

SW13) Ein Auto fährt mit der Geschwindigkeit $v = 72 \text{ km/h}$ unmittelbar an einem ruhenden Beobachter vorbei und betätigt dabei die Hupe. Um welches Intervall ändert sich die Tonhöhe der Hupe beim Passieren des Beobachters?
 (Schallgeschwindigkeit $c = 330 \text{ m/s}$)

Lösung:

Formeln siehe Skript Prof. Dr. Karl-Heinz Müller, Seite 17 unten!

geg.: $v = 72 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ Geschwindigkeit Auto (Sender)

$c = 330 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ Schallgeschwindigkeit

Annahme: $\nu = 250 \text{ Hz}$ Frequenz der Autohupe laut Internet

Bewegt sich das Auto (Sender) auf den ruhenden Beobachter (Empfänger) zu gilt:

$$\nu'_{\text{zu}} = \frac{1}{1 - \frac{v}{c}} \cdot \nu = \frac{1}{1 - \frac{20 \text{ m/s}}{330 \text{ m/s}}} \cdot 250 \text{ Hz} = 266,129 \text{ Hz}$$

D.h. der Beobachter nimmt die Frequenz von $266,129 \text{ Hz}$ wahr!

Bewegt sich das Auto (Sender) von den ruhenden Beobachter (Empfänger) weg gilt:

$$\nu'_{\text{weg}} = \frac{1}{1 + \frac{v}{c}} \cdot \nu = \frac{1}{1 + \frac{20 \text{ m/s}}{330 \text{ m/s}}} \cdot 250 \text{ Hz} = 235,714 \text{ Hz}$$

D.h. der Beobachter nimmt die Frequenz von $235,714 \text{ Hz}$ wahr!

Die Frequenz- / Intervalländerung ist daher:

$$\Delta v = v_{zu} - v_{weg} = 266,129 \text{ Hz} - 235,714 \text{ Hz} = 30,415 \text{ Hz}$$

Die relative Frequenzänderung beträgt somit:

$$\pm v = \frac{\Delta v}{v} = \frac{v' - v}{v}$$

Beim heranzufahren:

$$v = \frac{(266,129 \text{ Hz} - 250 \text{ Hz})}{250 \text{ Hz}} = 0,064516$$

\Rightarrow ist das 1,064516 – fache der eigentlichen Frequenz

Beim wegfahren:

$$v = \frac{(235,714 \text{ Hz} - 250 \text{ Hz})}{250 \text{ Hz}} = -0,057144$$

\Rightarrow ist das 0,942856 – fache der eigentlichen Frequenz

\Rightarrow Die Tonhöhe ändert sich vom heranzufahren von dem 1,064516 – fachen der eigentlichen Frequenz von 250 Hz auf das 0,942856 – fache der eigentlichen Frequenz.