### 5 Masse und Gewicht - Auftrieb

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Antoine Laurent de Lavoisier hat im ausgehenden 18. Jahrhundert das Fundament der modernen Chemie gelegt, indem er, teilweise in Zusammenarbeit mit seiner Frau Marie, chemische Reaktionen mit der Waage verfolgt und dabei festgestellt hat: Es gilt das Prinzip der Massenerhaltung, bei chemischen Reaktionen geht weder Masse verloren, noch entsteht Masse.  Führe folgende Versuche **1** bis **4** durch, evtl. in Arbeitsteilung.   * In vier **Plastikbeuteln** **1**-**4** wird jeweils Edukt **A** abgewogen (**1,2**) bzw. eingefüllt (**3,4**). Edukt **B** wird in ein **Röhrchen** gefüllt. Der Beutel wird durch Drücken von der Luft befreit (ausser bei **4**) und luftdicht verschlossen. Das Röhrchen wird in den Beutel gestellt, ohne dass die darin enthaltene Flüssigkeit ausfliesst. * Der Beutel wird vor der Reaktion gewogen: Wägung **AB**. * Das Röhrchen wird gekippt und die Edukte **A** und **B** werden miteinander zu den Produkten **C** und **D** reagieren lassen. * Der Beutel wird nach der Reaktion wieder gewogen: Die Wägung **CD** und die Differenz ****wird notiert. |  | http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6c/Antoine_lavoisier_color.jpg  Antoine-Laurent Lavoisier. Geboren 1743, 1794 im Zuge der französischen Revolution auf der Guillotine hingerichtet.  *L. J. D. Delaistre/J. L. Boilly, wikip. 7.9.12* |

Erkläre die Wäge-Resultate mit einer Hypothese und überprüfe diese mit weiteren Versuchen.

**Versuche**

**Achtung:** Ätzende saure und basische Lösungen. Schutzbrille, Handschuhe und Schutzmantel tragen

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nr. | Edukt **A**  in Plastik-  beutel | Edukt **B**  in Röhrchen | Produkt **C** | Produkt **D** | Wägung  **AB** vor Reaktion | Wägung **CD** nach  Reaktion | **** |
| **1** | 1 g Mg s Band, ca.  5 cm-Stücke | 80 ml HCl aq 1M  (2 Röhrchen) | H2 g | MgCl2 aq |  |  |  |
| **2** | 3 Brausetabletten | ca. 50 ml H20 l | CO2 g | Na-Citrat aq |  |  |  |
| **3** | 30 ml Na2SO4 aq 1.2M | 18 ml CaCl2 aq 2M | 2 NaCl aq | CaSO4 s |  |  |  |
| **4** | CO2 g (Beutel voll) | 50ml NaOH aq 2M | NaHCO3 aq  Na2CO3 aq | H2O l |  |  |  |

**Einige Fragen dazu**

* Wie entstehen die Differenzen  zwischen den Wägungen vor und nach der Reaktion?
* Differenzen entstehen auch, wenn eine Kerze auf einer Waage abbrennt: Was hat Lavoisier dazu gesagt?
* Masse und Gewicht sind nicht dasselbe: Was ist der Unterschied?
* Entsorgung: Die Beutel kommen in den Kehricht. Wieso ist der Inhalt am Schluss nicht mehr gefährlich?
* Welche Reaktionstypen kommen vor? Sind sie exo-/endotherm? Ist das für die Ergebnisse wichtig?
* Könnte ein Beutel zum Fliegen gebracht werden? Wenn ja, wie? Wenn nein, wieso nicht?

**Waagen:** Die Wägungen sind auf 0.01 g genau.

**Brausetabletten:** z. B: M-Budget-Vitamintabletten.

**Material:**

* Plastikbeutel mit mind. 1.1 l Inhalt, z. B.   
  Tangram N° 13, Allzweckbeutel, Migros mit separat erhält­lichen Clipverschlüssen (für Versuch 4 am besten geeignet) oder   
  Tangram N° 2, Gefrierbeutel „1l”, Migros (für die anderen Versuche besser geeignet).
* Zentrifugenröhrchen eco, Carl Roth AG

  

**Stöchiometrie**

Annahmen:

* Molvolumen bei Raumtemperatur 24 Liter. Dichte von Luft (M ≅ 30 g·mol−1) ⇒ d ≅ 1.2 g/Liter
* Die Verdrängung des Plastikbeutels ist ca. 1 Liter Luft, das sind ca. **1.2 g** Luft.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nr. | Edukt **A**  in Beutel | Edukt **B**  in Pillenglas | Produkt **C** | Produkt **D** | Wägung  **AB** vor Reaktion | Wägung **CD** nach  Reaktion | **** |
| **1** | ~1 g Mg s  M = 24.3 g·mol−1  n ~ 40 mmol | 80 ml HCl aq 1M  n = 80 mmol | **H2 g**  n ~ 40 mmol  V = 1 Liter  m ~ 0.08 g | MgSO4 aq |  | Neu gasgefülltes Volumen verdrängt ca.1 Liter Luft | Auftrieb **- 1.2 „g“**  (eigentl. ~-0.12 N, aber die Waage zeigt „g“) |
| **2** | Natron | Citronensäure | **CO2 g** | Natriumcitrat |  | Neu gasgefülltes Volumen verdrängt ca.1 Liter Luft | Auftrieb **- 1.2 „g“**  (eigentl. ~-0.12 N, aber die Waage zeigt „g“) |
| **3** | 30 ml Na2SO4 aq gesättigt 1.2M  n ~ 36 mmol | 18 ml CaCl2 aq 2M  n ~ 36 mmol | NaCl aq | CaSO4 s |  | Keine Volumen­änderung | **0 „g“**  keine Volumen-änderung |
| **4** | **CO2 g**  (Beutel voll)  ca. 1 L  ~ 40 mmol | 50ml NaOH aq 1M  50 mmol | NaHCO3 aq /Na2CO3 aq | H2O l |  | Volumen von ca. 1 Liter „verschwindet“ und damit der Auftrieb | Auftrieb nimmt ab, Waage zeigt  **+ 1.2 „g“** (eigentl. ~+0.12 N, aber die Waage zeigt „g“) |

Idee nach: Bassam Z. Shakhashiri, Chemical Demonstrations, Volume 3, 8.3: A Handbook for Teachers of Chemistry, The University of Wisconsin Press