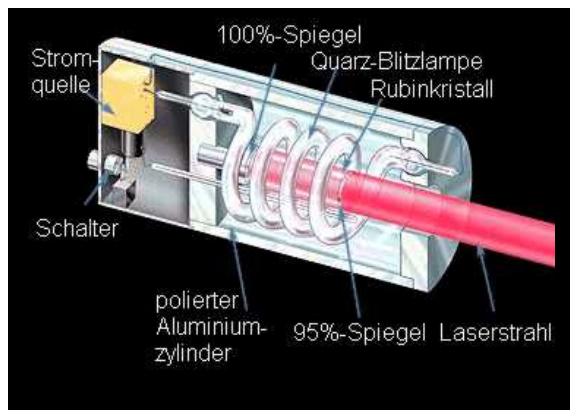


Rubinlaser (Simulation)

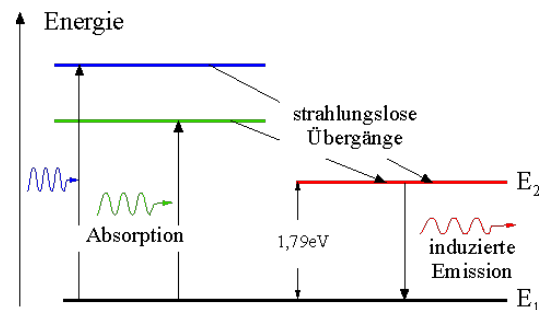


Theodore MAIMAN (1927 - 2007) baute den ersten echten LASER bei der Hughes Aircraft Company in den USA. Es war ein Rubinlaser, welcher rotes Laserlicht abstrahlte. Die verwendeten, zylindrischen Rubinstäbe von einigen Zentimeter Länge können künstlich hergestellt werden. Sie bestehen zu einem sehr hohen Anteil aus Aluminiumoxid Al_2O_3 . Durch eine geringe Beimischung (ca. 0,05%) von Chrom-Ionen (Cr^{3+}) erhält der Stab die typische rubinrote Farbe. Die Chrom-Ionen absorbieren grünes und blaues Licht.

Das sogenannte "optische Pumpen", d.h. die Anregung der Chromatome im Rubinkristall erfolgt durch eine Blitzlampe. Zur besseren Lichtausbeute befinden sich Blitzlampe und der an den Enden verspiegelte Rubinkristall (hellrosa gezeichnet) in einem polierten Aluminiumzylinder.

Der Rubinlaser ist ein sogenannter Drei-Niveau-Laser. Durch optische Anregung von außen (Blitzlampenlicht) wird das Chrom-Ion in kurzlebige Anregungszustände versetzt. Die Chrom-Ionen geben einen Teil ihrer Anregungsenergie durch sogenannte strahlungslose Prozesse an den Rubinkristall ab und erreichen relativ langlebige (metastabile) Zustände der Energie E_2 . Bei genügend hoher Intensität des Blitzlampenlichts gelingt eine Besetzungsinversion, d.h. mehr Chrom-Ionen sind im Zustand E_2 als im Grundzustand der Energie E_1 ($E_2 - E_1 = 1,79\text{eV}$). Einige Chrom-Ionen geben ihre Anregungsenergie durch spontane Emission eines Photons ab. Ein Teil dieser Photonen veranlasst dann andere angeregte Chrom-Ionen zu stimulierter Emission.

Aufgrund der verspiegelten, parallelen Endflächen des Rubinkristalls kommt es in kürzester Zeit zur Ausbildung einer sehr intensiven stehenden Welle, von der ein Teil der Energie aus dem Resonator ausgekoppelt wird.



Bestimmen Sie die Wellenlänge des Lichts, welches beim Übergang $E_2 \rightarrow E_1$ emittiert wird.

Lösung einblenden

Auf der Seite <http://phys.educ.ksu.edu/vqm/html/rubylaser.html> können Sie mit einer Shockwaveanimation, das metastabile Energieniveau (drei Striche) und das kurzlebige Ausgangs-Energieniveau (sechs Striche) des Rubinlasers mit Hilfe der linken Maustaste so verschieben, dass die mögliche induzierte Laserlinie zu sehen ist und mit der Realität (actual, output spectrum) verglichen werden kann.

