

Übungen zur Einführung in die Physik der Quantengase

Blatt 4

Übung 4: Originalliteratur zu den Grundlagen der Laserkühlung

Die beiden Artikel

Cooling of gases by laser radiation

T. Hänsch, A. Schawlow
Opt. Commun. 13, 68 (1975).

Three-Dimensional Viscous Confinement and Cooling of Atoms by Resonance Radiation Pressure

Steven Chu, L. Holleberg, J. Bjorkholm, A. Cable, A. Ashkin
Phys. Rev. Lett 55, 48 (1985)

gelten als Meilensteine für das Gebiet der Laserkühlung. Lesen Sie beide Artikel. Stellen Sie sich dabei unter anderen folgende Fragen:

Fragen zu

Cooling of gases by laser radiation

T. Hänsch, A. Schawlow
Opt. Commun. 13, 68 (1975).

In diesem kurzen Artikel machen die Autoren plausibel, dass sich Atome mit Laserlicht effizient auf tiefe Temperaturen kühlen lassen sollten.

- 1) Welches Atom wird diskutiert?
- 2) Ein wie großes Volumen muss den Autoren zufolge ausgeleuchtet werden.
- 3) Wie groß ist die erwartete Dopplerverbreiterung bei 600 Kelvin?
- 4) Wie hoch ist die benötigte Leistung um den Doppler-verbreiterten atomaren Übergang zu sättigen? Warum ist dies nötig?
- 5) Was könnte man tun, um eventuell mit weniger Leistung auszukommen?
- 6) Welche Temperatur wird in Aussicht gestellt und was kann man tun, um noch tiefere Temperaturen zu erreichen?
- 7) Welche Eigenschaften des Laserlicht sind für die Laserkühlung zentral?
Welche Feststellung der Autoren geht über die Arbeit von Einstein hinaus?

Fragen zu

Three-Dimensional Viscous Confinement and Cooling of Atoms by Resonance Radiation Pressure

Steven Chu, L. Holleberg, J. Bjorkholm, A. Cable, A. Ashkin
Phys. Rev. Lett 55, 48 (1985)

Die Autoren berichten über ein Experiment, in dem erstmals Atome mit Hilfe von Laserlicht bzgl. aller drei Raumrichtungen auf extrem tiefe Temperaturen abgekühlt wurden.

- 1) Welche Atome wurden verwendet und warum?
- 2) Wie wurden ein Strahl gasförmiger Atome erzeugt. Wie groß war der Strahl an der Stelle, wo das eigentliche Experiment stattfand?
- 3) Wie wurde der Atomstrahl zunächst abgebremst?
- 4) Wie sah die Anordnung der Laserstrahlen zur weiteren Kühlung aus (Durchmesser, Leistung, Frequenz der Laserstrahlen)
- 5) Die Autoren verwenden zwei Laserfrequenzen im Abstand von 1.7 GHz. Warum?
- 6) Wie wurde der Effekt der lichtinduzierten Reibung auf die Atome detektiert? Was genau ist in den Abbildungen 2 und 3 gezeigt?
- 7) Welche Temperaturen wurden erreicht?
- 8) Waren die Atome räumlich gefangen?

Tatsächlich sind wichtige Fundamente der Laserkühlung von Albert Einstein als Teil seiner Arbeit zur *Quantentheorie der Strahlung* bereits in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts entwickelt worden. Natürlich gab es noch keine Laser sondern nur thermische Strahlung. Falls Sie besonderes Interesse an der Thematik und noch Zeit übrig haben, werfen Sie einen Blick in die Veröffentlichung:

Zur Quantentheorie der Strahlung
A. Einstein, Phys. Z. 18, 121 (1917)

Fragen zu

Zur Quantentheorie der Strahlung
A. Einstein, Phys. Z. 18, 121 (1917)

Welche Aussagen aus Einsteins Artikel sind besonders relevant für die Physik der Laserkühlung?