

The role of the laser for studying the homogeneous nucleation of water/Role laseru při studování homogenní nukleace vody

R. Klíma

Ústav termomechaniky AV ČR

klíma.r@email.cz

Abstrakt

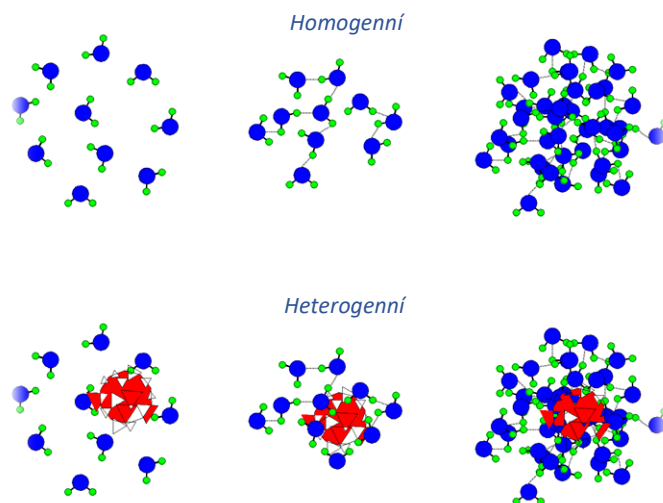
Práce představuje měření množství kapiček vznikajících při homogenní nukleaci vody v různých podmínkách. K měření je použito He-Ne laseru prosvítajícího kapičkami a odrážejícího se od nich.

1 Úvod

Kondenzace vody probíhá v několika krocích, kterými jsou nukleace, růst a stárnutí. Tento experiment se zaměřuje pouze na nukleaci. Díky vlastnostem kapiček, které odrážejí světelné paprsky, můžeme z intenzity světla odraženého pod určitým úhlem zjistit množství těchto kapiček v zasaženém objemu.

2 Nukleace

Nukleaci dělíme na homogenní a heterogenní. Tento výzkum se zabývá pouze tou homogenní a snaží se ji co nejlépe předvést. Homogenní nukleace probíhá v prostředí bez cizích částic a povrchu, přičemž kondenzační centra jsou stejného chemického složení jako kondenzovaná látka. Naopak při heterogenní nukleaci se kondenzačními centry stávají cizí částice, jako jsou zrnka prachu, menší i větší objekty a jiné.

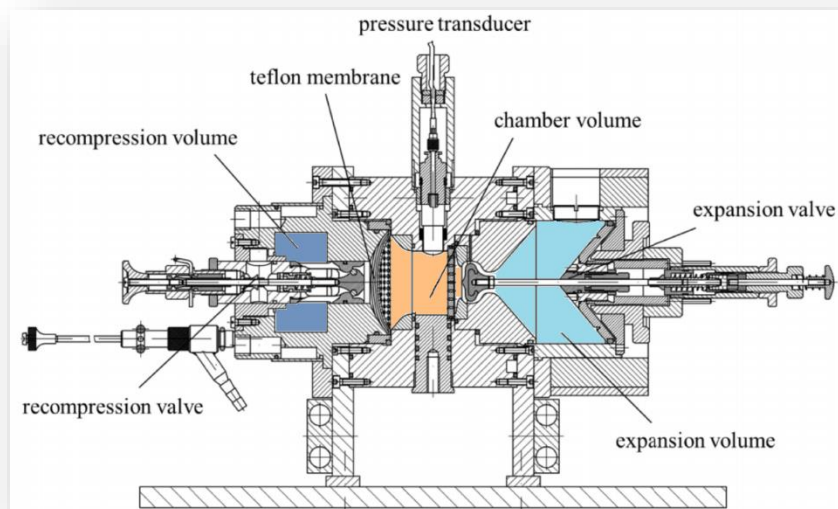


Obrázek 1 - Homogenní a heterogenní nukleace

Samozřejmě v tomto experimentu nadchází problém vyšší kondenzace (heterogenní) na stěnách nukleační komory, který je ovšem vyřešen zvýšením teploty stěn oproti vnitřní teplotě komory.

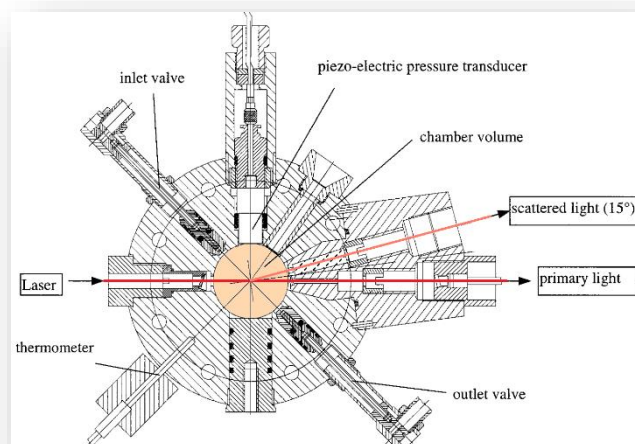
3 Experiment

Experiment probíhá v přístroji s nukleační komorou, do které je nahnáno určité množství (podle potřebného tlaku) směsi vodní páry a nosného plynu v určitém poměru, který se pak projevuje na výsledcích a nadále investiguje. Poté je komora zahřána na předem danou teplotu. V dalším rychlém sledu událostí se otevře ventil do expanzní komory, čímž se sníží tlak, dojde k ochlazení a přesycení, a po 1 ms se pomocí membrány tlak zase zvýší o 5% (při správném průběhu) dřívějšího poklesu.



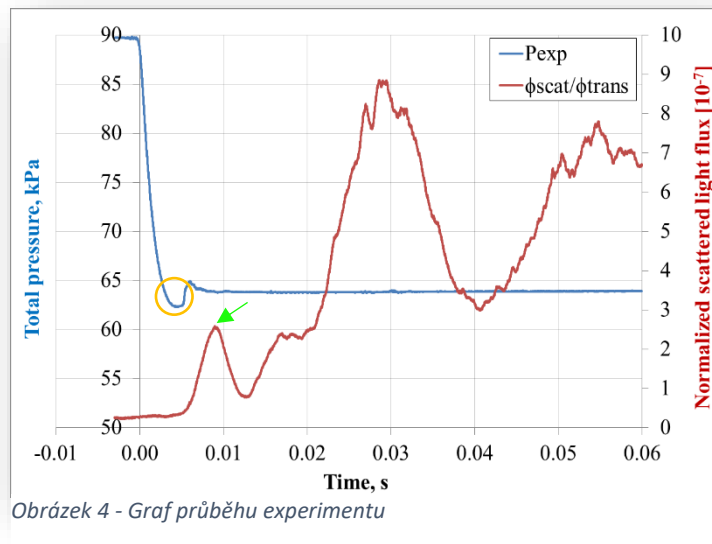
Obrázek 2 - Průřez přístrojem experimentu

Po celou dobu pokusu skrz komoru svítí laser, jehož paprsky se při interakci s vznikajícími kapičkami v určitém místě odrazí do fotonásobiče, který se zde nachází pod úhlem 15° . Procházející paprsek bez odrazu se pak měří na fotodiodě. Zbylé odražené paprsky pod jinými úhly nejsou nijak sbírány.



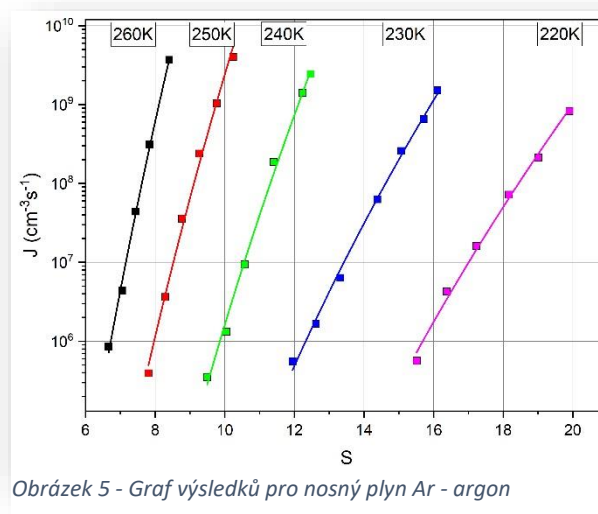
Obrázek 3 - průřez přístrojem podél paprsku

Poměr intenzity na fotonásobiči a intenzity na fotodiodě je tzv. normalizované rozptýlené světlo, které se zapisuje do grafu v závislosti na čase (červená) zároveň s tlakem v závislosti na čase (modrá). Rychlý pokles tlaku a návrat na lehce vyšší hodnotu se nazývá nukleační pulz (oranžový kroužek). Pro účely tohoto měření je použito prvního vrcholu grafu po pulzu (zelená šipka).



4 Výsledky a diskuse

Pro získání výsledků množství vzniklých kapek v daném čase je potřeba převést výsledek experimentu na cm^3 z objemu, ze kterého se paprsky odráží do fotonásobiče. Počet kapek získáme podělením normalizovaného rozptýleného světla teoretickou hodnotou tohoto světla v případě, že by se zde nacházela pouze jedna kapka. Výsledkem je graf závislosti množství kapiček na přesycenosti s izotermami pro určité výchozí teploty experimentu.



Účelem výzkumu je podat informace o podmínkách kondenzace vody v různých prostředích, které se nadále využívají třeba při výrobě parních i jiných turbín a jiných mechanismů v prostředí proudícího vzduchu, kde se může často měnit tlak v důsledku

turbulentního proudění vzduchu. Také jsou data důležitá pro výzkum zachycování CO₂, protože pokud chceme oddělit oxid uhličitý ze spalin, je nutné odebrat vodu a získat suchý plyn. K tomu je důležitý vliv oxidu uhličitého na nukleaci vody.

5 Závěr

Naměřené hodnoty by měly odpovídat izotermám v grafu. Ovšem vzhledem k neudržitelnosti přesných podmínek v přístroji nejsou zcela přesné, tudíž je odchylka zahrnuta ve výpočtech.

Pro vyšší teploty probíhá nukleace dříve než pro nižší. Počet vzniklých kapiček za sekundu se zvyšuje se zvyšujícím se přesycením vzduchu.

6 Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat Tetianě Lukianové za vedení tohoto miniprojektu, stejně jako Mykolovi Lukianovi za technickou i teoretickou výpomoc. Také bych chtěl poděkovat všem, kteří se podíleli na přípravě Týdne vědy a umožnili jeho proběhnutí.

7 Reference

- [1] LUKIANOV, Mykola; LUKIANOVA, Tatiana; HRUBY, Jan. Homogeneous water nucleation in argon, nitrogen, and nitrous oxide as carrier gases. Dostupné na: https://www.researchgate.net/publication/368968669_Homogeneous_water_nucleation_in_argon_nitrogen_and_nitrous_oxide_as_carrier_gases
- [2] Wikipedie – Srážení (chemie). Dostupné na: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Sr%C3%A1%C5%BEen%C3%AD_\(chemie\)](https://cs.wikipedia.org/wiki/Sr%C3%A1%C5%BEen%C3%AD_(chemie))
- [3] STREY, R.; WAGNER, P. E.; VIISANEN, Yrjo. J. Phys. Chem.