

Kurze Einführung in die Thermodynamik mit Begriffsklärungen

Gliederung

1. Begriffsklärungen
2. Energieumwandlungen
3. Molare Volumenarbeit
4. Hauptsätze der Thermodynamik
5. Quellen

1. Begriffsklärungen

▪ *Innere Energie*

Die Innere Energie ist die Energie, die durch die inneren stofflichen Zusammenhänge gekennzeichnet ist. Zu ihr gehören die Kernenergie, die chemische Energie und natürlich die thermische Energie.

▪ *Äußere Energie*

Äußere Energie beinhaltet einerseits mechanische Energie (kinetische und potenzielle Energie) und sowohl auch elektrische beziehungsweise magnetische Energien, welche aber auch als potenzielle Energien betrachtet werden können. Das ist sich so vorzustellen, dass Materie auf Grund ihre Befindlichkeit in einem elektrischen oder magnetische Feld eine potenzielle Energie besitzt. (Allerdings ist diese, äußere, Energie in der Thermodynamik der Chemie nicht von Bedeutung.)

▪ *Extensive Größen*

Das sind Größen, deren Wert sich bei einer Vereinigung zweier gleicher stofflicher Systeme verdoppelt. Wenn man zum Beispiel zwei ein Kilogramm schwere Steine zusammensetzt, so wird auch die Masse des "neu entstandenen" Stein verdoppelt. Die Masse ist demzufolge also eine extensive Größe. Weitere extensive Größen sind die Stoffmenge, das Volumen (unter gleichem Druck beziehungsweise gleichem System) und die innere Energie.

Extensive Größe	Symbol	übliche Einheit
Stoffmenge	n	mol
Volumen	V	m ³
Masse	m	kg
innere Energie	u	J

▪ *Intensive Größen*

Der Wert intensive Größen verändert sich bei Vereinigung zweier gleicher stofflicher Systeme nicht. Hat man zum Beispiel zwei Reagenzgläser mit 30%iger Salzsäure und schüttet diese zusammen ist die Konzentration der Salzsäure immer noch 30%. Dem entsprechend ist die Konzentration eine intensive Größe. Des Weiteren sind die Temperatur, der Druck, das molare Volumen, die molare Masse, die Dichte und der Heizwert intensive Größen. Viele dieser Größen werden durch Division zweier extensiver Größen gebildet.

Intensive Größe	Symbol	Einheit	Definitionsgleichung
molares Volumen	V_m	$l \cdot mol^{-1}$	$V_m = V/n$
molare Masse	M	$g \cdot mol^{-1}$	$M = m/n$
Temperatur	T	K	-
Druck	p	Pa	-
Dichte	ζ	$g \cdot cm^{-3}$	$\zeta = m/V = M/V_m$
Heizwert	H	$kJ \cdot kg^{-1}$	$H = Q/m$

▪ Systeme

Es gibt in der Thermodynamik verschiedene Arten von Systemen. Das abgeschlossene, das geschlossene und das offene System. Das abgeschlossene System wird auch isoliertes System genannt und ist ein Idealfall, der in der Natur aber nie vorkommen kann. Bei dieser Art von Systemen erfolgt weder ein stofflicher noch ein thermischer Austausch mit der Umgebung (zu dem thermischen Austausch gehört auch jeglicher Strahlungsaustausch). Beim geschlossenen System hin gegen erfolgt ein thermischer, aber kein stofflicher Austausch. Bei einem offenen System kommt es sowohl zu thermischem Austausch als auch zum Stoffaustausch.

▪ Entropie

Die Entropie ist das Maß der Unordnung in einem System. Siehe auch unter dem 2. Satz der Thermodynamik. Faktoren, die zur Entropie führen sind der Aggregatzustand, die Temperatur, das Volumen, und die Teilchenanzahl. Die Entropie nimmt von festen über den flüssigen bis zum gasförmigen Aggregatzustand immer mehr ab. Den niedrigsten Entropiewert hat somit der Diamant, da dort das Atomgitter zu relativ perfekter Ordnung führt. Die Faktoren Teilchenanzahl und der Raum hängen eng zusammen. Je mehr Teilchen sich in einem Raum befinden, desto größer ist auch die Unordnung. Anders ausgedrückt: Je größer der Raum, also das Volumen, ist, desto geringer wird die Entropie. Letztendlich ist zur Temperatur noch zu sagen, dass umso höher diese wird logischerweise auch die Entropie ansteigt, weil sich die Teilchen dadurch schneller bewegen.

▪ Reversible Vorgänge

Das sind Vorgänge, die vollständig umkehrbar sind.

▪ Irreversible Vorgänge

Das sind Vorgänge, die nicht vollständig umkehrbar sind.

▪ *Dissipative Vorgänge*

Das sind Vorgänge, die absolut nicht umkehrbar sind. (lat. dissipare = zerstreuen)

2. Energieumwandlungen

Energieumwandlungen sind von vielen Einflüssen abhängig. Betrachten wir zum Beispiel eine chemische Reaktion. Je nachdem welche Art der chemischen Reaktion abläuft, mit welchen Reaktionspartner eine Substanz reagiert und unter welchen Reaktionsbedingungen (Druck, Temperatur...) sie abläuft werden auch verschiedene Energie unterschiedlich stark umgewandelt. Dadurch ist es auch möglich bestimmte erwünschte Energieumwandlungen hervorzuheben bzw. unerwünschte Energieumwandlungen eines Prozesses zu verringern. Es kann also bei einem Prozess jegliche Energie in thermischer, mechanischer, elektrischer Energie oder Strahlungsenergie umgewandelt werden und umgekehrt. Dabei laufen mehrere verschiedene Umwandlungsprozesse meist parallel ab. Ein gutes Beispiel dazu stellt die Explosion dar. Die potenzielle Energie des Sprengstoffs wird gleichzeitig in thermische Energie (Hitzewelle), mechanische Energie (herumfliegende Teile und weggerückte Luftmoleküle) und Strahlungsenergie (Lichtblitz) umgewandelt.

3. Molare Volumenarbeit

Ich möchte die Molare Volumenarbeit deshalb erwähnen, weil sie ein Beispiel für die Nützlichkeit der thermodynamischen Energieumwandlung darstellt. Bei einer Reaktion in einem System kommt es zur Abgabe oder Aufnahme von Wärme bzw. Energie, was zum Beispiel die Bewegung der darin enthaltenen Teilchen beeinflussen kann. Angenommen die Teilchen erhalten zusätzliche Energie bei der Reaktion, so erhöht sich ihre kinetische Energie und somit auch der Druck in dem System. Nun nimmt "geht das System den Weg des geringeren Widerstandes", was zur Folge hat, dass es sich durch die Druckdifferenz zur Umgebung ausdehnt. Diese Ausdehnung lässt sich dann zum Verrichten von mechanischer Arbeit nutzen. Ein gutes Beispiel hierfür stellt die Dampfeisenbahn dar. Der Heizkessel mit dem Wasser wird erwärmt, wodurch das Wasser zum gasförmigen Aggregatzustand übergeht, was den Druck im Kessel natürlich erheblich erhöht. Dieser Überdruck wird dann durch Ventile Abgeleitet und letztendlich zum Antreiben der Eisenbahn benutzt. Die andere Variante der Volumenarbeit ist die bei Volumenabnahme. In einem System nimmt durch Energieentzug der Relativdruck ab, was wiederum zu einer Druckdifferenz führt, die ebenfalls genutzt werden kann. Nur sagt man in diesem Fall, dass die Volumenarbeit nicht von System an die Umgebung verrichtet wird, sondern, dass die Umgebung von Außen am System Arbeit verrichtet, weil der Überdruck in der Umgebung vorhanden ist und nicht im System.

4. Hauptsätze der Thermodynamik

- *Der 1. Hauptsatz der Thermodynamik*

Bei einem Prozess kann weder Energie erzeugt werden, noch verloren gehen, sondern nur umgewandelt werden.

- *Der 2. Hauptsatz der Thermodynamik*

Die Entropie eines abgeschlossenen Systems bleibt konstant. Dies ist allerdings ein Idealfall - Es gibt keine abgeschlossenen Systeme. Deshalb finde ich folgende Formulierung besser: Die Entropie eines geschlossenen Systems, in dem ein Prozess abläuft, nimmt stets zu. Oder die wissenschaftliche Definition: Bei Vorgängen in einem abgeschlossenen System bleibt die Entropie (s) bei ideal umkehrbaren (reversiblen) Verlauf konstant, beim tatsächlichen Ablauf in der Natur und Technik nimmt sie stets zu.

5. Quellen

- Chemie - Physikalische Chemie / Chemie und Umwelt (Gymnasium - Sekundarstufe II)

- Unterrichtsmaterial