Abituraufgabe G Ph2

1. **Elektromagnetische Wellen**

a) Länge des Dipols

$$c = \lambda f \ \Rightarrow \lambda = \frac{c}{f} = \frac{3{,}00 \cdot 10^8 \, \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}{145 \cdot 10^6 \, \frac{1}{\mathrm{s}}} = 2{,}07\,\mathrm{m}$$

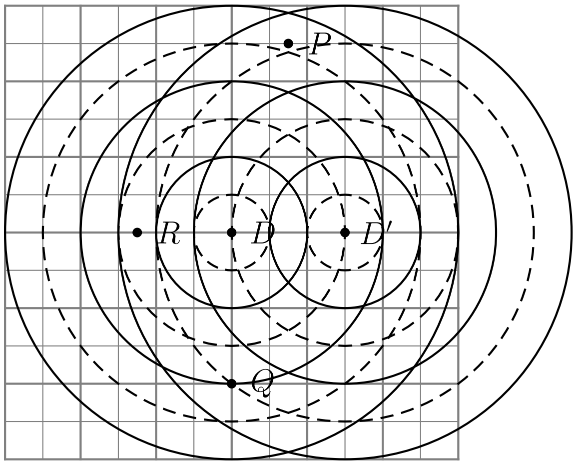
Dipollänge

$$d = \frac{\lambda}{2} = 1{,}03\,\mathrm{m}$$

b) Damit der Empfang der Dipolwellen opitmal ist müssen die folgenden Bedingungen eingehalten werden:

- ☐ Der Empfangs- und der Sendedipol müssen zueinander parallel sein.
- ☐ Zwischen Sender und Empfänger darf sich kein Hindernis befinden, da es sonst zur Wellenbeugung kommt.

c) Erste Möglichkeit (graphische Methode)



- ☐ Im Punkt P liegt auf der Mittelsenkrechte der beiden Sendedipole. Da sich auf der Mittelsenkrechte das Hauptmaximum befindet, ist der Empfang in P maximal.
- ☐ Im Punkt Q trifft ein Maximum auf ein Minimum. Daher kommt es zur negativen Interferenz und somit ist der Empfang im Punkt Q minimal.
- ☐ Im Punkt R ist der Empfang minimal, da R genau der Mittelpunkt zwischen zwei Maxima ist.

2. Möglichkeit: Argumentation über den Gangunterschied:

☐ Im Punkt P:

$$\overline{D_1P} = \sqrt{(0{,}75\lambda)^2 + (2{,}5\lambda)^2} = \frac{\sqrt{109}}{4}$$
$$\overline{D_2P} = \sqrt{(0{,}75\lambda)^2 + (2{,}5\lambda)^2} = \frac{\sqrt{109}}{4}$$
$$\Delta s = 0$$

Damit ist hier der Empfang maximal:

☐ Im Punkt R

$$\Delta s = 2{,}75\lambda - 1{,}25\lambda = 1{,}5\lambda$$

Da hier $\Delta s = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$ ist hier der Empfang minimal.

☐ Im Punkt Q gilt:

$$\Delta s = \sqrt{(2\lambda)^2 + (1{,}5\lambda)^2} - 2\lambda = \frac{\lambda}{2}$$

Damit ist auch hier R der Empfang minimal.

d) Schwingen die Dipol gegenphasig gegeneinander, dann ist die Änderung im Punkt

☐ P maximal

☐ Q minimal

☐ R minimal

2. **Optisches Gitter**

a) Um die Wellenlänge eines Lasers zu bestimmen, geht man folgendermaßen vor:

☐ Man stellt in den Laserstrahl ein optisches Gitter.

☐ In einem bestimmten Abstand hinter dem optischen Gitter wird ein optischer Schirm aufgestellt.

☐ Das Laserlicht wird am Gitter gebeugt und es kommt daher hinter dem Gitter zur Interferenz.

☐ Auf dem Schirm wird das Interferenzmuster abgebildet.

☐ Um die Wellenlänge zu bestimmen muss man den Abstand eines Maximums erster Ordnung zum Hauptmaximum messen und den Abstand des optischen Schirms zum optischen Gitter messen.

b) Durch die Verwendung eines optischen Gitters gegenüber einem Doppelspalt hat folgende Vorteile:

☐ Die Welle wird nicht nur in einer Dimension gebeugt, sondern in zwei Dimensionen gebeugt.

☐ Dadurch kommt es zur Interferenz in zwei Dimensionen.

- ☐ Dies bewirkt, dass die Maxima und Minima schärfer auf dem optischen Schirm darstellbar sind.

c) Verhältnis der beiden Gitterkonstante:

$$k = \frac{3}{2}$$

Bei der größeren Gitterkonstante erwartet man senkrechte Interferenzlinien.

d) Berechnung der Gitterkonstante b

$$\Delta s = b \sin\alpha$$

$$\tan\alpha = \frac{\Delta x}{l} = \frac{1{,}00\,\text{cm}}{150\,\text{cm}}$$

$$\Rightarrow \alpha = 0{,}382^\circ$$

$$b = \frac{\Delta s}{\sin\alpha} = \frac{1{,}00\,\text{cm}}{\sin(0{,}382^\circ)} = 2{,}62\,\text{cm}$$

3. **Energieübertragung durch ein Magnetfeld**

a) Prinzip

- ☐ Die Primärspule baut bei Stromdurchfluss ein Magnetfeld auf.
- ☐ Diese zeitliche Änderung des Magnetfeld bewirkt ein temporäre Änderung des Magnetischen Flusses und somit wird in der zweiten Spule ein Strom induziert, wenn sie in dem Bereich des sich aufbauendem Magnetfeld liegt.
- ☐ Bei Gleichstrom ist die Änderung des Magnetfelds nur beim Ein- oder Abschalten der Stromquelle gegeben, ansonsten ist das Magnetfeld konstant und bewirkt damit keine Änderung des magnetischen Flusses. Damit wird keine Spannung in der zweiten Spule induziert. Damit scheidet Gleichstrom für die Energieübertragung aus.
- ☐ Die Spulen müssen nebeneinander mit parallelgestellten Windungen stehen, denn dann ist die Kraftwirkung orthogonal zu den Windungen und deshalb maximal.

b) Formelherleitung

$$E_{\text{mag}} = \frac{1}{2} L I^2$$

Die gesamt übertragene Energie ist $2E_{\text{mag}}$ und damit gilt:

$$P = \frac{2E_{\text{mag}}}{T} = L I^2 f$$

Damit ist die Formel bestätigt:

$$I_0 = \sqrt{\frac{P}{Lf}}$$

$$I_0 = \sqrt{\frac{400\,\mathrm{W}}{25 \cdot 10^{-6}\,\mathrm{H} \cdot 10 \cdot 10^6\,\frac{1}{\mathrm{s}}}}$$

$$I_0 = 1{,}3\,\mathrm{A}$$

c) Wirkungsgrad und Einsatz:

$$\eta = \frac{60\,\mathrm{W}}{400\,\mathrm{W}} = 15\%$$

Anwendung im kabellosen Betrieb von elektronischen Geräten. Dabei bestehen aber gravierende Nachteile:

- ☐ Große Störanfälligkeit durch Fremdsender.
- ☐ Niedriger Wirkungsgrad.

d) Anwendung der Thomsongleichung:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$f_0^2 \cdot 4\pi^2 \cdot C = \frac{1}{L}$$

$$C = \frac{1}{4\pi^2 f_0^2 L}$$

$$C = 1{,}01 \cdot 10^{-11}\,\mathrm{F}$$