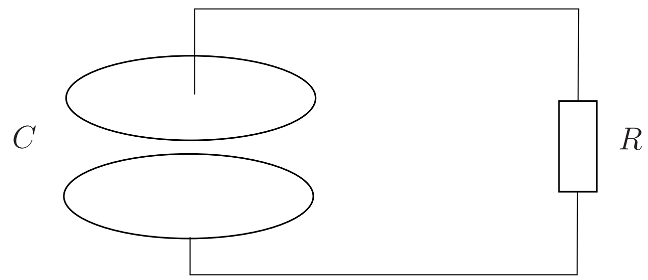
Theoretische Physik, Übung 5.

FS13 *Abgabe: 26.03.13*

1. Energiefluss bei Entladung eines Kondensators

Diskutiere qualitativ den Energiefluss (Poynting-Vektor) bei der langsamen Entladung eines Kondensators über einen Widerstand.



2. Satellit an der Leine

Auf einer Mission des Space Shuttle (1996) wurde ein Satellit über ein 20 km langes Spannseil ausgesetzt. Das Seil war leitend und durch einen Mantel vom umgebenden verdünnten Plasma (ionisiertes Gas) isoliert. Erkläre, wieso ein Strom im Seil floss. Berechne grössenordnungsmässig die elektromotorische Kraft längs des Seils. Woher stammte die dabei umgesetzte Energie?

Hinweis: Der Erdradius beträgt ungefähr 6'400 km. Das Magnetfeld in Erdnähe beträgt $\sim 40\mu$T in SI-Einheiten (1 Tesla =1 Vs/m^2).

Bemerkung: Die Vorlesung verwendet Heaviside-Lorentz-Einheiten. Beim Übergang zu SI-Einheiten ist

$$1 \rightsquigarrow \varepsilon_0^{-1} \qquad c^{-2} \rightsquigarrow \mu_0$$

im Coulomb- bzw. Ampèreschen Kraftgesetz, (1.1) bzw. (2.1), zu ersetzen. Statt c^{-2} in gleiche Teile auf Feld (2.2) und Kraft (2.3) aufzuteilen, steht μ_0 im SI definitionshalber nur in (2.2). Da die Kraft rein mechanisch definiert ist, folgt aus (2.3) $c^{-1}e_{\mathrm{HL}}\vec{B}_{\mathrm{HL}} = e_{\mathrm{SI}}\vec{B}_{\mathrm{SI}}$. Insbesondere folgt für die Lorentz-Kraft $[e(\vec{v}/c) \wedge \vec{B}]_{\mathrm{HL}} = [e\vec{v} \wedge \vec{B}]_{\mathrm{SI}}$.

3. Greensche Funktion in $\mathbb{R}^{2+1}$

i) Finde die Greensche Funktion $D_2(\underline{x}, t)$ für das Anfangswertproblem

$$\Box u(\underline{x}, t) = 0, \qquad (\underline{x}, t) \in \mathbb{R}^{2+1}\,,$$
$$u(\underline{x}, 0),\ \frac{\partial u}{\partial t}(\underline{x}, 0) \qquad \text{gegeben}$$

in Dimension 2. *Hinweis:* Erweitere die Aufgabenstellung auf ein 3-dimensionales Problem mit $(\underline{x}, x_3, t) \in \mathbb{R}^{3+1}$, das translationsinvariant bzgl. x_3 ist, und berechne die 2-dimensionale Greensche Funktion aus der 3-dimensionalen, siehe (3.10).

ii) In 3 Dimensionen wird $u(\vec{x}_1, t_1)$ durch die Werte von $u(\vec{x}_2, t_2)$ mit $(\vec{x}_1 - \vec{x}_2)^2 = c^2(t_1 - t_2)^2$ (Lichtkegel) eindeutig bestimmt. Was ändert sich im 2-dimensionalen Fall?