

ÜBUNGSAUFGABEN (XIV)

(Besprechung am Donnerstag, 7.02.2013)

Bitte beachten Sie folgende Termine:

Anmeldung zur Vorleistung:	01.10.2012 bis 07.02.2013
Anmeldung zur ersten Klausur:	11.02.2013 bis 10.03.2013 (evtl. verzögerter Beginn)
Erste Klausur:	12.03.2013, 14:30 - 17:00 Uhr
Zweite Klausur:	08.04.2013, 14:00 - 16:30 Uhr

Achtung: Die genannten Anmeldetermine sind **Ausschlussfristen**. Eine nachträgliche Anmeldung ist nicht möglich. Nähere Einzelheiten finden Sie zu gegebener Zeit auf der Homepage der Vorlesung. Bitte schauen Sie immer erst dort nach, wenn Sie aktuelle Informationen suchen.

Aufgabe 1: (5 Bonuspunkte)

Eine digitale Spiegelreflexkamera lässt sich auf einfache Weise in eine Lochkamera umfunktionieren, indem das Objektiv durch eine Lochblende ausgetauscht wird.¹ Diese befindet sich in einem Abstand von $z = 50$ mm vor dem Sensor. Welchen Radius r' erhält man dann bestenfalls für das Bild eines Punktobjekts in großer Entfernung, wenn man den Lochradius r frei wählen kann und zur Belichtung grünes Licht der Wellenlänge $\lambda = 550$ nm dient? Wieviele Pixel benötigt ein Sensor der Größe 15.0 mm \times 22.5 mm (APS-C) demzufolge mindestens, um eine Szene mit „bester“ Auflösung abzubilden? Wie ändert sich die notwendige Belichtungszeit T im Vergleich zu einem „echten“ Objektiv mit Blendenzahl $N = 2.8$?

Hinweis: Das Licht, welches das Loch passiert, werde einfachheitshalber als ein Gaußscher Strahl mit Radius $w_0 = r$ genähert, der Radius des Bildes auf dem Sensor ist dann entsprechend $r' = w(z)$ (vgl. Vorlesung).

Aufgabe 2: (5 Bonuspunkte)

Die molare Masse des Gases Kohlenstoffdioxid ist deutlich größer als die von Luft. Warum sinkt es dann nicht im Gravitationsfeld zu Boden? Betrachten Sie dazu zwei ideale Gase A und B mit molarer Massendifferenz $\Delta M = M_A - M_B > 0$ und gleicher Molzahl n , die in einem Quader der Höhe $h = 1$ km eingeschlossen sind. Die Gase können in den Extremfällen entweder vollständig vermischt (Zustand 1) oder bzgl. der Höhe vollständig getrennt sein (Zustand 2). Berechnen Sie die Energiedifferenz ΔU und die Entropiedifferenz ΔS dieser beiden Zustände im Gravitationsfeld der Erde bei konstanter Temperatur $T = 300$ K (Wärmebad). Bestimmen Sie dann mit Hilfe der freien Energie F den Minimalwert von ΔM , für den das schwerere Gas A im thermodynamischen Gleichgewicht zu Boden sinkt, die Gase also separiert werden.

Hinweise: Nehmen Sie einfachheitshalber an, dass der Druck P im Behälter konstant und somit unabhängig von der Höhe im Gravitationsfeld ist. Zur Bestimmung der potentiellen Energie der Gase reicht es, ihre Schwerpunkte zu betrachten.

¹<http://www.enjoyyourcamera.com/Rising:::139.html>; ein schwarzer Karton mit Loch geht auch, wenn die Auslösesperre aufgrund des fehlenden Objektivs überwunden werden kann.

Aufgabe 3: (5 Bonuspunkte)

Die kugelförmige Raumstation vom Radius R und Oberflächentemperatur $T_0 = -17^\circ\text{C}$ (vgl. frühere Aufgabe) soll mit einer künstlichen Atmosphäre aus Luft versehen werden, welche durch eine sphärische Glashülle geschützt wird, deren Höhe im Vergleich zu R vernachlässigbar klein ist. Die Atmosphäre und die Glasinnenseite seien mit der Stationsoberfläche im Temperaturgleichgewicht. Das Glas sei für das Sonnenlicht vollständig transparent, für die Temperaturstrahlung der Station dagegen völlig undurchlässig; seine Wärmeleitfähigkeit betrage $\kappa = 0.5 \text{ W/K m}$. Wie muss die Dicke d der Glashülle gewählt werden, damit die Oberflächentemperatur der Station angenehme $T'_0 = 20^\circ\text{C}$ annimmt („Treibhauseffekt“)? Auf welchen Wert ändert sich T'_0 für die gleiche Dicke d wenn die Luft als Wärmeleitmedium zwischen Stationsoberfläche und Glashülleninnenseite fehlt?

Tipp: Es werden im Wesentlichen nur das Stefan-Boltzmann-Gesetz sowie die erste Wärmeleitungsgleichung benötigt. Beginnen Sie bei der Berechnung der Strahlungs- und Wärmeflüsse mit der Emission der äußeren Glasoberfläche.