

## Aufgaben zu Doppler und Mach

1. Christoph Buys Ballot wollte 1845 einen Test des akustischen Dopplereffekts durchführen. Er ließ sich einen Zug und sechs Trompeter. Die Hälfte der Musiker setzte er in den fahrenden Zug, die anderen standen neben den Gleisen. Die Trompeter spielten ein  $g'$  (392 Hz) und der Zug sei mit 20.0 m/s gefahren.
  - a) Welche Frequenz und Note hörten die Musiker neben den Gleisen, wenn die fahrenden Trompeter sich näherten? (Die Musiker waren sich einig, dass der Ton höher als ein  $g'$  war.)
  - b) Welche Frequenz nahmen die fahrenden Musiker wahr, wenn sie sich den stehenden Trompetern näherten? (Auch sie nahmen einen höheren Ton wahr.)
  - c) Um welches Intervall sinkt der Ton der fahrenden Trompeter für die Musiker neben den Gleisen während sie vorbei fahren (näher und entfernen)?
2. Eine Ambulanz fährt an Ihnen vorbei. Während dieses Vorgangs sinkt der Klang des Martinshorns um einen reinen, grossen Ganzton. Welche Geschwindigkeit hat die Ambulanz?
3. Der helle Fixstern Capella bewegt sich von uns weg (s. FoTa). Um wie viele Nanometer ist das Licht der  $H_\alpha$ -Spektrallinie verschoben? Ist die Spektrallinie rot- oder blauverschoben? Kann man diese Farbverschiebung sehen?
4. Es gibt Geschwindigkeitsmesser, die nach folgendem Prinzip funktionieren:  
Ein Radarsender schickt elektromagnetische Wellen der Frequenz 12.0 GHz in Richtung fahrendes Auto. Die vom Auto reflektierten Wellen werden im Empfänger, der sich beim Sender befindet, mit den ursprünglichen Wellen überlagert. Die entstehende Schwebung wird ausgewertet. Nehmen wir an, das Schwebungssignal habe eine Frequenz von 1.6 kHz. Welche Geschwindigkeit hat das Auto?  
Beachten Sie: Einmal tritt Dopplereffekt auf, weil sich das Auto relativ zum Sender bewegt, und dann nochmals, weil sich der Abstand Empfänger-Auto verändert.
5. Eine Granate fliege mit 1250 m/s. Wie gross ist der halbe Öffnungswinkel des Machkegels?

### Lösungen

1a) 416 Hz,  $g_{is}$  b) 415 Hz c) Ganzton    2) 73 km/h    3) 0.066 nm    4) 20 m/s    5) 16.0°