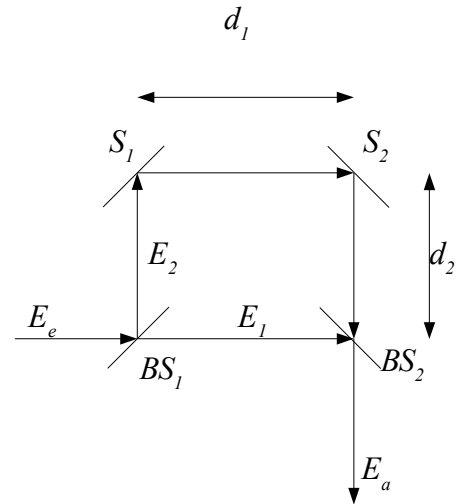


Physik II

Übungsaufgaben, Blatt 9

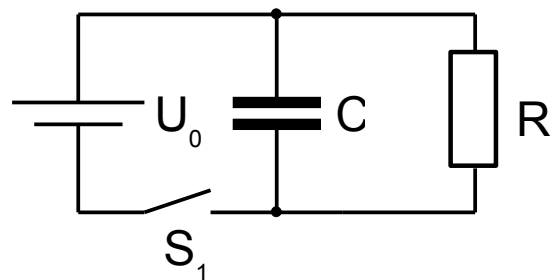
30. Eine elektromagnetische Welle (komplexe Darstellung: $E_e(z, t) = E_0 e^{i(kz - \omega t)}$) laufe von links in das rechts abgebildete Mach-Zehnder-Interferometer ein und werde an zwei Strahlteilern $BS_{1/2}$ bzw. zwei Spiegeln $S_{1/2}$ reflektiert bzw. transmittiert, wobei k den Wellenvektor, ω die Kreisfrequenz der EM-Welle, z den zurückgelegten optischen Weg und t die Zeit bezeichne. Berechnen sie die Intensität der EM-Welle am Ausgang des Interferometers (also am Punkt BS_2) $I = E_a \cdot \vec{E}_a$ als Funktion von d_1 und d_2 .



Hinweise: Die Strahlteiler und Spiegel seien verlustfrei und die Strahlteiler besitzen eine (Intensitäts-) Reflektivität von 50%. Bei der Reflexion an einem Strahlteiler und einem Spiegel erfährt die EM-Welle einen Phasensprung von π . E_a setzt sich aus der Summe der beiden Teilwellen E_1 und E_2 zusammen.

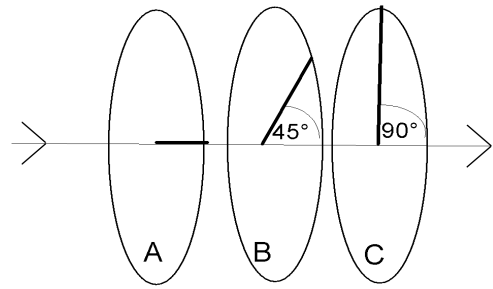
Wofür könnte man eine solche Anordnung in der Optik benutzen?

31. Betrachten Sie einen Schaltkreis, wie er in der Abbildung zu erkennen ist. Für $t < 0$ sei der Schalter S_1 geschlossen, sodaß der Kondensator mit einer Spannung von $U_0 = 12\text{V}$ aufgeladen werde. Zum Zeitpunkt $t = 0$ wird S_1 geöffnet und der Kondensator wird über den Ohm'schen Widerstand entladen. Numerische Vorgaben: $U_0 = 12\text{V}$; $C = 1\mu\text{F}$; $R = 10\text{ Ohm}$.



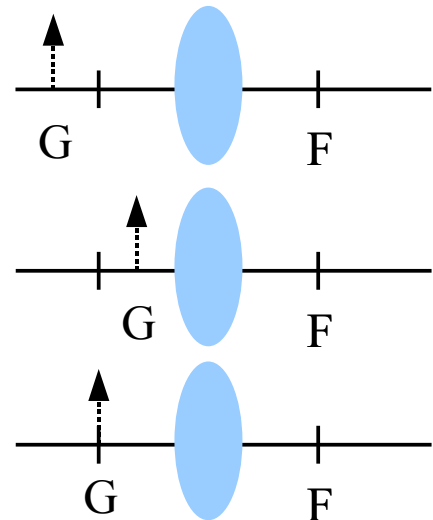
- Stellen Sie die Maschen- und Knotenregel auf.
- Benutzen Sie a) um eine Differentialgleichung für die Ladung des Kondensators zu ermitteln.
- Lösen Sie die Differentialgleichung aus b) mit den gegebenen Anfangsbedingungen.
- Zeichnen Sie ein $Q(t)$, $U(t)$ (beides bezogen auf den Kondensator) und ein $I(t)$ Diagramm (bezogen auf den Widerstand).

32. Wir betrachten wieder den Aufbau aus drei linearen Polarisationsfiltern und einer unpolarisierten Lichtwelle, die diese drei Filter nacheinander passiert. Von links falle diese Lichtwelle mit einer Intensität von $I = 1.4 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$ ein. Soweit ist dies die Aufgabe der letzten Woche.



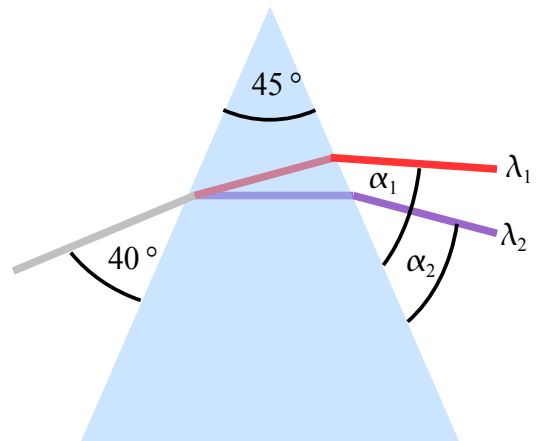
Wir verändern den Aufbau nun derart, dass der Polarisationsfilter B in der Mitte durch n Polarisationsfilter ersetzt wird, die jeweils einen Winkel von $90^\circ/(n+1)$ zum Nachbarn einschließen. So würde für $n = 4$ der erste Polarisationsfilter einen Winkel von 18° mit der Polarisationsachse von A einschließen, der zweite 36° , der dritte 54° etc.

- (a) Berechnen Sie bitte die Intensität der Lichtwelle, die den Aufbau auf der rechten Seite verläßt, in Abhängigkeit von n .
- (b) Führen Sie den Grenzübergang $n \rightarrow \infty$ durch.
33. Rechts sehen Sie drei Skizzen, von denen jede einen Gegenstand zeigt, und dazu eine dünne Sammellinse, deren beide Brennpunkte beiderseits der Hauptebene durch Kreuze auf der optischen Achse markiert sind.



- (a) Konstruieren Sie in jeder dieser Skizzen das jeweilige Bild. Führen Sie hierzu die Konstruktion der Strahlengänge durch, wie man sie typischerweise zu diesem Zweck anhand einiger charakteristischer Strahlen anfertigt.
- (b) Beschreiben Sie die konstruierten Bilder jeweils anhand folgender Kriterien:
- Handelt es sich um eine vergrößerte oder um eine verkleinerte Abbildung?
 - Steht das Bild aufrecht oder auf dem Kopf?
 - Sind die Bilder virtuell oder reell?
34. Ein Photoapparat habe nur eine Linse (Objektivbrennweite $f = 50 \text{ mm}$). Scharf gestellt werden können bei diesem Gerät Objekte im Abstandsbereich von Unendlich bis 40 cm .
- (a) Wie wird technisch der Übergang von Fern- auf Naheinstellung bewirkt? Geben Sie dazu eine Relation zwischen den Abständen Objekt-Linse und Linse-Film an.
- (b) Wie weit muß die Linse bei kürzester Naheinstellung vom Film entfernt sein?

35. Aus einem Glas mit der (angenommenen) Dispersionskurve $n_{\text{Glas}} = 1 + 400/\lambda$ (λ in nm) werde ein Prisma gefertigt und zur Spektroskopie benutzt. Ein polychromatischer Lichtstrahl mit dem Wellenlängenbereich von 400 nm bis 800 nm soll „in seine Farben zerlegt“ werden.



- (a) Berechnen Sie die Winkel α_1 und α_2 unter denen die beiden Strahlen ($\lambda = 400\text{nm}$ und $\lambda = 800\text{nm}$) das Prisma verlassen.

Hinweis: Das umgebende Medium sei Luft, deren Brechzahl mit $n = 1$ angenommen werden kann.

- (b) Welcher Strahl wird stärker gebrochen – derjenige zu $\lambda = 400\text{ nm}$ oder derjenige zu $\lambda = 800\text{nm}$?