

Gase

Das Modell des einatomigen idealen Gases

Wenn der *Druck nicht zu gross*, und die *Temperatur nicht zu tief* ist (das heisst, wenn das Gas weit weg vom flüssigen Zustand ist), verhalten sich alle Gase gleich.

Dann lässt sich das Verhalten eines Gases sehr gut mit der Modellvorstellung des einatomigen idealen Gases beschreiben:

- Die Gasatome sind winzig klein im Vergleich zum Abstand, den sie zwischeneinander haben
- Ausser bei Zusammenstößen wirken keine Kräfte auf die Gasatome
- Alle Zusammenstöße sind vollkommen elastisch
- Die Gasatome sind in ständiger, ungeordneter Bewegung

Gasgleichung

Ende 17. und Anfang 18. Jahrhundert wurden experimentell die folgenden Zusammenhänge gefunden:

Für eine bestimmte Gasmenge (das heisst für eine gewisse Anzahl Gasatome oder -moleküle) gilt:

Bei konstanter Temperatur (isotherme Zustandsänderung) ist p umgekehrt proportional zu V
(Gesetz von Boyle-Mariotte)

Bei konstantem Volumen (isochore Zustandsänderung) ist p proportional zu T (in K)
(Gesetz von Gay-Lussac)

Bei konstantem Druck (isobare Zustandsänderung) ist V proportional zu T (in K)
(Gesetz von Amontons)

Zusammengefasst:

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} = \text{konstant}$$

Gehe zu:

https://phet.colorado.edu/sims/html/gas-properties/latest/gas-properties_de.html

Wähle «Ideal» und pumpe ein paar Gasteilchen in den Behälter. Wähle bei *Druck* die Einheit kPa. Setze ein Häkchen bei *Breite*. Probiere aus, was passiert, wenn du das Volumen (durch ziehen am Griff) oder die Temperatur (durch Heizen oder Kühlen) veränderst (zB halbiertst oder verdoppelst). Beobachte jeweils die Temperatur- und die Druckanzeige. Wähle nacheinander unter *Konstant halten* «Volumen», «Druck» und «Temperatur» aus.

Zustandsgleichung idealer Gase

Wenn man im Gesetz des idealen Gases für die Konstante den Wert $n \cdot R = N \cdot k$ einsetzt, erhält man die Zustandsgleichung idealer Gase:

$$p \cdot V = N \cdot k \cdot T = n \cdot R \cdot T$$

wobei

$$N = n \cdot N_A$$

Ordne die Symbole richtig zu:

: Druck in

: Volumen in

: Temperatur in

: Anzahl Gasatome oder -moleküle

: Stoffmenge (Anzahl Mol)

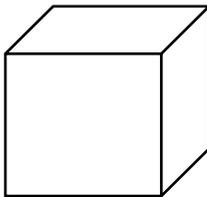
: Avogadro-Konstante = $6.02 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}}$

: Universelle Gaskonstante = $8.31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$

: Boltzmann-Konstante = $1.38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}}$

Gasdruck und Geschwindigkeit der Gasteilchen

Der Druck, den ein Gas auf die Wände des Behälters ausübt, kommt zustande, weil ständig Gasmoleküle mit hoher Geschwindigkeit auf die Wände prasseln. Wir betrachten einen Würfel der Kantenlänge s , in dem sich N Gasmoleküle mit der durchschnittlichen Geschwindigkeit v tummeln.



Druck auf eine Seitenfläche

Mittlere Kraft auf die Seitenfläche (ausgeübt von einem Gasmolekül)

Geschwindigkeitsänderung pro Aufprall (für ein Gasmolekül)

Zeit, um von einer Seitenwand zur andern zu gelangen (für ein Gasmolekül)

Druck auf alle sechs Seitenwände verteilt (für alle Gasmoleküle)

Gesetz des idealen Gases

$$p \cdot V = \frac{1}{3} \cdot N \cdot m \cdot v^2$$

Gasdruck und kinetische Energie der Gasteilchen

Die mittlere kinetische Energie eines Gasteilchens ist $E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$

Somit gilt auch

$$p \cdot V = \frac{2}{3} \cdot N \cdot E_{\text{kin(ein Teilchen)}} = N \cdot k \cdot T$$

und

$$E_{\text{kin(ein Teilchen)}} = \frac{3}{2} \cdot k \cdot T = \frac{1}{2} \cdot m_{\text{einTeilchen}} \cdot v^2$$

Die innere Energie eines idealen Gases ist die Summe der kinetischen Energien aller Teilchen:

$$U = N \cdot E_{\text{kin(ein Teilchen)}} = \frac{1}{2} \cdot N \cdot m_{\text{einTeilchen}} \cdot v^2$$

Gehe auf

https://phet.colorado.edu/sims/html/gas-properties/latest/gas-properties_de.html

und klicke auf «Energie». Ein Fenster geht auf. Wähle beim *Druck* die Einheit kPa. Klicke auf das grüne «+» bei *Temperatur*. Wähle «setze» und stelle die Temperatur auf 100 K ein. Klicke anschliessend auf das grüne «+» bei *Teilchen*. Drücke bei den leichten Teilchen (rot) zweimal auf den Doppelpfeil. Jetzt werden 100 Gasatome in den Behälter gepumpt. Notiere den Wert für den Druck in die untenstehende Tabelle. Pumpe anschliessende weitere 100 Atome in den Behälter, und notiere den Druck, usw.

Anzahl Atome	100	200	300
Druck in kPa			

Wie hängt der Druck von der Anzahl Teilchen ab?

.....

Reduziere die Anzahl Teilchen wieder auf 100. Verändere die Geschwindigkeit der Teilchen, indem du den Schieber auf «kühlen» stellst, bis die Geschwindigkeit ca 500 m/s beträgt. Notiere den Wert für den Druck in der Tabelle. Erhöhe anschliessend die Geschwindigkeit der Gasatome auf ca 1000 m/s, indem du den Schieber auf «heizen» stellst, notiere den Druck etc.

Mittlere Geschwindigkeit der Atome	$500 \frac{\text{m}}{\text{s}}$	$1'000 \frac{\text{m}}{\text{s}}$	$1'500 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
Druck in kPa			

Wie hängt der Druck von der mittleren Geschwindigkeit der Gasatome ab?

.....