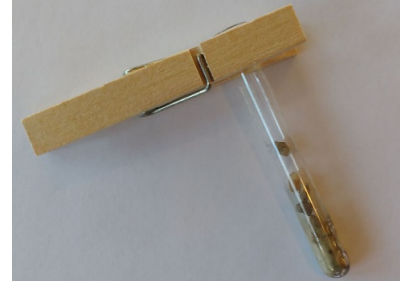




Experiment 12

Explosiv



Einleitung

Knallteufel oder Knallerbsen enthalten in einem Papierbeutel etwa sechs Sandkörner mit wenig Explosivstoff Silberfulminat auf der Oberfläche. Ein Knallteufel explodiert, wenn er aus genügender Höhe auf den Boden fallen gelassen oder sogar geworfen wird, aber auch mit Hitze.

Silberfulminat ist eine Verbindung und enthält, wie der Name sagt, das Element Nr. 47, Silber. Für den Explosionsknall muss Silberfulminat auch heisse Gase erzeugen, welche die Luft wegstoßen und eine hörbare Druckwelle erzeugen, also eine Schallwelle. Bei grösseren Explosionen mit anderen Explosivstoffen können sogar Gegenstände weggeschleudert werden. Knallteufel enthalten aber nur wenig Explosivstoff (max. 2.5 Milligramm) und die Druckwelle kann nur ganz leichte Gegenstände, wie einen Watteball, wegschleudern. Zusätzlich nehmen die Sandkörner Energie auf und dämpfen die Stosswirkung. Andererseits nehmen sie aber auch Energie auf, wenn das Knallteufel auf den Boden fällt. Dann reiben sich die Sandkörner aneinander, erzeugen Wärme und starten so die Explosion des Silberfulminats.

Das Experiment

Wir bringen das Silberfulminat von wenigen Sandkörnern vorsichtig zur Explosion. In einem Reagenzglas wird das entstehende Silber sichtbar und ein Wattestopfen zeigt die Druckwelle der Gase bei der Explosion.

Material (* im Experimentierset vorhanden, die übrigen Materialien müssen ergänzt werden.)

- 25 Knallteufel*
- Drei kleine Reagenzgläser, ein Pfeifenputzer zum Reinigen und eine Holzklammer zum Halten der Reagenzgläser*
- Etwas Watte als Stopfen
- Gasbrenner, Alkoholbrenner, Kerze oder Feuerzeug zum Heizen

Vorsichtsmassnahmen, Sicherheit



Die Experimente dürfen nur unter Aufsicht einer erwachsenen Person durchgeführt werden. Die Papierbeutel werden vorsichtig geöffnet. Bei den Experimenten werden immer nur ca. 6 Körner aus einem Knallteufel zur Explosion gebracht. Schutzbrille tragen!

Durchführung des Experiments

Für die Experimente werden die Papierbeutel der Knallteufel vorsichtig geöffnet.

Silber und Gase entstehen: (Schutzbrille tragen!) Die etwa 6 Körner aus einem Knallteufel werden in ein Reagenzglas gegeben und das Reagenzglas wird locker mit etwas Watte verschlossen. Das Reagenzglas wird dann mit der Holzklammer gehalten und über einer Flamme erhitzt, bis die Knallteufel knallen wie Popcorn in einer Pfanne. Wird ein Alkohol- oder Gasbrenner verwendet, gibt es keinen Russ am Reagenzglas, bei einer Kerze muss der Russ nachher mit einem Papier abgewischt werden.

Beobachtung: Wenn die Knallteufel knallen, fliegt der Wattestopfen weg und das Reagenzglas wird innen schwarz und an einigen Stellen glänzend wie ein Spiegel.

Erklärung: Der Wattestopfen wird von den heißen Abgasen fortgestossen. Die schwarze Farbe wird durch Silber hervorgerufen, das wie alle feinen Metallpulver, z. B. der Abrieb der Velokette, schwarz ist. Bei den glänzenden Stellen hat sich eine Silberschicht mit glatter Oberfläche gebildet.

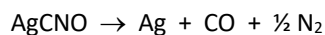
Entsorgung/Reinigung

Reste mit dem Hauskehricht entsorgen. Die Reagenzgläser können innen mit Wasser, etwas Spülmittel und dem Pfeifenreiniger gereinigt werden.

Didaktische Hinweise

Sicherheitserziehung: Die Experimente sind ungefährlich, sie zeigen aber, wie vorsichtig wir bei anderen Explosionen sein müssen, z. B. bei anderem Feuerwerk oder wenn brennbare Dämpfe (Brennsprit, Benzin...) bzw. Gase entzündet werden könnten.

Die Explosion von Silberfulminat folgt der Reaktionsgleichung



Es entstehen neben Silber noch die beiden Gase Stickstoff (N_2) und Kohlenstoffmonoxid (CO). Es ist wenig Gas, aber sie sind sehr heiss. Die ersten Mikrosekunden mit heftiger Ausdehnung reichen für den Knall, danach kühlen sie schnell ab.

Eine Rechnung zeigt, dass aus 2.5 mg Silberfulminat in einem Knallteufel und Raumtemperatur nur etwa 0.6 ml Gase entstehen. Die Gase entstehen sehr schnell, was den Knall verursacht, und haben bei ca. 600°C etwa das dreifache Volumen verglichen mit 20 °C.

Zusatzexperiment Streichholzrakete: Es gibt verschiedene Explosivstoffe für verschiedene Zwecke, z. B. als Treibmittel für Raketen. Ein Streichholzkopf ist auch eine Art Explosivstoff (vgl. Experiment 7) und entwickelt heisse Gase, allerdings langsamer als der Knallteufel, so dass es keinen Knall gibt. Bei einer Rakete ist der Knall nicht wichtig. Sie muss aber Gas über eine längere Zeit erzeugen, damit der Antrieb länger wirkt. Ein Streichholzkopf eignet sich gut dazu.

Wer es selbst ausprobieren will: Es braucht zwei Streichhölzer, eines als Rakete und das andere zum Anzünden beim Start, wenig Aluminiumfolie und zwei Büroklammern. Der Link <https://youtu.be/q0bTfkqYGZU> führt zu einem Youtube-Film mit Anleitung und der Link <https://unterricht-als-abenteuer.de/download/Anleitung%20-%20Streichholzrakete%20-%20Martin%20Kramer.pdf> zu einer PDF-Anleitung mit den nötigen Erklärungen. Achtung: Starte Streichholzraketen wegen der Brandgefahr nur im Freien an einem sicheren Ort.

Literatur

Das Experiment im Reagenzglas ist abgewandelt nach einer Anleitung von Viktor Obendrauf, Graz.