

Deutung der Dipol-Schwingung als stehende Welle

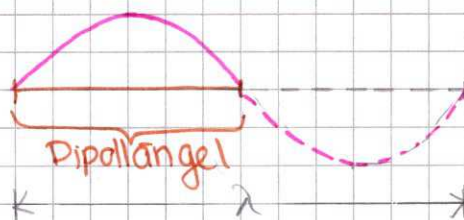
04.06.18

Die Schwingung eines Dipols lässt sich als stehende Welle deuten (vgl. Seilwelle oder schwingende Gitarrensaiten)

Grundschwingung (nur diese betrachten wir):

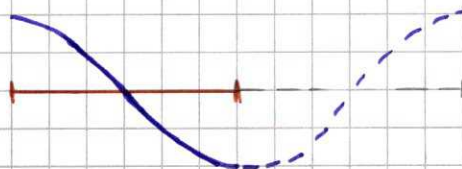
Stromstärke-Verteilung:

- Bauch in der Mitte
- Knoten an den Enden



Spannungsverteilung

- Knoten in der Mitte
- Bäuche an den Enden



Für die Wellenlänge λ der Grundschwingung gilt

$$\lambda = 2 \cdot L$$

bzw.

$$L = \frac{1}{2} \lambda$$

El.-magn. Wellen breiten sich mit Lichtgeschwindigkeit c aus.

Bei allen Wellen gilt:

Ausbreitungsgeschwindigkeit = Wellenlänge $\cdot$ Frequenz

Also: $c = \lambda \cdot f$

Frequenz der Grundschwingung eines Dipols der Länge L :

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{c}{2L}$$

Bsp.:

Bsp.: Dipol-Länge $L = 41 \text{ cm} = 0,41 \text{ m}$

Optimale Anregungsfrequenz (für Grundschwingung)

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{c}{2L} = \frac{3,00 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{2 \cdot 0,41 \text{ m}} \approx 366 \cdot 10^6 \frac{1}{\text{s}} = 366 \text{ MHz}$$

Bsp.: Frequenz $f = 366 \text{ MHz}$

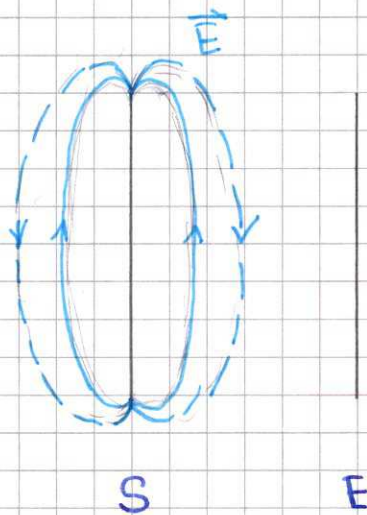
05.06.18

Gesucht: Länge L eines Dipols, bei der die Anregung optimal ist

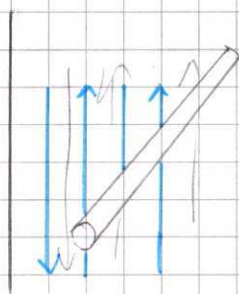
$$c = \lambda \cdot f \Rightarrow f = \frac{c}{\lambda} = \frac{c}{2 \cdot L} \quad | \cdot L \quad | : f$$

$$L = \frac{c}{2f} = \frac{300 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{2 \cdot 366 \cdot 10^6 \frac{1}{\text{s}}} = 0,4098... \text{ m} \approx 41 \text{ cm}$$

S. 184/17 „Sende- und Empfangsdipol“



Durch das el.-magn. Wechselfeld, das vom Sendedipol ausgeht, werden die Elektronen im Empfangsdipol zu Schwingungen angeregt. Bei gleicher Länge ist die Anregung optimal, weil dann die Eigenfrequenz von S und E übereinstimmen.

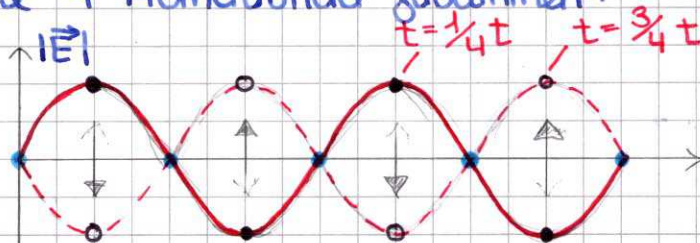


Wenn $E \perp S$, kann das el. Feld, das parallel zu S verläuft, die Elektronen in E nicht längs von E, sondern nur quer zu E beschleunigt werden. Nur quer zu E beschleunigt werden.

Einschub: Stehende Welle

als Überlagerung zweier gleichfrequenter, gegeneinander laufender Wellen $\rightarrow$ siehe Blatt!

Alle 4 Momentbilder zusammen: $t = 0, \frac{1}{2}T, 1T, \dots$



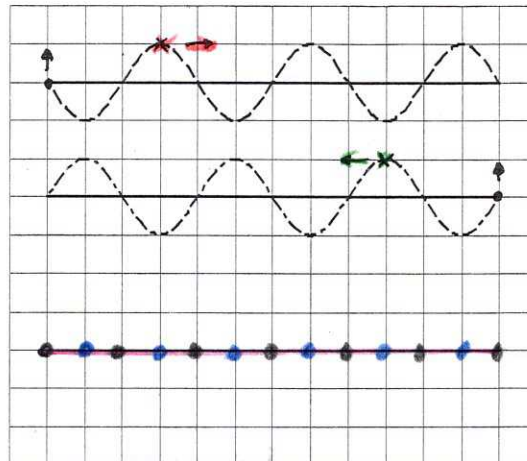
- Knoten d. stehenden Welle
- Bäuche d. stehenden Welle

Wir sehen: Abstand zweier benachbarter Knoten: $d = \frac{1}{2} \lambda$ (halbe Wellenlänge)

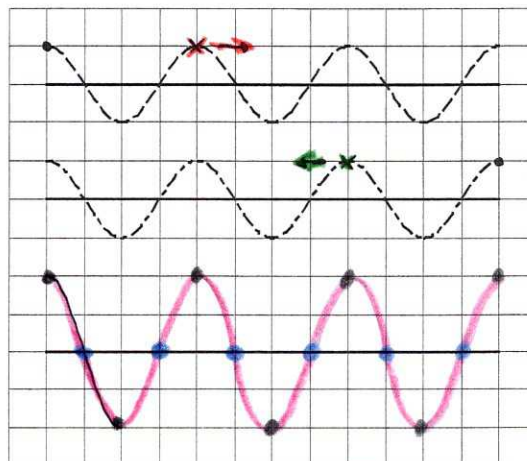
Überlagerung gleichfrequenter, gegeneinander laufender Wellen

obere Welle: nach rechts laufend ; untere Welle: nach links laufend ; ganz unten: Überlagerung

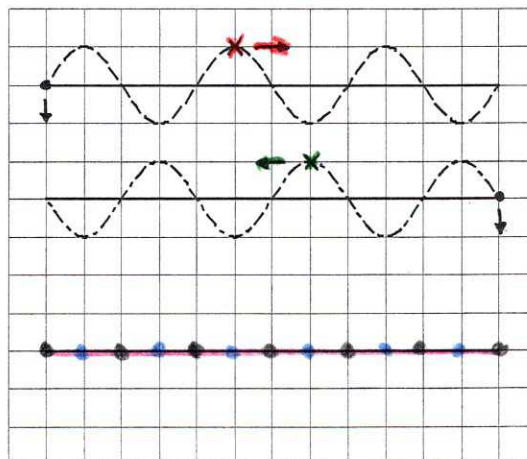
$t = 0$:



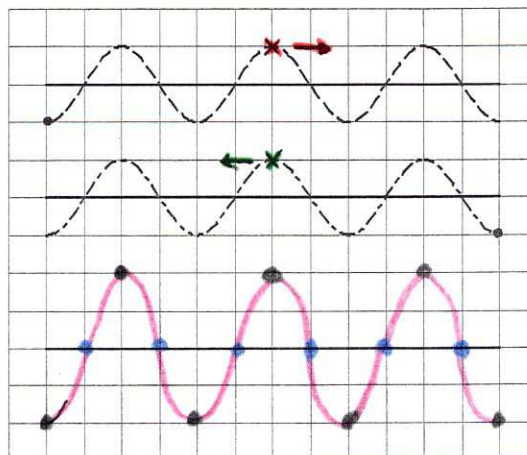
$t = 1/4 T$:



$t = 1/2 T$:



$t = 3/4 T$:



$t = 1 T$:

siehe $t=0$

Stehende Welle:

- = Wellenknoten, bleiben immer in der Ruhelage ($\hat{=}$ Minima)
- = Wellenbäuche, schwingen um ihre Ruhelage, Amplitude maximal ($\hat{=}$ Maxima)