



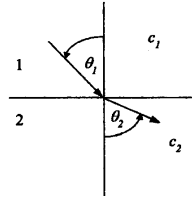
آزمون فراصوتی Ultrasonic Testing (UT)

تابش زاویه ای موج به سطح مشترک دو محیط

مدرس: دکتر فرهنگ هنرور
گروه ساخت و تولید
دانشکده مهندسی مکانیک
دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی



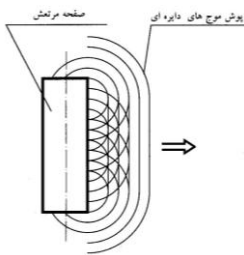
قانون اسنل (Snell's Law)



$$c_1 \sin \theta_2 = c_2 \sin \theta_1 \quad \frac{c_1}{c_2} = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$$



روش ترسیم هیوینگس (Huygen's construction)

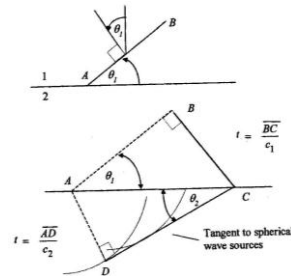


روش هیوینگس روشی تجربی برای به تصویر در آوردن انتشار یک جبهه موج یا به عبارتی سطوحی از موج که هم فاز هستند، می‌باشد. در یک لحظه معین، هر نقطه روی جبهه موج به عنوان منبع تولید امواج ثانویه‌ای که به صورت شعاعی و به طرف بیرون با سرعتی متناسب با محیط مورد نظر انتشار می‌یابند در نظر گرفته می‌شود. در لحظات بعد، جبهه موج با رسم منحنی مماس کره‌های (یا دایره‌های) حاصل از منبع‌های ثانویه به دست می‌آید.

به این منحنی مماس پوش (envelope) گفته می‌شود.



اثبات قانون اسنل



$$\overline{BC} = c_1 t, \quad \overline{AD} = c_2 t$$

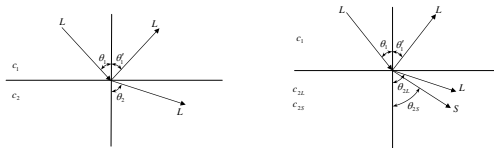
$$\sin \theta_1 = \frac{\overline{BC}}{\overline{AC}}, \quad \sin \theta_2 = \frac{\overline{AD}}{\overline{AC}}$$

$$\frac{\sin \theta_1}{\overline{BC}} = \frac{\sin \theta_2}{\overline{AD}}$$

$$\frac{c_1}{c_2} = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$$



بازتابش و شکست موج

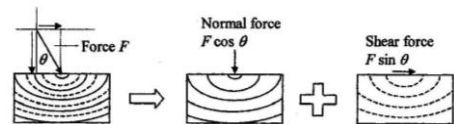


برخورد موج به سطح دو مایع

برخورد موج به سطح مایع و جامد

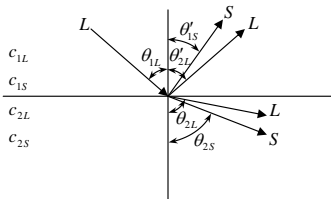


مفهوم تغییر حالت موج

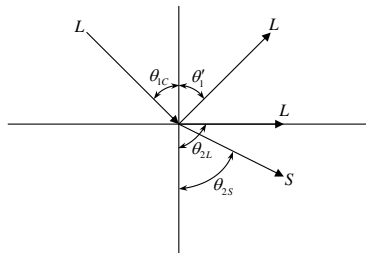




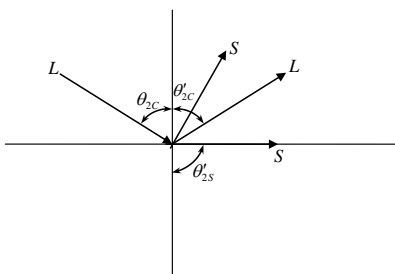
برخورد موج به مرز دو محیط جامد



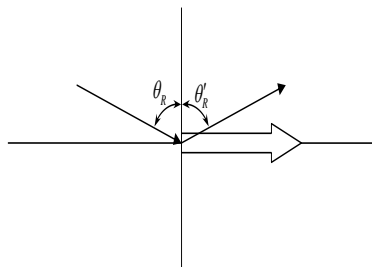
زاویه بحرانی اول



زاویه بحرانی دوم



زاویه موج ریلی



مثال: زاویه‌های بحرانی اول و دوم و زاویه موج ریلی را در تابش موج طولی از بلکسی گلاس به فولاد به دست آورید.
در فولاد داریم $c_R = 0.9258 c_S$
حل: سرعت امواج طولی و عرضی در بلکسی گلاس و فولاد عبارتند از:

$$\begin{cases} c_{1L} = 2670 & \text{م/ث} \\ c_{1S} = 1120 & \text{م/ث} \end{cases} \quad \text{بلکسی گلاس}$$

$$\begin{cases} c_{2L} = 5850 & \text{م/ث} \\ c_{2S} = 3230 & \text{م/ث} \end{cases} \quad \text{فولاد}$$

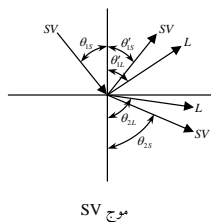
$$\theta_{c1} = \sin^{-1} \frac{c_{1L}}{c_{2L}} = \sin^{-1} \frac{2670}{5850} = 27.2^\circ \quad \text{زاویه بحرانی اول}$$

$$\theta_{c2} = \sin^{-1} \frac{c_{1L}}{c_{2S}} = \sin^{-1} \frac{2670}{3230} = 55.8^\circ \quad \text{زاویه بحرانی دوم}$$

$$\theta_R = \sin^{-1} \frac{c_{1L}}{0.9258 c_{2S}} = \sin^{-1} \frac{2670}{(0.9258)3230} = 63.2^\circ \quad \text{زاویه ریلی}$$



بازتابش و شکست موج عرضی SH



موج SV



منحنی بازتابش و عبور موج

■ این منحنی میزان انرژی بازتابیده و عبوری امواج طولی و عرضی را در حالتی که موج از آب به آلومینیوم وارد میشود نشان میدهد.

