

přibližně optimální rozměry bubliny, při nichž má pulsace maximální rozdíl okolo 2–3 mm při vydařeném pokusu. Optimální frekvence kapání alkoholu, a tím i pulsů bubliny, se pohybovala okolo 1 Hz.

Bohužel nebylo možno pozorovat změny charakteristik pulsace v závislosti na tlaku či teplotě, ale to by nemělo na zkoumaný jev velký dopad (nepočítáme-li pak již odpařování, či dokonce var alkoholu, což je pro danou látku již extrémní podmínkou).

7. Závěr

Pulsace je způsobena pádem kapky alkoholu na vodní hladinu, na níž utvořivší se vlna se na okraji bubliny projeví „pulsací“ bubliny. Vlna vznikla a byla obnovována díky povrchovému napětí povrchové vrstvy s relativně vysokým zastoupením alkoholu. Po difuzi alkoholu se povrchové napětí zvýší na původní hodnotu a vlna zaniká. Odkapem další kapky se cyklus opakuje. Přílišná velikost bubliny způsobí zánik vlny ještě před dosažením okraje a malé bubliny zase nedovolí utvoření kapky alkoholu, což obojí vede k nezdaru pokusu. Z výsledků experimentů vyplývá, že optimální rozměry bubliny jsou 1–2 cm v poloměru, frekvence kapání alkoholu okolo 1 Hz a výsledná pulsace pak má rozdíl maximálně přibližně 2–3 mm.

(7) Název: Oscilátor se slanou vodou

Ročník: 9.; 1995 – 1996

Č. úlohy: 15

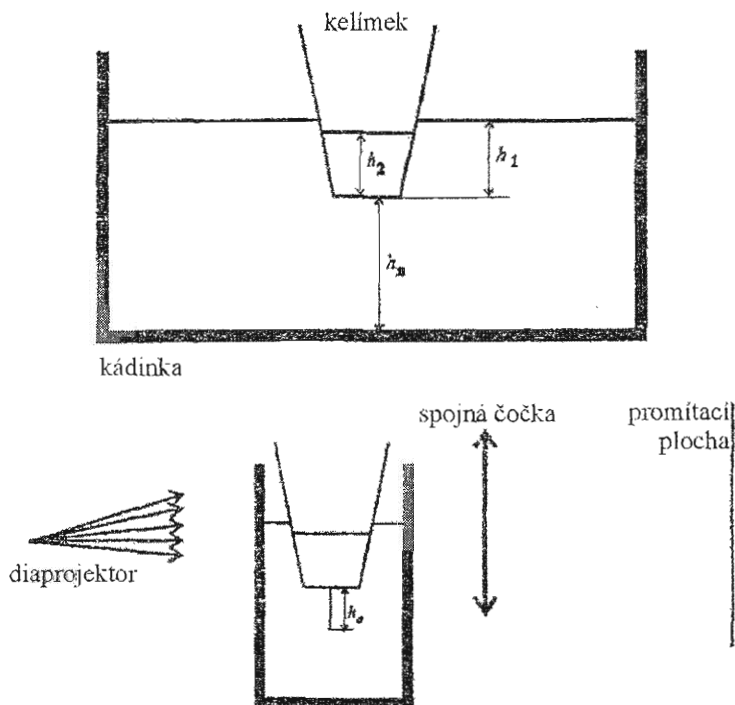
Text: Nádobku s malou dírkou ve dně, obsahující slanou vodu, částečně ponoříme do velké nádoby se sladkou vodou a upevníme. Vysvětlíte mechanismus pozorovaného periodického procesu a prozkoumejte závislost jeho periody na různých parametrech. Pro zviditelnění procesu vodu v nádobce obarvíme.

1. Experiment

Pokusná aparatura není příliš složitá. Nejprve prorazíme jehlou ve dně kelímku otvor. Takto upravený kelímek upevníme do kádinky. Připravíme si roztok soli a obarvíme jej (místo roztoku soli je možné obarvit čistou vodu v kádince). Otvor v kelímku utěsníme jehlou a naplníme kádinku čistou (popř. obarvenou) vodou. Do kádinky nalijeme slany roztok tak, aby rozdíl obou hladin byl minimální (hladina v kelímku by měla být výše než hladina v kádince). Poté vytáhneme jehlu z otvoru ve dně kelímku, čímž umožníme periodické přetékání kapaliny. Pro projekci celého pokusu je vhodné použít diaprojektor a spojnou čočku (viz obrázek 7-1).

Perioda unikání, což je jediný měřitelný prvek, závisí na velikosti otvoru a koncentraci soli v roztoku.

Existuje i určitý kritický průměr otvoru — pokud je otvor větší, k oscilacím nedojde.



Obrázek 7-1: Pokusná aparatura a schéma projekce pokusu.

2. Pracovní hypotéza

Pokud nepůsobí obě kapaliny v otvoru stejným hydrostatickým tlakem (tzn. kapaliny nejsou v rovnovážném stavu), dojde k toku kapaliny z jedné nádoby do druhé.

3. Teoretické řešení

Válec vody pod otvorem (tzn. válec se stejným obsahem S podstavy jako otvor a s výškou h_c) můžeme považovat za kompaktní těleso o hmotnosti $m = S \cdot h_c \cdot \rho_A$. Na toto těleso působí hydrostatické síly F_1, F_2 ($F_i = h_i \cdot \rho_i \cdot g \cdot S, i = 1, 2$), gravitační síla $F_g = m \cdot g$ a vztaková síla $F_{vz} = S \cdot h_c \cdot \rho_B \cdot g$ (pokud voda proudí nahoru, je $\rho_A = \rho_2, \rho_B = \rho_1$, v opačném případě je $\rho_A = \rho_1, \rho_B = \rho_2$). Celková síla působící na těleso tedy je $F = F_1 - F_2 + F_{vz} - F_g$ (kladné znaménko odpovídá síle působící nahoru). V okamžiku, kdy je tato síla nulová, dojde k odtržení tělesa a voda zároveň začne téct na opačnou stranu.

Je třeba definovat veličinu h_c udávající výšku válcového tělesa: musíme přitom rozlišit, zda voda proudí

- 1) nahoru: pokud je výška vody v kelímku cca $h_2 < 10$ cm, pak $h_c = h_2$, jak se proud vody rozpadne v jisté výšce $h_p = h_2$ a pak $h_c = h_p$;
- 2) dolů: je-li vzdálenost den cca $h_n < 10$ cm, pak $h_c = h_n$, v opačném případě (proud vody se rozpadne ve výšce h_r) je $h_c = h_r$.

Sestavením příslušné diferenciální rovnice (2. řádu) typu $y'' + a^2 \cdot y = b$ (tzn. rovnice kmitání s a , $b \neq \text{konst.}$, kde y' značí rychlost proudu vody) a modelováním zjistíme, že daný systém nejenže kmitá neharmonicky (zřejmě z toho, že a , $b \neq \text{konst.}$), ale také s rostoucí amplitudou (omezena třením v kapalině).

4. Dosažené výsledky

Samozřejmě se nejedná o jakési perpetuum mobile, ale o to, že hustota kapaliny v horní nádobě klesá, tzn. systém ztrácí potenciální energii, která se přeměňuje na energii kinetickou.

5. Diskuse

Je nutné, aby otvor měl vhodnou velikost — řádově desetin milimetru. Při větším otvoru nutně dojde k ustavení dvou protiběžných proudů, při menším se na otvor často nalepí bublinka vzduchu, která znemožní přetékání kapalin.

6. Závěr

Výsledky experimentů daly základ k vysvětlení pozorovaných oscilací. Byly popsány závislosti periody děje na některých parametrech soustavy.

Teoretický kvantitativní popis jevu (tedy teoretické určení periody) je pravděpodobně možný jen na základě počítačového modelu. Za použití určitých zjednodušení byla výsledkem tohoto modelu periodická funkce s řádově stejnou periodou jako pozorované oscilace.

(8) Název: Kouzelná trubice

Ročník: 10.; 1996 – 1997

Č. úlohy: 6

Text: Kompressor vhání vzduch do Ranque-Hilshovy trubice tvaru T pod tlakem 0,5 MPa nebo vyšším, takže vzduch v ní začne cirkulovat. V takovém případě z jednoho konce trubice vychází teplý vzduch a z druhého vzduch studený. Určete, který z konců trubice je tím „horkým“ a vysvětlíte, proč pozorujete takový rozdíl teplot. Prozkoumejte, na kterých parametrech tento rozdíl závisí.