

Dopplereffekt

Von einem Sender mit der Frequenz f breitet sich in einem Medium eine Welle mit der Geschwindigkeit $c = \lambda \cdot f$ aus.

Wenn sich Sender und / oder Empfänger bewegen, wird i. A. eine andere Frequenz f' empfangen.

Wenn sich der Abstand zwischen Sender und Empfänger verringert, dann ist $f' > f$.

Wenn sich der Abstand zwischen Sender und Empfänger vergrößert, dann ist $f' < f$.

$$S \xrightarrow{v_S} E$$

Sender bewegt sich auf ruhenden Empfänger zu:

c bleibt gleich, λ verkürzt sich auf $\lambda' = \lambda - v_S \cdot T = \frac{c}{f} - \frac{v_S}{f} = \frac{c - v_S}{f}$,

eine höhere Frequenz f' wird empfangen:

$$f' = \frac{c}{\lambda'} = \frac{c}{\frac{c - v_S}{f}} = \frac{c \cdot f}{c - v_S} = \frac{c \cdot f}{c \cdot \left(1 - \frac{v_S}{c}\right)} = \frac{f}{1 - \frac{v_S}{c}} = f \cdot \frac{1}{1 - \frac{v_S}{c}}$$

$$E \quad S \xrightarrow{v_S}$$

Sender bewegt sich von ruhendem Empfänger weg:

c bleibt gleich, λ verlängert sich auf $\lambda' = \lambda + v_S \cdot T = \frac{c}{f} + \frac{v_S}{f} = \frac{c + v_S}{f}$,

eine niedrigere Frequenz f' wird empfangen:

$$f' = \frac{c}{\lambda'} = \frac{c}{\frac{c + v_S}{f}} = \frac{c \cdot f}{c + v_S} = \frac{c \cdot f}{c \cdot \left(1 + \frac{v_S}{c}\right)} = \frac{f}{1 + \frac{v_S}{c}} = f \cdot \frac{1}{1 + \frac{v_S}{c}}$$

$$E \xrightarrow{v_E} S$$

Empfänger bewegt sich auf ruhenden Sender zu:

λ bleibt gleich, c vergrößert sich auf $c' = c + v_E$

eine höhere Frequenz f' wird empfangen:

$$f' = \frac{c'}{\lambda} = \frac{c + v_E}{\lambda} = \frac{f \cdot (c + v_E)}{f \cdot \lambda} = f \cdot \frac{c + v_E}{c} = f \cdot \left(1 + \frac{v_E}{c}\right)$$

$$S \quad E \xrightarrow{v_E}$$

Empfänger bewegt sich von ruhendem Sender weg:

λ bleibt gleich, c verkleinert sich auf $c' = c - v_E$

eine niedrigere Frequenz f' wird empfangen:

$$f' = \frac{c'}{\lambda} = \frac{c - v_E}{\lambda} = \frac{f \cdot (c - v_E)}{f \cdot \lambda} = f \cdot \frac{c - v_E}{c} = f \cdot \left(1 - \frac{v_E}{c}\right)$$

Dopplereffekt

Sender bewegt sich, Empfänger ruht:	
$S \xrightarrow{v_S} E$ $f' = f \cdot \frac{1}{1 - \frac{v_S}{c}} = f \cdot \frac{c}{c - v_S}$	$E \quad S \xrightarrow{v_S}$ $f' = f \cdot \frac{1}{1 + \frac{v_S}{c}} = f \cdot \frac{c}{c + v_S}$
Empfänger bewegt sich, Sender ruht:	
$E \xrightarrow{v_E} S$ $f' = f \cdot \left(1 + \frac{v_E}{c}\right) = f \cdot \frac{c + v_E}{c}$	$S \quad E \xrightarrow{v_E}$ $f' = f \cdot \left(1 - \frac{v_E}{c}\right) = f \cdot \frac{c - v_E}{c}$
Sender und Empfänger bewegen sich:	
$S \xrightarrow{v_S} \quad \xleftarrow{v_E} E$ $f' = f \cdot \frac{1 + \frac{v_E}{c}}{1 - \frac{v_S}{c}} = f \cdot \frac{c + v_E}{c - v_S}$	$\xleftarrow{v_E} E \quad S \xrightarrow{v_S}$ $f' = f \cdot \frac{1 - \frac{v_E}{c}}{1 + \frac{v_S}{c}} = f \cdot \frac{c - v_E}{c + v_S}$
$E \xrightarrow{v_E} \quad S \xrightarrow{v_S}$ $f' = f \cdot \frac{1 + \frac{v_E}{c}}{1 + \frac{v_S}{c}} = f \cdot \frac{c + v_E}{c + v_S}$	$S \xrightarrow{v_S} \quad E \xrightarrow{v_E}$ $f' = f \cdot \frac{1 - \frac{v_E}{c}}{1 - \frac{v_S}{c}} = f \cdot \frac{c - v_E}{c - v_S}$