

Van der Waals Gleichung und die Korrekturgrößen

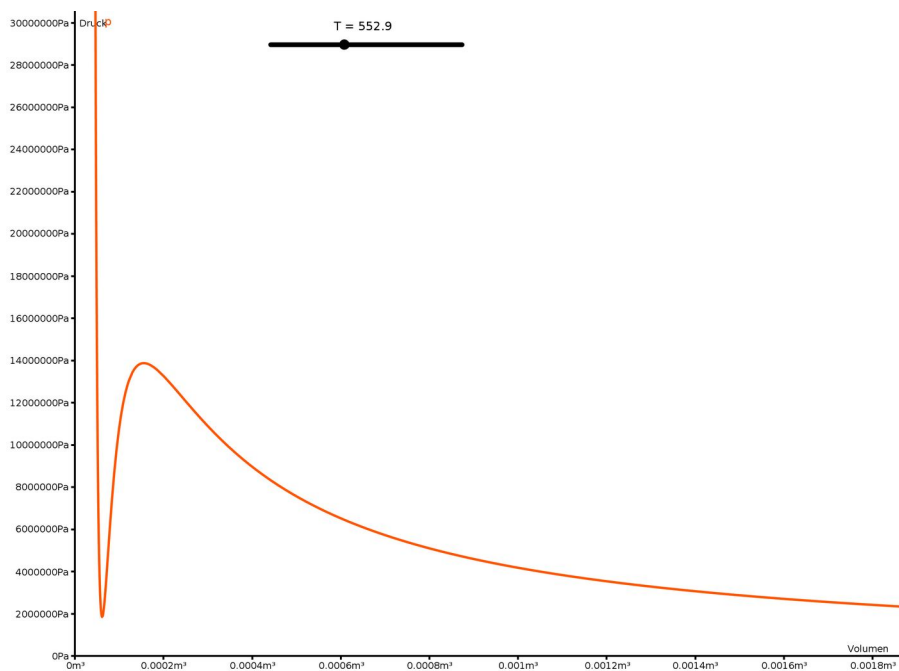


Abb. 1: P-V Diagramm

Zubehör:

Rechner mit GeoGeBra, 2 „Roller Coaster“ – Bahnen, Kugeln, Abdeckung

Beschreibung:

Das pV-Diagramm von Wasser kann (z.B. mit GeoGebra) als Funktion dargestellt werden wie in Abb. 1. Die Funktion lautet:

$$\left(p + \frac{n^2 a}{V^2}\right) (V - nb) = nRT \iff p(V) = -\frac{an^2}{V^2} + RT \left(\frac{n}{V} - \frac{1}{b}\right)$$

Zu der Korrekturgröße des „Binnendruckes“ a kann ein Versuch gezeigt werden, der klar macht warum mehr Teilchen pro Volumen zu veränderten Stoßzeiten führen. Dafür wird unter einem Sichtschutz eine Reihe von 4 oder mehr gleichen Stahlkugeln gelegt, die sich gegenseitig berühren und auf einer dazu parallelen Bahn nur eine Kugel. Von einer Stufe

wird dann zeitgleich auf jeder Bahn eine Kugel gestartet. Unter dem Sichtschutz führt dann die schnelle Impulsausbreitung durch mehrere Kugeln dazu dass die Kugel auf dieser Bahn den Sichtschutz mit Vorsprung verlässt. In Abb. 2 bis Abb. 4 ist dieser Prozess ohne Abdeckung gezeigt. Das Auditorium kann gefragt werden was unter der Abdeckung passiert ist.

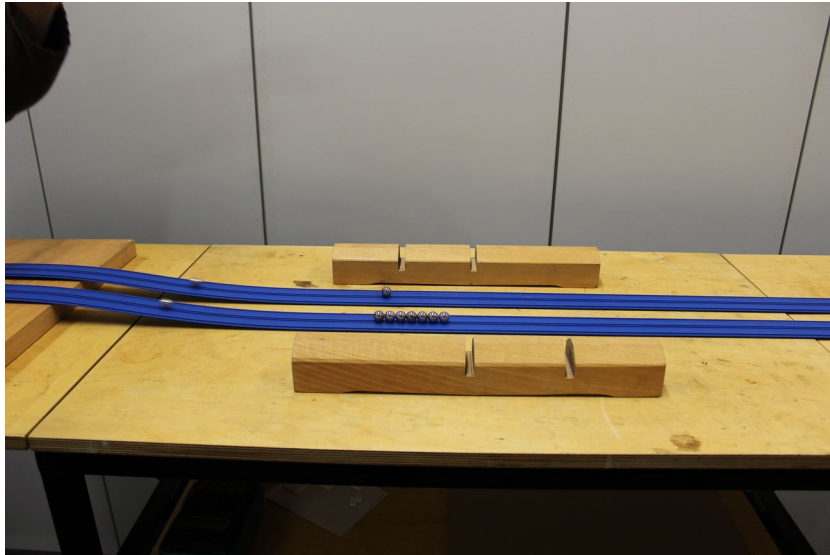


Abb. 2: Kugeln kommen von links.

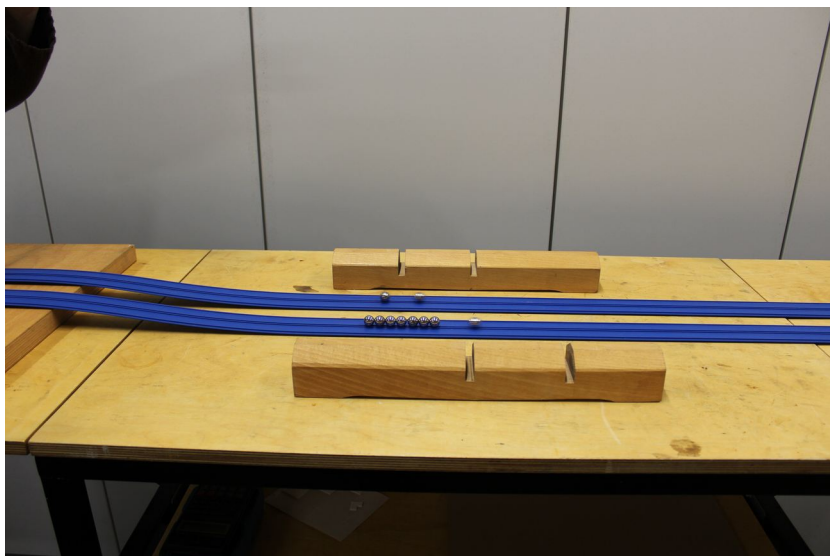


Abb.3: Nach dem Stoß.

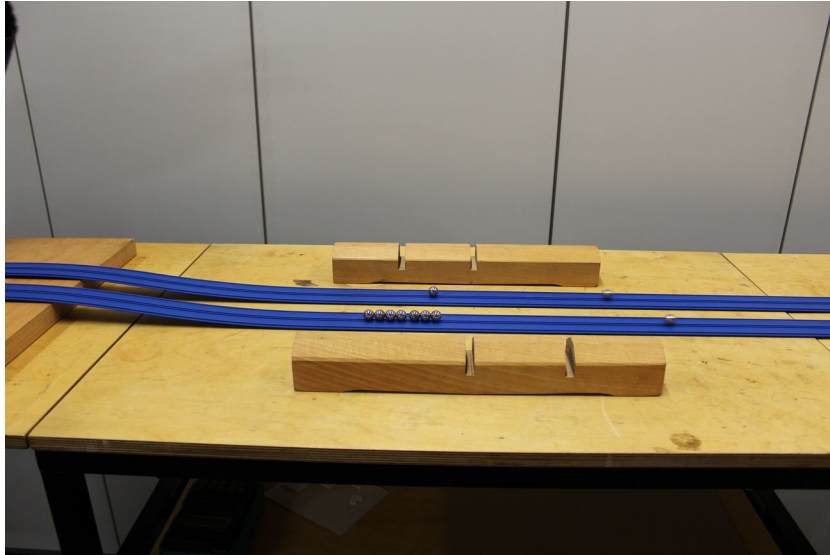


Abb. 4: Die Kugel mit mehr Stoßpartnern verlässt als erste den „Tunnel“.

Bemerkungen:

Die Van Der Waals Gleichung für 1 mol Wasser wird im pV-Diagramm gezeigt, als Parameter kann die Temperatur variiert werden.

R ist die allgemeine Gaskonstante $R = 8,3144 \text{ J}/(\text{mol K})$

T die Temperatur in Kelvin

T_c : kritische Temperatur von Wasser (647 K)

p_c : kritischer Druck von Wasser (22,1 MPa)

a ist gegeben durch $27(R^2 T_c^2) / (64 p_c)$

b ist gegeben durch : $R T_c / (8 p_c)$

wobei: $p_c = 1/27 (a/b^2)$ und $T_c = 8/27 (a/(R b))$

(aus Gerthsen Physik Kap. 10.4.1)