

# Ergänzungsvorlesung zur Physik II - ConceptTests

## Sommersemester 2006

### Übersicht I

ConceptTest 1: Interpretation von Feldlinien

ConceptTest 2: Elektrisches Feld eines Stabes

ConceptTest 3: Gradient und Divergenz

ConceptTest 4: Fluss

ConceptTest 5: Potential und E-Feld eines dünnen Rings

ConceptTest 6: Zylinderkondensator

ConceptTest 7: Fernfeld einer beschränkten Ladungsverteilung

ConceptTest 8: Punktladung vor Metallplatte

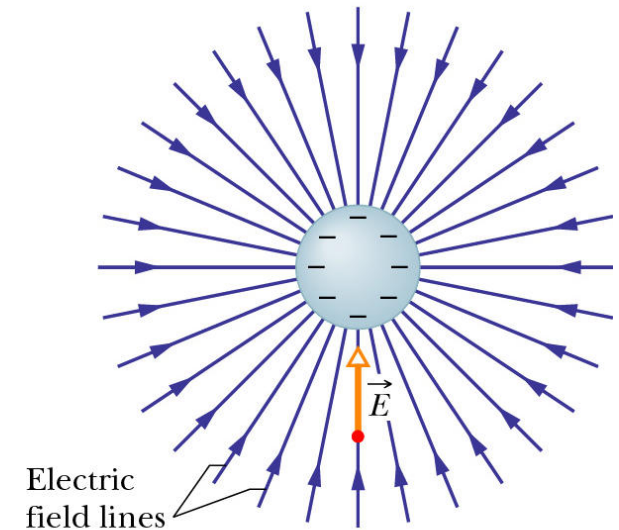
# Übersicht II

- ConceptTest 9: Angetriebene gedämpfte Oszillatoren
- ConceptTest 10: Induktivität eines langen Koaxialkabels
- ConceptTest 11: Komplexe Zahlen
- ConceptTest 12: Komplexe Widerstände
- ConceptTest 13: Strahlungsdruck
- ConceptTest 14: Lichtmühle
- ConceptTest 15: Dispersion
- ConceptTest 16: Regenbogen
- ConceptTest 17: Fresnel-Formeln

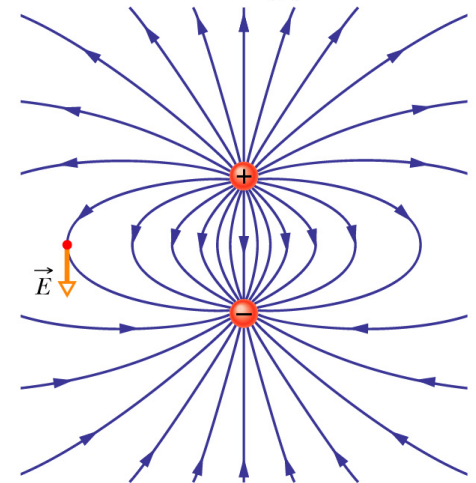
# ConceptTest 1: Interpretation von Feldlinien

a) Unter welcher Bedingung kann man die Dichte der Feldlinien in den nebenstehenden Abbildungen (HR Abb. 23-2b und 23-5) als direktes Maß für die Stärke des elektrischen Feldes  $E$  interpretieren?

b) Wie müssten dazu die Ladungen verteilt sein?



(b)

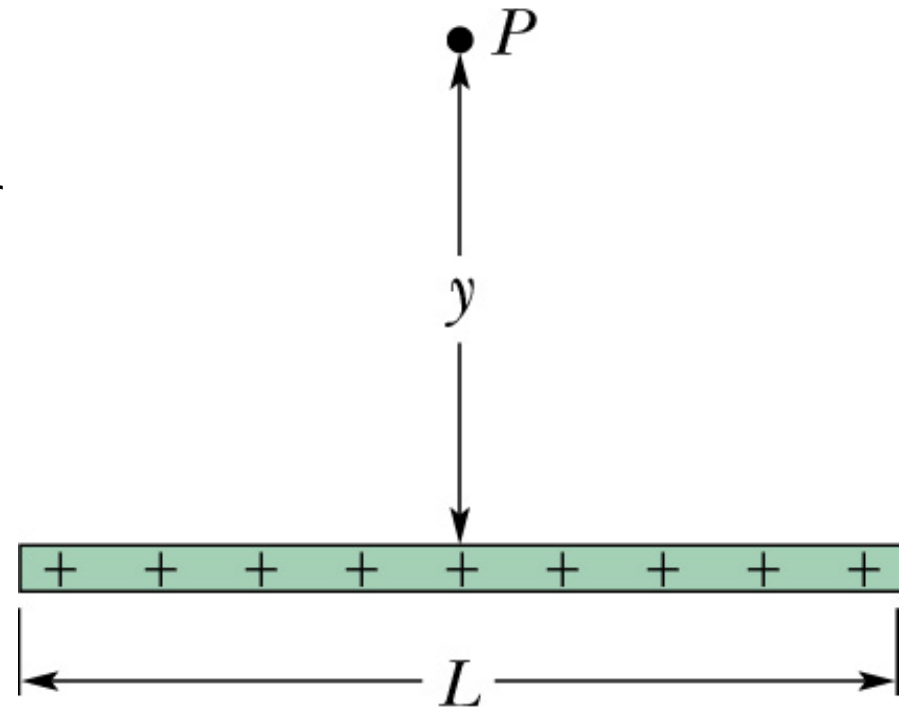


## ConceptTest 2: Elektrisches Feld eines Stabes

Ein dünner, nichtleitender Stab der (endlichen) Länge  $L$  trägt eine homogen verteilte Ladung  $q$ . Zeigen Sie, dass der Betrag  $E$  des elektrischen Feldes im Punkt  $P$  auf der Mittelsenkrechten des Stabs gegeben ist durch den Ausdruck:

$$E = \frac{q}{2\pi\epsilon_0 y} \frac{1}{\sqrt{L^2 + 4y^2}}$$

(HR Kap. 23 Aufg. 24)



## ConceptTest 3: Gradient und Divergenz

a) Gegeben seien ein Skalarfeld  $f(\vec{r})$  (mit  $\vec{r} \in \mathbb{R}^3$ ) und ein Vektorfeld  $\vec{F}(\vec{r})$ . Sind die folgenden Ausdrücke Skalare, Vektoren oder Matrizen?

1.  $\vec{\nabla} f(\vec{r})$

2.  $\vec{\nabla} \cdot \vec{F}(\vec{r})$

3.  $\vec{\nabla} \cdot \vec{F}(\vec{r}) f(\vec{r})$

4.  $\vec{\nabla} \vec{F}(\vec{r})$

b) Berechnen Sie die folgenden Ausdrücke ( $r \equiv |\vec{r}|$ ):

1.  $\vec{\nabla} r$

2.  $\vec{\nabla} \cdot \vec{r}$

3.  $\vec{\nabla} f(r)$

## ConceptTest 4: Fluss

Berechnen Sie den Fluss  $\Phi$  des Vektorfeldes  $\vec{F}(\vec{r})$  durch die Fläche  $\mathcal{A}$  mit

$$\vec{F}(\vec{r}) = (z, x, -3y^2z)$$

und

$$\mathcal{A} = \{(x, y, z) | y = x^\alpha; 0 \leq x \leq 1; 0 \leq z \leq 1\} .$$

[cf. Korsch, Kap. 9.1.4]

# ConceptTest 5: Potential und E-Feld eines dünnen Rings

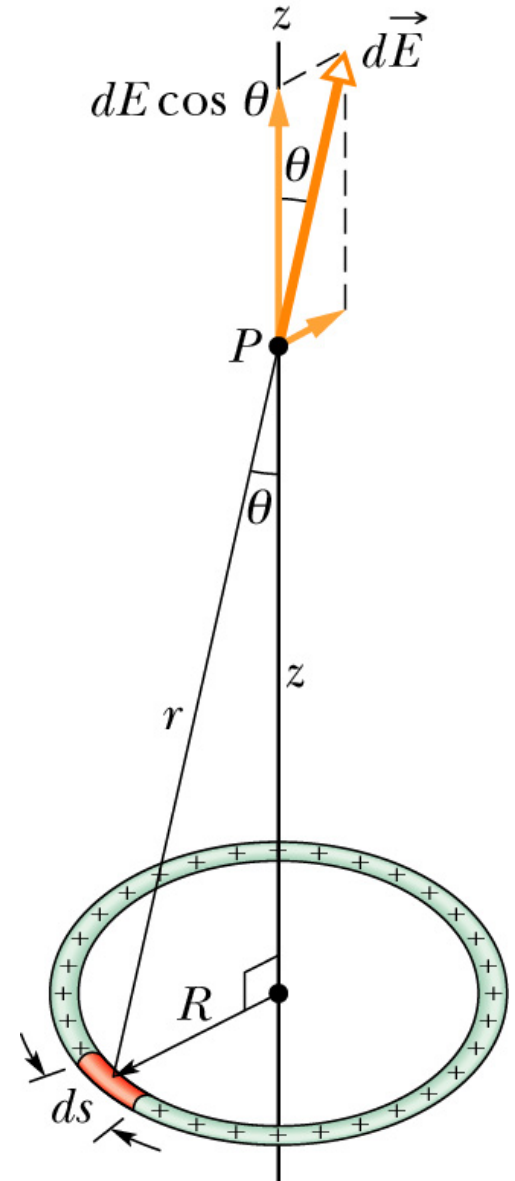
Berechnen Sie für einen homogen mit Ladung  $q$  geladenen dünnen Ring (in  $xy$ -Ebene, Radius  $R$ , Mittelpunkt im Ursprung)

a) das elektrische Feld  $\vec{E}(z)$

b) das elektrische Potential  $V(z)$

auf der  $z$ -Achse.

[cf. HR Kapitel 23-6]

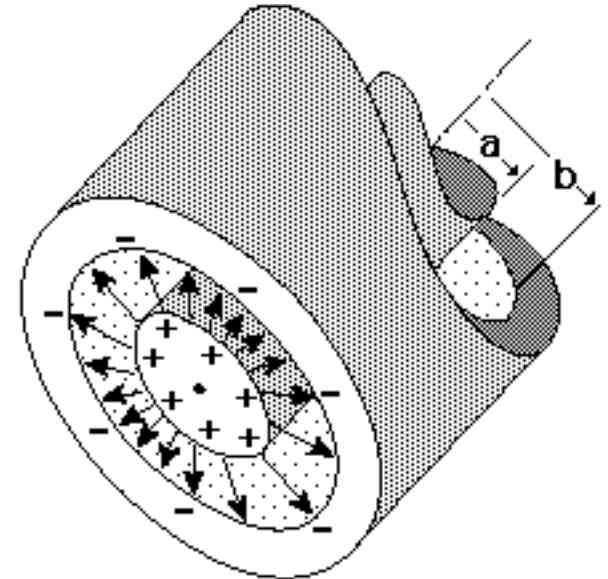


## ConceptTest 6: Zylinderkondensator

Ein metallischer Vollzylinder mit Radius  $a$  sei konzentrisch umgeben von einem metallischem Hohlzylinder mit Innenradius  $b$ ; gemeinsam bilden diese einen Zylinderkondensator der Länge  $L \gg b$ .

Berechnen Sie für den Fall, dass beide Zylinder Ladungen vom Betrag  $Q$  tragen

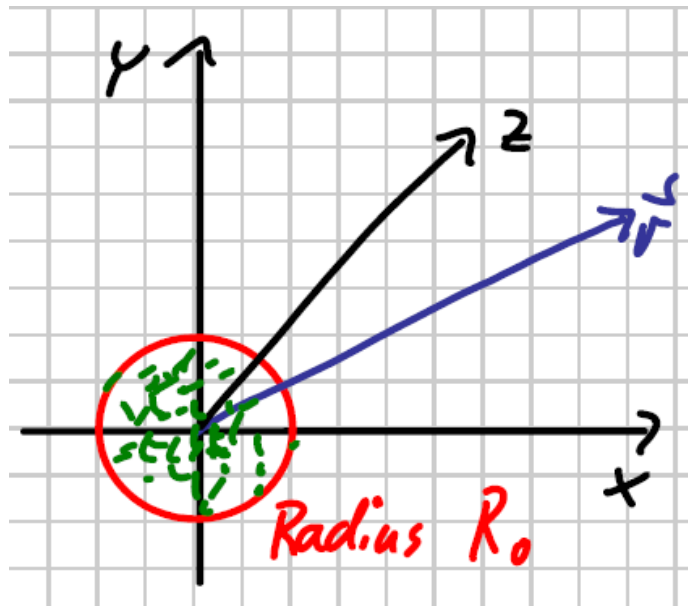
- das elektrische Potential  $V(r)$
- das elektrische Feld  $\vec{E}(r)$ .
- Geben Sie die Kapazität des Zylinderkondensators an.
- Um welchen Faktor (gegenüber dem Inneren) fällt der Radialteil des elektrischen Feldes genau am Ende ab?





# ConceptTest 7: Fernfeld einer beschränkten Ladungsverteilung

Gegeben sei eine Ladungsverteilung, die außerhalb eines Radius  $R_0$  verschwindet:  $\rho(\vec{r}) = 0$  für  $r > R_0$ .



a) Was kann man über das Verhalten von  $V(r)$  für  $r \gg R_0$  für den Fall sagen, dass sich die Ladungsverteilung aus  $N$  Ladungen  $q_i$  zusammensetzt?

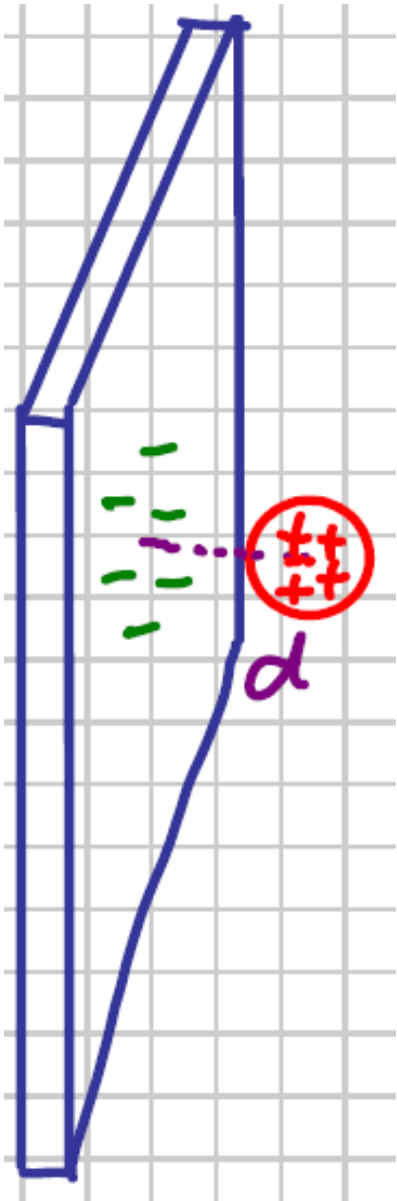
b) Allgemeiner: lassen sich Potential und Feld für  $r \gg R_0$  durch wenige Parameter charakterisieren?

c) Entwickeln Sie das Potential einer Punktladung  $q_i$  (Ort  $\vec{r}_i$ )

$$V(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_i}{|\vec{r} - \vec{r}_i|}$$

für  $r_i \ll r$ .

# ConceptTest 8: Punktladung vor Metallplatte



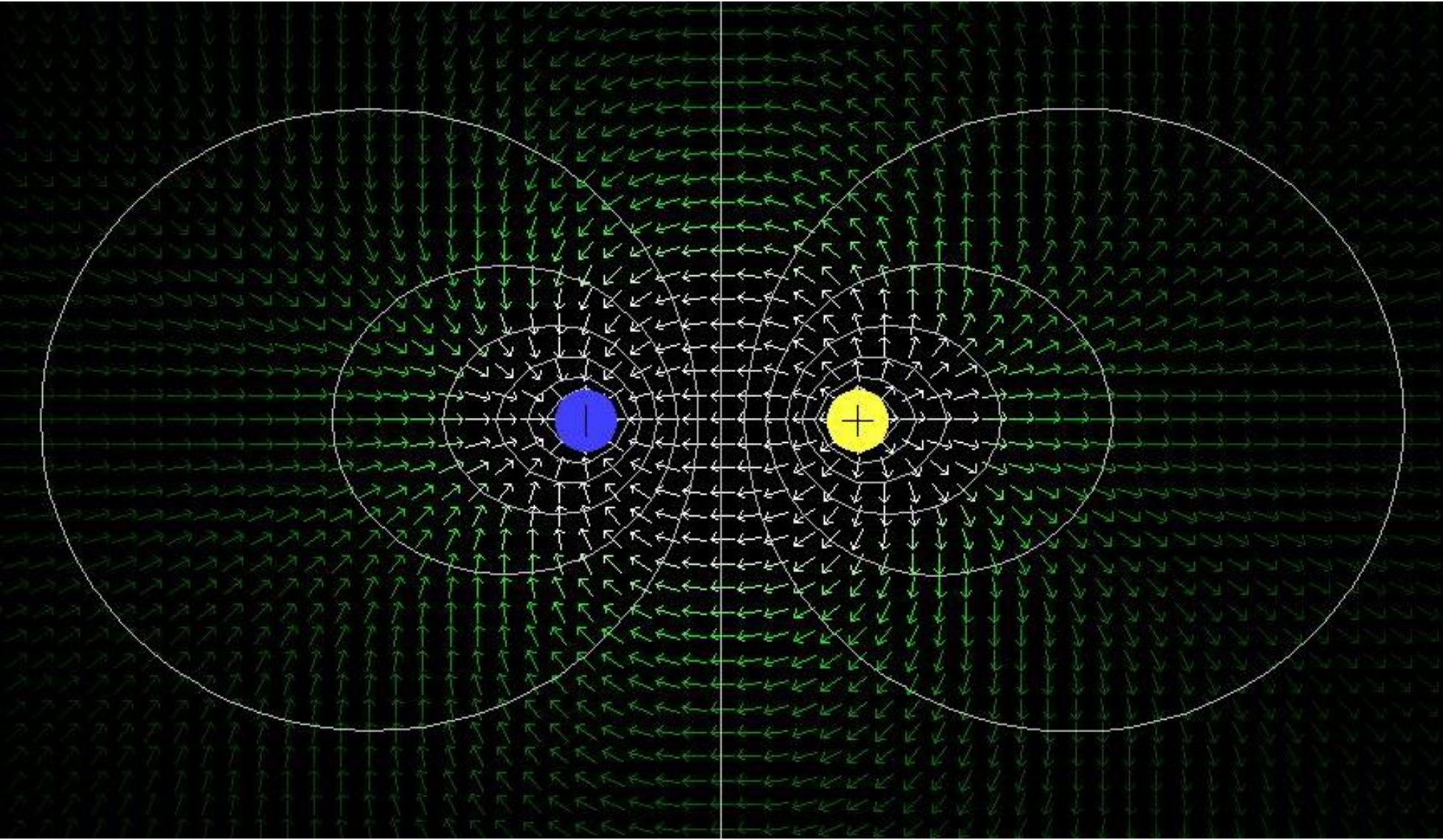
Eine Punktladung  $q$  befinde sich im Abstand  $d$  vor einer (unendlich ausgedehnten) ebenen, geerdeten Metallplatte.

a) Wirkt eine Kraft zwischen Ladung und Platte? Ist diese anziehend oder abstoßend?

b) Berechnen Sie Potential und Feld im der Ladung zugewandten Halbraum vor der Metallplatte.

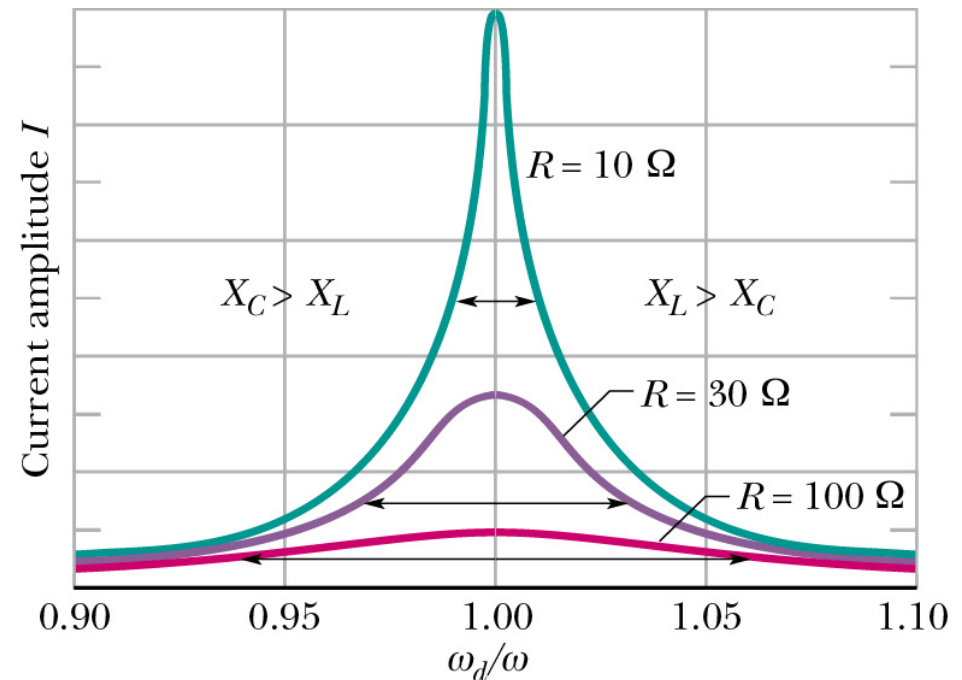
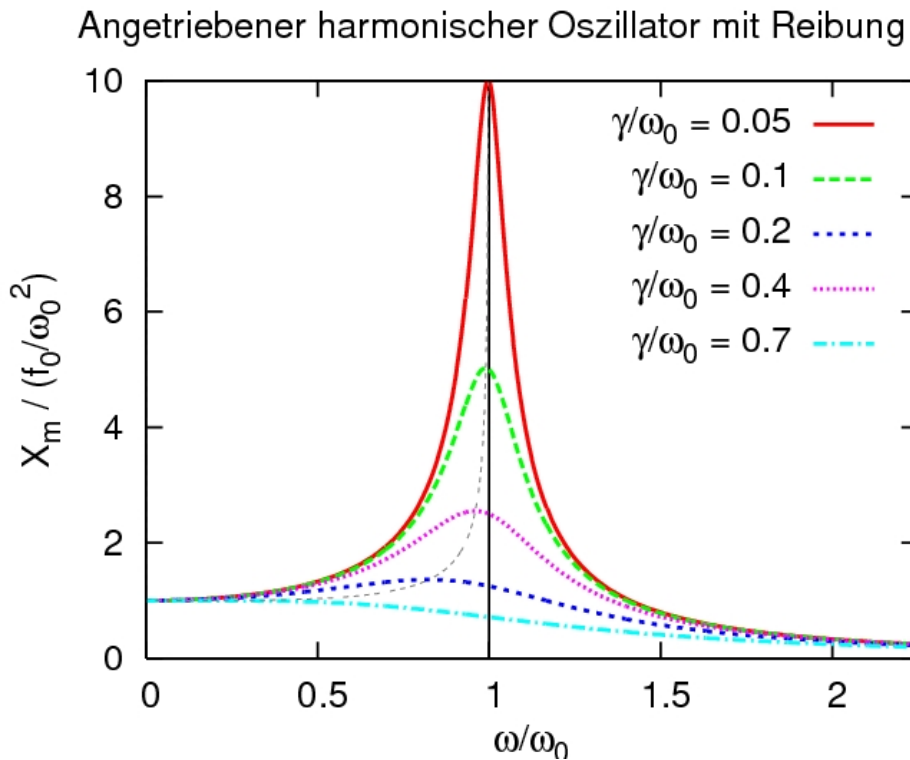
c) Unter welchen Bedingungen trifft die Rechnung auf eine homogen geladene Kugel mit Radius  $R$  und eine endlich große Platte zu?

# Visualisierung von E-Feld und Potential



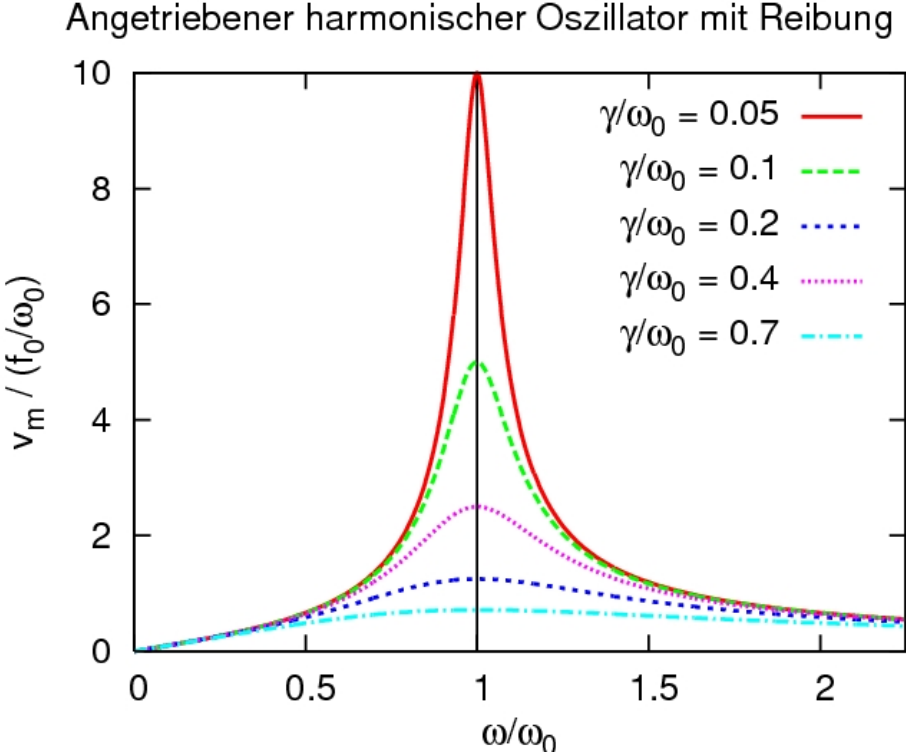
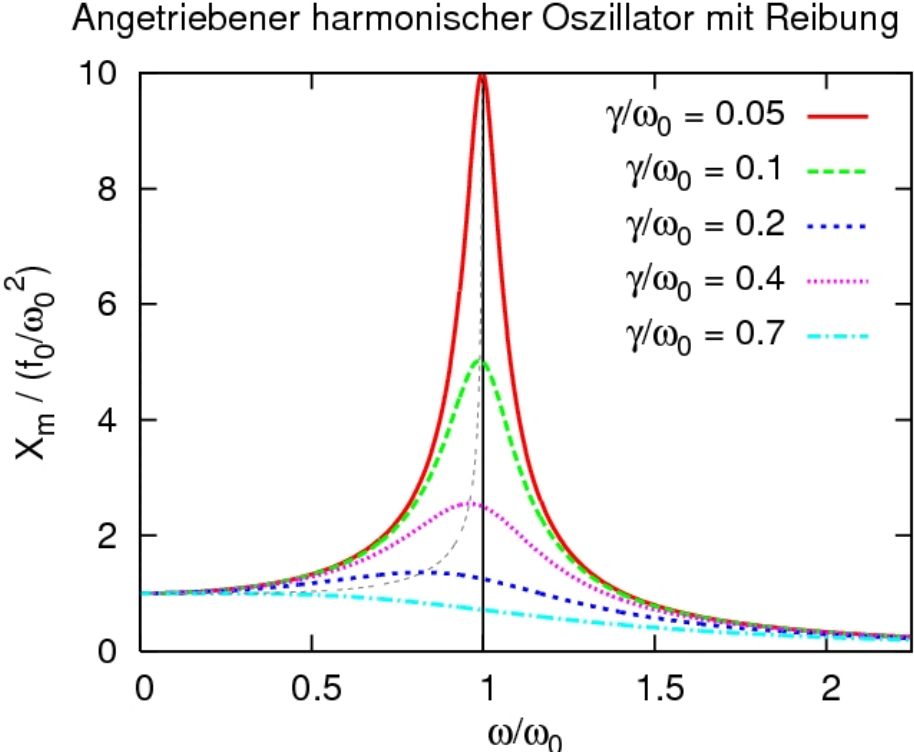
# ConceptTest 9: Angetriebene gedämpfte Oszillatoren

Laut Vorlesung sind angetriebene mechanische Schwingkreise (z.B. Pohlsches Rad) und angetriebene RLC-Stromkreise vollkommen analog. Warum sehen dann die Resonanzkurven unterschiedlich aus?



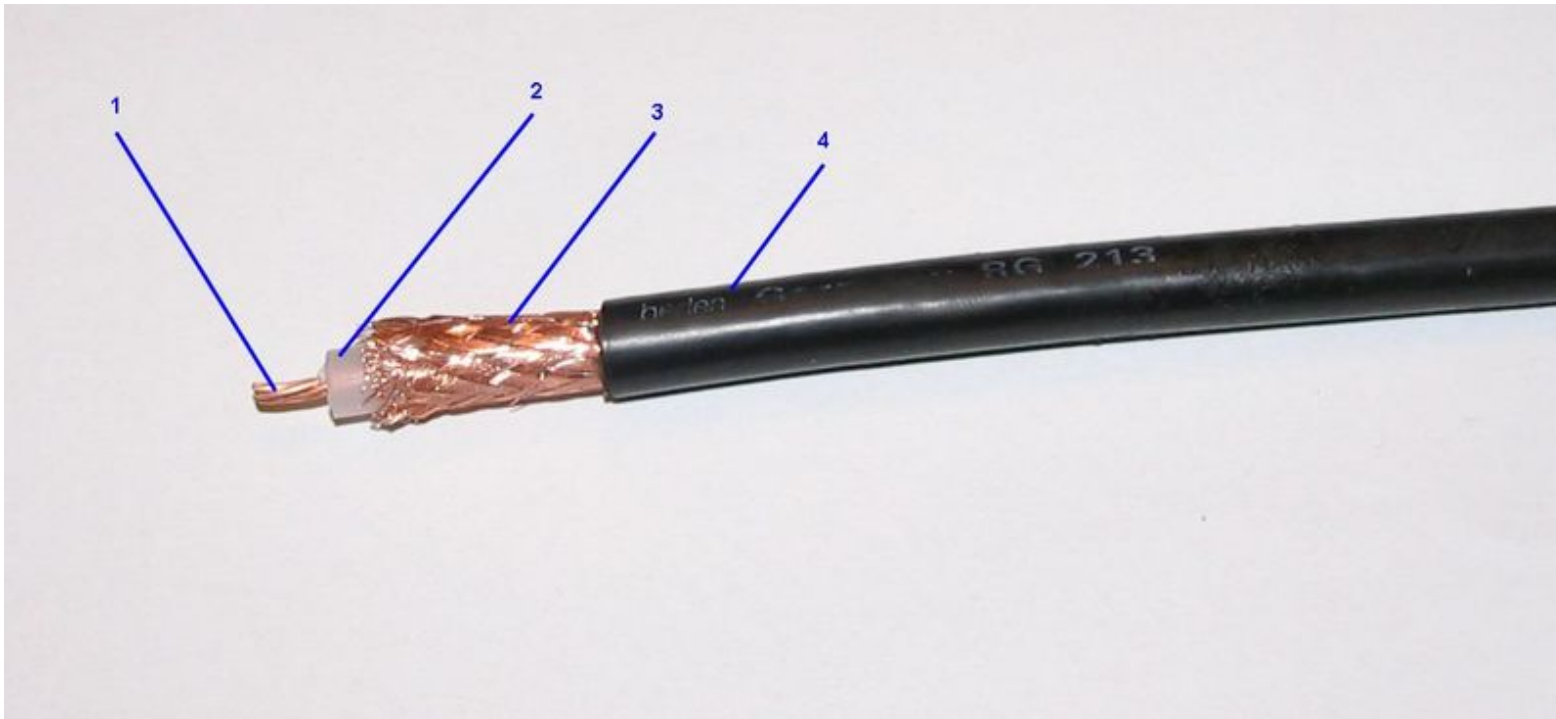
[Zum harm. Oszillator: siehe Erg.vorl. 10 und 11 zur Physik I; rechte Figur: HR Abb. 33-13]

Auflösung: Strom  $I$  entspricht Geschwindigkeit  $v$ , nicht Auslenkung  $X$ !



# ConceptTest 10: Induktivität eines langen Koaxialkabels

Berechnen Sie die Induktivität eines langen Koaxialkabels (das am Ende kurzgeschlossen ist) mit Innenradius  $a$ , Außenradius  $b$ .



# ConceptTest 11: Komplexe Zahlen

Gegeben sei eine komplexe Zahl  $z = x + iy$ . Berechnen Sie

- a)  $|z|$ ,
- b)  $|1/z|$ ,
- c)  $Re(1/z)$ ,  $Im(1/z)$ .
- d) Berechnen Sie  $\varphi = arg(z)$ , d.h. bestimmen Sie den Winkel  $\varphi$  in der Darstellung  $z = |z|e^{i\varphi}$ .

## ConceptTest 12: Komplexe Widerstände

Berechnen Sie in komplexer Notation den Effekt (insbesondere die Impedanz) von

- a) der Parallelschaltung von Induktivitäten  $L_1, L_2$ ,
- b) der Parallelschaltung von Kapazitäten  $C_1, C_2$ ,
- c) der Parallelschaltung eines Kondensators  $C$  mit einer Reihenschaltung von Spule  $L$  und ohmschem Widerstand  $R$ .

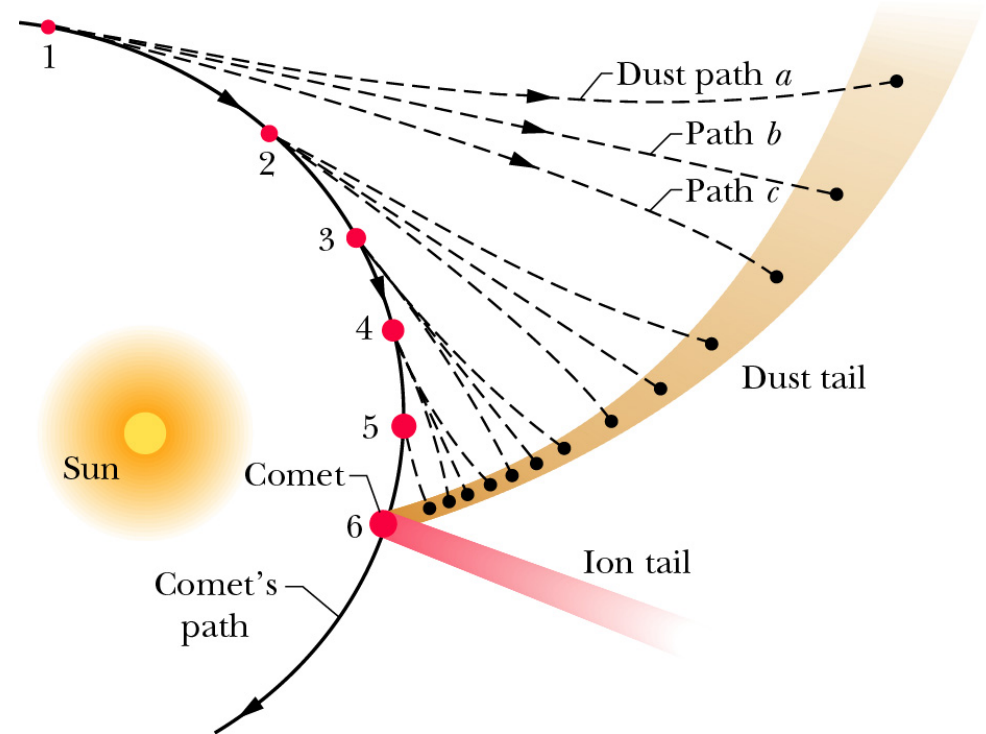


# ConceptTest 13: Strahlungsdruck

Die Sonne strahlt mit einer Leistung von  $3.9 \cdot 10^{26} \text{W}$ . Wir nehmen an, dass diese Leistung von Staubteilchen im Schweif eines Kometen voll absorbiert und isotrop wieder abgestrahlt wird.

a) Welche Kraft übt die Sonnenstrahlung auf ein rundes Staubteilchen mit Radius  $R$  aus?

b) Wie hängt die Balance zwischen Strahlungsdruck und Gravitationsanziehung für ein rundes homogenes Staubteilchen vom Abstand zur Sonne ab?



# ConceptTest 14: Lichtmühle

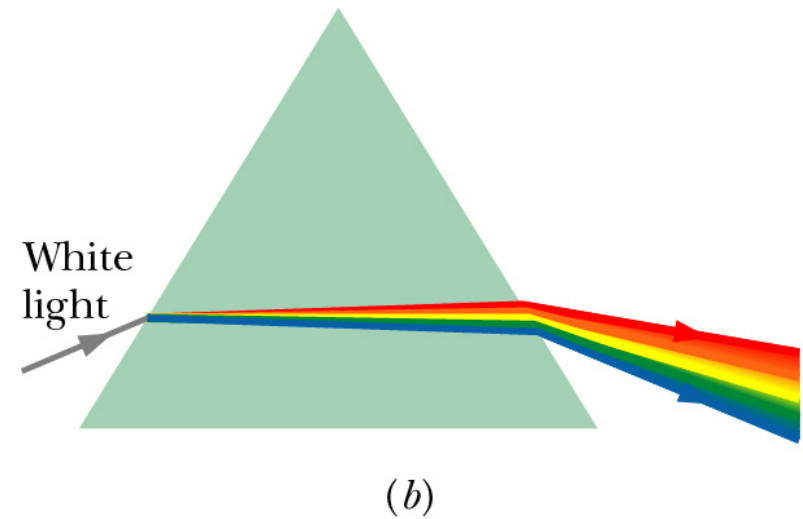
Eine Lichtmühle besteht aus einem auf etwa 0,05 mbar evakuierten Kolben, in dem sich ein Rotor auf einer Nadelspitze drehen kann. Jedes der 4 Plättchen des Rotors ist auf einer Seite verspiegelt, auf der anderen Seite geschwärzt.

In welche Richtung dreht sich der Rotor, wenn die Lichtmühle von der Seite mit Licht bestrahlt wird?

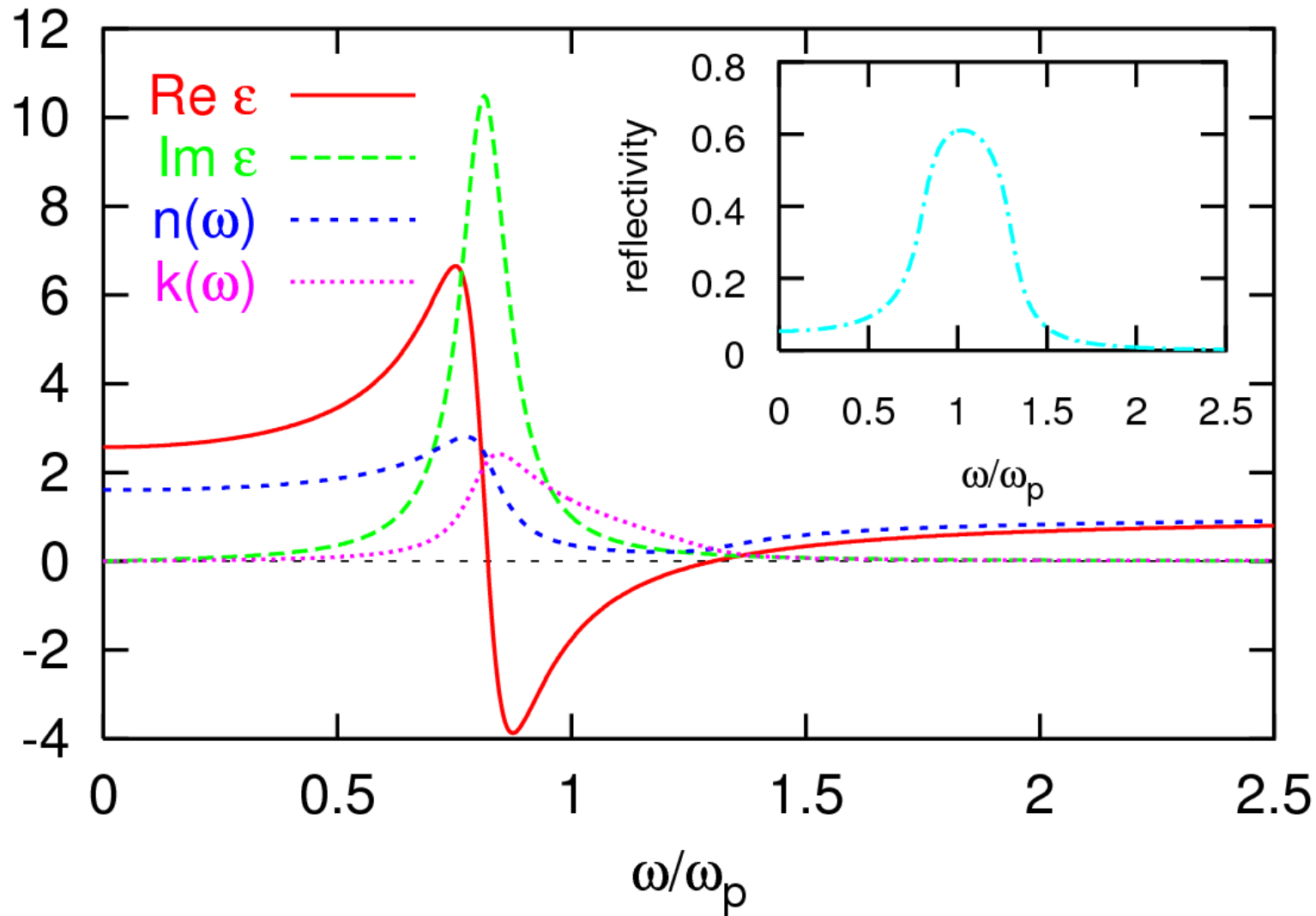


# ConceptTest 15: Dispersion

Auf den ersten Blick widerspricht die Spektralzerlegung von weißem Licht in einem Prisma dem Snelliusschen Brechungsgesetz. Was folgt zwingend aus dieser Beobachtung?

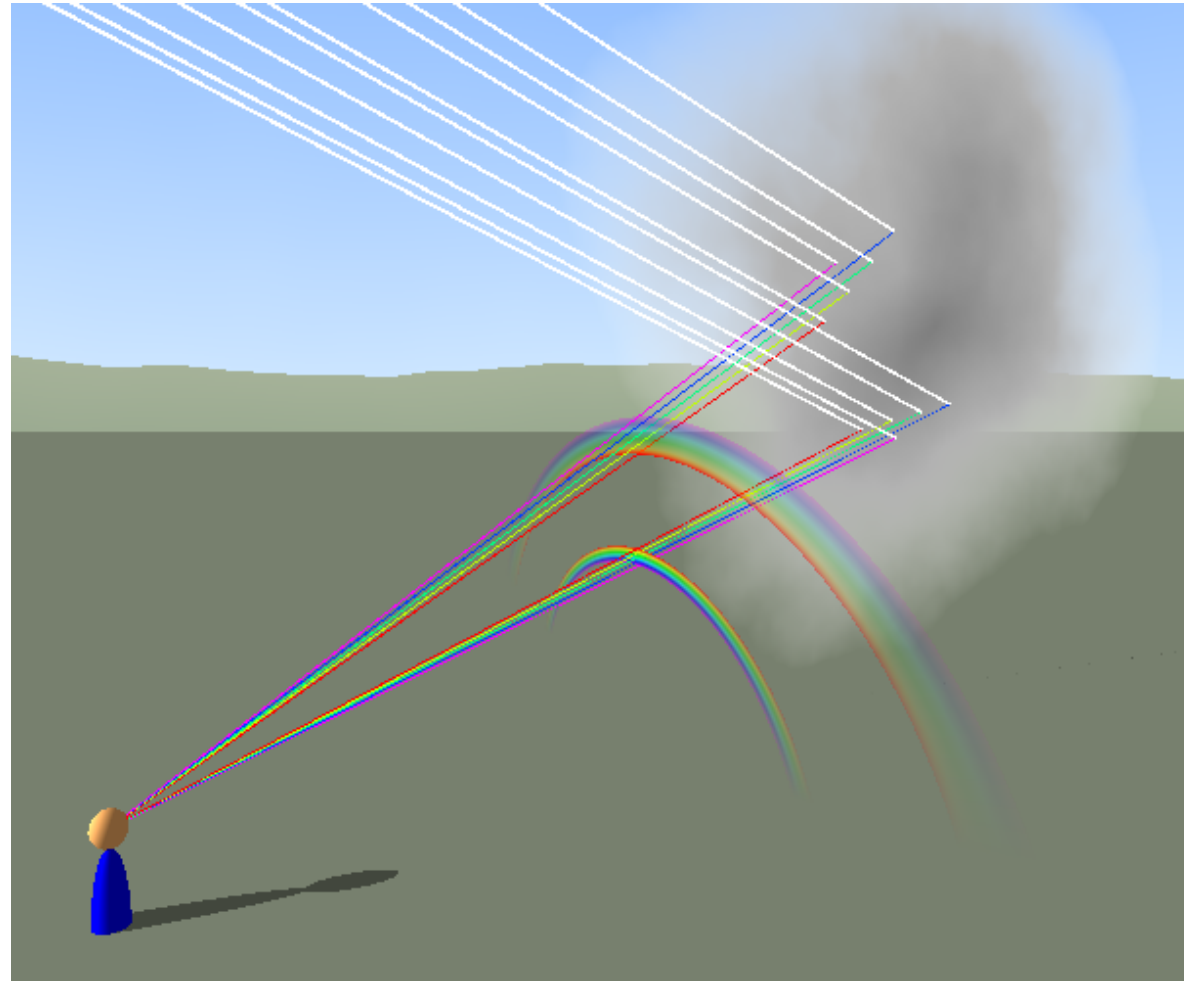


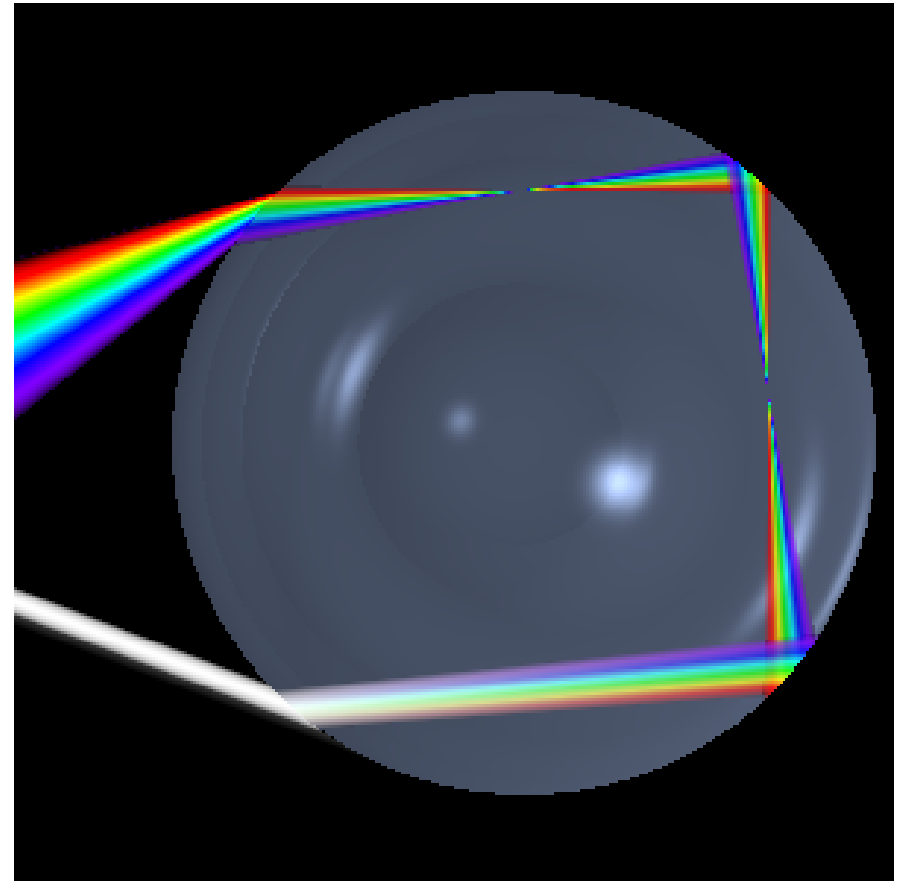
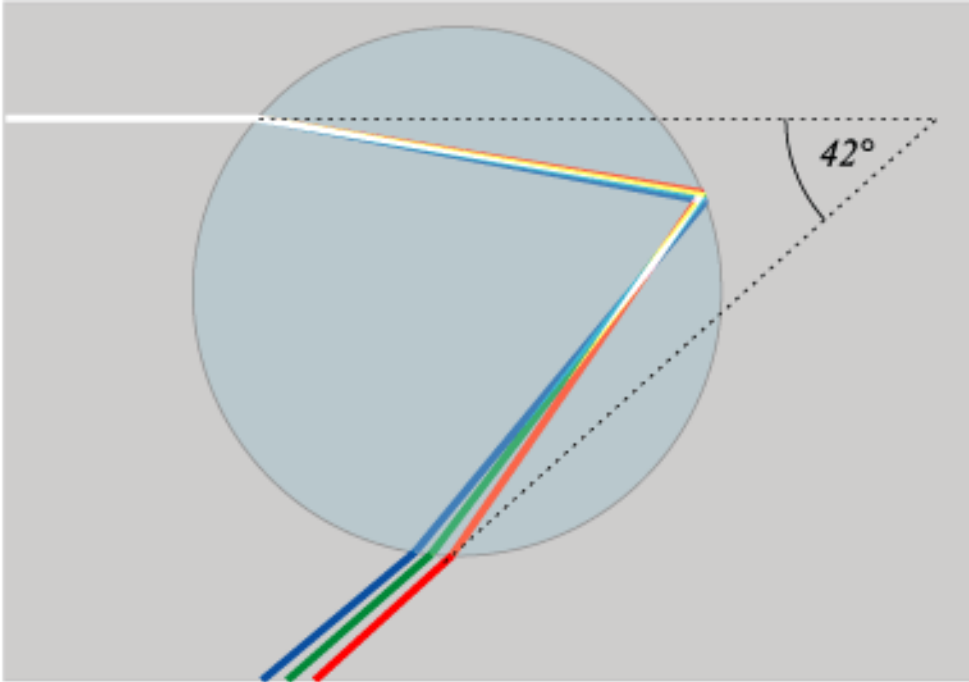
Real- und Imaginärteil der Dielektrischen Funktion, Brechungsindex und Absorptionskoeffizient für Lorentz-Oszillator-Modell.



# ConceptTest 16: Regenbogen

Wie entstehen Haupt- und Nebenregenbogen?





# ConceptTest 17: Fresnel-Formeln

Leiten Sie aus den Fresnel-Formeln

$$R_{\perp} = \frac{I_{\perp\text{refl}}}{I_{\perp\text{ein}}} = \frac{\sin^2(\Theta_1 - \Theta_2)}{\sin^2(\Theta_1 + \Theta_2)}; \quad R_{\parallel} = \frac{I_{\parallel\text{refl}}}{I_{\parallel\text{ein}}} = \frac{\tan^2(\Theta_1 - \Theta_2)}{\tan^2(\Theta_1 + \Theta_2)}$$

den Reflexionsanteil für senkrechten Einfall ab.

# ConceptTest 18: Polfilter

Angenommen, Sie blicken morgens nach Süden auf eine Wolke vor blauem Himmel. Was kann man über Polarisation von (i) dem von der Wolke reflektiertem Licht und (ii) vom blauen Hintergrundlicht sagen? Wie müssen Sie also einen Polarisationsfilter einstellen, um den Kontrast zu erhöhen?

(Bilder von <http://de.wikipedia.org/wiki/Polfilter>)

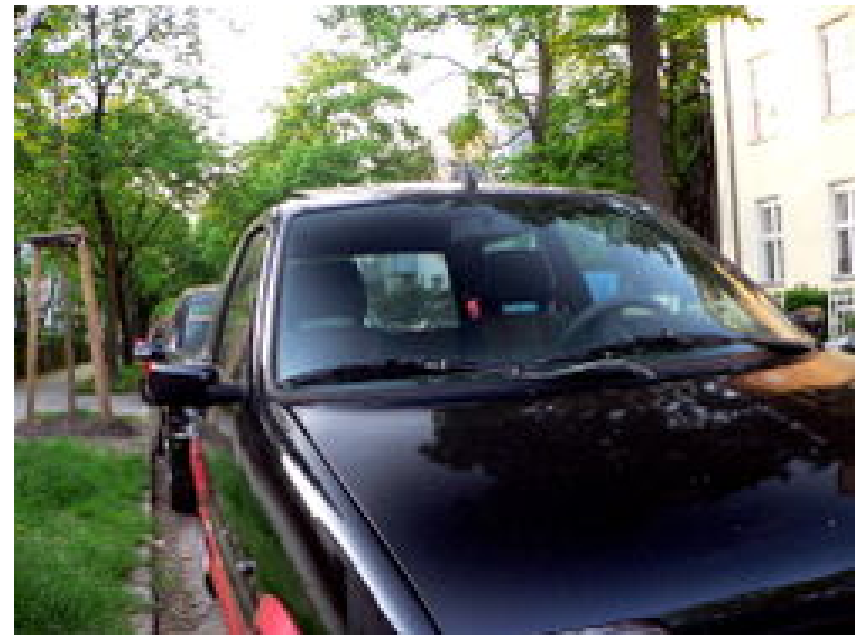
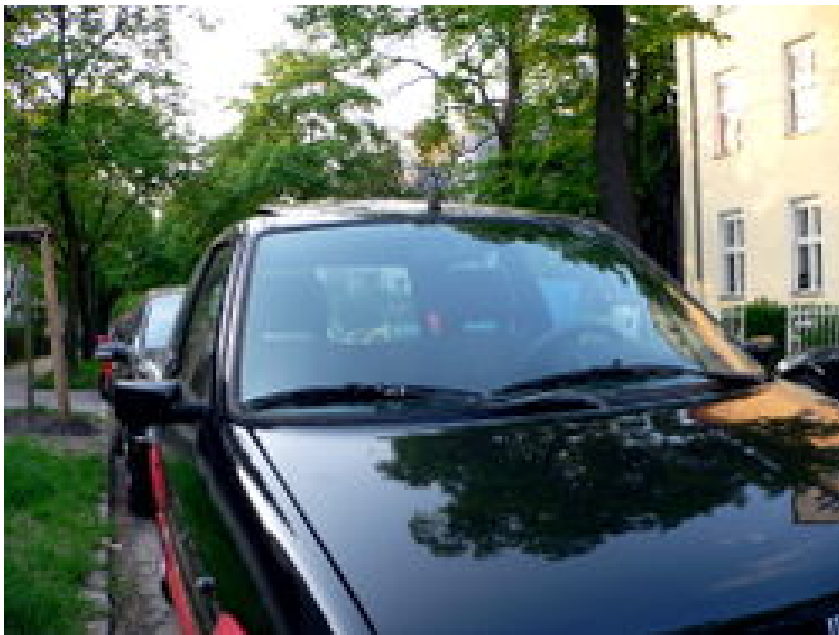




# Blick auf Meer (Kroatien)



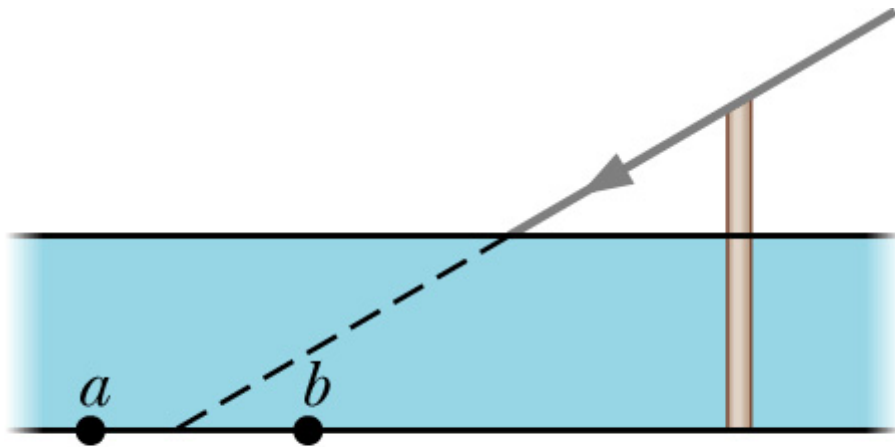
Reflexionen: bei welchen Fotos wurden Polfilter eingesetzt? Wie?



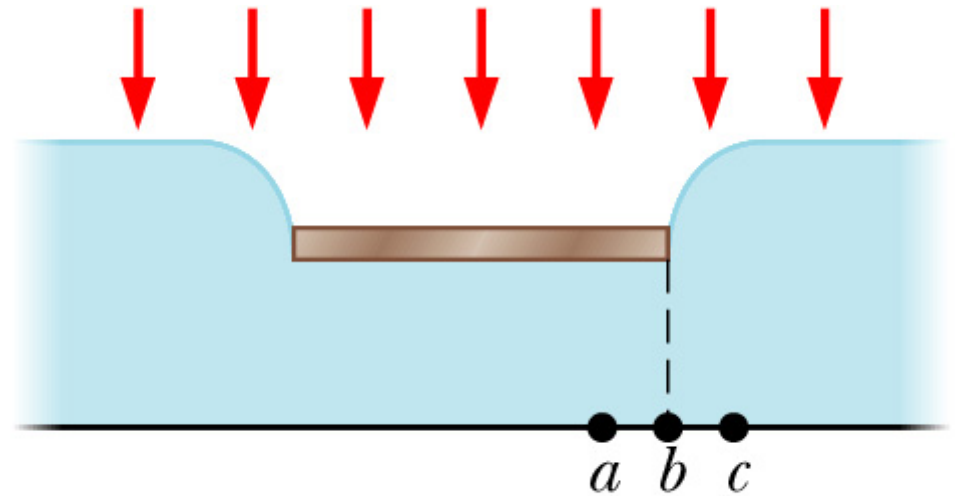
# ConceptTest 19: Schattenbilder

Wo enden die Schatten jeweils in den Bildern (a) und (b)? Ist der Schattenrand eher rot oder blau?

(HR Frage 34-10)



(a)

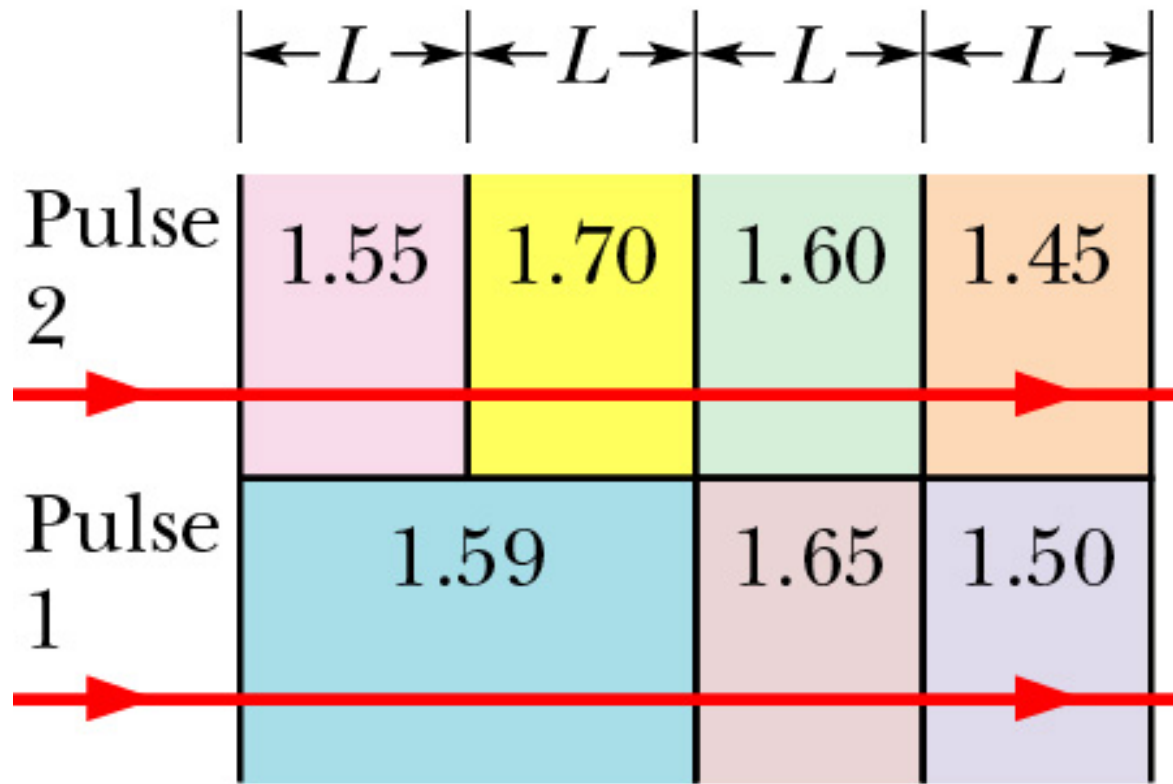


(b)

## ConceptTest 20: Pulslaufzeiten

2 Pulse laufen jeweils durch Kunststoffschichten mit verschiedenen Brechungsindizes und Dicken von  $L$  oder  $2L$ . Welcher Puls durchläuft die Schichtfolge schneller? Geben Sie den Unterschied der Laufzeiten an.

(HR Aufgabe 36-6)

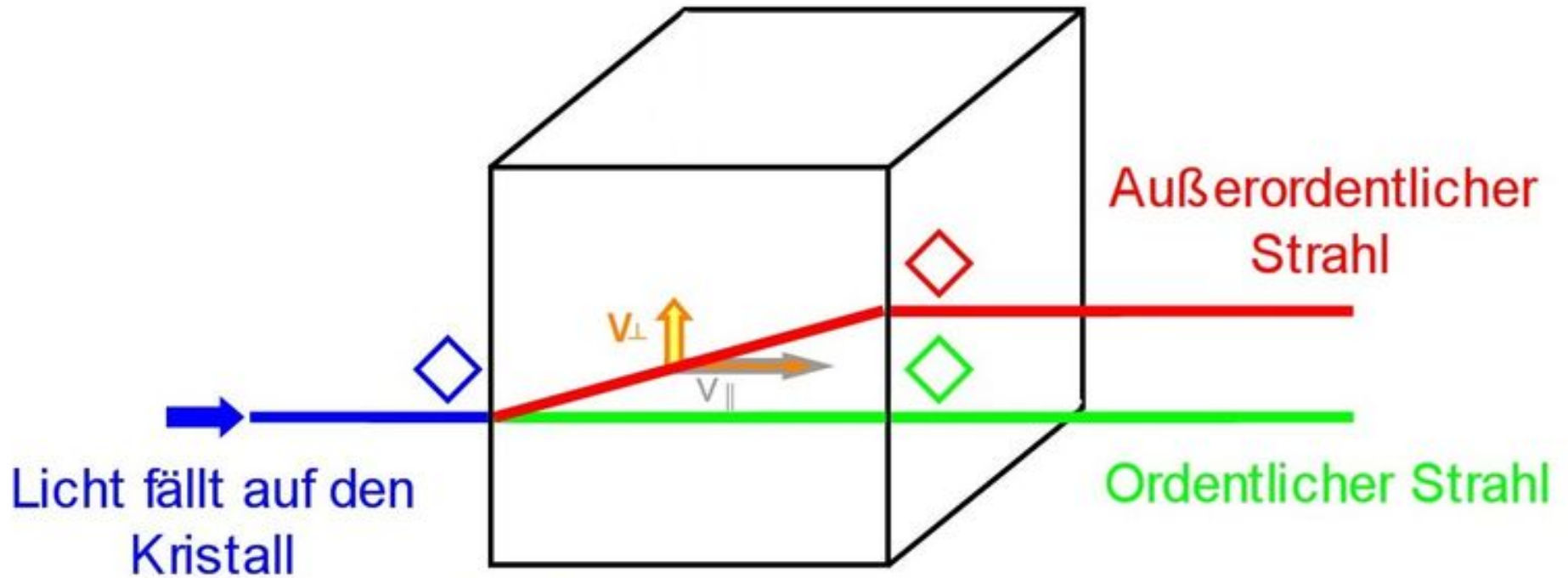


## ConceptTest 21: Doppelbrechung

Wie kann man sich Doppelbrechung erklären, die z.B. in Calcit auftritt?

(Bilder von <http://de.wikipedia.org/wiki/Doppelbrechung>)





Die Raute wird durch die Doppelbrechung zweimal abgebildet