

Plasmonen

$$k_n^2 = \frac{\epsilon_1 \epsilon_2}{\epsilon_1 + \epsilon_2} \left(\frac{\omega}{c}\right)^2$$

Fall 1: $n_2 = \sqrt{\epsilon_2}$, $\epsilon_1(\omega) = 1 - \frac{\omega_p^2}{\omega^2}$

$$k_x = \sqrt{\frac{\epsilon_1}{\epsilon_1 + \epsilon_2}} n_2 \left(\frac{\omega}{c}\right)$$

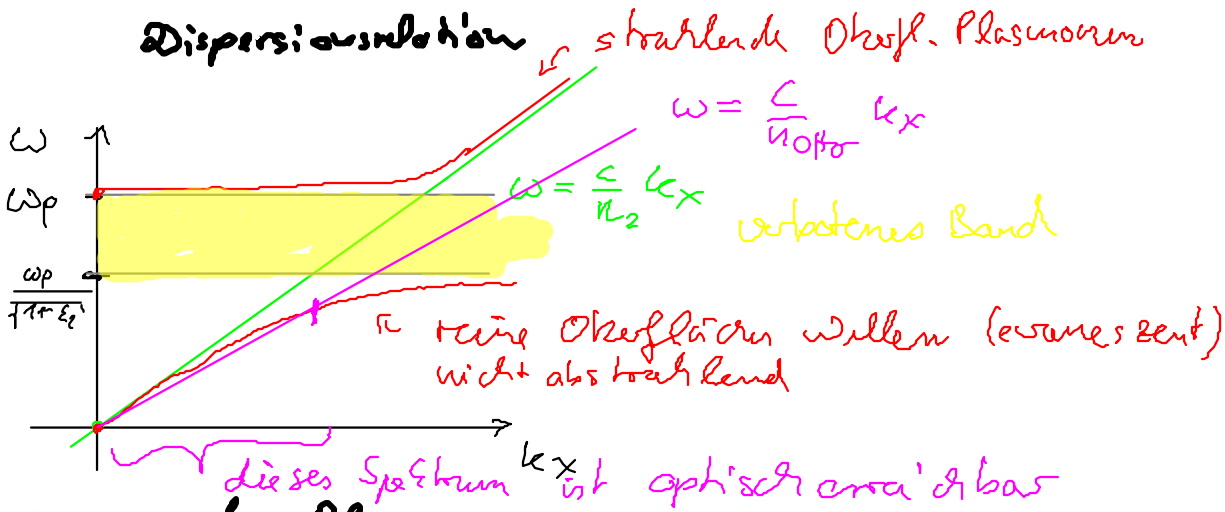
$\omega \ll \omega_p$ $k_x \longrightarrow n_2 \left(\frac{\omega}{c}\right)^2$

$\epsilon_1 \rightarrow -\epsilon_2$ $k_x \longrightarrow \infty$; $1 - \frac{\omega_p^2}{\omega^2} = -\epsilon_2 \Rightarrow \omega \rightarrow \frac{\omega_p}{\sqrt{1 + \epsilon_2}}$

$\omega = \omega_p$ $k_x = 0$

$\omega \rightarrow \infty$ $\epsilon_1 = 1$ $\sqrt{\epsilon_1} \approx 1$

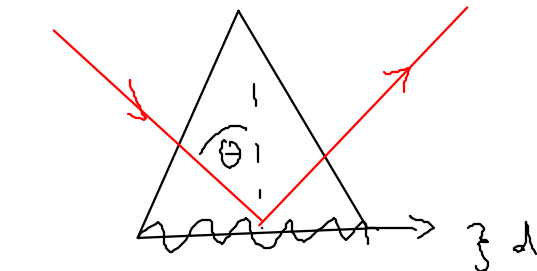
Dispersionsrelation



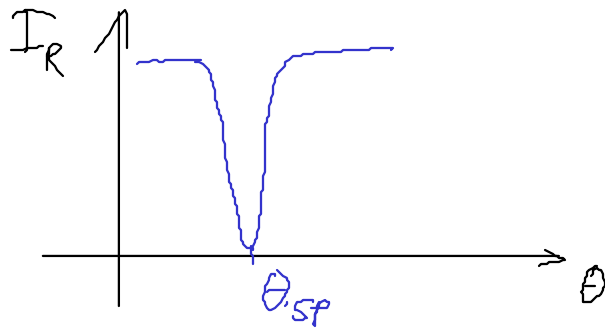
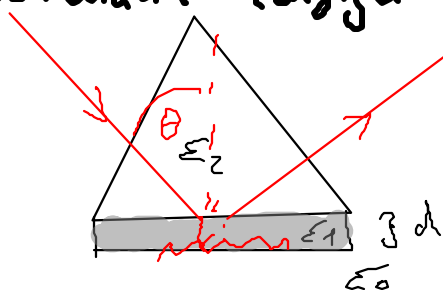
Anregung der Plasmonen

Resonanz an Oberfläche folgt aus Energie und Impulserhaltung

Otto-Konfiguration aus der Wahl von θ



Kretschmann-Konfiguration



$$k^2 = k_x^2 + k_z^2 \quad k_{z,i} = \sqrt{k^2 - k_x^2} = \sqrt{\epsilon_i - \frac{\epsilon_1 \epsilon_2}{\epsilon_1 + \epsilon_2}} \frac{\omega}{c}$$

• Für $\omega < \frac{\omega_p}{\sqrt{1 + \epsilon_2}}$ ist $k_{z,i}$ imaginär

$$|k_{z,i}| = \sqrt{\left| \frac{\epsilon_i}{\epsilon_1 + \epsilon_2} \right|} \frac{\omega}{c}$$

$$\text{Eindringtiefe } z_i = \frac{1}{|k_{z,i}|} = \frac{\lambda}{2\pi} \sqrt{\frac{\epsilon_1 + \epsilon_2}{\epsilon_i}}$$

Beispiel Silber (Ag) +

$$\lambda = 600 \text{ nm} \quad z_1 = 24 \text{ nm} \quad z_2 = 390 \text{ nm}$$

Messung der Plasmonen

- mit Glasspitze
 - Goldfilm auf Oberfläche
 - ⇒ Interferometer durch Reflexion
 - ⇒ Kleben auf metallischer Oberfläche (\Rightarrow Leitbahn)
 - wellige Oberfläche
 - ⇒ Lochumpresung (lokalisierte Plasmonen)
 - ⇒ Spiegel $\hat{=}$ Reflektor
 - Streifen in Oberfläche schreiben (tief oder hoch)
 - ⇒ Reflexion (Bragg-Mirrors)
 - Interferometer, Punktuelle Anregung von Oberflächenplasmonen
 - Fokussieren mit Linsen
- \Rightarrow Aber: starke Dämpfung der Plasmonen auf Metallebene.

Feldverstärkung

$$\frac{|E(211)|^2}{|E(110)|^2} = T_{\max}^{\text{el}} = \frac{1}{\epsilon_2} \frac{|\epsilon_1'|^2}{\epsilon_1''} \frac{a}{1 + |\epsilon_1'|}$$

$$\text{für } \epsilon_1 = \epsilon_1' + i \epsilon_1''$$

$$a^2 = |\epsilon_1'| (\epsilon_0 - 1) - \epsilon_0$$

T_{\max}^{el} = Verstärkungsfaktor bei $\eta = 600 \text{ nm}$

Δ_{Ag}	200
Δ_{Au}	30
Δ_{Al}	40

Localisiert Plasmonen

Mit metallischen Nanopartikeln kann man solche Plasmonen erzeugen.

\Rightarrow Mischung $\hat{=}$ Metallische Partikel im Glas \Rightarrow Farblosigkeit

- $\epsilon_1(\omega) = -\epsilon_2 \frac{l+1}{l} \quad l=1, 2, 3$

$l=1 \Rightarrow \epsilon_1(\omega) = -2\epsilon_2$

- Polarisierbarkeit $\overset{e}{P}_{\text{ind}} = \alpha \epsilon_0 \overset{e}{E}_{\text{ind}}$

$\alpha = R^3 \epsilon_2 \frac{|\epsilon_1 - \epsilon_2|}{|\epsilon_1 + 2\epsilon_2|}$ Partikelradius

$T_{\max}^{\text{el}} = 3 \left| \frac{\epsilon_1'}{\epsilon_1''} \right|^2$ in Resonanz

$T_{\max}^{\text{el}} = 480$