

**1.) Man zeichne nach Abb. 2 eine Feldlinie des Erdfeldes (H) für eine geografische Breite von ca. 50° und skizziere Horizontal- und Vertikal-Komponente.**

Horizontalkomponente = die Komponente der Magnetfeldlinien zu der man die Inklination bestimmt. Die Magnetfeldlinien verlaufen am Äquator parallel zum Erdboden, d.h. eine Kompassnadel wäre am Äquator exakt waagrecht und in Deutschland würde sie einen Winkel zum Boden von ca. 60° einnehmen.

**2.) Man entnehme der Abb. 3 den Wert von  $H_h$  für Mitteleuropa und rechne die Einheit nT in A/m um.**

$$1\text{T} = 1\text{Vs/m}^2 \rightarrow \text{als Beispiel: } 10.000\text{ nT} = 1 \cdot 10^{-5}\text{ T}$$

$$\text{Konstante: } \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}\text{ Vs/Am}$$

$$H \cdot \mu_0 = 2 \cdot 10^{-5}\text{ Vs/m}^2 \quad (\text{laut Abb. 3})$$

$$H = [2 \cdot 10^{-5}\text{ Vs/m}^2] / [4\pi \cdot 10^{-7}\text{ Vs/Am}]$$

$$H = 15,9\text{ A/m}$$

**3.) Erläutere die Bewegungsgleichung für Drehschwingungen mit Lösungen für kleine Amplituden (mit Formel der Periodendauer). Wovon hängt die Schwingungsdauer des Magneten im Erdfeld ab? Beschreibe die Schwingung!**

$$\omega_0^2 = (m \cdot H_h) / J_t = 4\pi^2 / T_0 = 2\pi \sqrt{J_t / T_0^2 m \cdot H_h}$$

Sie hängt ab vom magn. Moment, dem Trägheitsmoment und der Horizontalkomponente.

Der Stabmagnet hängt waagrecht an dem Faden und richtet sich somit wie eine Kompassnadel aus. Nach Anstoßen des Stabmagneten verlässt dieser seine stabile Lage, wirkt ein rücktreibendes (magnetisches) Moment. Dieses zwingt Magneten wieder nach Norden aber die Bewegung schlägt über Ziel hinaus (stabile Ruhelage. Ein zurückziehendes Moment wirkt jetzt auf den Stabmagneten → er pendelt in der Waagerechten um Ruhelage

**4.) Was versteht man unter dem (Massen-) Trägheitsmoment? Wie groß ist das äquatoriale und polare Trägheitsmoment einer flachen Kreisscheibe?**

Das Trägheitsmoment = physikalische Größe die die Trägheit eines starren Körpers gegenüber Änderung seiner Rotationsbewegung angibt. Sie hängt von Form, Lage der Drehachse und Massenverteilung des Körpers ab und der Wert eines Trägheitsmoments bezieht sich daher immer auf bestimmte [Dreh]Achse!

$$\text{polares Trägheitsmoment (Achse = Zylinderachse) } J_P = dm \cdot R^2 / 2$$

$$\text{äquatoriales Trägheitsmoment (Achse = Durchmesser) } J_a = dm \cdot R^2 / 4$$

**5.) Wie berechnet sich das Trägheitsmoment für einen Kreiszyylinder der Länge L und dem Durchmesser 2R bezüglich aller drei Hauptachsen? Wie ändert sich das Trägheitsmoment eines Zylinders, wenn Durchmesser und Länge verdoppelt werden?**

$$\vartheta_1 = 1/4 m (R)^2 + 1/12 m (L)^2$$

$$\vartheta_2 = \vartheta_1$$

$$\vartheta_3 = 1/2 m (R)^2$$

## 6.) Wie lautet der Satz von Steiner? (Größen erklären!)?

$$J_A = J_s^* + ms^2$$

$J_A$  - Trägheitsmoment des Körpers um die um  $s$  verschobene Achse

$J_s^*$  - Trägheitsmoment bezogen auf den Massenmittelpunkt

$m$  - Masse des Körpers

$s$  - Entfernung der beiden Achsen

## 7.) Wie berechnet man in der Elektrostatik die Feldstärke a. einer Punktladung und b. eines Dipols und in der Magnetstatik das Dipolfeld? In welcher Potenz gehen die Abstände bei den Feldern von Punktladung und Dipol ein?

a) nach COULOMB  $E = Q / 4\pi \cdot \epsilon_0 \cdot r^2$

b) 1. GHL Edipol(1) =  $m^{**} F_{1korr} (L/x) / 2\pi \cdot \epsilon_0 \cdot x^3$

2. GHL Edipol(2) =  $m^{**} F_{2korr} (L/y) / 4\pi \cdot \epsilon_0 \cdot y^3$

Punktladung: 2. Potenz

Dipol: 3. Potenz

## 8.) Was versteht man unter den Gauß'schen Hauptlagen bezüglich des Feldes eines Stabmagneten? Wie stark ist das Feld 10cm vom Dipol entfernt? (Feldstärke in Entfernung von 1m ist gegeben)

Bezeichnet den Ausschlag einer Kompassnadel durch einen, von W-O-Richtung / von S-N-Richtung nähernden, Stabmagneten. Dadurch wird die magnetische Feldstärke  $H$  beschrieben.

$$H_x = m^* / 2\pi \mu_0 x^3$$

$$H_x = m^* / 4\pi \mu_0 y^3$$

## 9.) Wie hängen das magnetische Moment $m^*$ und die magnetische Polarisation $J^*$ zusammen?

$J^* = m^* / V$       direkt proportional bei  $V = \text{const.}$

## 10.) In welchen Abstand $x$ (z. B. vom Nachbarn beim Versuch) muss ein Magnet gebracht werden, damit das von ihm ausgehende Magnetfeld die lokale Horizontalkomponente (z.B. 20 A/m) weniger als 0,1 % verändert? (s. Gl. (1)) Beispiel: Magnet-Volumen $V = 2 \text{ cm}^3$ ; Polarisation $J^* = 1 \text{ Vs/m}^2$ ; $m^* = 2 \cdot 10^{-6} \text{ Vsm}$ .

$$H_x = m^* / 2\pi \mu_0 x^3$$

$$x^3 = m^* / 2\pi \mu_0 H_x$$

$$x^3 = [2 \cdot 10^{-6} \text{ Vsm A m m}] / [8 \pi^2 \cdot 10^{-7} 20 \cdot 0,001 \text{ Vs A.}]$$

$$x = 2,33 \text{ m}$$

## 11.) SI Einheiten von B, H, und $m^*$ nennen.

Induktion  $B$  -  $\text{Vs/m}^2 = \text{T}$

magn. Feldstärke  $H$  -  $\text{A/m}$

magn. Moment  $m^*$  -  $\text{Vsm}$

## 12.) Welche Größen müssen gemessen werden um das Erdmagnetfeld nach Gauß zu bestimmen? Welche Konstante wird als bekannt voraus gesetzt?

gemessen:  $m$ ,  $L$ ,  $R$  des Körpers,  $T$ ,  $x$  bzw.  $y$  als Abstände,  $\vartheta$  (Ablenkung),  $m^*$  magn. Moment  
konstante:  $\mu_0$

### **13.) Skizziere und erkläre den Versuchsaufbau!**

Messen von  $m$ ,  $R$ ,  $L$  des Körpers mit Waage

Horizontal aufgehängter Stabmagnet an langem Faden der eine Drehschwingung ausführt

Bestimmen der 1. & 2. GHL durch annähern eines Stabmagnetes in O-W-Richtung bzw. in N-S-Richtung an Kompassnadel

Bestimmung der Ablenkungswinkel

### **14.) Zeichnen sie das Magnetfeld der Erde. Was ist Inklination (d. Magnetfeldes)?**

Die Inklination ist der Neigungswinkel des Erdmagnetfeldes zur Horizontalen (Tangente an Erdoberfläche, also z.B. die Neigung einer Magnetnadel zum Erdboden in Deutschland bei ca.  $63^\circ$ - $70^\circ$ )

### **15.) Sehr Wichtig ist die Umrechnung von $V$ in SI-Einheiten:**

$$V = W / A$$

$$J = VAs = Nm = kg \, m^2 / s^2$$