

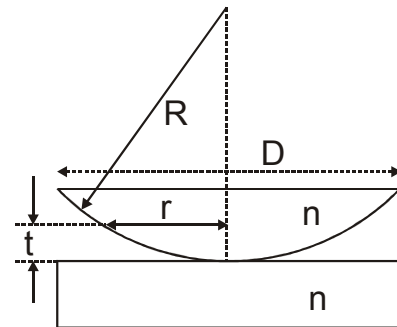
**Aufgabe 31: (2 + 1,5 + 1,5 = 5 Punkte)**

Mit einem Polarisator und einem  $\lambda/4$ -Plättchen wird aus unpolarisiertem Licht rechts-zirkular polarisiertes Licht (d.h.  $\sigma^-$ ) hergestellt, das dann an einem Spiegel senkrecht in sich selbst zurück reflektiert wird. Das reflektierte Licht trifft im Anschluss wieder auf das  $\lambda/4$ -Plättchen und den Polarisator.

- Welche Polarisation weist das Licht nach der Reflexion am Spiegel auf (anschauliche Begründung ohne Rechnung)? Durch welche Jones-Matrix lässt sich die Reflexion am Spiegel demnach beschreiben? Zeigen Sie, dass Ihre Matrix tatsächlich zur richtigen Polarisation führt.
- Welche Stellung muss der Polarisator gegenüber dem  $\lambda/4$ -Plättchen haben, damit nach dem  $\lambda/4$ -Plättchen das Licht wirklich rechts-zirkular polarisiert ( $\sigma^-$ ) ist. Geben Sie den Jones-Vektor des Lichts vor dem  $\lambda/4$ -Plättchen an und zeigen Sie durch Anwendung der entsprechenden Jones-Matrix, dass nach dem  $\lambda/4$ -Plättchen  $\sigma^-$ -Licht entsteht.
- Berechnen Sie die Polarisation des Lichts, nachdem es vom Spiegel reflektiert und erneut durch das  $\lambda/4$ -Plättchen getreten ist. Was folgt daraus für die Intensität des ausfallenden Lichts hinter dem Polarisator (Rechnung nicht erforderlich)?

**Aufgabe 32: (2 + 1,5 + 1,5 = 5 Punkte)**

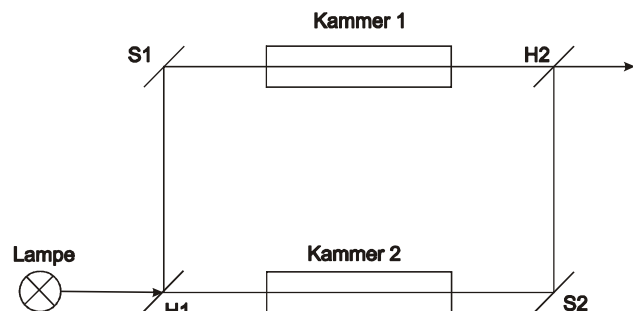
Eine Anordnung zum Ausmessen von Newtonschen Ringen besteht aus einer Glaslinse (Krümmungsradius  $R = 10$  m, Durchmesser  $D = 4$  cm,  $n = 1,5$ ), die auf einer ebenen Glasplatte liegt. Es entsteht eine dünne Luftschicht, deren Dicke  $t$  ( $t \ll R$ ) sich mit dem Radius  $r$  ändert. Das Interferenzmuster wird im reflektierten Licht beobachtet.



- Wie viele helle Ringe würde man bei Beleuchtung der Anordnung mit gelbem Licht ( $\lambda = 590$  nm) sehen?
- Wie groß ist der Durchmesser des 6. hellen Rings? Was ändert sich, wenn man den Luftspalt mit Wasser ( $n_w < n$ ) füllt? Wie groß ist dann der Durchmesser des 6. hellen Rings?
- Beobachtet man in der Mitte (am Auflagepunkt der Linse) ein Intensitätsmaximum oder ein Intensitätsminimum? Wie unterscheiden sich das transmittierte und das reflektierte Muster?

**Aufgabe 33: (2 + 1 = 3 Punkte)**

Mit einem Mach-Zehnder-Interferometer kann die Brechzahl von Gasen sehr genau bestimmt werden.



- Die Kammern der Länge  $l = 23$  cm sind mit Luft gefüllt. Die Brechzahl von Luft hängt vom Druck ab, und zwar ist  $dn/dp = 2,8 \cdot 10^{-4} \text{ bar}^{-1}$ . Wie groß ist die Druckdifferenz zwischen den beiden Kammern, wenn sich das Interferenzbild, das man zu Beginn des Versuchs sieht, zum ersten Mal wiederholt? Wie viele Hell-Dunkel-Durchgänge werden insgesamt beobachtet, wenn eine der beiden Kammern komplett evakuiert wird? Das verwendete Cd-Licht hat die Vakuumwellenlänge von  $\lambda_0 = 644$  nm. Der Luftdruck in den beiden Kammern beträgt zu Beginn des Versuchs  $p_0 = 1$  bar.
- Wie viele Hell-Dunkel-Durchgänge können tatsächlich beobachtet werden, wenn die spektrale Breite der Cd-Lampe  $\Delta\nu/\nu = 2 \cdot 10^{-2}$  beträgt? Nehmen Sie an, dass zu Beginn des Experiments der Gangunterschied zwischen den beiden Teilstrahlen Null ist.

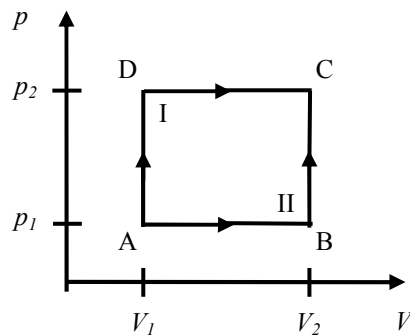
### **Aufgabe 34: (2 Punkte)**

In einem pneumatischen Feuerzeug wird ein Gasvolumen ( $T_1 = 20^\circ\text{C}$ ) adiabatisch auf  $1/10$  seines ursprünglichen Größe komprimiert, so dass der Flammpunkt des Feuerzeug-Benzins überschritten wird. Berechnen Sie die Temperatur  $T_2$  nach der Kompression. Nehmen Sie dazu an, dass das Feuerzeug-Benzin 3 Translations- und 2 Rotationsfreiheitsgrade hat.

### **Aufgabe 35: (2,5 + 1,5 = 4 Punkte)**

In der Vorlesung haben Sie gesehen, dass  $dU = \delta Q - p dV$  kein totales Differential ist, weil die Wärmemenge  $Q$  keine geeignete Zustandsgröße ist. Vielmehr hängt die aufgenommene oder abgegebene Wärmemenge bei einer Zustandsänderung vom Weg im Zustandsdiagramm ab. Verifizieren Sie diesen Aspekt anhand des hier gezeigten Beispiels:

Zustandsänderung eines idealen Gases von A nach C auf dem Weg I oder II



- Berechnen Sie *unter Verwendung der Wärmekapazität* die Wärmemenge  $\Delta Q_I$  bzw.  $\Delta Q_{II}$ , die 1 mol eines idealen Gases aufnimmt, wenn sein Zustand auf dem Weg A-D-C (I) bzw. A-B-C (II) von A nach C verändert wird. Betrachten Sie dazu zunächst die einzelnen isochoren bzw. isobaren Prozesse und bilden anschließend die Summe der beiden beteiligten Beiträge für den betrachteten Weg. Zeigen Sie dann, dass die Differenz der aufgenommenen Wärmemengen zwischen beiden Wegen  $\Delta Q_{I-II} = \Delta Q_I - \Delta Q_{II}$  für  $p_2 > p_1$  und  $V_2 > V_1$  stets größer als null ist. (Wäre  $Q$  eine Zustandsgröße, müsste die Differenz null sein!)
- In a) haben Sie gezeigt, dass je nach Weg dem Gas eine unterschiedliche Wärmemenge zugeführt werden muss, um es vom Zustand A nach C zu überführen. Die Differenz der inneren Energie  $U$  zwischen A und B ist aber wegunabhängig, weil  $U$  eine Zustandsgröße ist. Demnach muss die Wärmeenergie  $\Delta Q_{I-II}$ , die auf dem Weg I mehr benötigt wird als auf dem Weg II, bei der Zustandsänderung als zusätzliche mechanische Arbeit wieder abgegeben worden sein. Berechnen Sie nun  $\Delta Q_{I-II}$ , indem Sie die Differenz der vom Gas geleisteten mechanischen Arbeit auf den Wegen I und II betrachten. Zeigen Sie, dass sich tatsächlich das gleiche Ergebnis wie in a) ergibt.