

## KÜHLEN MIT LICHT: DIE LASERKÜHLUNG

In vielen Forschungsgebieten werden Experimente im Bereich knapp oberhalb des absoluten Temperaturnullpunkt durchgeführt. Diese niedrigste Temperatur liegt bei ca.  $-273^{\circ}\text{C}$ . Das ist wesentlich kälter als in einem Gefrierfach (ca.  $-18^{\circ}\text{C}$ ) und auch noch deutlich kälter als die niedrigste natürliche Temperatur, die jemals auf der Erde ( $-89,2^{\circ}\text{C}$  in der Antarktis) gemessen wurde. Aber wie bekommt man etwas so kalt?

### DER „LASERKÜHLSTRANK“

Auf dem Laptop findet ihr eine interaktive PowerPoint-Präsentation zum Verständnis der Laserkühlung. Bedient die Präsentation nur mit Hilfe der Maus und nicht mit der Tastatur (sonst funktioniert sie nicht richtig)!

Außerdem befindet sich auf dem Laptop ein Simulationsprogramm, mit dem man die Kühlung mittels Lasern ausprobieren kann.

#### Aufgabenstellung:

Macht euch anhand der Präsentation mit der Laserkühlung vertraut. Löst dann das Quiz und notiert die richtigen Antworten auf dem Arbeitsblatt.

1. Welche physikalische Größe wird durch den Dopplereffekt verändert?  
\_\_\_\_\_
2. Wie ändert sich die Energie von Photonen, wenn sich Sender und Empfänger annähern?  
\_\_\_\_\_
3. Worüber macht die Temperatur von Gasen eine Aussage?  
\_\_\_\_\_
4. Wie groß muss die Energie eines Photons sein, wenn es ein Elektron eines Atoms von dem Energieniveau  $E_1$  in das Niveau  $E_2$  wechseln lassen soll?  
\_\_\_\_\_
5. Sei  $f_1$  die Frequenz zur Anregung eines Elektrons in einem ruhenden Atom. Was muss für die Frequenz  $f_2$  eines Lasers gelten, damit die Laserkühlung funktioniert?  
\_\_\_\_\_
6. Warum nimmt die mittlere Geschwindigkeit der Atome bei Laserkühlung ab?  
\_\_\_\_\_

## DAS SIMULATIONSPROGRAMM

Das Simulationsprogramm zur Laserkühlung lässt sich wie in der Präsentation beschrieben bedienen. Außerdem findet ihr einen Ausdruck der Bedienungsanleitung auf eurem Tisch.

Macht euch zunächst mit der Bedienung durch Maus und Tastatur vertraut, bevor ihr die Aufgaben erledigt. Falls es Probleme gibt, bittet einen Assistenten um Hilfe.

### Aufgabenstellung:

Führt die folgenden Experimente durch und beschreibt, was ihr beobachtet. Setzt die Simulation nach jedem Experiment wieder zurück!

1. Setzt die Simulation mehrfach zurück und beobachtet, was sich verändert.

---

---

2. Schaltet die Laser in einer Raumrichtung mehrfach an (mind. 10x).

---

---

3. Schaltet die Laser in zwei Raumrichtungen mehrfach an (mind. 10x).

---

---

4. Verwendet alle Laser zum Kühlen des Gases. Notiert, wie sich das Verhalten des Gases mit zunehmender Kühlung ändert. Lässt sich die Beobachtung reproduzieren?

---

---

---

---

---