

1.9. Das Gasgesetz

1.9.1 Der Aufbau der Stoffe aus kleinsten Teilchen

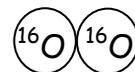
Stoffe bestehen aus kleinsten Teilchen, die aufgrund ihrer geringen Größe mit dem _____ oder dem _____ nicht sichtbar sind. Nur bei der Abtastung der Oberflächen von _____ mit dem _____ sind sie als regelmäßige _____ direkt erkennbar. Man unterscheidet:

1. **Atome** (griech. *atomos* = untrennbar) = mit chemischen Reaktionen nicht mehr _____ Teilchen.
2. **Elemente** = Stoffe, die nur aus einer _____sorte bestehen.
3. **Periodensystem der Elemente (PSE)** = Tabelle aller _____
4. **Ordnungszahl OZ** = untere Zahl am Elementsymbol = _____ des Elementes im PSE
5. **Massenzahl MZ** = obere Zahl am Elementsymbol = _____ von 1 Mol Atomen in g
6. **1 Mol** := 602·200 000 000 000 000 000 000 = 602,2 _____
7. **Moleküle** (lat. *moles* = Last, Masse) = aus mehreren _____ zusammengesetzte Teilchen
8. **Verbindungen** = aus verschiedenen _____ zusammengesetzte Stoffe
9. **Ionen** (griech. *ionos* = wandernd) = elektrisch _____ Teilchen

Kohlenstoff: 1 Mol ^{12}C -Atome hat die Masse _____

Phosphor: 1 Mol ^{31}P -Atome hat die Masse _____

Sauerstoff: Ein O_2 -Molekül enthält ___ ^{16}O -Atome



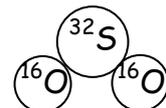
⇒ 1 Mol $^{16}\text{O}_2$ -Moleküle hat die Masse _____ = _____

Chlor: Ein Cl_2 -Molekül enthält ___ $^{35,5}\text{Cl}$ -Atome



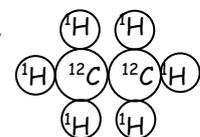
⇒ 1 Mol $^{35,5}\text{Cl}_2$ -Moleküle hat die Masse _____ = _____

Schwefeldioxid: Ein SO_2 -Molekül enthält ___ ^{32}S -Atom und ___ ^{16}O -Atome



⇒ 1 Mol SO_2 hat die Masse _____ = _____

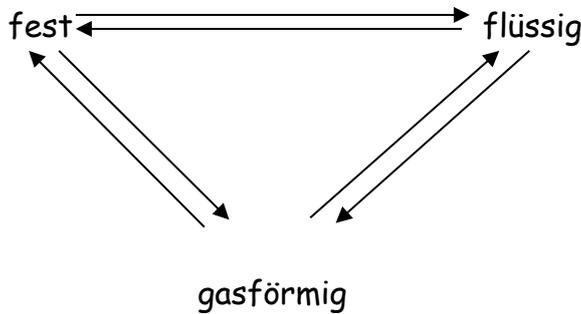
Ethan: Ein C_2H_6 -Molekül enthält ___ ^{12}C -Atome und ___ ^1H -Atome



⇒ 1 Mol C_2H_6 hat die Masse _____ = _____

1.9.2 Aggregatzustände

Jeder Stoff kann in drei verschiedenen **Aggregatzuständen** auftreten. Dabei können zwei oder sogar drei Aggregatzustände nebeneinander existieren.



Schmelz- und Siedepunkte:

Stoff	Fp/°C	Sp/°C
Eisen		
Kochsalz		
Schwefel		
Wachs		
Wasser		
Benzol		
Ethanol		
CO₂		
Sauerstoff		
Stickstoff		

Aggregatzustände und kleinste Teilchen

Fester Zustand

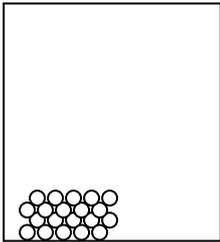
Im festen Zustand werden die Teilchen durch **elektrische** _____ in einem festen _____ zusammen gehalten. Wird ein Kristall erwärmt, so speichert es die zugeführt _____ in Form von _____ **energie**. Die Teilchen _____ mit zunehmender Temperatur immer stärker um ihre Ruhelage, bis sie sich bei Erreichen der _____ von ihren festen Plätzen _____.

Flüssiger Zustand und Verdunsten

Im flüssigen Zustand bleiben die Teilchen aneinander haften und bewegen sich mit **unterschiedlichen** _____. Manche Teilchen sind so schnell, dass sie sich von der Oberfläche des Tropfens _____: Der Tropfen _____. Unterhalb der _____ **temperatur** sind die Teilchen im Gaszustand aber so langsam, dass sie beim Zusammentreffen mit anderen Teilchen aneinander _____ bleiben. Das Gas _____ wieder zu kleinen Tröpfchen, die durch die Stöße der sie umgebenden Luftteilchen in der Schwebelage gehalten werden und **sichtbaren** _____ bilden. Wenn es warm wird, _____ die Tröpfchen und der Nebel löst sich auf. Wenn es kalt wird, _____ mehr Gas und die Nebeltröpfchen _____, bis sie als **Regentropfen** zu Boden fallen.

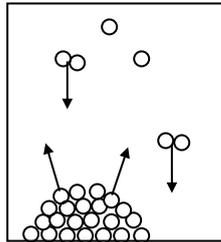
Verdampfen und gasförmiger Zustand

Erst bei Erreichen der _____temperatur reißen sich **alle** Teilchen voneinander los und verteilen sich gleichmäßig im Raum.



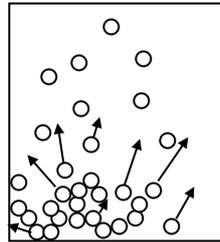
fester Zustand

Die Teilchen vibrieren auf festen Positionen im Kristallgitter



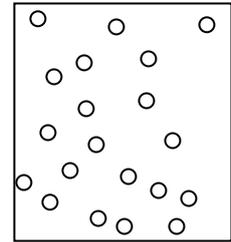
flüssiger Zustand

Teilchen sind im Tropfen frei beweglich (**Diffusion**)
Verdunstung an der Oberfläche, Kondensation in feuchter Luft



Verdampfen

Alle Teilchen reißen sich aus der Flüssigkeit los.



gasförmiger Zustand

Teilchen sind im gesamten Raum frei beweglich (**Diffusion**)

1.9.3 Absolute und relative Temperatur

Erhöht man die Temperatur eines Stoffes durch Wärmezufuhr, so speichern die Teilchen die zugeführte _____ in Form von _____**energie**. Mit steigender Temperatur nimmt also die Eigenbewegung der Teilchen ____, mit sinkender Temperatur nimmt sie _____. Auch im **festen** Zustand _____ die Teilchen noch im Kristallgitter. Erst bei einer Temperatur von $-273,15^{\circ}\text{C}$ findet keinerlei Teilchenbewegung mehr statt. Da ein Stoff bei $-273,15^{\circ}\text{C}$ keinerlei _____energie mehr enthält, ist es unmöglich, ihn durch Wärmeentzug noch weiter abzukühlen. Es kann also an keinem Ort des _____ kälter werden als $-273,15^{\circ}\text{C}$!

- Die **relative** Temperatur ϑ wird in der Einheit **Grad Celsius** $^{\circ}\text{C}$ angegeben und bezieht sich auf den **Gefrierpunkt des Wassers**.
- Die **absolute** Temperatur T wird in der Einheit **Kelvin** K angegeben und bezieht sich auf den **absoluten Nullpunkt**.
- **Umrechnung:** $T = \vartheta + 273,15$.

Beispiele:

$\vartheta/^{\circ}\text{C}$	T/K
$-273,15$	
	100
0	
25	
100	

1.9.4 Der Druck

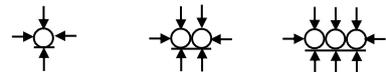
In einer **Flüssigkeit oder einem** _____ können sich die Teilchen so anordnen, dass auf jedes von ihnen in jede Richtung die gleiche _____ wirkt. Die Kraft F auf eine Begrenzungsfläche ist daher

- senkrecht zur Fläche gerichtet
- proportional zu ihrem Inhalt A .

Das Verhältnis $p = \frac{F}{A}$ ist der **Druck** p (_____):

Druck = Kraft pro Fläche.

Seine Einheit ist das **Pascal** $\text{Pa} = \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$.



Praktischer ist 1 **bar** = $10^5 \text{Pa} = \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} \triangleq \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$

$$p = \frac{1F}{1A} = \frac{2F}{2A} = \frac{3F}{3A}$$

Absoluter und relativer Druck

Da der mittlere Luftdruck an der Erdoberfläche von $p_L \approx 1 \text{ bar}$ auch dem gewöhnlichen Innendruck des menschlichen Körpers entspricht, werden davon abweichende Drücke oft als **relative (Über)drücke** $\Delta p = p - p_L$ angegeben.

Beispiel: Der absolute Wasserdruck in 20 m Tiefe bezogen auf den Weltraum ist $p = 3 \text{ bar}$. Für uns interessant ist aber der relative (Über)druck $\Delta p = \underline{\hspace{2cm}}$ bar in dieser Tiefe bezogen auf die Erdoberfläche bzw. unseren Körperdruck.

1.9.5 Druck und Volumen

1. Das Volumen eines Gases wird durch den _____ bestimmt, den die Teilchen für ihre freie Bewegung benötigen. Die Art der Teilchen hat keinen _____ auf das Volumen. (**Satz von** _____)
2. Das Volumen eines beliebigen Gases ist _____ zur Teilchenzahl n und zur absoluten Temperatur T . Es ist _____ zum Druck p .
3. 1 Mol eines beliebigen Gases hat bei $p = 1,013 \text{ bar}$ und $T = 273,15 \text{ K}$ ein Volumen von $V = \underline{\hspace{2cm}}$ Litern. (**Molvolumen unter Normalbedingungen**)

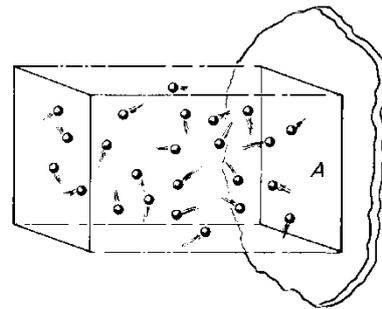
je größer, desto größer ⇒ _____

Teilchenzahl n in Mol	Temperatur T in Kelvin	Druck p in hPa	Volumen V in Litern
1	273,15	1013	22,4
2	273,15	1013	
1	546,30	1013	
1	273,15	2026	
2	273,15	2026	
2	136,57	2026	

je größer, desto kleiner ⇒ _____

Druck und Ausdehnung durch kleinste Teilchen

- Der Druck auf die Gefäßwand kommt durch den _____ der Gasteilchen zustande.
- Je größer die Teilchenzahl n und je kleiner das zur Verfügung stehende Volumen V sind, desto _____ Teilchen prallen auf die Gefäßwand.
- Je größer die Temperatur ist, desto größer ist die _____ der Teilchen und desto mehr Kraft wird auf die Gefäßwand übertragen: Der _____ steigt.



1.9.6 Das Gasgesetz

Nach 1.9.5 ist das Volumen V einer beliebigen Gasmenge _____ zur Temperatur ___ sowie zur _____ n und _____ zum Druck p: $V \sim \frac{n \cdot T}{p}$

Die Proportionalitätskonstante ist die **allgemeine Gaskonstante** $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{Mol}}$

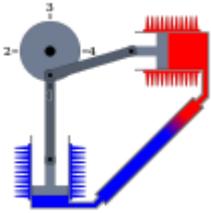
Damit erhält man das **Gasgesetz** $V = \frac{R \cdot n \cdot T}{p}$ bzw. $p \cdot V =$ _____

Beispiel: n = 1 Mol Gas hat bei T = 273 K und p = 101 300 Pa ein Volumen

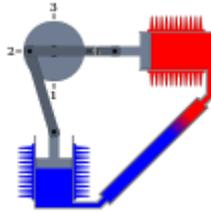
$$V = \frac{R \cdot n \cdot T}{p} = \text{_____} \text{ m}^3 = \text{_____} \text{ m}^3 = \text{_____} \text{ Liter.}$$

1.9.7 Der Stirling-Motor

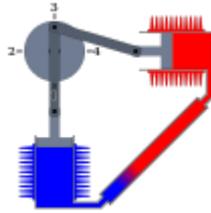
1. Schritt



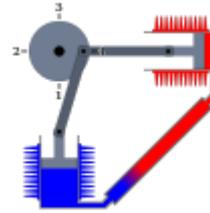
2. Schritt



3. Schritt



4. Schritt



<p>Ein Großteil des Gases ist im heißen Zylinder und expandiert</p>	<p>Der Großteil des Gases ist aufgeheizt im heißen Zylinder und anschließend drücken die Kolben das meiste Gas in den kalten Zylinder</p>	<p>Das meiste Gas ist im kalten Zylinder, zieht sich zusammen und gleichzeitig wird es von den Kolben zusammengedrückt</p>	<p>Das Gas ist nun abgekühlt im kalten Zylinder und wird anschließend in den heißen Zylinder verschoben</p>
---	---	--	---