

PRESEK

List za mlade matematike, fizike, astronome in računalnikarje

ISSN 0351-6652

Letnik 23 (1995/1996)

Številka 4

Strani 200-205

Zoran Arsov:

SKRIVNOSTNI IZBRUHI VODE

Ključne besede: fizika, mehanika tekočin, valovanje, interferenca, uklon.

Elektronska verzija: <http://www.presek.si/23/1266-Arsov.pdf>

© 1996 Društvo matematikov, fizikov in astronomov Slovenije

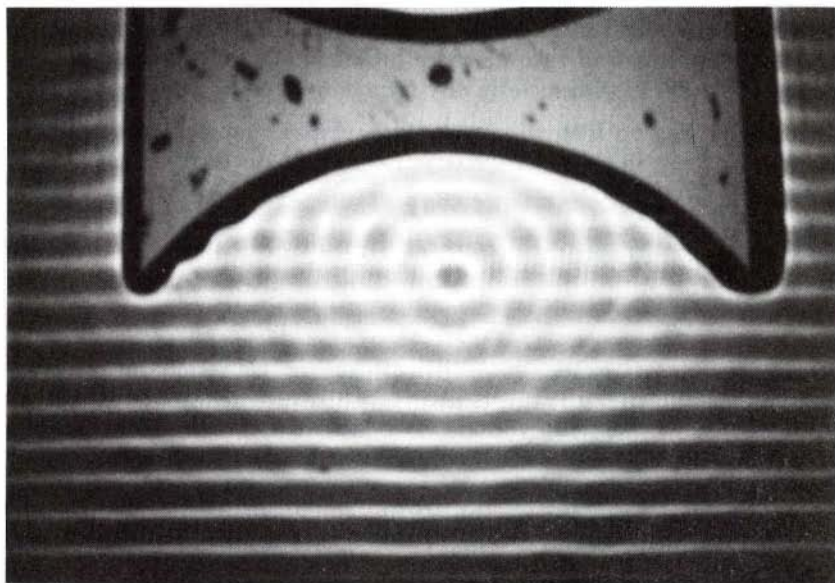
© 2010 DMFA - založništvo

Vse pravice pridržane. Razmnoževanje ali reproduciranje celote ali posameznih delov brez poprejšnjega dovoljenja založnika ni dovoljeno.

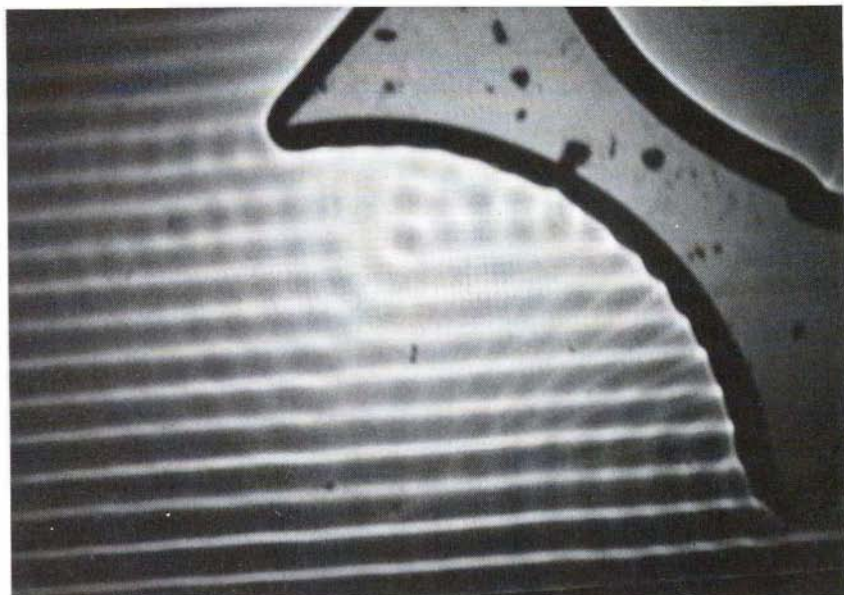
SKRIVNOSTNI IZBRUHI VODE

Zaradi lepšega izgleda velikokrat izdelamo stvari, ki fizikalno niso bolj smotrne. Tako je na primer z okroglimi bazeni za otroke na urejenih morskih plažah (Bazen-burkalnik?; Presek, 22. letnik, št. 5). Voda je v njih na določenih mestih zelo nemirna, tako da otroci niso povsod na varnem, zaradi oblike lagune pa bazeni lepo dopolnjujejo izgled plaže.

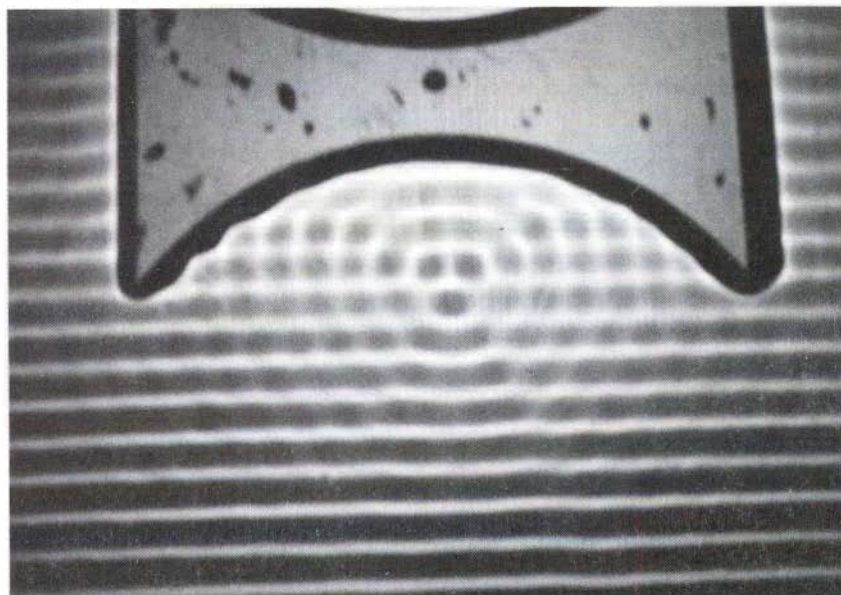
Okrogli bazeni se obnašajo kot krogelna konkavna zrcala, ki jih postavimo na pot vodnim valom. Valovi na gladini vode so kombinacija longitudinalnih in transverzalnih valov, zaradi poenostavitve pa jih obravnavajmo kot transverzalno valovanje. V bazen prihaja ravno valovanje, saj je oddaljenost izvira valovanja ponavadi velika. Vzporedni žarki, ki predstavljajo ravne valove, pa se združijo v gorišču (slika 1). Zaradi združitve žarkov nastane pljusk v razdalji polovice krivinskega radija od temena zrcala. Tolikšna je ravno goriščna razdalja. V primeru, da vpadajoči žarki niso vzporedni z optično osjo, nastane izbruh nekje v goriščni ravnini (slika 2). Ker se izbruhi vode ne pojavljajo po celem bazenu, so otroci v njem lahko na varnem, če se izogibajo območja okoli goriščne ravnine.



Slika 1. Žarki vpadajo na zrcalo vzporedno z optično osjo (črn maksimum).



Slika 2. Poševno vpadajoči žarki.



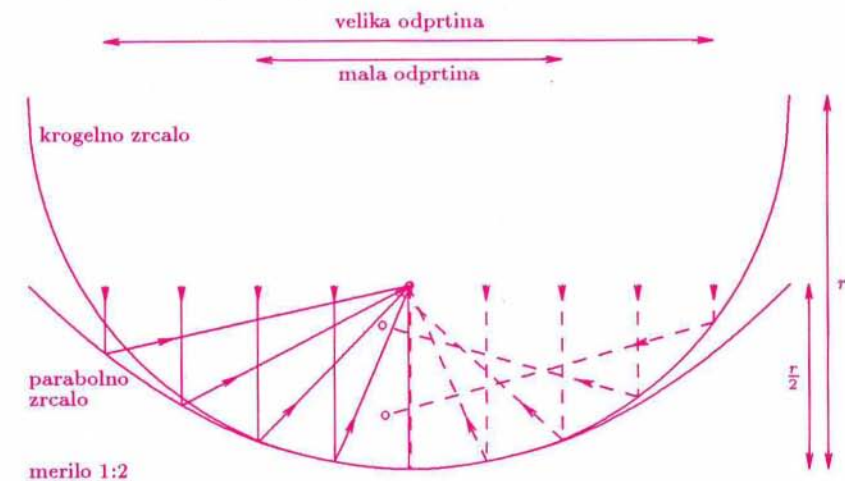
Slika 3. Vzporedno vpadajoči žarki (bel maksimum).

Pljusk je posebej izrazit, kadar se vrh odbitega vala sestavi z vrhom vpadajočega vala. Če se tvori stoječe valovanje tako, da je v gorišču hrbet valovanja, je lahko namesto pljuska v gorišču gladina vode mirna, ali pa imamo dolino (slika 3) namesto vrha valovanja (slika 1). Pri različnih valovnih dolžinah (sliki 6 in 7) je razporejenost hrbtov stoječega valovanja različna. Zato ni nujno, da nastane izrazit pljusk v gorišču. Lahko se pojavi tudi na kakem drugem mestu (slika 7).

Zanima nas še, zakaj se valovi konstruktivno sestavijo v pljusk, kako je to odvisno od velikosti odprtine ter od razmerja med krivinskim radijem in valovno dolžino. Reševanja teh problemov smo se lotili eksperimentalno. Iz pleksi stekla smo izdelali primerne ovire ter nato opazovali obnašanje vodnega valovanja na vzpodbujevalniku valov. Valovanje smo vzpodbujali z izvirom ravnih valov (vzporednih žarkov).

Vprašanja interference se bomo lažje lotili, če predpostavimo, da so vsi odbiti žarki vzporedni. V resnici nekaj žarkov zaradi uklona vpada na zrcalo poševno glede na optično os. V bazenu z manjšo odprtino je uklon lepo viden (slika 5), saj je velikost odprtine primerljiva z valovno dolžino.

V pomoč pri razmišljanju o superpoziciji je shema poteka žarkov pri odboju na zrcalu (slika 4).



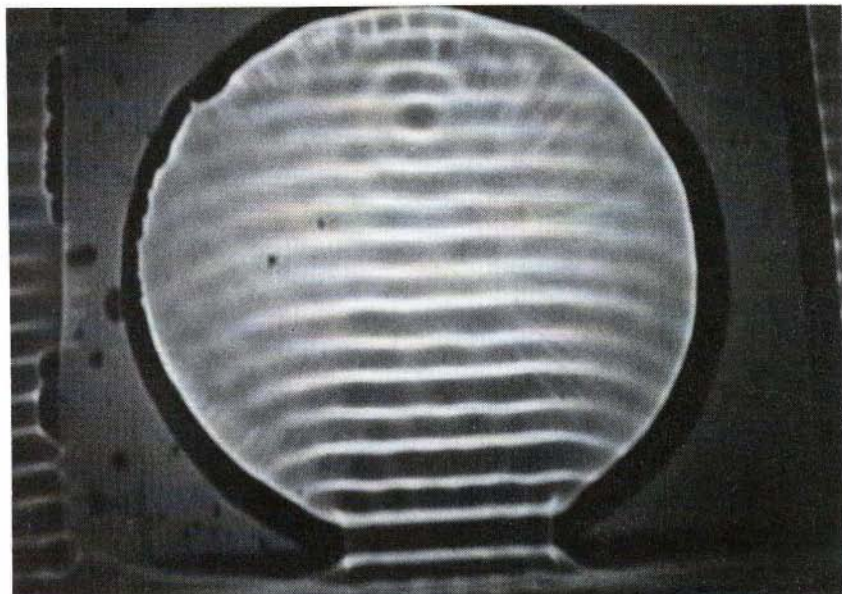
- o v krožcih ima odbito valovanje na krog v zrcalu isto fazo (vsi žarki opravijo isto pot 10 cm)
- žarki, ki se odbijajo na krogelnem zrcalu
- žarki, ki se odbijajo na paraboličnem zrcalu

Slika 4. Potek žarkov pri odboju na paraboličnem oz. krogelnem zrcalu.

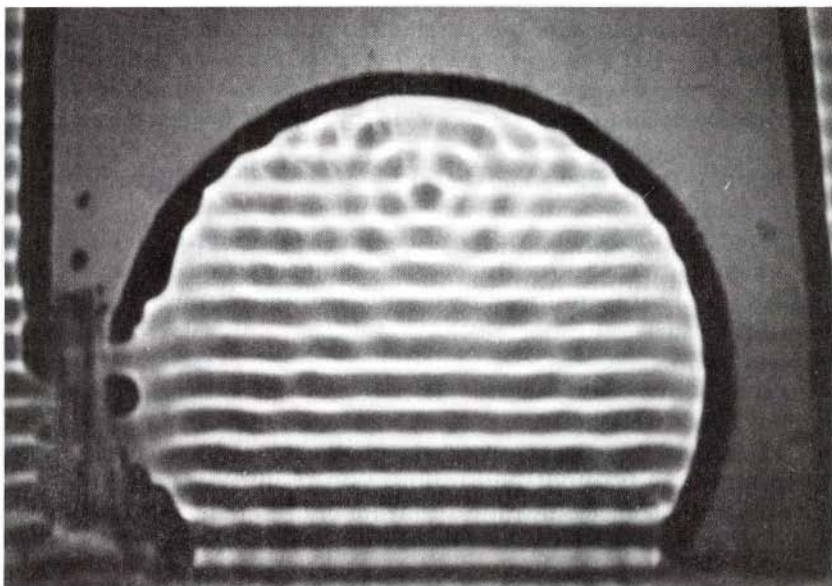
Največjo zbiralno moč ima parabolično zrcalo. Žarki, ki so v fazi pred odbojem, so v fazi tudi po združitvi v gorišču. Parabola je namreč taka krivulja, da se žarki iz vseh smeri odbijejo natančno v gorišče in pri tem opravijo isto dolžino poti. Ker se krožnica ne razlikuje dosti od parabole, se tudi pri krogelnem zrcalu zberejo valovi v pljusk. Čeprav se žarki v isti fazi ne srečajo natančno v gorišču (glej krožce na sliki 4), pa se jih večina le zbere blizu gorišča, zato pričakujemo pljusk.

Seveda pa valovna dolžina v primerjavi z razsežnostjo zrcala ne sme biti majhna, sicer bi bile razlike poti že v majhnem območju okoli gorišča tolikšne, da bi začelo prihajati do destruktivne interference. Razlika poti mora biti manjša od četrte valovne dolžine, da se valovi le seštevajo. V našem primeru sta res valovni dolžini v ($v_1 \approx 1.2$ cm, $v_2 \approx 2.0$ cm) v primerjavi s krivinskim radijem r ($r = 10$ cm) veliki. Drugače bi bilo, če bi obravnavali svetlobo.

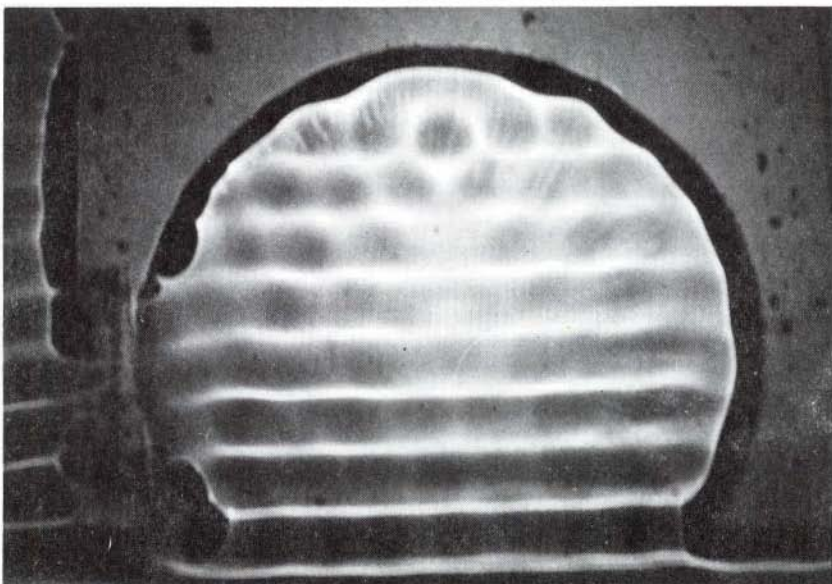
Pri majhni odprtini pljusk nastane bolj natančno blizu gorišča, saj je del stene, kjer se žarki odbijajo, ožji in se zato bolj prilega paraboli. Razliko opazimo s pomočjo merila na slikah 5 in 6. Zaradi različnih odprtin je razlika med bazenoma poleg uklona še v valovitosti vode ob robovih.



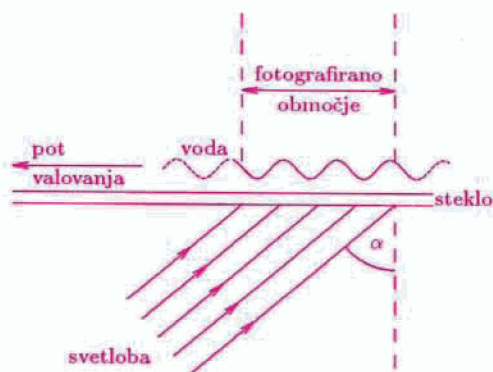
Slika 5. Bazen z malo odprtino. Lepo je viden odklon. Ob robovih bazena ni valov.



Slika 6. Bazen z veliko odprtino pri večji frekvenci.



Slika 7. Bazen z veliko odprtino pri manjši frekvenci.



Slika 8. Vzpodbujevalnik valov.

Kot zanimivost pa še dve vprašanji za bralce: Kako merimo valovno dolžino na vzpodbujevalniku valov (slika 8)? Zakaj nastanejo temne in svetle proge na fotografijah in kako se njihova širina spreminja s kotom, pod katerim, glede na pot valovanja, pade svetloba?

Zoran Arsov