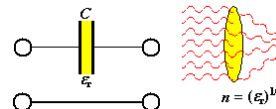


6.4.5 Merkpunkte zu Kapitel 6.4 "Frequenzabhängigkeit der Dielektrizitätskonstante"

Uns interessieren Frequenzen bis in Ultraviolette - d. h. jenseits **10^{15} Hz**.

- Die Grundbeziehung ist $\Rightarrow$
- Wie Eingang und Ausgang aussieht, hängt von der Frequenz ab.
- Bei optischen Frequenzen wird man z. B. Licht durch eine Linse schicken, bei **RF** reicht es, einen Kondensator zu vermessen.

$$E_{\text{out}} = \epsilon(\omega) \cdot E_{\text{in}}$$



Es gibt nur zwei grundlegende Mechanismen, die die Frequenzabhängigkeit der **DK** bestimmen:

- Elektronenpolarisation und ionische Polarisation zeigen **Resonanz**; die Orientierungspolarisation zeigt **Relaxation**.

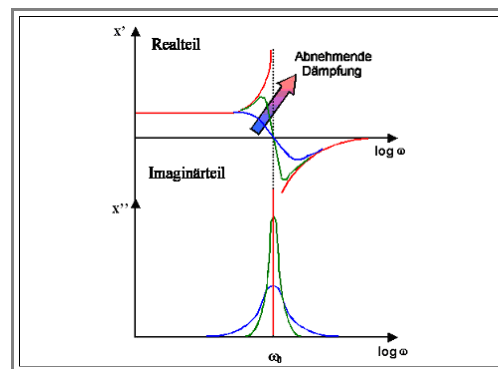
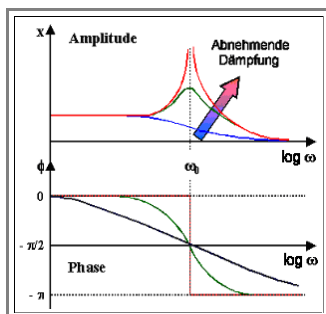
1. Resonanz
2. Relaxation

Resonanz erhält man beim getriebenen gedämpften Schwinger.

- Die Lösungen kann man als Amplitude und Phase oder als Real- und Imaginärteil einer komplexen Amplitude darstellen
- Die Amplitude bestimmt das elektrische Dipolmoment, da in beiden Resonanzmechanismen die Ladungen gegeneinander schwingen.

$$m \cdot \frac{d^2x}{dt^2} + mk_R \cdot \frac{dx}{dt} + k_F \cdot x = q \cdot E_0 \cdot \cos(\omega t)$$

Die Darstellung der Lösung sieht dann so aus; wir nehmen natürlich die komplexe Variante



- Damit ist der Verlauf der komplexen **DK** im Bereich der Resonanzen grundsätzlich skizziert

In allen Materialien muss die Resonanz stets stark gedämpft sein, da die Energie eines heftig schwingenden Dipols sofort auf Nachbarn dissipiert wird.

Die Resonanzfrequenz ω_0 ist gegeben durch $\Rightarrow$

- In der Federkonstante der ionischen Polarisation steckt der **E-Modul**. Es schwingen "schwere" Atome, und wir wissen schon, dass $\omega_0 \approx 10^{13}$.
- Bei der Atom- oder Elektronenpolarisation schwingen leichte Elektronen, daher $\omega_0 \approx 10^{15}$ d.h. im optischen Bereich.

$$\omega_0' = \left(\frac{k_F}{m} \right)^{1/2}$$

Die **Relaxation**, d.h. allmähliche Rückkehr aus dem etwas orientierten Zustand nach Abschalten des Feldes in den völlig ungeordneten Zustand, wird beschrieben durch $\Rightarrow$

- Aus der Grundgleichung in der Zeit, die das "Abschalten" beschreibt,

$$P(t) = P_0 \cdot \exp(-t / \tau)$$

folgt die Grundgleichung in der Frequenz durch Fourier-Transformation. Der Graph dazu sieht so aus $\Rightarrow$

- Der typische Wert der Relaxationszeitkonstante τ liegt im Bereich $1/\tau \approx 10 \text{ GHz}$.
- Insbesondere der Imaginärteil erklärt die Funktionsweise der "**Mikrowelle**".

