

2.2 Übersicht

Die Gleichungen (33) und (34) lassen sich wie folgt zu einer zusammenfassen (oberes Vorzeichen für Annäherung):

$$f_B = f_Q \frac{c \pm v_B}{c} \quad (35)$$

Das selbe ist mit den Gleichungen (13) und (14) für den ruhenden Beobachter möglich (oberes Vorzeichen für Annäherung):

$$f_B = f_Q \frac{c}{c \mp v_Q} \quad (36)$$

2.2.1 Kombination

Die Gleichungen (35) und (36) können zu einer kombiniert werden (oberes Vorzeichen für Annäherung):

$$f_B = f_Q \frac{c \pm v_B}{c \mp v_Q} \quad (37)$$

Überprüfung leicht möglich durch setzen von $v_B = 0$ bzw. $v_Q = 0$.

3 Aufgaben

3.1 Signalhorn

Die Frequenz einer Autohupe beträgt 400 Hz. Ein Hupsignal ertönt, wenn das Auto mit einer Geschwindigkeit von $v_Q = 34 \text{ m/s}$ (ca. 122 km/h) durch die ruhende Luft hin zu einem ruhenden Empfänger fährt. Finden Sie:

1. Die Wellenlänge des Schalls, die den Empfänger erreicht.
2. Die Empfangene Frequenz
3. Finden Sie die Wellenlänge des Schalls, die den Empfänger erreicht und die empfangene Frequenz, wenn das Auto steht und hupt, der Empfänger sich aber mit einer Geschwindigkeit von $v_B = 34 \text{ m/s}$ zum Auto hinbewegt.

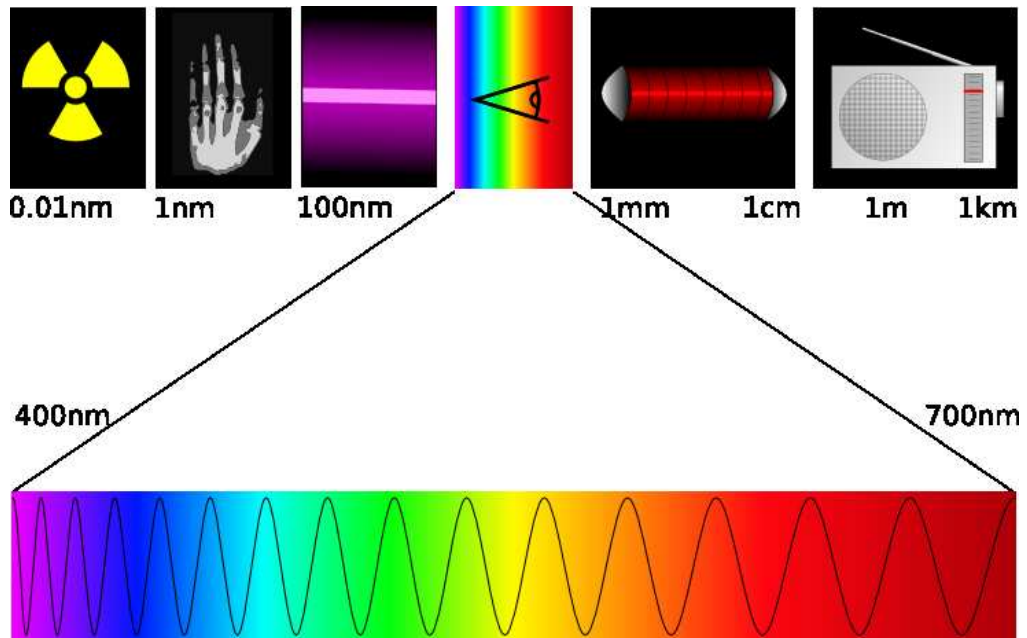


Abbildung 6: Der sichtbare Bereich der elektromagnetischen Strahlung.
 Quelle: <http://de.wikipedia.org/wiki/Licht>

3.2 Astronomie

Das Licht weit entfernter Galaxien ist zum Roten verschoben. Was folgern Sie daraus? Sehen Sie sich dazu auch Abbildung 6 an.

3.3 Startender Airbus A380

Ein Airbus A380 startet, Sie stehen in der Verlängerung der Startpiste und der Airbus fliegt direkt über Sie. Sie wissen, dass die Startgeschwindigkeit des A380 260 km/h ist. Welches Intervall (Frequenz Verhältnis) hören Sie? Die Frequenzverhältnisse (Proportionen) können Sie z. B. bei [Wikipedia](#) nachsehen oder in der Tabelle 2.

3.4 Radar der Polizei

Das Radargerät sendet elektromagnetische Wellen aus, die sich mit Lichtgeschwindigkeit ($c = 3 \cdot 10^8$ m/s) ausbreiten. Der elektrische Strom in der

Antenne der Radareinheit schwingt mit der Frequenz $f_{Q_{\text{Polizei}}} = 1.5 \cdot 10^9$ Hz. Die Wellen werden an einem fahrenden Auto reflektiert, welches sich von dem Polizeiauto mit einer Geschwindigkeit von $v = 50$ m/s wegbewegt. Berechnen Sie den Frequenzunterschied Δf zwischen der ausgesendeten Frequenz f_Q und der empfangenen Frequenz $f_{B_{\text{Polizei}}}$. Gehen Sie wie folgt vor:

1. Berechnen Sie die Frequenz ($f_{B_{\text{Auto}}}$) die beim Auto empfangen wird.
2. Das Auto reflektiert die soeben berechnete Frequenz wieder ($f_{Q_{\text{Auto}}} = f_{B_{\text{Auto}}}$). Welche Frequenz ($f_{B_{\text{Polizei}}}$) misst nun die Polizei?
3. Spielt es eine Rolle ob Sie das Polizeiauto oder das andere Auto als ruhend annehmen? Wenn nicht, wieso?
4. Der Unterschied der Frequenz ist sehr gering. Weshalb kann der Unterschied trotzdem sehr genau gemessen werden?

3.5 Verkehrsünder

Auch Lichtwellen können den Dopplereffekt zeigen (siehe Aufgabe 4.2). Wenn die Geschwindigkeit des Beobachters im Vergleich zur Lichtgeschwindigkeit klein ist, gelten näherungsweise dieselben Gleichungen wie beim akustischen Dopplereffekt.

Verwenden Sie für die Wellenlänge des roten Lichts 620 nm, für die des gelben Lichts 600 nm.

1. Wie schnell müssten Sie mit Ihrem neuen Ferrari auf ein rotes Lichtsignal zufahren, damit es Ihnen gelb erscheint?
2. Ist diese Geschwindigkeit im Vergleich zur Lichtgeschwindigkeit wirklich noch klein?

3.6 Grenzen des Dopplereffekt

Bis zu welcher Geschwindigkeit können Sie eine Frequenzverschiebung berechnen? Wieso ist dies so? Versuchen Sie die Wellenausbreitung in einem nicht mehr berechenbaren Fall aufzuzeichnen.