

POKUS

- Pozorování ohybového obrazce při pevné ultrazvukové frekvenci pro dvě různé světelné vlnové délky
- Pozorování ohybového obrazce pro různé ultrazvukové frekvence mezi 1 a 12 MHz
- Určování odpovídajících zvukových vlnových délek a rychlosti zvuku

ÚKOL

Určete rychlost ultrazvukových vln v kapalinách.

SHRNUTÍ

Pravidelné kolísání hustoty, způsobené ultrazvukovým spektrem stojatého vlnění v kapalině, působí jako optická mřížka pro ohyb jednobarevného paralelního světelného paprsku, který je převeden v kolmém směru do směru ultrazvukové vlny. Z ohybového obrazce a vlnové délky světla je možné určit vlnovou délku zvuku a použít ji ke spočítání rychlosti zvuku v kapalinách.

POŽADOVANÉ PŘÍSLUŠENSTVÍ

1	Ultrazvukový generátor stálých vln	5401.U100061
1	Pokusná nádrž	5401.U10008
1	Laserová dioda pro Debey-Sears efekt, červená	5401.U10007
1	Laserová dioda pro Debey-Sears efekt, zelená	5401.U10009
1	Páskový kapesná metr, 2 m	5401.U10073
1	Ultrazvukový kontaktní gel	5401.XP999

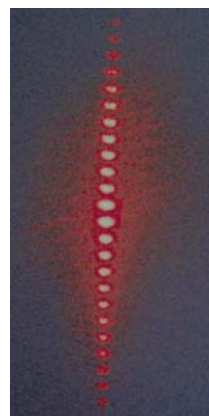
ZÁKLADNÍ PRINCIPY

Ohyb světla ultrazvukovými vlnami v kapalinách byl vypočítán Brillouinem v roce 1922 a efekt byl potvrzen pokusem v roce 1932 Debyem a Searsem a také Lucasem a Biquardem. Je způsoben periodickým kolísáním indexu lomu kapaliny, které je vytvářeno ultrazvukovými vlnami. Když světelný paprsek projde skrz kapalinu kolmo ke směru ultrazvuku, uspořádání působí jak mřížkové skupenství, které se pohybuje v závislosti na rychlosti zvuku. Konstanta optické mřížky odpovídá vlnové délce ultrazvuku a tak závisí na její frekvenci a rychlosti zvuku ve prostředí. Pohyb mřížkového skupenství může být zanedbán při jeho pozorování na vzdálené promítací ploše.

V pokusu, vertikálně zaměřený generátor spojuje ultrazvukové vlny při frekvencích mezi 1 MHz a 12 MHz do pokusné kapaliny. Jednobarevný paralelní světelný paprsek prochází skrz kapalinu ve vodorovném směru a je ohýbán optickou mřížkou. Ohybový obrazec obsahuje několik maximálně rozložených lomů v pravidelných vzdálenostech.

k -th uspořádání maxima ohybového obrazce je pod úhlem ohybu α_k , a je dán takto:

$$(1) \tan \alpha_k = k \cdot \frac{\lambda_L}{\lambda_S}$$



λ_L : vlnová délka světla, λ_S : vlnová délka zvuku

Vlnová délka λ_S může být určena rozdělením ohybového maxima. Rovnice:

$$(2) c = f \cdot \lambda_S$$

Podle tohoto vztahu je možné spočítat rychlost zvuku c v kapalině za podmínky, že frekvence f ultrazvukových vln je také známa.

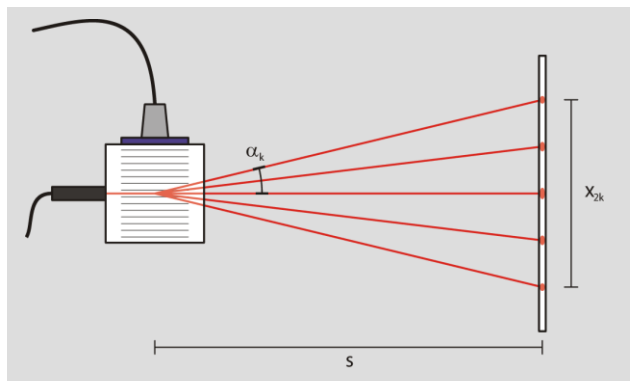
VYHODNOCENÍ

Je nezbytné změřit vzdálenost s mezi ultrazvukovým generátorem a promítací plochou použitou na pozorování ohybového obrazce a vzdálenost x_{2k} mezi $-kth$ a $+kth$ ohybovým maximem. Z těchto dvou vzdáleností je možné změřit difrakční úhel α_k pro kth uspořádání maxima. Rovnice:

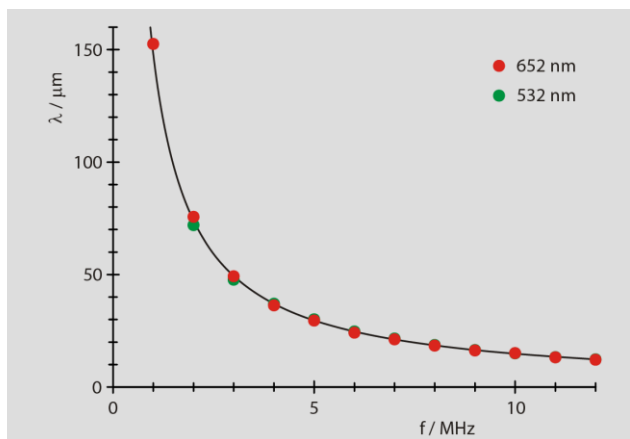
$$\tan \alpha_k = \frac{x_{2k}}{2 \cdot s}$$

Toto vede k následující rovnici pro určení vlnové délky ultrazvuku λ_S :

$$\lambda_S = \frac{2 \cdot k \cdot s}{x_{2k}} \cdot \lambda_L$$



Obrázek 1: Graf ukazující lom světla mřížkovým uspořádáním, které se tvoří v kapalině ultrazvukovými vlnami (akusto-optický efekt).



Obrázek 2: Vlnová délka zvuku λ_S ve vodě jako funkce frekvence f .



HELAGO-CZ, s.r.o.

Kladská 1082

500 03 Hradec Králové

Tel.: 495 220 229

Fax: 495 220 154

E-mail: info@helago-cz.cz

<http://www.helago-cz.cz>

