

Aufgabe 1

Ein paramagnetisches Gas bei Zimmertemperatur ($T = 300K$) wird in ein externes homogenes Magnetfeld der Feldstärke $B = 1,5T$ gebracht. Die Atome des Gases besitzen ein magnetisches Dipolmoment $\mu = 1\mu_B$. Wie groß sind die mittlere Translationsenergie eines Atoms des Gases und die Energiedifferenz ΔU_B zwischen der parallelen und der antiparallelen Ausrichtung des atomaren magnetischen Dipolmoments mit dem äußeren Feld?

Aufgabe 2

Eine Kompassnadel aus reinem Eisen (mit einer Dichte von $7900 \frac{kg}{m^3}$) ist 3,0 cm lang, 1,0 mm breit und 0,50 mm dick. Ein Eisenatom besitzt ein magnetisches Dipolmoment von $\mu_{Fe} = 2,1 \cdot 10^{-23} \frac{J}{T}$. Wie groß ist das magnetische Dipolmoment $\vec{\mu}$ der Nadel, wenn 10 % der Atome ausgerichtet sind?

Aufgabe 3

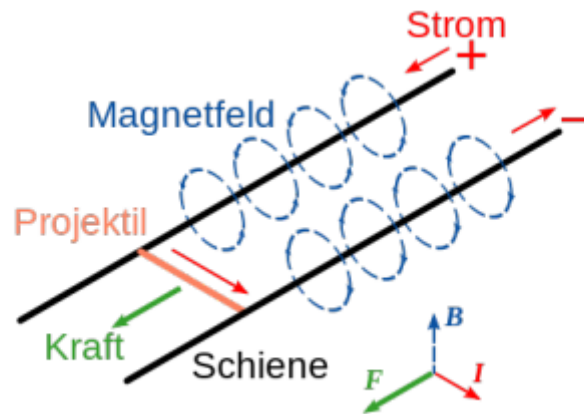
- Wenn ein Stoff keine ungepaarten Elektronen hat, ist er dann paramagnetisch oder diamagnetisch?
- Erklären Sie kurz, warum Eisen bei $T_C = 1041K$ (Curie-Temperatur) paramagnetisch wird und alle seine ferromagnetischen Eigenschaften verliert?

Aufgabe 4

Bei einer Railgun wird das Projektil durch die magnetische Wechselwirkung eines elektrischen Stromes beschleunigt, der über die Schienen auf das Projektil selbst oder auf einen hinter dem Projektil geladenen Treiber fließt. Das Projektil kann dabei auch selbst als Schlitten dienen, dies ist aber wegen der sich widersprechenden Anforderungen (das Projektil muss wegen der Aerodynamik schlank sein, der Schlitten dagegen breit und flach) unüblich in professionellen/militärischen Entwürfen.

Die folgende Abbildung zeigt den Feldverlauf der Railgun-Schienen:

- Wie groß ist die Kraft, die auf ein Projektil der Masse m wirkt, während es sich auf dem Schlitten mit Breite b und mit Masse M durch den Lauf der Waffe bewegt? Nehmen sie an, innerhalb der Railgun herrscht ein Magnetfeld mit konstanter Flussdichte $|B| = const$ und durch den Schlitten fließt ein konstanter Strom I .



- b)) Mit dieser konstanten Kraft wird das Projektil, nun über eine Waffenlaufstrecke l beschleunigt. Welche Geschwindigkeit v_{end} , hat das Projektil am Ende des Waffenlaufes, wenn es sich am Anfang der Bewegung in Ruhe befindet?
- c) Experimentelle Waffen des US-Militärs schaffen eine Projektilgeschwindigkeit von $v_{end} = 7.5 \frac{km}{s}$ (zum Vergleich, Leopard-2-Panzer verschießt seine Granaten mit $v_{end} = 1.7 \frac{km}{s}$). Diese Waffen haben meist einen Waffenlauf mit $l = 15m$ Länge, einen Waffenlaufdurchmesser von $d = 35cm$ und ein inneres Magnetfeld von $B = 0,5T$. Welche Stromstärke wird benötigt, um das Projektil mit Masse $m = 5kg$ auf $v_{end} = 7.5 \frac{km}{s}$ zu beschleunigen?
- d) Welche technische Herausforderung besitzen Railguns heutzutage? Betrachten sie dazu, die Leistung, die eine solche Waffe bringen muss. Nehmen Sie dazu an, dass der Schlitten aus Kupfer besteht und als Quader gemäß der Skizze genähert werden kann.
Hinweis: Die elektrische Leitfähigkeit von Kupfer beträgt $\sigma = 58 \cdot 10^6 \frac{l}{\Omega m}$

