

Experimentalphysik III Prof. M. Bargheer	Übungen: Wouter Koopman, Marc Herzog, Matthias Rössle	WS 2016/17 Zum 10.1.17
--	--	----------------------------------

Aufgabenblatt 10

I) Gelerntes wiedergeben

- Wie ist die Kelvin-Temperatur (absolute Temperatur) definiert?
- Sagen Sie mit Worten, warum bei der Herleitung des Drucks durch ein Gas in der kinetischen Gastheorie sich $p \sim v^2$ ergibt
- Wie lautet das ideale Gasgesetz?

II) Einfache Aufgaben

***II.19. Boltzmann-Verteilung:** Wenn $dP = f(E)dE$ die Wahrscheinlichkeit ist, ein Teilchen mit Energien zwischen E und $E+dE$ anzutreffen, dann nennt man $f(E)$ die Verteilungsfunktion. Zeigen sie, dass $1/b$ die mittlere Energie ist, wenn die Verteilungsfunktion (wie in der Vorlesung gezeigt) die folgende Form hat: $f(E) = a e^{-bE}$. Dazu müssen Sie ein Integral ähnlich der Schwerpunktsbestimmung eines Körpers lösen.

II.20. Ein Kubikzentimeter Gold (Würfel) enthält viele Elektronen (Elektronendichte $n = 5.9 \cdot 10^{22} \text{ cm}^{-3}$.) Wie groß wäre der Druck auf die Endflächen, wenn Elektronen ein ideales Gas bei $T = 293 \text{ K}$ wären?

***II.21.** Die Aluminiumkugel aus der Vorlesung hat bei Raumtemperatur 20°C einen Außendurchmesser von exakt 7 cm . Der Ring, auf dem man die Kugel ablegen kann, wenn sie erhitzt ist, hat einen Innendurchmesser von $7,05 \text{ cm}$. Der Volumenausdehnungskoeffizient von Aluminium ist $\beta = 6.9 \cdot 10^{-5} \text{ 1/K}$.

- Wie heiß muss man die Kugel machen, damit sie durch diesen Ring nicht durchrutscht?
- Rechnen Sie mal zum Spaß aus, wie groß die Kugel unter der Annahme eines temperaturunabhängigen Koeffizienten $\beta = 6.9 \cdot 10^{-5} \text{ 1/K}$ beim absoluten Nullpunkt wäre.
- Ist das Ergebnis aus b) sinnvoll?

III) Vertiefende Aufgaben

III. 16) Gleichverteilungssatz und Schweredruck in Gasen

- Bestimmen Sie die mittlere Geschwindigkeit von Stickstoff, Sauerstoff, Wasserstoff und Argon (N_2 , O_2 , H_2 und Ar) in der Umgebungsluft bei Raumtemperatur. Suchen Sie die Massen m im Periodensystem heraus.
- Wenn diese Atome mit dieser Geschwindigkeit im Vakuum senkrecht im Gravitationsfeld der Erde nach oben fliegen würden: Bis zu welcher Höhe kämen sie? Leiten Sie eine allgemeine Formel für $h(m)$ her.
- Der Druck von Gasen ist proportional zur Anzahl der Teilchen. Er setzt sich additiv aus den Partialdrücken zusammen. Am Erdboden findet man 0.934% Volumenanteil Ar und 78.084% N_2 . Berechnen Sie (unter der Annahme einer isothermen Atmosphäre) das Verhältnis der Volumenanteile von Ar und N_2 in 10000 m Höhe. Setzen Sie zur Abschätzung der relativen Wahrscheinlichkeit die Boltzmannverteilung an, bei der die Energie W gleich der potentiellen Energie im Erdanziehungsfeld ist.

II 17.) Sie erzeugen einen Molekularstrahl, indem Sie Gas in einem Ofen auf eine Temperatur von ca. 2000 K erhitzen und durch eine Düse expandieren. Durch Vermessung der Linienbreite der Moleküle messen Sie eine „Translationstemperatur“ von $T = 1 \text{ K}$.

- Plotten Sie quantitativ die Geschwindigkeitsverteilung der Moleküle, wenn die Masse eines Moleküls 32 Atomare Masseneinheiten ist.
- Wenn Sie den Molekülstrahl nun für ca. 1 s in ein isoliertes Gefäß einstrahlen, das Sie dann schnell verschließen: Wie heiß ist das so eingesperrte Gas? Wie sieht die Geschwindigkeitsverteilung aus?

Formulieren Sie bis zum 18. 1. Fragen zur Vorlesung und den Übungen, indem Sie mit ihren Kommilitonen diskutieren.
Geben Sie die Fragen an die Übungsleiter weiter.