 0.20578000 \mu\text{T}$) befindet sich ein Draht der Länge 0.0927400 km , der von einem Strom durchflossen wird. Der Winkel zwischen Strom- und Feldrichtung beträgt 67.095° , auf den Draht wirkt eine Kraft von 0.001670 mN .
- a) Wie viele signifikante Ziffern besitzen die vier Zahlenwerte? Wie viele Ziffern sollte das Resultat besitzen?
 - b) Rechnen Sie aus, wie gross die Stromstärke im Draht ist und runden Sie das Resultat auf die richtige Anzahl signifikanter Ziffern.
 - c) Notieren Sie die Resultate mit einer Zehnerpotenz in der wissenschaftlichen Schreibweise.
3. Wir betrachten eine lange schlanke Zylinderspule der Länge ℓ , die n Windungen hat und von einem Strom der Stärke I durchflossen wird. Vervollständigen Sie die folgenden Sätze:
- a) Wenn man I verdreifacht, ohne ℓ und n zu verändern, dann wird das Magnetfeld im Innern so gross.
 - b) Wenn man ℓ durch vier teilt, ohne I und n zu verändern, dann wird das Magnetfeld im Innern..... so gross.
 - c) Wenn man n durch fünf teilt, ohne ℓ und I zu verändern, dann wird das Magnetfeld im Innern..... so gross.

4. Jemand hat diese Modellschaltung für eine elektrische Klingel aufgebaut.
- Warum funktioniert sie nicht? (Was geschieht genau, wenn man den Strom einschaltet?)
 - Korrigieren Sie den Fehler. (Solange der Schalter S geschlossen ist, sollte sich das Eisenblech in einem fort auf- und abbewegen.)



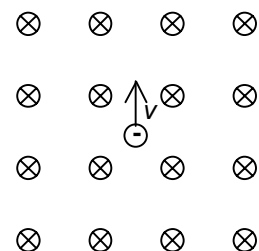
Bei Trams werden Elektromagnete als zusätzliche Bremsen verwendet (siehe Bild). Solange der Strom für diese Bremsen nicht eingeschaltet ist, werden sie von starken Federn dicht über der Schiene gehalten. Wie funktioniert eine solche Magnetschienbremse?

6. In einem Draht, der sich zwischen den Polen eines Hufeisenmagneten befindet, fließt ein elektrischer Strom ($I = 2.07 \text{ A}$). Auf die Elektronen im Draht wirkt eine Kraft von 1.75 mN .
- Zeichnen Sie ein, in welche Richtung diese Kraft wirkt.
 - Wie gross ist die Stärke des Magnetfeldes zwischen den Polen des Hufeisenmagneten?



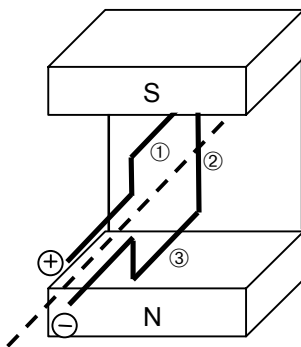
- Zeichnen Sie das Magnetfeld dieser Spule.
- Schreiben Sie Nord- und Südpol an.
- Wie richtet sich eine Kompassnadel in diesem Magnetfeld aus? Zeichnen Sie es an der mit x bezeichneten Stelle ein. (Kompassnadel: N \leftarrow \rightarrow S)
- Bei einer Stromstärke von 0.13 A beträgt die Feldstärke im Innern $25 \mu\text{T}$. Wie lang ist die Spule?

8. Zwei parallele Drähte der Länge 37.5 m haben einen Abstand von 12.4 cm . Durch den einen Draht fließt ein Strom der Stärke $I_1 = 2.35 \text{ A}$, durch den anderen ein Strom der Stärke $I_2 = 1.05 \text{ A}$. Die Elektronen fließen in beiden Drähten in die gleiche Richtung.
- Wie gross ist die Kraft der Ströme aufeinander?
 - Stossen sie sich ab oder ziehen sie sich an? (Begründung mit einer Skizze)
 - Wie gross sind Betrag und Richtung des Magnetfeldes genau in der Mitte zwischen den beiden Strömen?
 - An welcher Stelle ist $B = 0$?
9. Ein Elektron wurde mit $U = 45.0 \text{ V}$ beschleunigt und bewegt sich senkrecht zu den Feldlinien eines Magnetfeldes ($B = 1.85 \text{ mT}$, die magnetischen Feldlinien zeigen ins Blatt hinein.)
- Zeichnen Sie in der Abbildung die Richtung der Lorentzkraft auf das Elektron sowie seine (vollständige) Bahnkurve ein.
 - Wie gross ist die kinetische Energie des Elektrons in eV und in J?
 - Wie gross ist die Geschwindigkeit des Elektrons?
 - Wie gross ist die Lorentzkraft auf das Elektron?
 - Wie gross ist der Radius der Kreisbahn, auf der sich das Elektron bewegt?
 - Um welchen Faktor ändert sich der Radius der Kreisbahn, wenn man die Geschwindigkeit des Elektrons halbiert?

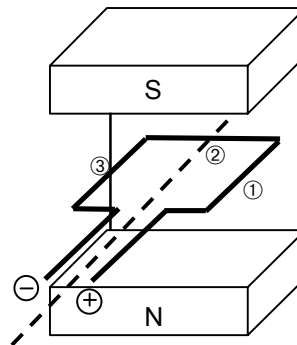


10. Ein Proton wurde mit $U = 260 \text{ V}$ beschleunigt und bewegt sich senkrecht zu den Feldlinien eines homogenen Magnetfeldes ($B = 40.5 \text{ mT}$).
- g) Wie gross ist die Geschwindigkeit des Protons?
- h) Wie gross ist der Radius der Kreisbahn, auf der sich das Proton bewegt?
11. Wir betrachten einen unendlich langen und geraden stromdurchflossenen Leiter. Die Stärke des Magnetfeldes um den Leiter herum hängt bekanntlich vom Abstand ab. Stellen Sie diese Abhängigkeit in einem Diagramm dar - für Abstände zwischen 0 und 1.00 m, für einen Strom der Stärke 1.00 A.
Tipp: Berechnen Sie die Stärke des Magnetfeldes für $r = 0.125 \text{ m}$, 0.250 m , 0.500 m und 1.00 m . Übertragen Sie diese Wertepaare in ein Diagramm (x-Achse: r , y-Achse: B).
12. Hier sehen Sie einen rechteckigen Drahtrahmen, der sich in einem Magnetfeld befindet und sich um die gestrichelte Achse drehen kann. Zeichnen Sie jeweils ein, in welche Richtung die Lorentzkraft auf die Elektronen in den einzelnen Drahtstücken wirkt. Dreht sich die Leiterschleife? Wenn ja, in welche Richtung? Wenn nein, warum nicht?

a)

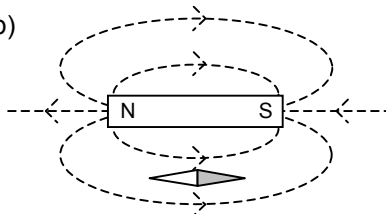


b)



Lösungen:

1. a) und b)



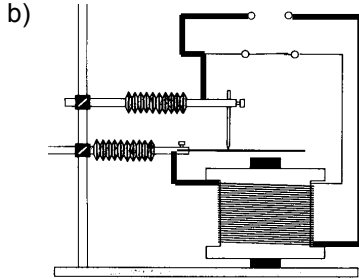
2. a) $B: 8$, $\ell: 6$, $\varphi: 5$, $F: 4$ Resultat: 4

$$\text{b) } I = \frac{F}{\ell \cdot B \cdot \sin(\varphi)} = \frac{0.001670 \cdot 10^{-3} \text{ N}}{0.0927400 \cdot 10^3 \text{ m} \cdot 0.20578000 \cdot 10^{-6} \text{ T} \cdot \sin(67.095^\circ)}$$

$$= 0.094998157 \text{ A} = \underline{\underline{0.09500 \text{ A}}}$$

$$\text{c) } \underline{\underline{9.500 \cdot 10^{-2} \text{ A}}}$$

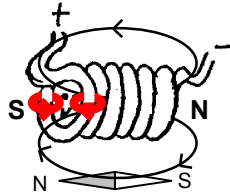
3. a) dreimal
b) viermal
c) ein fünftel
4. a) Der Stromkreis wird geschlossen und der Elektromagnet wird eingeschaltet. Das Eisenblech wird angezogen und nach unten geklappt. Der Stromkreis wird dadurch aber nicht unterbrochen und so passiert weiter nichts. Es gibt keine Hin- und Herbewegung des Eisenblechs; die «Klingel» klingelt nicht!



5. Im Innern der Bremse befindet sich ein Elektromagnet. Wird ein starker Strom eingeschaltet, zieht sich die Bremse zur Schiene hin und schleift auf ihr entlang. Dadurch wird der Wagen abgebremst.
6. a) nach rechts

b) $B = \frac{F}{I \cdot s} = \frac{1.75 \cdot 10^{-3} \text{ N}}{2.07 \text{ A} \cdot 0.047 \text{ m}} = 0.0180 \text{ T} = \underline{18.0 \text{ mT}}$

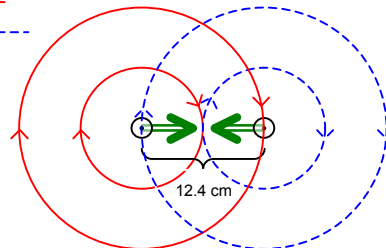
7. a), b) und c)



d) $\ell = \mu_0 \cdot \frac{n}{B} \cdot I = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Tm}}{\text{A}} \cdot \frac{6}{25 \cdot 10^{-6} \text{ T}} \cdot 0.13 \text{ A} = 0.039 \text{ m} = \underline{3.9 \text{ cm}}$

8. a) $F = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I_1 \cdot I_2 \cdot s}{r} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Tm}}{\text{A}}}{2\pi} \cdot \frac{2.35 \text{ A} \cdot 1.05 \text{ A} \cdot 37.5 \text{ m}}{0.124 \text{ m}} = 1.49 \cdot 10^{-4} \text{ N} = \underline{0.149 \text{ mN}}$

- b) Magnetfeld des linken Stroms: —
Magnetfeld des rechten Stroms: - - -



Lorentzkraft auf den einen Strom im Magnetfeld des anderen Stroms:

Sie ziehen sich an.

- c) Die Magnetfelder sind entgegengesetzt gerichtet \Rightarrow man muss sie voneinander abziehen:

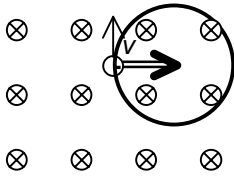
$$B = B_1 - B_2 = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I_1}{r} - \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I_2}{r} = \frac{\mu_0}{2\pi \cdot r} (I_1 - I_2) = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Tm}}{\text{A}}}{2\pi \cdot 0.062 \text{ m}} (2.35 \text{ A} - 1.05 \text{ A})$$

$$= 4.19 \cdot 10^{-6} \text{ T} = \underline{4.19 \mu\text{T}}$$

d) $B = B_1 - B_2 = 0 \Rightarrow B_1 = B_2 \Rightarrow \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I_1}{r_1} = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I_2}{r_2} \Rightarrow \frac{I_1}{r_1} = \frac{I_2}{r_2} = \frac{I_2}{r - r_1}$

$$I_1 \cdot (r - r_1) = I_2 \cdot r_1 \Rightarrow r_1 = \frac{I_1}{I_1 + I_2} \cdot r = \frac{2.35 \text{ A}}{2.35 \text{ A} + 1.05 \text{ A}} \cdot 12.4 \text{ cm} = \underline{8.57 \text{ cm}}$$

9. a) $\otimes \quad \otimes \quad \otimes \quad \otimes$



b) $E_{\text{kin}} = W_{\text{Beschleunigung}} = q \cdot U = 1 \text{ e} \cdot 45.0 \text{ V} = \underline{45.0 \text{ eV}} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 45.0 \text{ V} = \underline{7.20 \cdot 10^{-18} \text{ J}}$

c) $v = \sqrt{\frac{2 \cdot E_{\text{kin}}}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot q \cdot U}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 45.0 \text{ V}}{9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}}} = \underline{3.98 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$

d) $F_L = q \cdot v \cdot B = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 3.96 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 1.85 \cdot 10^{-3} \text{ T} = \underline{1.18 \cdot 10^{-15} \text{ N}}$

e) $r = \frac{m \cdot v}{q \cdot B} = \frac{9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \cdot 3.98 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 1.85 \cdot 10^{-3} \text{ T}} = \underline{0.0122 \text{ m}} = \underline{1.22 \text{ cm}}$

f) um den Faktor 0.5

10. a) $E_{\text{kin}} = W_{\text{Beschleunigung}} = q \cdot U$

$v = \sqrt{\frac{2 \cdot E_{\text{kin}}}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot q \cdot U}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 260 \text{ V}}{1.67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}} = \underline{2.23 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$

b) $F_Z = F_L \Rightarrow m \cdot \frac{v^2}{r} = q \cdot v \cdot B$

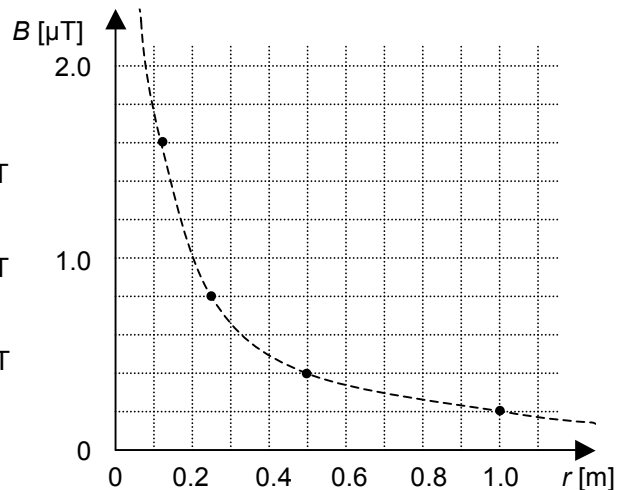
$\Rightarrow r = \frac{m \cdot v}{q \cdot B} = \frac{1.67 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \cdot 2.23 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 40.5 \cdot 10^{-3} \text{ T}} = 0.057 \text{ m} = \underline{5.7 \text{ cm}}$

11. $B_1 = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I}{r_1} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Tm}}{\text{A}} \cdot 1.00 \text{ A}}{2\pi \cdot 0.125 \text{ m}} = 1.6 \mu\text{T}$

$B_2 = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I}{r_2} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Tm}}{\text{A}} \cdot 1.00 \text{ A}}{2\pi \cdot 0.250 \text{ m}} = 0.80 \mu\text{T}$

$B_3 = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I}{r_3} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Tm}}{\text{A}} \cdot 1.00 \text{ A}}{2\pi \cdot 0.500 \text{ m}} = 0.40 \mu\text{T}$

$B_4 = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I}{r_4} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Tm}}{\text{A}} \cdot 1.00 \text{ A}}{2\pi \cdot 1.00 \text{ m}} = 0.20 \mu\text{T}$



12. a) bei ① nach rechts, bei ② wirkt keine Lorentzkraft, bei ③ nach links. Der Drahtrahmen dreht sich im Uhrzeigersinn.

b) bei ① nach rechts, bei ② nach hinten, bei ③ nach links. Der Drahtrahmen dreht sich nicht, weil die Kräfte kein Drehmoment ausüben können.