

Verbrennung von Wasserstoff

Wasserstoff (H_2) kommt in der Natur nicht elementar als Reinsubstanz vor, sondern muss technisch hergestellt werden. Dennoch kennt Ihr bestimmt alle Ereignisse und technische Anwendungen, in denen Wasserstoff eine Rolle spielt.

Sowohl bei der Geschichte des brennenden Zeppelin „Hindenburg“ als auch bei der Explosion des Atomkraftwerks in Japan (Nuklearkatastrophe von Fukushima) handelt es sich um Wasserstoff-Reaktionen. Der Zeppelin war mit Wasserstoff gefüllt, da Wasserstoff das leichteste Gas ist und sich deshalb neben Helium zum Befüllen von Zeppelin oder Leichtballons verwenden lässt. Ausgelöst durch einen elektrostatischen Blitz wurde der Zeppelin – wahrscheinlich aufgrund eines Konstruktionsfehlers – während der Landung entzündet und verbrannte vollständig. Beim Atomkraftwerk Fukushima hat sich Wasserstoff durch die Schmelze der Metalle des Reaktors gebildet, er sammelte sich in den Reaktorgebäuden an und ist dann explodiert, wodurch letztlich zwei der Reaktorgebäude vollständig zerstört wurden.

Eine solch explosive Reaktion des Wasserstoffs wird auch als Knallgasreaktion bezeichnet.

Technisch wird Wasserstoff sowohl als Grundchemikalie, als auch als Energiespeicher-Medium eingesetzt. Dabei ist es heutzutage möglich, bei der Reaktion des Wasserstoffs mit Sauerstoff in einer Brennstoffzelle direkt Strom anstelle von Wärme zu gewinnen. Von dieser Technologie verspricht man sich sehr viel Potential für die Zukunft, beispielsweise beim Antrieb von Fahrzeugen.

In der nachfolgenden Übung ist es das Ziel zu verstehen, welcher chemische Prozess bei der Wasserstoff-Verbrennung bzw. bei der Wasserstoff-Knallgasreaktion abläuft.

Übungen mit den Modellen

Schritt 1:

Baue mit den Modellen mehrere Wasserstoffmoleküle (H_2) und zeichne die Elektronenstrichformeln.

Schritt 2:

Baue mit den Modellen ein Sauerstoffmolekül (O_2) und zeichne die Elektronenstrichformeln.

Schritt 3:

Überlege Dir anhand der Modelle, was mit dem Wasserstoff und dem Sauerstoff während der Reaktion passieren könnte und baue unter Verwendung der in Schritt 1 und 2 gebauten Moleküle neue Moleküle zusammen, von denen Du glaubst, dass sie bei der Reaktion entstehen könnten.

Zeichne die Elektronenstrichformeln der neuen Moleküle und gib die Summenformeln an.

Schritt 4:

Diskutiere das Ergebnis gemeinsam mit der Klasse. Sind Deine Hypothesen sinnvoll? Kommen Dir einige Moleküle bekannt vor? Begründe und benenne Sie gegebenenfalls.

Schritt 5:

Spiele die Reaktion, die Ihr bei der Diskussion als die naheliegendste ermittelt habt mit den Modellen durch und schreibe die Anfangsprodukte, die Zwischenprodukte, die in der Flamme bei der Verbrennung auftreten könnten, sowie die Endprodukte mit Elektronenstrichformeln in eine Gleichung.

Hinweis:

Wähle dabei die Anzahl der Wasserstoff- und Sauerstoff-Moleküle in einem solchen Verhältnis, dass sie gemeinsam das Endprodukt ergeben können. Beachte dabei, dass vorne in der Gleichung genauso viele Atome stehen müssen wie hinten, nur sind diese Atome zu neuen Molekülen zusammengefügt.

5a) Zeichne diese Moleküle aller Schritte mit ihren Elektronenstrichformeln:

Ausgangsstoffe \longleftrightarrow Zwischenprodukte \longleftrightarrow Endprodukt(e)

5b) Gib die Gleichung mit Summenformeln an:

Ausgangsstoffe \longleftrightarrow Zwischenprodukte \longleftrightarrow Endprodukt(e)

5c) Gib die Gleichung als Wortgleichung mit Substanznamen an:

Ausgangsstoffe \longleftrightarrow Zwischenprodukte \longleftrightarrow Endprodukt(e)

Schritt 6:

Begründe, warum es zu einer Reaktion kommt.

Zeichne ein Energie-Diagramm, in dem Du die Energie-Niveaus der Ausgangsstoffe, der Zwischenprodukte und der Endprodukte angibst (in Elektronenstrichschreibweise):



Schritt 7:

Überlege Dir anhand der Modelle der Luftmoleküle, was in der Luft außer dem Sauerstoff noch mit dem Wasserstoff reagieren könnte (siehe hierzu auch das Arbeitsblatt „Luftmoleküle“).