

Übungen zur Vorlesung Physik für Ingenieure II
Prof. Dr. K. Roßnagel, SS 2022
Blatt 18 – zu bearbeiten bis zum 17.05.2022

1. 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 Titanatmosphäre abgebremst, bis zu $\Delta v = 5.5 \text{ km/s}$ Relativgeschwindigkeit zur Muttersonde Cassini aufweist. Während des Flugs, beim Eintauchen in die Atmosphäre, und vom Boden sendete die Titan-sonde 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?

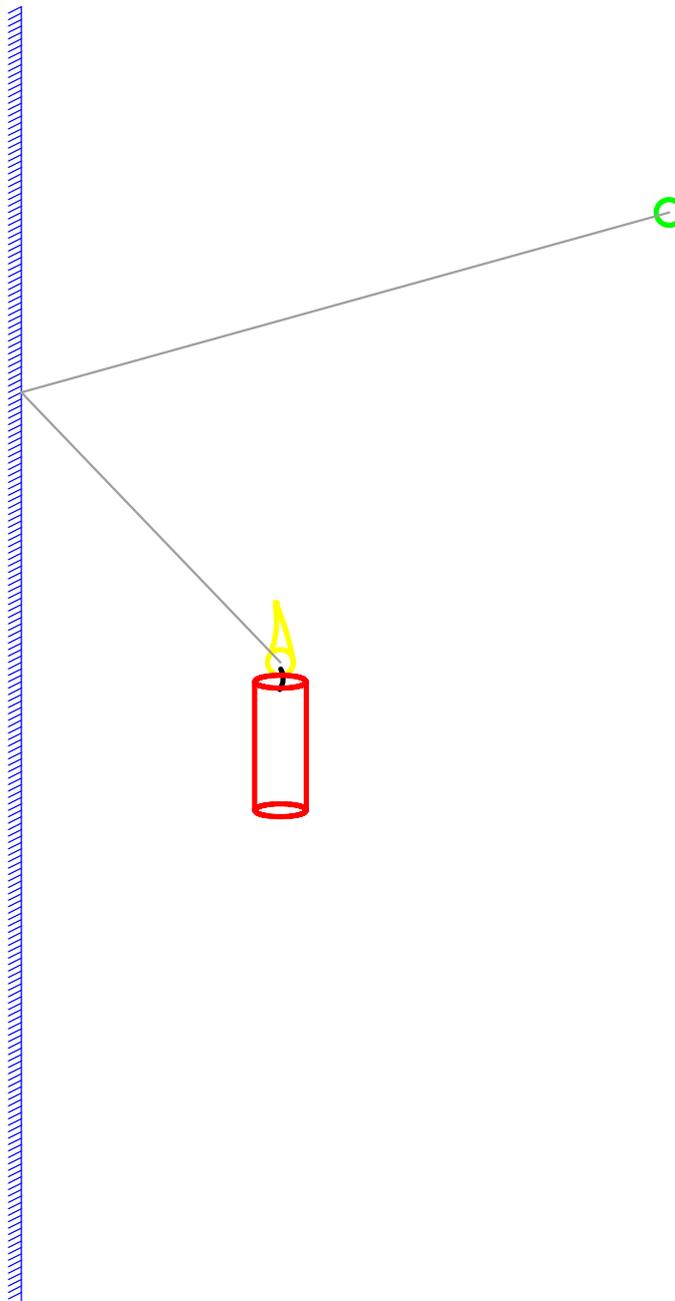
Die Bandbreite des Empfängers auf Cassini war ausreichend. Aber die Erfassung des Bit-Taktes hätte versagt. Das wurde erst bei einem Test auf halbem Weg zum Saturn festgestellt. Daraufhin wurde der Flugplan so geändert, daß die Relativgeschwindigkeit Δv genügend klein blieb.

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?



2. Sie stehen $d_2 = 1$ m entfernt vor einem Spiegel, die Augen auf Höhe $h_2 = 1.70$ m. Vor Ihnen, $d_1 = 0.4$ m vom Spiegel entfernt, steht eine Kerze, die Flamme $h_1 = 1$ m über dem Boden.
- Benutzen Sie das Fermat'sche Prinzip, um den Punkt auf dem Spiegel zu bestimmen, an dem der Lichtstrahl von der Kerze zum Auge reflektiert wird.
 - Zeigen Sie, daß das Reflexionsgesetz gilt.
 - Konstruieren Sie das Bild der Kerze mit Hilfe des Reflexionsgesetzes.
 - Handelt es sich um ein reelles oder ein virtuelles Bild?



3. Auf der horizontalen Ablenkung einer Braunschen Röhre ist eine sinusförmige Wechselspannung von genau 1 kHz angelegt. Die Lissajous-Figur rotiert auf dem Schirm so um die vertikale Achse, dass sie alle fünf Sekunden wieder genau in der gezeigten Phase zu sehen ist. Welche Frequenz hat die sinusförmige Ablenkspannung für die vertikale Richtung?

