

PRESEK

List za mlade matematike, fizike, astronome in računalnikarje

ISSN 0351-6652

Letnik 6 (1978/1979)

Številka 2

Strani 85-89

Stevo Ščavničar:

NENAVADNO NIHALO

Ključne besede: fizika.

Elektronska verzija: <http://www.presek.si/6/354-Scavnicar.pdf>

© 1978 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.

NENAVADNO NIHALO

Vemo, da je slana voda gostejša od sladke. Če vlijemo kozarec slane vode v lonec čiste vode, potone slana voda na dno. Lahko pa opazujemo tudi bolj zanimive pojave. Naredimo takole:

V visok, prozoren kozarec natočimo mrzlo vodo iz vodovodne pipe tako, da bo gladina segala skoraj do roba. Z iglo preluknjamo dno papirnate ali plastične čaše tako, da bo luknjica lepo okrogla. Nato si pripravimo slano raztopino. Paziti moramo, da se sol popolnoma raztopi. Raztopino tudi obarvamo, da se bo med poskusom ločila od čiste vode; zelo primerno barvilo je hi permangan. Sedaj začnemo spuščati čašo v kozarec tako, da vajo istočasno nalivamo raztopino. Čaša naj bo na koncu potopljena do dveh tretjin, raztopina v čaši in voda zunaj nje pa naj bosta v isti višini. Na koncu moramo čašo pritrditi. Lahko poskusimo z dvema paličicama, ki ju z lepilnim trakom pritrdimo na čašo, ali pa kako drugače. (Sl. 1)

Pričakovali bi, da bo nekaj obarvane slane vode steklo skozi luknjico, dokler se ne bo gladina vode toliko znižala, da bo tlak ob luknjici z obeh strani enak. Zares lahko opazimo nekaj minut trajajoči curek slane vode iz luknjice v dnu čaše. Vendar se za tem, ko zadnja sled curka izgine in se na videz ne dogaja nič več, nikor ne obrnite proč! V kratkem se curek spet pojavi in zgodba se začne ponavljati: curek teče, pojenja, izgine, nekaj časa se na videz ne dogaja nič, nato privre curek... Pojav se ponavlja s precej



Sl. 1

konstantno periodo.

Dogaja pa se še tole: medtem ko obarvani curek ni viden, teče čista voda gor v čašo. Če pogledamo zelo pazljivo, lahko to tudi opazimo na gladini obarvane raztopine v čaši; le ta je zaradi curka nekoliko izbočena.

Perioda nihanja je odvisna v glavnem od velikosti luknjice in manj od koncentracije raztopine. Pri našem poskusu se je pojav ponavljal prek noči približno z isto periodo kljub neprestanemu zmanjševanju koncentracije soli zaradi mešanja. Sistem smo imenovali kar solno nihalo.

Prvi del toka ni težko razložiti. Slana voda v čaši je v začetku enako visoko kot čista voda zunaj nje, ker pa je gostejša, je tlak ob luknjici v čaši večji od tlaka v čisti vodi zunaj. Slana voda zato teče skozi luknjico, dokler se tlaka ne izenačita. Uganka pa je, zakaj se sistem ne umiri, ko tok izgine.

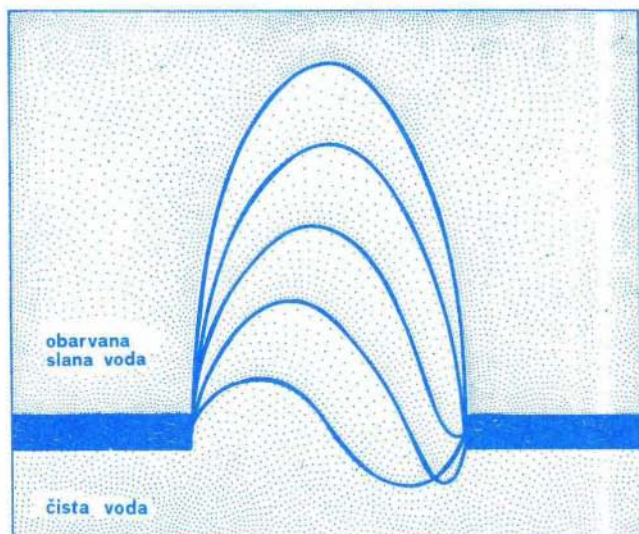
Stanje, v katerem je gostejša tekočina nad redkejšo, je labilno. Vsaka majhna, naključna motnja povzroči, da nekaj redkejše tekočine prodre navzgor, nekaj gostejše pa navzdol. Čista voda, ki je prodrla v čašo, se dvigne pospešeno proti gladini, ker je redkejša od okoliške slane vode, slana voda, ki je prodrla v čisto vodo pa pade proti dnu. Očitno kmalu zatem curek čiste vode izpodrine curek slane vode, saj opazujemo tok čiste vode navzgor skozi luknjico (Sl. 2). Zaradi tega se viša nivo vode v čaši in s tem tlak ob luknjici. Končno ta toliko naraste, da zaustavi tok čiste vode. Sedaj smo spet na začetku cikla. V čaši je preveč vode in dokler se tlaka ne izravnata, imamo tok navzdol. Potem naključne motnje znova poženejo navzgor curek čiste vode.

Nestabilnost na meji med redkejšo tekočino in gostejšo tekočino nad njo, ki sta sicer v ravnovesju, imenujemo Reyleighovo ali včasih Rayleigh-Taylorjevo nestabilnost.

Igra s solnim nihalom utegne biti prav zanimiva, pa tudi marsikaj lahko raziščete, saj pojav ni do podrobnosti poznan. Lah

ko poskušate ugotoviti, na primer, kako je nihajni čas odvisen od premera luknjice, od gostote raztopine, od preseka kozarca in čaše ob gladini, ... Mogoče vam bo uspelo oceniti, koliko vode steče v času ene periode in s tem podatkom izračunati razliko tlakov ob luknjici v trenutku, ko se pojav obrne.

Koliko časa tak sistem niha, je prav gotovo odvisno od začetne gostote, periode in množine vode, ki se meša v sistemu. Za primerjavo naj povem, da je naš "rekorder" vztrajal v nihanju več kot tri dni! In še koristen nasvet tistim, ki bodo naskakovali časovni rekord: ker je v vodi, ki priteče iz pipe, raztopljenega precej kisika, jo je dobro prej prekuhati. Na steni posode in ob luknjici se sicer naberejo mehurčki zraka, ki ne le da zastirajo pogled, marveč lahko tudi zamaše luknjico ali pa spremene njen presek in s tem nihajni čas. Še nekaj rezultatov za primerjavo: čaša, v kateri je nihanje vztrajalo najdlje, je imela luknjico s premerom 0.3mm, nihanje je imelo periodo 55 sekund,. Največja luknjica, pri kateri nam je še uspelo vzpostaviti nihanje, je merila v premeru 1.2mm, nihajni čas pa je znašal 9 sekund. Pri lončkih z luknjicami med 0.3 in 1.2 mm pa je bil nihajni čas med 10 in 50 sekundami.

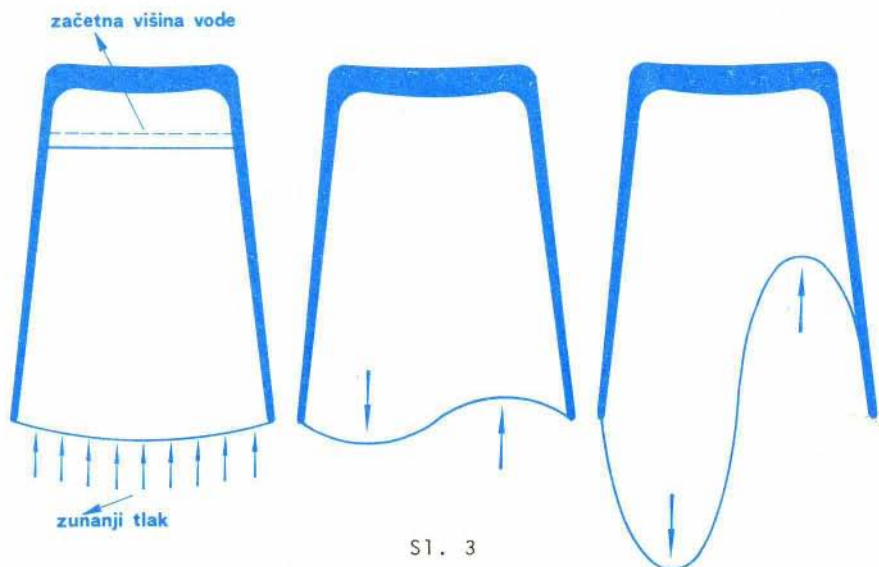


Sl. 2

Lahko pa poskusite tudi z drugimi tekočinami. Ni niti treba, da se mešajo, edini pogoj je, da je gostejša tekočina v čaši na vrhu. Lahko bi poskusili s koncentratom malinovca in čisto vodo. Na koncu bi lahko popili vsako tekočino posebej.

Skratka, pred vami je cela vrsta zanimivih nalog. Poskusite, mogoče bo prišel kdo do zanimivih rezultatov in z veseljem jih bomo objavili.

Na koncu si oglejmo še en pojav, ki ga razložimo z Rayleighovo nestabilnostjo. Že od prej ga poznamo kot star trik, s katerim se ponašamo pred mlajšimi. Če namreč napolnimo kozarec z vodo, ga zapremo z listom papirja in vse skupaj obrnemo okrog, držeč papir na mestu, voda ne bo odtekla, četudi potem roko odmaknemo. V kozarcu vodni steber nekoliko pade in tako se zmanjša tlak zraka, ki je še ujet v kozarcu. Zunanji zrak, ki pritiska na papir, lahko tako uravnesi težo vode v kozarcu.



S1. 3

Zamislimo si, da bi papir v trenutku izginil, ne da bi zmotil površino vode. Kaj bi se zgodilo? Izkušnja nam pravi, da bi vo da odtekla. Če pa bi površina lahko ostala popolnoma nemotena, bi ne bilo nobenega razloga, da bi voda stekla ven. Razlika tlakov bi še vedno lahko obdržala vodo v kozarcu.

Voda seveda izteče, saj površina ne more ostati nemotena. Takoj po odstranitvi papirja naključne motnje porušijo ravnovesje na mejni ploskvi tako kot pri solnem nihalu. Mehur se začne vzdigovati na eni strani čaše, po drugi strani pa začne odtekati voda navzdol in tako imamo kar hitro mokra tla (Sl. 3)

Stevo Ščavničar
