

## Übungsblatt 6

Ausgabe: 08.12.2020

Abgabe: 15.12.2020 vor 10:00 Uhr (ILIAS)

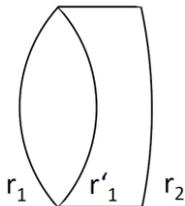
Besprechung: 17.12.2020 (Übungen in MS Teams)

**Vom 14.12 (Montag) bis zum 18.12.2020 (Freitag) können Sie die Vorlesung und die Übungen in Onlineumfragen evaluieren. Die beiden Links dazu finden Sie in ILIAS. Wir freuen uns über Ihre Beteiligung!**

### Aufgabe 1

5 Punkte

Eine Kombination aus einer symmetrischen Bikonvexlinse ( $r_1 = -r'_1$ ) und einer Konvexkonkavlinse soll als Achromat bei der Wellenlänge  $\lambda_0$  wirken. Die Brennweite dieses Achromaten soll 250 mm betragen. Die Bikonvexlinse besteht aus Kronglas mit einem Brechungsindex von  $n_1 = 1,621$  und einer Dispersion  $dn_1/d\lambda = -0,06 \mu\text{m}^{-1}$  bei  $\lambda_0$ . Die Konvexkonkavlinse besteht aus Flintglas mit einem Brechungsindex von  $n_2 = 1,618$  und einer Dispersion  $dn_2/d\lambda = -0,15 \mu\text{m}^{-1}$  bei  $\lambda_0$ .



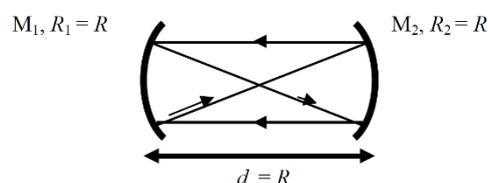
Berechnen Sie die Krümmungsradien  $r_1$  und  $r_2$  der beiden Linsen. Nehmen Sie an, dass beide Linsen dünn sind und einen vernachlässigbaren Abstand zueinander haben. Für die Brechkraft  $D$  muss beim Achromaten gelten:  $dD/d\lambda = 0$ .

### Aufgabe 2

5 Punkte

Die Skizze unten zeigt einen sogenannten konfokalen Resonator, wie er oft in Lasersystemen eingesetzt wird. Er besteht aus zwei identischen, konkaven, sphärischen Spiegeln, zwischen denen das Licht hin und her reflektiert wird. Der Abstand  $d$  der Spiegel ist identisch mit dem Krümmungsradius  $R$  beider Spiegel.

Zeigen Sie mit Hilfe der Matrix-Methode aus der Vorlesung, dass ein Lichtstrahl, der unter einem beliebigen Winkel vom linken Spiegel aus nach rechts läuft, nach vier Reflexionen wieder seinen Ausgangszustand einnimmt, so dass der gleiche Weg erneut durchlaufen wird und das Licht den Resonator nicht verlässt. Benutzen Sie die Matrizen für Translationen und für Hohlspiegel.



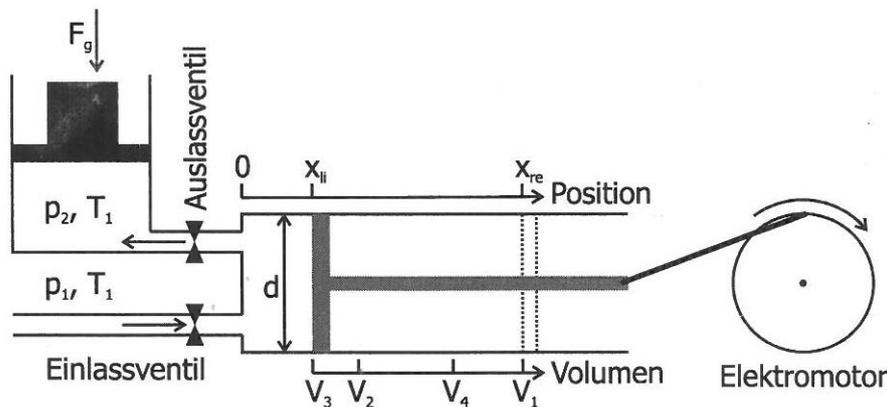
### Aufgabe 3

8 Punkte

Ein Druckbehälter, in dem über die Gewichtskraft  $F_G$  eines Stempels ein konstanter Druck  $p_2$  aufrechterhalten wird, soll mit Hilfe eines Kompressors mit Luft (ideales zweiatomiges Gas) aufgefüllt werden. Der Arbeitszyklus verläuft folgendermaßen:

Bei Umgebungsdruck  $p_1$  wird der Kolben mit Hilfe eines idealen Elektromotors (der zugleich ein idealer Generator ist, d.h. eine verlustfreie Umwandlung von elektrischer Energie in mechanische Arbeit und umgekehrt ermöglicht) ausgehend von der rechten Endstellung  $x_{re}$  nach links gedrückt. Sobald der Druck  $p_2$  erreicht ist, öffnet sich das Auslassventil und bleibt offen, bis die linke Endstellung  $x_{li}$  des Kolbens erreicht ist. Nun wird das Auslassventil geschlossen und der Kolben bewegt sich zurück zur rechten Endstellung, wobei unterwegs bei Erreichen des Umgebungsdruck  $p_1$  das Einlassventil geöffnet wird. Die Außenseite des Zylinders befindet sich in Kontakt zu einer Kühlflüssigkeit, die eine konstante Temperatur  $T_1$  des Arbeitsgases in allen Prozesszyklen aufrecht erhält. Vernachlässigen Sie im Folgenden die Volumina aller Leitungen und Ventile.

Zahlenwerte:  $p_1 = 10^5$  Pa,  $p_2 = 10^6$  Pa,  $T_1 = 300$  K,  $x_{li} = 1$  cm,  $x_{re} = 20$  cm,  $d = 35,683$  cm



- Zeichnen Sie ein  $p$ - $V$ -Diagramm des Vorgangs. **1 Punkt**
- Berechnen Sie die geleistete Arbeit des beschriebenen Kompressors pro Zyklus.  
Hinweis: In die Berechnung muss für jeden Prozessschritt die Druckdifferenz zwischen dem Inneren und dem Äußeren des Behälters eingehen. **2,5 Punkte**
- Welche mittlere Leistung muss dem Stromnetz entnommen werden, um das Druckreservoir mit einer Rate von 240 l/min zu füllen? **0,5 Punkte**
- Welche Wärmemenge wird pro Sekunde an die Kühlflüssigkeit abgegeben? **1 Punkt**
- Wiederholen Sie die Aufgabenteile a) und b) für den Fall, dass die Kühlung ausfällt. Der Kompressor sei thermisch isoliert. Wie unterscheidet sich das  $p$ - $V$ -Diagramm von a)? Welche Temperatur  $T_2$  nimmt das Gas im Druckreservoir an? **3 Punkte**

### Aufgabe 4

2 Punkte

Ein Kühlschrank arbeitet zwischen einer Innentemperatur von  $7^\circ\text{C}$  und einer Außentemperatur (am Wärmetauscher) von  $35^\circ\text{C}$ . Um wieviel Prozent steigt der Energieverbrauch, wenn durch Wärmestau im Kondensator die Außentemperatur um  $5^\circ\text{C}$  zunimmt? Gehen Sie davon aus, dass die Kältemaschine einen inversen Carnotprozess verwendet.

**BETTER  
TOGETHER**

GEMEINSAM GEGEN BLUTKREBS

**1. – 24.  
Dezember**

Registriere Dich  
jetzt als  
Stammzellen-  
spender!  
Digital, kostenlos  
und bequem von  
Zuhause aus.

[www.dkms.de/studis-ka](http://www.dkms.de/studis-ka)

IMMUNFACHSCHAFT

**DKMS**

AStA

**AStA**<sup>KIT</sup>

asta

HfM Karlsruhe

**StuV**

**StuVe**

DHBW

Digital Health  
Research Center

**StuV**

Stammzellen  
Kampagne

