1. **Lösungen der Wellengleichung:** Die eindimensionale Wellengleichung für eine Funktion ***u(x, t)*** lautet:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = v^2 \cdot \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$$

a) Man zeige, dass $u(x,t) = A \cdot cos(\omega \cdot t - k \cdot x)$ eine Lösung der Wellengleichung ist und leite daraus einen Zusammenhang zwischen ω und *k* ab.

b) Man führe $u(x,t) = A \cdot cos(\omega \cdot t - k \cdot x)$ in eine Linearkombination von Produkten aus *sin* und *cos*-Termen über, zeige, dass diese Funktion ebenfalls die Wellengleichung erfüllt und zum selben Zusammenhang zwischen ω und *k* führt.

2. Eine elektromagnetische Welle im Vakuum breitet sich in die z-Richtung aus und hat das elektrische Feld in Form: $\vec{E}(\vec{r},t) = E_0 \cdot \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} \cdot cos(k \cdot z - \omega \cdot t)$

a) Warum ist die z-Komponente dieser Welle Null? (Begründung aus Maxwell Gleichungen)
b) Welche Polarisation hat diese Welle?
c) Berechnen Sie das magnetische Feld dieser Welle.
d) Berechnen Sie den Poynting-Vektor dieser Welle.

3. 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? *(<u>Lösung</u>: U* = 632 µV*)*

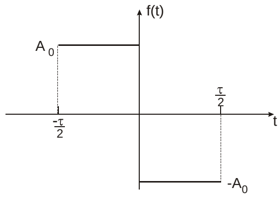
<u>Bemerkung</u>: Die Antenne sei 20 cm lang und senkrecht aufgestellt. Vernachlässigen Sie alle Reflexionen am Boden!

4. 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 ***E*** und ***B*** an der Oberfläche des Drahtes. *(<u>Lösung</u>:* $\boldsymbol{E} = 40{,}58 \cdot \boldsymbol{e_z}$ mVm^{-1}, $\boldsymbol{B} = 3 \cdot \boldsymbol{e_\varphi}$ mT*)*
b) Unter Kenntnis von ***E*** und ***B*** berechne man den Poynting-Vektor ***S*** an der Drahtoberfläche. *(<u>Lösung</u>:* $\boldsymbol{S} = -96{,}89 \cdot \boldsymbol{e_r}$ Wm^{-2}*)*
c) Vergleichen Sie durch den Poynting-Vektor transportierte Energie mit den Wärmeverlusten in diesem Leiter

<u>Bitte Seite wenden!</u>

5. **Fourier-Integral:**
In der folgenden Skizze ist eine Funktion *f(t)* dargestellt.



a) Wie lautet die Definitionsgleichung von $f(t)$.
b) Berechnen Sie die **Fourier-Transformierte** $F(\omega) = A(\omega) + \mathrm{i}B(\omega)$ der Funktion $f(t)$.

Hinweis: Führen Sie die Fourier-Transformation in komplexer Form durch! Verwenden Sie die Beziehungen $\sin x = \frac{e^{ix} - e^{-ix}}{2i}$ *und* $\cos x = \frac{e^{ix} + e^{-ix}}{2}$.

6. **Wellengleichung und Randbedingungen:** Die eindimensionale Wellengleichung für eine Funktion ***u(x, t)*** lautet:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = v^2 \cdot \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$$

$u(x,t)$ sei folgenden Randbedingungen unterworfen: $u(x=0,t) = 0$ und $\left.\frac{\partial u(x,t)}{\partial x}\right|_{x=L} = 0, \forall t$

a) Finden Sie einen Lösungsansatz welcher die Randbedingungen erfüllt.
b) Berechnen Sie die **Kreisfrequenz ω_n** sowie die Wellenlänge λ_n der **n-ten Eigenschwingung** von $u(x,t)$.