

# Dopplerův jev

**Dopplerův jev** představuje změnu detekované frekvence vlnění, jsou-li zdroj a detektor ve vzájemném pohybu. Fyzikální podstatou Dopplerova jevu je skládání rychlosti vlnění s rychlostí vzájemného pohybu zdroje a detektoru. Jev se uplatňuje pro libovolné vlnění, tedy zejména akustické i elektromagnetické. Poprvé byl popsán Christianem Dopplerem jako posuv spektrálních čar u rotujících dvojhvězd, kde se spektrum hvězdy pohybující se směrem k nám posouvalo směrem k modrému konci a spektrum hvězdy pohybující se od nás k červenému konci spektra. Pro medicínu je zdaleka tím nejdůležitějším Dopplerův jev při odrazu ultrazvuku od pohybujících se částic, zejména pak červených krvinek.

Typickou situací použití v medicíně je stojící pozorovatel, tedy pevně umístěný detektor, a pohybující se zdroj, tedy tkáň odrážející na něj dopadající vlnění. Pro vlnovou délku detekovaného vlnění potom platí:

$$\lambda = \lambda_0 \pm \frac{v_{zdr}}{f_0}$$

Znaménko se určuje podle toho, zda se zdroj zvuku vzdaluje (+) nebo přibližuje (-) k detektoru,  $\lambda_0$  je vlnová délka vlnění, které opouští zdroj,  $f_0$ =původní frekvence tohoto vlnění a  $v_{zdr}$  je rychlost zdroje.

Základním použitím je zjišťování toku krve. Typickým spojením barevně kódované informace o toku krve do ultrazvukového snímku v B módu, tzv. duplexní sono. V angiologii se využívají i tužkové průtokoměry, které pouze detekují pohyb a signalizují jej pomocí zvukového výstupu.

Uspořádání je v tomto případě poněkud složitější. Vlnění je vysláno sondou a dopadá na tkáň, která funguje jako "detektor". Ve tkáni se již s posunutou frekvencí odrazí a jako vlnění od pohybujícího se zdroje se vrací zpět k sondě, která funguje současně i jako detektor. Tedy dochází ke dvěma posuvům frekvence. Pro rozdíl mezi detekovanou a vyslanou frekvencí platí vztah:

$$\Delta f = \frac{2v f_0}{c} \cos \alpha,$$

kde  $v$  je rychlost pohybu tkáně,  $c$  je rychlost vlnění a  $\alpha$  je úhel, který svírá vektor rychlosti pohybu tkáně s osou sondy.

## Související články

- Dopplerovská ultrasonografie v medicíně • Dopplerovská ultrasonografie
- Dopplerovská zobrazení
- Dopplerovská echokardiografie • Transkraniální dopplerovská ultrasonografie • Fetální Dopplerometrie • Dopplerovský průtokoměr

## Použitá literatura

BENEŠ, Jiří, Daniel JIRÁK a František VÍTEK, et al. *Základy lékařské fyziky*. 4. vydání. 2015. 322 s. ISBN 9788024626451.