

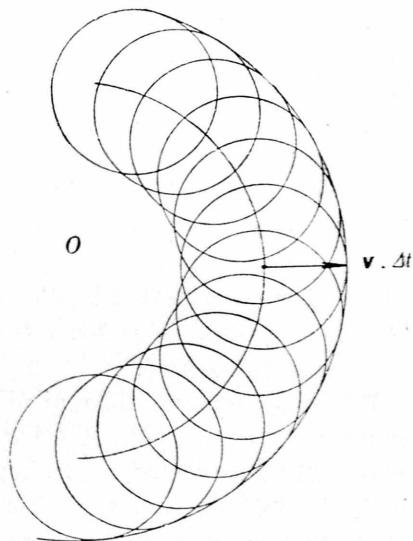
$$\begin{aligned}
 P &= P_0 \left[\sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{r_1}{\lambda} \right) + \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{r_2}{\lambda} \right) \right] = \\
 &= 2P_0 \cos \pi \frac{r_2 - r_1}{\lambda} \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{r_1 + r_2}{2\lambda} \right) \quad (2)
 \end{aligned}$$

ktorá sa od rovnice (1) líši len v tom, že v rovnici (2) namiesto amplitúdy výchylky máme amplitúdu pretlaku. Keďže však vlnenie neprebíha teraz v rovine, ale v priestore, geometrickými miestami bodov s nulovou alebo najväčšou amplitúdou pretlaku nie sú v tomto prípade hyperboly, ale súosové rotačné hyperboloidy s osou idúcou cez bodové zdroje S_1 a S_2 .

8.11. Huygensov princíp. V homogénnom a izotropnom prostredí sa vlnenie šíri v každom smere rovnakou rýchlosťou. Keď však vlneniu stoja v ceste nejaké prekážky, od prekážok sa vlnenie odráža a prechádza medzerami medzi nimi. Tým sa priebeh vlnivého pohybu stáva zložitým a úmerne tomu aj jeho teoretický výpočet je ťažký. V týchto prípadoch veľmi cenné informácie o priebehu vlnenia poskytuje konštrukcia čela vlny pre čas $t + \Delta t$, ak je známe čelo vlny v čase t . Princíp, o ktorý sa táto konštrukcia opiera, podľa svojho objaviteľa sa nazýva *princíp Huygensov*, ktorý Huygens¹⁾ na základe svojich pokusných pozorovaní vyslovil už r. 1690.

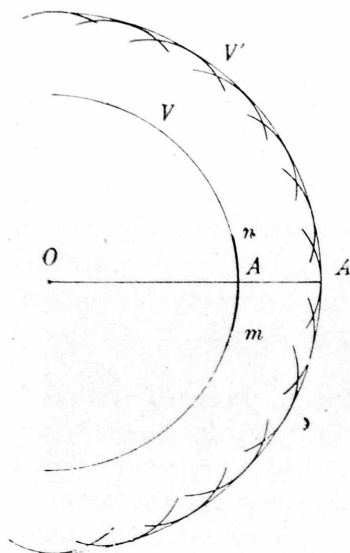
Podľa Huygensovho princípu sa každý bod hmotného prostredia, do ktorého sa čelo vlny dostalo v nejakom čase t , stáva novým zdrojom rozruchu, z ktorého sa vlnenie začína šíriť na všetky strany. Preto, ak rýchlosť vlnenia v tomto prostredí je v , za ďalší čas Δt okolo každého takéhoto bodu sa vytvorí elementárna guľová vlnoplocha s polomerom $v \cdot \Delta t$. Skutočnou vlnoplochou, predstavujúcou čelo postupujúceho vlnenia, je vonkajšia obálka všetkých týchto elementárnych vlnoplôch (obr. 8.25) a smer postupu vlnenia je stále na čelo vlnenia kolmý.

Práve tak ako možnosť interferencie vlnení, aj Huygensov princíp je dôsledok toho, že dife-



Obr. 8.25

¹⁾ Christian Huygens (1629-1695), holandský fyzik a matematik, zakladateľ undulačnej teórie svetla, pomocou ktorej vysvetlil aj jav dvojlomu. Zostrojil po ňom nazvaný okulár, okrem toho zostrojil aj kyvadlové hodiny a objavil niektoré zákony pružných telies. Ako matematik sa považuje za zakladateľa počtu pravdepodobnosti.



Obr. 8.26

renciálne rovnice vlnivého pohybu hmotných prostredí — ako sme to už niekoľko ráz pripomenuli — sú homogénne a prvého stupňa. Preto ak v danom hmotnom prostredí je možné nejaké vlnenie, napríklad šírenie sa bodového rozruchu, vzniknutého vo veľmi krátkom čase, je možné aj vlnenie, ktoré je súčtom šírení sa ľubovoľného počtu takýchto elementárnych rozruchov. Keď si okrem toho ešte uvedomíme, že stav hmotného prostredia pri jeho vlnivom pohybe v ľubovoľnom čase môžeme považovať za stav začiatočný, máme *Huygensov princíp*.

Konstruktoria čela vlny vyplývajúca z Huygensovho princípu určuje sice smer postupu vlnenia po jeho prechode medzi rôznymi prekážkami, ktorý je na čelo vlny všade kolmý, no neurčuje aj intenzitu vlnenia za čelom vlny, ktorá môže byť interferenciou vlnení prichádzajúcich do tohože

bodu pozdĺž nerovnako dlhých tratí aj veľmi značne pozmenená. Týmito zmenami podrobnejšie sa budeme zaoberať pri úvahách o svetelnom vlnení v optike. V tomto článku sa už len stručne zmienime ešte o vplyve malých prekážok na postup vlnenia.

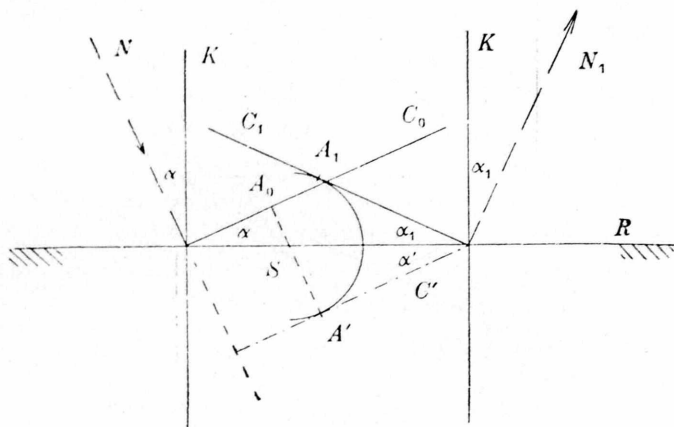
Predstavme si, že sa z bodu O (obr. 8.26) šíri na všetky strany jednoduché harmonické vlnenie. V tomto prípade šírenie sa vln do istej miery závisí aj od vlnovej dĺžky λ . Z bodu O do bodu A' na vlnoploche V' sa vlnenie dostane za najkratší čas pozdĺž spojnice OA' , ktorá vlnoplochu V s menším polomerom pretína v bode A , v tzv. póle vzhľadom na bod A' . Z podrobného rozboru Huygensovho princípu a zákonov interferencie vyplýva, že vlnenie v bode A' je závislé od vlnivého pohybu len malého okolia mn pólu A . Vplyv ostatných bodov vlnoplochy V sa v bode A' interferenciou ruší.

Ak vlnová dĺžka λ je malá, aj účinné okolie pólu (plôška mn) je malé. Stačí preto aj malá prekážka v póle A , aby sa vlnenie do bodu A' vôbec nedostalo. To značí, že vlnenie sa šíri v tomto prípade pozdĺž priamych lúčov, ktoré sú na vlnoplochy kolmé.

Pri veľkej vlnovej dĺžke aj účinná plôška mn je veľká. V tom prípade malá prekážka v mieste pólu A má len malý vplyv na vlnenie v bode A' , ktoré sa tam môže ešte dostať z nezakrytých častí účinnej plôšky mn . Z bodu O do bodu A' dostáva sa v tom prípade vlnenie pozdĺž čiar, ktoré nie sú priame. Hovoríme, že okolo malých prekážok nastáva ohyb vlnenia, keď jeho vlnová dĺžka je v porovnaní s rozmermi prekážok pomerne veľká.

Prvý prípad nastáva pri elektromagnetickom svetelnom vlnení, ktorého vlnové dĺžky sú v porovnaní s obyčajnými prekážkami veľmi malé. Preto obyčajne pozorujeme len priamočiare šírenie sa svetla a jeho dôsledok, vznik tieňov. Ohyb svetla je jav v dennom živote zriedkavý.

Na rozdiel od svetla, zvukové vlny majú približne rovnaké dĺžky, ako sú dĺžkové rozmery obyčajných prekážok a medzier medzi nimi. Priamočiare šírenie sa zvuku je preto zastreté ohybom zvukových vln. Zvuk sa šíri za otvorom alebo za okrajom prekážky na všetky strany. Akustický tieň vzniká len za mohutnými prekážkami.



Obr. 8.27

V rozhlase používané elektromagnetické vlny majú vlnové dĺžky v rozsahu asi od 13 do 2 000 m. Preto sa ohybom dostávajú aj do vzdialených miest i napriek tomu, že povrch Zeme je zakrivený. Inakšie je to s pomerne kratšími elektromagnetickými vlnami používanými v televízii, ktoré sa prakticky dostávajú len do vzdialeností, odkiaľ možno ešte vidieť vysielaciu anténu.

8.12. Odras a lom rovinnéj vlny na rovinnom rozhraní. Predstavme si, že sa dve rôzne pružné hmotné prostredia stýkajú v rovine, ktorá predstavuje ich spoločné rozhranie. Keď sa v jednom z nich blíži k rozhraniu rovinná vlna, jednotlivé body rozhrania sa stávajú postupne stredmi elementárnych rozruchoch, od ktorých sa vlnenie šíri späť do prostredia, z ktorého prišlo, aj do prostredia na druhej strane rozhrania. Pomocou Huygensovho princípu vyšetríme najprv postup vlnenia odrážaného do pôvodného prostredia, potom aj vlnenia vnikajúceho do druhého prostredia.

Odras vln (reflexia). K rozhraniu R dvoch hmotných prostredí nech sa blíži čelo C rovinnéj vlny v smere, ktorý s kolmicou na rozhranie, s tzv.