

Name, Vorname:	Matrikelnummer:					
Studiengang:	Wiederholungsprüfung?    Nein <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/>					

Aufgabe	1	2	3	4	5	6	Σ	Note
Max. Punkte	5	5	6	7	5	6	34	
Erreichte Punkte								

Bitte jedes Blatt mit Namen versehen, jede Aufgabe ordentlich kennzeichnen und leserlich schreiben!

**Aufgabe 1: (1,5 + 1,5 + 2 = 5 Punkte)**

Ein Strahl unpolarisiertes Licht der Wellenlänge  $\lambda = 589 \text{ nm}$  fällt senkrecht auf ein Kalkspat-Plättchen, dessen optische Achse parallel zur Oberfläche liegt. Die daraus resultierende Lichtgeschwindigkeit des senkrecht zur optischen Achse polarisierten Strahls (ordentlicher Strahl) ist  $v_o = 1,81 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ , die des parallel zur optischen Achse polarisierten Strahls (außerordentlicher Strahl) ist  $v_{ao} = 2,02 \cdot 10^8 \text{ m/s}$  (Lichtgeschwindigkeit:  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ ).

- Berechnen Sie die Brechungsindizes  $n_o$  des ordentlichen und  $n_{ao}$  des außerordentlichen Strahls.
- Welche minimale Dicke müssen Sie wählen, um ein  $\lambda/2$ -Plättchen zu erhalten?
- Erklären Sie, wie eine Anordnung aussehen muss, um zirkular polarisiertes Licht aus einem unpolarisierten Strahl zu erzeugen.

**Aufgabe 2: (1,5 + 1,5 + 2 = 5 Punkte)**

- Um wie viel geringer als die wahre Tiefe ( $h = 3,20 \text{ m}$ ) scheint die Tiefe  $h'$  eines großen Wasserbeckens zu sein, wenn man senkrecht von oben in das Wasser schaut ( $n_w = 1,33$ ). Berechnen Sie die Höhendifferenz  $\Delta h$ .
- Ein Taucher befindet sich in einer Tiefe von  $h = 3,20 \text{ m}$  unter der Wasseroberfläche und schaut nach oben.
- Unter welchem Winkel  $\phi_s$  gegen das Lot auf die Wasseroberfläche sieht der Taucher die Sonne, wenn ein Beobachter außerhalb des Wassers sie unter  $45^\circ$  sieht? Unter welchem Winkel  $\phi_{\max}$  würde der Taucher die Sonne am Abend untergehen sehen?
- Was sieht der Taucher in Abhängigkeit der Blickrichtung, wenn er (bei Tageslicht) von unten gegen die Wasseroberfläche schaut? Sieht er „überall“ die Außenwelt? Ein Bereich, den er sieht, ist geometrisch klar definiert. Berechnen Sie diesen.

Brechungsindex von Wasser:  $n_w = 1,33$

**Aufgabe 3: (1 + 3 + 2 = 6 Punkte)**

Licht trifft auf ein ruhendes, freies Elektron. Das Licht wird um  $180^\circ$  gestreut und besitzt nach der Streuung eine andere Wellenlänge.

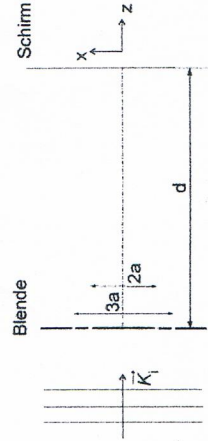
- Wie nennt man diesen Effekt und was lernt man daraus?
- Berechnen Sie den Impuls  $p_2$  und die kinetische Energie  $W_2$  des Elektrons nach dem Stoß. Die Wellenlänge des einfallenden Lichts beträgt  $\lambda_1 = 0,3 \text{ nm}$ .
- Wie groß ist die Wellenlänge  $\lambda_2$  des Lichts und die des Elektrons  $\lambda_e$  nach der Streuung? Wie nennt man  $\lambda_e$ ?

Hinweis: Benutzen Sie für ihre Berechnung Energie- und Impulserhaltung. Rechnen Sie nicht relativistisch;  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ,  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ ,  $h = 6,6262 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$ .

**Aufgabe 4: (2,5 + 2,5 + 2 = 7 Punkte)**

Eine metallische Blende wird durch eine von links einfallende ebene Welle mit Wellenvektor  $\vec{k}_i$  senkrecht beleuchtet. Die beiden inneren Spalte haben den Abstand  $2a$  und die beiden äußeren Spalte haben den Abstand  $3a$  voneinander.

- Berechnen Sie für die gezeigte Spalt-Anordnung die Beugungsintensität  $I/I_0$  als Funktion von  $k_x a$  in Fraunhofer-Näherung. Die Transmissionsfunktionen der einzelnen Spalte können durch Deltafunktionen approximiert werden.  $k_x$  ist die x-Komponente des Wellenvektors der gebeugten Welle.
- Skizzieren Sie das Beugungsbild als Funktion von  $k_x a$  im Intervall  $[-4\pi \dots +4\pi]$ .
- Wie ändert sich das Beugungsmuster, wenn die Phase des Lichts der beiden äußeren Spalte durch Phasenplatten um  $180^\circ$  verzögert wird?



Nützliche Relationen:

$$\cos x - \cos y = -2 \cdot \sin \frac{x+y}{2} \cdot \sin \frac{x-y}{2} \quad \text{bzw.}$$

$$\cos x + \cos y = 2 \cdot \cos \frac{x+y}{2} \cdot \cos \frac{x-y}{2}$$