

Aufgabe 1 (9 Punkte):

Eine Wärmekraftmaschine (Arbeitsgas: Stickstoff, Teilchenzahl N fest) durchläuft folgenden Kreisprozess in drei Schritten. (V_0, p_0) seien gegeben:

- Zustandsänderung von (V_0, p_0) nach $(3 \cdot V_0, p_0)$ auf einer Isobaren im (p, V) -Diagramm

- isochore Zustandsänderung von $(3 \cdot V_0, p_0)$ nach (V_1, p_1)

- Isotherme Zustandsänderung zurück zum Ausgangspunkt (V_0, p_0)

a) Skizzieren Sie den Kreisprozess im (p, V) -Diagramm).

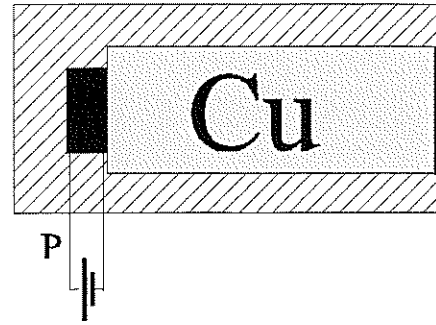
b) Geben Sie (V_1, p_1) an.

c) Berechnen Sie die in einem Umlauf geleistete mechanische Arbeit.

d) Geben Sie die höchste und die niedrigste auftretende Temperatur an.

Aufgabe 2 (7 Punkte):

Ein Kupferstab (Länge $L = 1\text{ m}$, Querschnitt $A = 10\text{ cm}^2$, Wärmeleitkoeffizient $\lambda_{\text{Cu}} = 400 \frac{\text{W}}{\text{mK}}$) sei, bis auf eine seiner Stirnseiten, ideal isoliert. Die freie Stirnseite sei ideal geschwärzt. An der anderen Stirnseite sei eine Heizpatrone mit der konstanten Leistung $P = 10\text{ W}$ befestigt. Auch die Heizpatrone sei nach außen hin isoliert (s.



Skizze). Der Einfluss der Umgebungstemperatur werde vernachlässigt.

- Welche Temperatur nimmt die offene Stirnseite des Kupferstabes im Gleichgewicht (nach langer Zeit) an ? (Hinw.: Nur Wärmestrahlung berücksichtigen)
- Welche Temperatur nimmt die isolierte (geheizte) Seite an ?

[Zahlenwerte abschätzen, Stefan-Boltzmann-Konstante: $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}^4}$]

Aufgabe 3 (8Punkte):

Auf einem weit entfernten heißen Stern befindet sich ein Gas, dessen Atome (Masse $m = 2 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$) eine charakteristische Wellenlänge $\lambda_0 = 600 \text{ nm}$ emittieren. Tatsächlich beobachten wir aber auf der Erde Wellenlängen zwischen $\lambda_0 - \Delta\lambda$ und $\lambda_0 + \Delta\lambda$, $\Delta\lambda = 0.01 \text{ nm}$ (Auf Grund des Dopplereffektes durch die thermische Bewegung der Atome).

a) In welchem Geschwindigkeitsbereich bewegen sich die Wasserstoffatome ?

b) Schätzen Sie die Temperatur auf dem Stern ab.

[Hinw.: Sie dürfen zur Vereinfachung annehmen, dass sowohl die Erde als auch der Stern ruhen. $k_B = 1.38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}}$, $c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$]

Aufgabe 4 (7 Punkte):

Untersuchen Sie ein das Beugungsbild eines Vierfachspaltes, Abstand jeweils D , die einzelnen Spalte seien beliebig schmal.

- a) Geben sie einen Winkel $\alpha \neq 0$ an, unter dem man ein Intensitätsmaximum beobachtet.
- b) Geben Sie einen Winkel an, unter dem die Intensität verschwindet.
- c) Geben Sie alle Winkel an, unter denen die Intensität verschwindet.

Aufgabe 5 (8 Punkte):

Erklären sie die Funktionsweise eines Rasierspiegels.

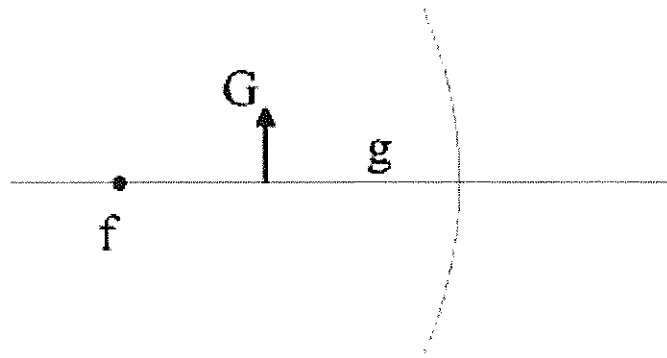
a) Wie muss der Spiegel gekrümmt sein, damit paralleles Licht in einen Punkt f reflektiert wird? (ohne Beweis)

b) Nehmen Sie an, dass der Gegenstand G sich in einer Entfernung $g < f$ vom Spiegel entfernt befindet (s. Skizze).

Skizzieren Sie die charakteristischen Strahlen und konstruieren Sie das sich ergebende Bild.

c) handelt es sich um ein reelles oder ein virtuelles Bild?

d) berechnen Sie die Größe des Bildes B und die Bildweite b . [Hinw.: Hier dürfen Sie annehmen, dass die Krümmung des Spiegels sehr klein ist.]



Aufgabe 6 (8 Punkte):

Die von der Sonne auf der Erdoberfläche pro Zeit- und Flächeneinheit eintreffende Strahlungsenergie ist etwa 1000 W/m^2 („Solarkonstante“). Nehmen Sie an, dieses Licht hätte eine mittlere Wellenlänge von $\lambda = 500 \text{ nm}$

- a) Wie viele Photonen treffen pro Zeit- und Fläche auf der Erdoberfläche auf
- b) welchen Impuls besitzt das einzelne Photon
- c) Das Licht falle senkrecht auf einen $10 \times 10 \text{ cm}^2$ großen (idealen) Spiegel. Welche Kraft wirkt auf den Spiegel.

[Hinw. Aus der Mechanik wissen wir dass die Kraft gleich dem Impulsübertrag pro Zeit ist]

[$h = 6.62 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, $k_B = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$]