

Lehrplananbindung: 11.5 Elektromagnetische Schwingungen und Wellen

Kompetenzen: Neben den Fachkenntnissen liegt der Schwerpunkt bei

Erkenntnisgewinnung	Fachmethoden wiedergeben	Fachmethoden nutzen	Fachmethoden problembezogen auswählen und anwenden
Kommunikation	Mit vorgegebenen Darstellungsformen arbeiten	Geeignete Darstellungsformen nutzen	Darstellungsformen selbständig auswählen und nutzen
Bewertung	Vorgegebene Bewertungen nachvollziehen	Vorgegebene Bewertungen beurteilen und kommentieren	Eigene Bewertungen vornehmen

Aufgabenbeispiel: Interferenz von Mikrowellenstrahlung (nach Grundkurs-Abitur 2000)

Auf der x-Achse liegen die Mittelpunkte eines Sendedipols S und eines darauf abgestimmten Empfangsdipols E. Sender und Empfänger sind parallel zueinander und stehen senkrecht auf der Zeichenebene. Die ausgesandte elektromagnetische Strahlung hat die Wellenlänge $\lambda = 2,75 \text{ cm}$. Eine Metallplatte M wird parallel zu Sender und Empfänger im Abstand a von der x-Achse angeordnet (vgl. Abb. 1).

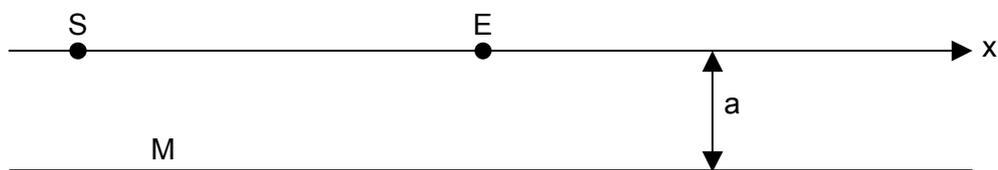


Abb. 1

- a) Wird der Empfänger E in x-Richtung verschoben, beobachtet man, dass die von E nachgewiesene Intensität zwischen minimalen und maximalen Werten variiert. Erklären Sie an Hand einer beschrifteten Skizze (ohne Rechnung!) das Zustandekommen dieser Erscheinung.

Die unter a) beschriebene Erscheinung würde ähnlich beobachtet werden, wenn anstelle der Platte M ein zweiter zu S paralleler und gleichphasig erregter Sendedipol S' im Abstand d vorhanden wäre (Abb. 2).

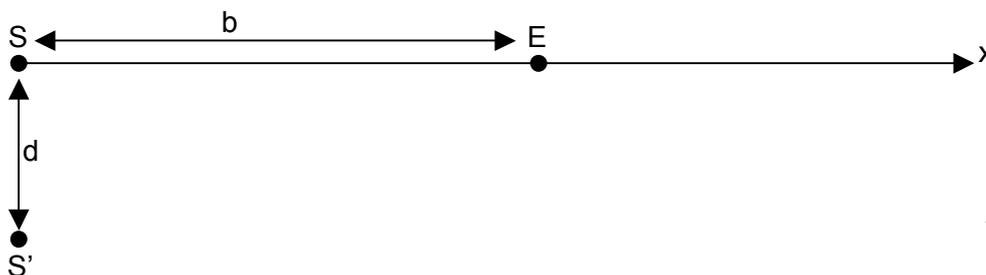
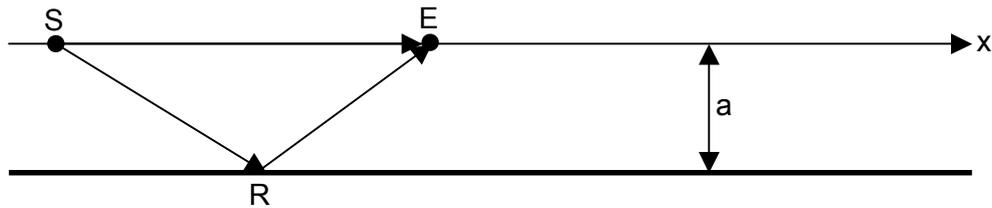


Abb. 2

- b) Befindet sich der Empfänger E in der Entfernung $b = 145 \text{ cm}$ vom Sender S und besitzt SS' den Wert $d = 20 \text{ cm}$, so registriert E ein Minimum. Begründen Sie dies rechnerisch.
- c) Berechnen Sie die Sendefrequenz f.

Lösungen:

a)



In E überlagern sich die Welle, die direkt von S nach E gelangt und die an der Metallwand bei R reflektierte Welle.

Der geometrische Gangunterschied beträgt $\Delta s = 2 \cdot \overline{SR} - \overline{SE}$.

Der Gangunterschied ändert sich mit der Position von E, somit ergeben sich Maxima und Minima bei der Bewegung von E längs der x-Achse.

(Hinweis: Bei dieser Teilaufgabe genügt es, wenn die Schülerinnen und Schüler das Auftreten von Interferenzerscheinungen in der gegebenen Situation grundsätzlich erklären können. Es ist keine rechnerische Bestimmung der Orte von Minima und Maxima verlangt, daher muss der Phasensprung um π bei der Reflexion an Metall nicht thematisiert werden.)

b) $\Delta s = \overline{S'E} - \overline{SE} = \sqrt{b^2 + d^2} - b = 1,37 \text{ cm} \approx \frac{\lambda}{2}$, also ein Minimum bei E.

c) $f = \frac{c}{\lambda} = 10,9 \text{ GHz}$