1. Am **magnetischen Nordpol der Erde** ist das Magnetfeld vertikal gerichtet und hat den Betrag $\mu_0 H = 6{,}36 \cdot 10^{-5}$ **T**. Das Erdmagnetfeld an der Erdoberfläche und außerhalb gleicht annähernd dem eines Dipols im Erdmittelpunkt.

a) Wie groß ist das magnetische Dipolmoment? *(Lösung:* $8{,}2 \cdot 10^{22}$ Am^2*)*

b) Wie groß müßte ein längs des Äquators fließender Strom sein, um ein gleich großes Dipolmoment zu erzeugen? *(Lösung:* $I = 6 \cdot 10^8$ A*)*

2. **Komplexer getriebener Oszillator:** Ein **gedämpftes schwingungsfähiges System** wird mit einer **periodischen Funktion der Frequenz** Ω angeregt. Der Einfachheit halber wird diese in **komplexer Form** angeschrieben, sodass die Differentialgleichung folgende Form annimmt:
$\ddot{x} + 2 \cdot \gamma \cdot \dot{x} + \omega_0^2 \cdot x = U_0 \cdot exp(i \cdot \Omega \cdot t)$, mit U_0 als reeller Amplitude.

a) Bestimmen Sie die Lösung der Gleichung im **stationären Zustand** mittels des **komplexen Ansatzes** $x(t) = \widehat{A} \cdot exp(i \cdot \Omega \cdot t)$, mit der komplexen, zeitunabhängigen Amplitude $\widehat{A}$.

b) Berechnen Sie **Real- und Imaginärteil von** $\widehat{A}$ und interpretieren Sie diese.

c) Berechnen Sie **Real- und Imaginärteil von** $x(t)$ und interpretieren Sie diese.

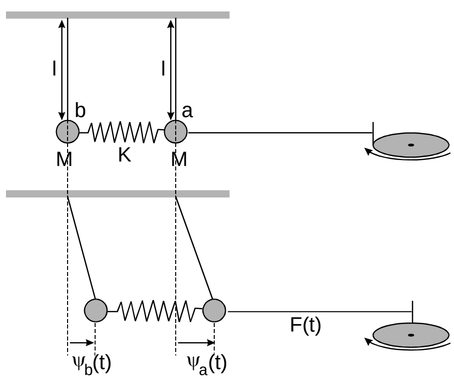
(Lösung: $Re\, x(t) = \dfrac{U_0}{\sqrt{(\omega_0^2 - \Omega^2)^2 + (2 \cdot \gamma)^2 \cdot \Omega^2}} \cdot [\cos\psi \cdot \cos(\Omega \cdot t) + \sin\psi \cdot \sin(\Omega \cdot t)]$, $\tan\psi = \dfrac{2 \cdot \gamma \cdot \Omega}{\omega_0^2 - \Omega^2}$ *)*

3. Gegeben ist das skizzierte **System zweier getriebener gekoppelter Pendel**.

➔ Zeigen Sie, daß für die **Amplituden** der Pendel folgende Beziehungen gelten:

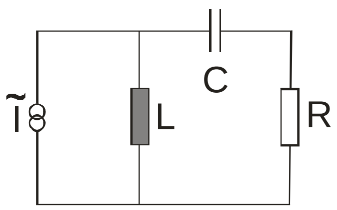
$$\Psi_a \approx \frac{F_0}{2M} \cos(\omega t) \left[\frac{1}{\omega_1^2 - \omega^2} + \frac{1}{\omega_2^2 - \omega^2} \right]$$

$$\Psi_b \approx \frac{F_0}{2M} \cos(\omega t) \left[\frac{1}{\omega_1^2 - \omega^2} - \frac{1}{\omega_2^2 - \omega^2} \right]$$



Bitte Seite wenden!

4. **Gemischter Schwingkreis:** Ein gemischter RLC-Schwingkreis (siehe Skizze) wird mit dem **Wechsel-Strom** $I(t) = I_0 \cdot exp(i \cdot \omega \cdot t)$ getrieben.



a) Berechnen Sie die **Spannung am Widerstand $U_R(t)$**. (vernachlässigen Sie den Einschaltvorgang und rechnen Sie mit komplexen Zahlen).

b) Wann ist $U_R(t)$ maximal? *(Lösung: $U_{R,max} = I_0 \cdot i \cdot \sqrt{\frac{L}{C}}$)*

5. Ein **15 km** entfernter **50 W-Radiosender** emittiere senkrecht polarisierte Radiowellen.

➔ Wie groß ist der Maximalwert der augenblicklichen Spannung, welche die Elektronen in einer lokalen Empfangsantenne erregt? *(Lösung: U = 632 µV)*

Bemerkung: Die Antenne sei 20 cm lang und senkrecht aufgestellt. Vernachlässigen Sie alle Reflexionen am Boden!

6. Ein **50 m** langer, gerader Kupferdraht (spezifischer Widerstand **ρ = 1,7 µΩcm**) mit dem Radius **r = 2 mm** wird von einem Strom von **30 A** durchflossen.

a) Man berechne $\boldsymbol{E}$ und $\boldsymbol{B}$ an der Oberfläche des Drahtes. *(Lösung: $\boldsymbol{E} = 40{,}58 \cdot \boldsymbol{e_z}$ mVm^{-1}, $\boldsymbol{B} = 3 \cdot \boldsymbol{e_\varphi}$ mT)*

b) Unter Kenntnis von $\boldsymbol{E}$ und $\boldsymbol{B}$ berechne man den Poynting-Vektor $\boldsymbol{S}$ an der Drahtoberfläche. *(Lösung: $\boldsymbol{S} = -96{,}89 \cdot \boldsymbol{e_r}$ Wm^{-2})*