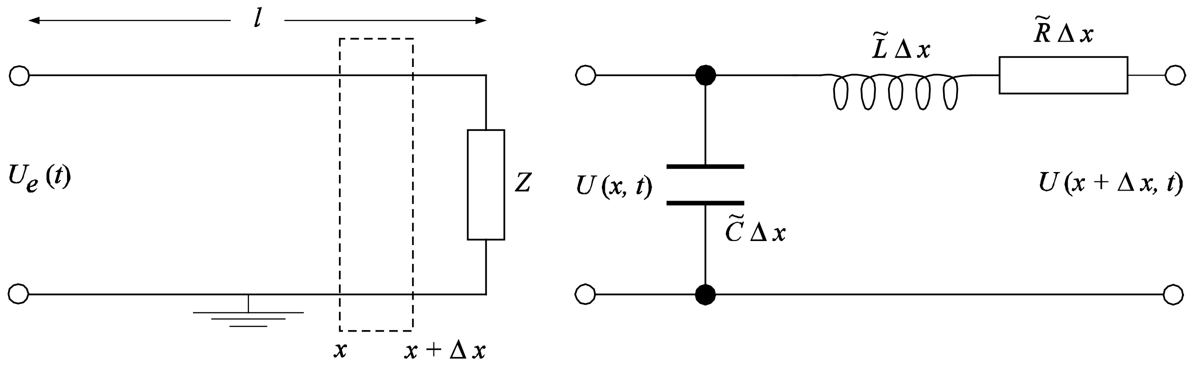
Aufgabe 26 (mündlich): Dopplereffekt (8 Punkte)

a) Ein mit einer Frequenz von $\nu_0 = 600$ Hz hupendes Auto bewege sich mit einer Geschwindigkeit $\vec{v} = (40\,\text{km/h}, 0, 0)$ bei Windstille auf den Beobachter bei $r = 0$ zu. Welchen Frequenzsprung $\Delta\nu$ bemerkt der Beobachter beim Passieren des Autos? ($c_{schall} = 330$ m/s)

b) Der gleiche Vorgang finde bei einem Sturm statt, der die Luft mit einer Windgeschwindigkeit von
(i) $\vec{v}_{wind} = (100\,\text{km/h}, 0, 0)$
(ii) $\vec{v}_{wind} = (-100\,\text{km/h}, 0, 0)$
(iii) $\vec{v}_{wind} = (0, 100\,\text{km/h}, 0)$
bewegt. Bestimmen Sie jeweils $\Delta\nu$.

Aufgabe 27 (schriftlich): Wellenausbreitung entlang eines Drahtes (14 Punkte)

Eine Leitung der Länge l ist an eine Wechselstromquelle $U_e(t) = U_o\, e^{-i\omega t}$ und an ein elektrisches Gerät mit dem komplexen Scheinwiderstand (= Impedanz) Z angeschlossen. Die Rückleitung sei geerdet. Der Draht besitze pro Längeneinheit die Selbstinduktivität $\tilde{L}$, Kapazität $\tilde{C}$ und den ohmschen Widerstand $\tilde{R}$.



a) Denken Sie sich die Leitung in kleine Stücke Δx zerlegt und leiten Sie durch den Grenzübergang $\Delta x \to 0$ folgende Gleichungen her:

$$\tilde{L}\frac{\partial I}{\partial t} + \tilde{R}I + \frac{\partial U}{\partial x} = 0 \quad ; \quad \frac{\partial I}{\partial x} + \tilde{C}\frac{\partial U}{\partial t} = 0$$

Stellen Sie damit geschlossene Gleichungen für $I(x,t)$ bzw. $U(x,t)$ auf.

b) Zeigen Sie, dass die Gleichung für U durch den Ansatz

$$U(x,t) = Ae^{i(kx-\omega t)} + Be^{-i(kx+\omega t)}$$

gelöst wird. Wie lautet der zugehörige Strom $I(x,t)$? Bestimmen Sie Real- und Imaginärteil von $k = k' + ik''$ als Funktion von ω unter der Vorraussetzung, dass ω und k' positiv sind. Was beschreiben die beiden Terme in $U(x,t)$ bzw. $I(x,t)$?

c) Die Lösung muss zwei Randbedingungen erfüllen. Wie lauten diese? Bestimmen Sie damit die Koeffizienten A und B. Welche Bedingung muss Z erfüllen, damit keine Reflexion auftritt, d. h. damit gilt $B = 0$? Was ergibt sich damit für Z im Fall eines vernachlässigbaren ohmschen Widerstands?

d) Im Folgenden sei $\tilde{R} = 0$. Die Phasengeschwindigkeit sei $v = 3\cdot 10^8\,\text{m/s}$. Das elektrische Gerät entspricht einem ohmschen Widerstand von 1500 Ohm. Bestimmen Sie die Induktivität $\tilde{L}$ und Kapazität $\tilde{C}$ der Leitung so, dass es nicht zu einer Reflexion kommt.

!Bitte die TE Aufgaben separat abgeben!

TE-Aufgabe TE18 (mündlich): Teilchen im Magnetfeld (6 Punkte)

Ein geladenes Teilchen mit der Ladung e und der Ruhemasse m_0 bewegt sich in einem homogenen Magnetfeld mit $\vec{B} = (B, 0, 0)$.

a) Stellen Sie die nicht-relativistische Bewegungsgleichung auf. Welche Bahnkurve durchläuft das Teilchen in Abhängigkeit seiner Anfangsgeschwindigkeit $\vec{v}_0$? Was gilt speziell für $v_x = 0$?

b) Stellen Sie die relativistische Bewegungsgleichung auf. Zeigen Sie, dass die Geschwindigkeit v und Gesamtenergie E konstant sind. Was folgt daraus für die Lösung der relativistischen Bewegungsgleichung?

c) Diskutieren Sie die Bahnkurve im Fall $v_x = 0$ im relativistischen Fall.

TE-Aufgabe TE19 (schriftlich): Teilchenerzeugung (8 Punkte)

Ein Photon der Energie $E_\gamma = 1.33$ MeV erzeugt im Kernfeld ein Elektron-Positron-Paar ($\gamma \to e^- + e^+$). Es wird angenommen, dass der gleiche Anteil der kinetischen Energie auf die beiden erzeugten Teilchen entfällt.

a) Welche Geschwindigkeit besitzt das Elektron bzw. das Positron? Benutzen Sie die Energieerhaltung und rechnen Sie sowohl nicht-relativistisch als auch relativistisch.

b) Zeigen Sie mit Hilfe des Impulssatzes, dass dieser Prozess nicht im freien Raum stattfinden kann.

TE-Aufgabe TE20 (schriftlich): Photonenerzeugung (8 Punkte)

Ein neutrales Pion der Ruhemasse $m_{\pi,0}$ ist ein instabiles Teilchen. Das Pion bewegt sich mit der Geschwindigkeit v in x-Richtung und zerfällt dann in zwei Photonen ($\pi \to \gamma + \gamma$).

a) Stellen Sie die Energie- und Impulsbeziehung im Eigensystem des Pions auf.

b) Nutzen Sie nun eine Lorentz-Transformationen in das Laborsystem, um einen Ausdruck für die Energie der Photonen $\hbar\omega(\alpha_{1/2})$ in Abhängigkeit des Winkels α_i $(i = 1, 2)$ zu bekommen. Welche Werte kann die Energie der Photonen annehmen?