

Grundlagen der Physik II Sommersemester 2005
Blatt 11 Besprechung am 20. und 23. Juni

1. Wie häufig müssten Sie in einer Sekunde einen 100 g schweren Tennisball mit der Geschwindigkeit $v = 100 \text{ km/h}$ senkrecht auf eine 1 m^2 große Platte schlagen, damit sie dadurch einen mittleren Druck von 1013 hPa auf die Platte ausüben? Wie ändert sich diese Häufigkeit, wenn sie nun aus jeder Richtung gleich wahrscheinlich auf die Platte schlagen?
2. Die Sonne bestehe aus idealem Wasserstoffatomgas (H nicht H_2). Berechnen Sie den Druck, der im Inneren der Sonne herrscht unter der Annahme, daß die Dichte ρ des Gases konstant bleibt. Der Druck berechnet sich aus der Gravitationskraft, die zwischen jeder differentiellen Kugelschale und der darunter liegenden Kugel herrscht.
3. Schätzen Sie nun die Temperatur im Inneren der Sonne mit ihrem Ergebnis aus Aufgabe 2. ab. Wenn Sie nun berücksichtigen (nur qualitativ!), daß sich die Dichte des Wasserstoffatomgases ändert, ist dann die Temperatur im Kern der Sonne höher oder niedriger?
4. Die *van der Waals*-Gleichung realer Gase lautet:

$$\left(p + \frac{an^2}{V^2}\right)(V - bn) = nRT.$$

Berechnen Sie den kritischen Druck, die kritische Temperatur und das kritische Volumen in Abhängigkeit von den van der Waals-Konstanten a und b vermöge der Bedingungen $dp/dV = 0$ und $d^2p/dV^2 = 0$ am kritischen Punkt. Bestimmen Sie a und b aus den kritischen Größen T_K , p_K , V_K .

5. Berechnen Sie das Volumen eines Moles von H_2O , CO_2 und He bei der Temperatur $T = 101^\circ \text{C}$ und dem Druck $p = 1013 \text{ hPa}$, wenn sie diese Gase als ideale bzw. reale Gase betrachten (für das reale Gas reicht eine numerische Lösung). Diskutieren Sie die Übereinstimmungen und Unterschiede!

$$\begin{aligned} T_{K,He} &= 5,3 \text{ K}, \quad p_{K,He} = 0,222 \cdot 10^6 \text{ Pa}, \quad V_{K,He} = 0,576 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{mol} \\ T_{K,CO_2} &= 304,2 \text{ K}, \quad p_{K,CO_2} = 7,16 \cdot 10^6 \text{ Pa}, \quad V_{K,CO_2} = 0,957 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{mol} \\ T_{K,H_2O} &= 647,2 \text{ K}, \quad p_{K,H_2O} = 21,35 \cdot 10^6 \text{ Pa}, \quad V_{K,H_2O} = 0,45 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{mol} \end{aligned}$$

6. Berechnen Sie die Molekülgröße folgender Gase aus ihren van der Waals-Konstanten: H_2 , O_2 , N_2 , Wasserdampf und Butan. Vergleichen Sie ihr Ergebnis mit der Größe von Wassermolekülen die sich ergibt wenn Sie annehmen, daß jedes Wassermolekül in der Flüssigkeit einen identischen Würfel ausfüllt.
7. Welche Gase – H_2 , O_2 , N_2 , CO_2 und Butan – sind bei Zimmertemperatur und $p = 100 \text{ bar}$ in der Gasdruckflasche mit 40 l Volumen flüssig?
8. Geben Sie die reduzierte Darstellung der van der Waals Gleichung an, bei der nur die Verhältnisse T/T_K , V/V_K , p/p_K statt der Konstanten a , b vorkommen. Worin besteht der Vorteil dieser Darstellung der van der Waals-Gleichung, wenn sie das Verhalten unterschiedlicher Gase vergleichen möchten?
9. Lösen Sie die *van der Waals*-Gleichung realer Gase vermöge der *Cardanischen Lösungsformeln* nach dem Volumen V auf. Erklären und interpretieren Sie, wann und warum es manchmal drei und manchmal eine reelle Nullstelle V der *van der Waals*-Gleichung gibt.
10. Bestimmen Sie numerisch die Lage der *Maxwell* Geraden für CO_2 bei 273 K und für H_2 bei 25 K .

	van der Waals Konstanten	H_2	O_2	N_2	CO_2	H_2O	Butan
ab einschließlich Aufgabe 6.:	a in $10^{-6} [\text{bar m}^6/\text{mol}^2]$	0,25	1,37	1,2	3,62	5,55	14,9
	b in $10^{-5} [\text{m}^3/\text{mol}]$	2,67	3,16	3,85	4,25	3,1	12,5