

potrubí) neideální částice. Nakonec jsme našli analogii fotoelektrického jevu u fontány se supratekutým héliem.

5. Diskuse

Musíme si však uvědomit, že např. u poslední analogie se jedná o analogii vnější, ne vnitřní. Pozorovatelný projev je velmi podobný, avšak příčiny a mechanismy, jež za oběma ději stojí, jsou diametrálně odlišné. U Ohmova zákona pro kapaliny nám pouze „nesedí“ čtvrtá mocnina v exponentu poloměru potrubí. Je to způsobeno tím, že v kapalině dochází díky viskozitě k vnitřnímu tření, a proto je rychlostní profil v závislosti na vzdálenosti od středu potrubí proměnlivý. Vnitřní tření se u elektronového plynu nevyskytuje, rychlostní profil je konstantní, proto druhá mocnina. Na druhou stranu, analogie mezi supravodivostí a supratekutostí jsou vyloženy vnitřní, protože za nimi stojí společná statistika bosonů.

6. Závěr

Metoda analogie umožnila široký rozbor řady fyzikálních jevů spojených s tezí: elektrický proud „teče“.

(6) Název: Tepající bublina

Ročník: 15.; 2001 – 2002

Č. úlohy: 15

Text: Chyťte vzduchovou bublinu o poloměru 1 až 2 cm pod převrácené hodinové sklíčko pod hladinou vody. Zaveďte do bubliny alkohol úzkou trubičkou, kontrolujte a vyrovnávejte míru průtoku alkoholu, dokud nezačne bublina rytmicky tepat. Studujte tento jev a objasněte svá pozorování.

1. Experimentální aparatura

Pro potřeby řešení problému bylo nutné sestavit odpovídající aparaturu. Vybavení poskytla škola v chemické laboratoři: byly použity běžné chemické pomůcky jako stojany, držák na chladič, křížové svorky apod. Po mnohém vylepšování se podařilo sestavit takovou aparaturu, která byla pro řešení zcela vyhovující: jako úzká trubička byla použita seřzlá jehla z injekční stříkačky a jako regulace průtoku zaškrcovadlo umístěné mezi rezervoárem a jehlou na gumové hadičce. Takto bylo možné začít s prvou fází řešení problému, kterou bylo přimět bublinu k pulsaci.

2. Provedení experimentu

Aby bylo možné pulsaci vůbec pozorovat a tím pádem i studovat, je nutné dodržet určitý postup při instalaci hodinového sklíčka a utváření bubliny. Sklíčko se musí pod vodu spouštět ve vodorovné poloze, a pak se zpod něj přebytečný vzduch odsaje. Další nutnou podmínkou

úspěšnosti pokusu je správné umístění jehly s přívodem alkoholu do bubliny, ta musí být pokud možno uprostřed bubliny a musí se dotýkat hodinového sklíčka. Když je tento postup dodržen lze pozorovat pulsace bubliny za předpokladu, že je opatrně zvyšován průtok alkoholu trubičkou do bubliny, až začne bublina pulsovat. Důvod tohoto postupu je zřejmý Chceme-li vyvolat pulsaci, potřebujeme vpravovat alkohol po kapkách. Aby bylo možné kapky vytvořit, je nutné suché sklo, aby se alkohol nedostal do vody. Dotyk sklíčka a jehly způsobí vytvoření kapky na sklíčku, která po dosažení dostatečné hmotnosti odkápne a vyvolá pulsaci. Alkohol nesmí přitékat příliš rychle, protože jednak není pak pulsace tak dobře viditelná, ale také se může přílišným tlakem zvětšit alkoholová kapka směrem do stran a stéci po sklíčku do vody. Po takto smočené cestě pak stéká všechen další alkohol a není možné cokoli pozorovat.

3. Pracovní hypotéza

Vlastní puls bubliny je způsoben dopadem kapky alkoholu na vodní hladinu. Kapka utvoří vlnu šířící se od místa dopadu směrem k okrajům bubliny.

4. Teoretické řešení

Dopadne-li například kapka vody na hladinu benzínu, vlnění má stojatý charakter a povrch benzínu lze přirovnat ke chvění trampolíny, na které skáče akrobat. Jak však říká zadání úlohy je kapán alkohol do vody. Vlnění vzniklé v této soustavě není stojaté, ale vznikne jen jedna vlna. Její odraz na okraji je vnímám jako popisovaná pulsace.

Vlnění není stojaté z důvodu, který je pro celý problém zcela zásadní. Se změnou koncentrace alkoholu v povrchové vrstvě vody se změní její povrchové napětí. Jelikož se velikost vlnové délky vzniklého vlnění nachází v řádu pár milimetrů, je její hlavní obnovovací silou povrchové napětí. Právě značné snížení povrchového napětí vodní hladiny umožní existenci vlny těchto charakteristik.

5. Dosažené výsledky

Z pozorování vyplynulo, že poměr vlnové délky ku amplitudě vlny činí přibližně 2:1. Aby vlna existovala, potřebuje nízké povrchové napětí, ale protože alkohol difunduje do ostatního objemu vody, povrchová vrstva opět získává vysoké povrchové napětí a vlna je tak utlumená a zaniká. Během svého „života“ urazí vlna vzdálenost k okraji bubliny a přibližně za polovinou zpáteční cesty již zaniká.

6. Diskuse

Rozdíl poloměru mezi klidovým stavem bubliny a pulsem je nepřímě úměrný velikosti bubliny. To plyne z difuze alkoholu do objemu vody a zvýšení povrchového napětí, které zapříčiní zánik nebo přinejmenším útlum vlny. Zároveň příliš malá bublina nedovolí vytvoření alkoholové kapky na hodinovém sklíčku a jev rovněž nenastane. Rozmezí ze zadání vystihuje

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.