

Übungen zur Vorlesung Physik für Ingenieure II
Prof. Dr. K. Roßnagel, SS 2019
Blatt 21 – zu bearbeiten bis zum 28. Mai 2019

1. Bestimmen Sie die Geschwindigkeit eines Sportwagens, indem Sie die Frequenz des Motorengeräusches vor und nach der Passage Ihres Standpunktes am Fahrbahnrand vergleichen. Die Lufttemperatur ist 12°C . Die an Ihrem Standort gemessene Grundfrequenz des Motorengeräusches ist $f_1 = 88.3\text{ Hz}$, wenn das Auto auf Sie zu fährt und $f_2 = 72.6\text{ Hz}$, nachdem es vorbeigefahren ist.
 - a) Wie groß ist die Schallgeschwindigkeit c ?
 - b) Wie viele Umdrehungen pro Minute macht der Motor?
 - c) Wie schnell ist der Sportwagen unterwegs?

2. Im Januar 2005 ist die Sonde Huygens der ESA von ihrem Mutterschiff, der Raumsonde Cassini losgelöst und auf dem Saturnmond Titan gelandet. Der ursprüngliche Flugplan sah vor, daß Huygens, durch die Titanathmosphäre abgebremst, bis zu $\Delta v = 5.5\text{ km/s}$ Relativegeschwindigkeit zur Muttersonde Cassini aufweist. Während des Flugs, beim Eintauchen in die Atmosphäre, und vom Boden sendete die Titansonde im S-Band (2 GHz) Daten zu Cassini. Die Datenrate betrug 8 kbit/s .
 - a) Worin besteht der prinzipielle Unterschied zwischen dem akustischen und dem optischen Dopplereffekt?
 - b) Wie groß muß die Bandbreite des Empfängers sein, um die Daten trotz Dopplerverschiebung empfangen zu können?
 - c) Wie groß muß die Bandbreite der Schaltung sein, die den Bit-Takt aus den empfangenen Signalen extrahieren soll?

Die Bandbreite des Empfängers auf Cassini war ausreichend. Aber die Erfassung des Bit-Taktes hätte versagt. Das wurde erst bei einem Test auf halbem Weg zum Saturn festgestellt. Daraufhin wurde der Flugplan so geändert, daß die Relativegeschwindigkeit Δv genügend klein blieb.

Cassini/Huygens ist mit zwei redundanten Empfängern/Sendern, A und B ausgestattet gewesen. Aber um die Daten-Ausbeute zu erhöhen wurden während des Eintauchens in die Atmosphäre von beiden Sendern verschiedene Bilder gesendet. Und nur Empfänger A war zur Analyse der Dopplerverschiebung ausgestattet, um die Abbremsung der Raumsonde zu messen, und damit Aufschluß über die Dichte der Atmosphäre zu gewinnen.

- d) Einer der Empfänger ist leider vergessen worden anzuschalten. Welcher?