

Leidenfrostův jev

V. Březová*, M. Rzehulka**, J. Povolný***, P. Prieberová****
Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, Břehová 7, 115 19 Praha 1
brezover@fjfi.cvut.cz*, rzehumat@fjfi.cvut.cz**,
urlikpov@gmail.com***, p.prieberova@gmail.com****

Abstrakt

Během našeho experimentu jsme se zabývali Leidenfrostovým jevem. Provedli jsme měření na základě, kterého jsme sestavovali graf. Experiment jsme následně zopakovali v rámci prezentace, která se zabývala především podmínkami vzniku předváděného jevu a jeho výskytem mimo laboratoř.

1 Úvod

K Leidenfrostově jevu dochází při kontaktu kapaliny s povrchem, jehož teplota je výrazně vyšší, než teplota varu kapaliny. Od jisté teploty kapka "levituje" nad povrchem. V běžném životě se s tímto jevem můžeme setkat, když pustíme kapku vody na rozpálenou pánvičku nebo při popularizačních experimentech, kde experimentátor strčí ruku do tekutého dusíku. My se pokoušíme vytvořit podmínky pro vznik jevu a vysvětlit jeho průběh ve srozumitelné formě.

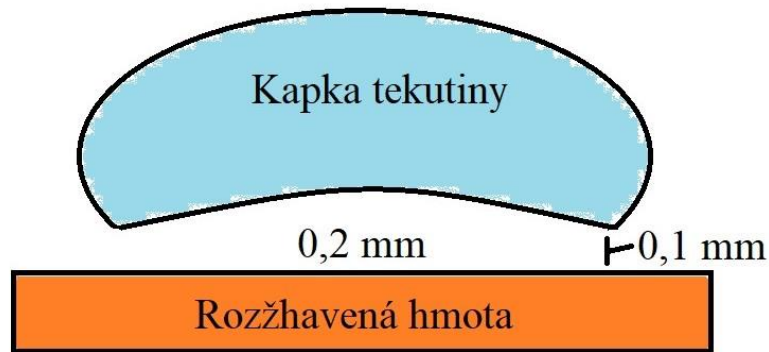
2 Teorie

2.1 Johann Gottlob Leidenfrost

Johann Gottlob Leidenfrost se narodil 27. listopadu 1715 v Rosperwendě (dn. Berga, Německo), do rodiny místního kazatele. Nejprve studoval teologii na University of Gießen, po vzoru otce, ale následně přešel na medicínu na Lipskou univerzitu a na univerzitu v Halle, kde získal doktorát. Z jeho kariéry je vhodné zmínit, že na univerzitě v Duisburgu vyučoval medicínu, chemii, fyziku a stal se dokonce rektorem univerzity. V roce 1756 se Leidenfrost stal členem Berlínské akademie věd a za svůj život vydal více než 70 rukopisů včetně *De Aquae Communis Nonnullis Qualitatibus Tractatus*, kde je poprvé popsán tzv. Leidenfrostův jev.

2.2 Leidenfrostův jev

Přejde-li kapalina do přímého kontaktu s hmotou o výrazně vyšší teplotě, které říkáme Leidenfrostův bod, pak se mezi hmotou a kapalinou vytvoří tenká vrstvička páry. Kapalina se pak odpařuje mnohem pomaleji než pod Leidenfrostovým bodem a vytvoří se jakási kapalinová kulička v důsledku působení povrchového napětí, protože se mezi hmotou a kapalinou nemohou uplatnit adhezní síly. U vody se jedná o teploty přibližně 180 - 250°C, u dusíku k jevu dochází již za pokojové teploty.



Obr. 1: Nákres jevu

Kapičky kapaliny následně konají neuspořádaný pohyb, přičemž se vlivem teploty zmenšují (vypařují).

V případě přesáhnutí teploty vhodné k utvoření jevu se kapalina při styku s plochou hmoty ihned odpaří.

2.3 Vliv Leidenfrostova jevu v praxi

V technické praxi je Leidenfrostův efekt nežádoucí pro výměníky tepla. Pokud teplota dosáhne hodnoty Leidenfrostova bodu, tepelný tok bude masivně klesat a tepelný výměník se stane neúčinným.

2.4 Leidenfrostův jev v částicové fyzice

Leidenfrostův jev má širší dopad. Za všechny bychom rádi uvedli alespoň souvislost s antihmotou. Při srážce hmoty a antihmoty nedojde k výbuchu atd. jak si to představuje asi většina laické veřejnosti, kvůli různým sci-fi, ale mezi hmotou a antihmotou dojde k anihilaci elektro-magnetického záření, na styku hmoty s antihmotou. Tlakem toho elektro-magnetického záření je oddělena hmota od antihmoty, podobně právě jako ta kapička je oddělena párou od té naší pánvičky či ploténky. Jedná se tedy také o Leidenfrostův jev. K anihilaci dochází velmi pomalu a pouze plošně, protože stejně jako je pára pod kapkou neustále doplňována z kapky, tak elektro-magnetické záření je zase doplňováno z hmoty a antihmoty.

3 Praktická část

3.1 Námi stanovený úkol

Námi stanovený cíl byl podat Leidenfrostův jev v prezentaci srozumitelně publiku a vytvořit podmínky pro praktickou ukázkou tohoto jevu.

3.2 Použitá aparatura

Jako pomůcky pro předvedení fyzikálního úkazu jsme použili: elektrickou ploténku, digitální teploměr, pipetu a stopky.

3.3 Měření

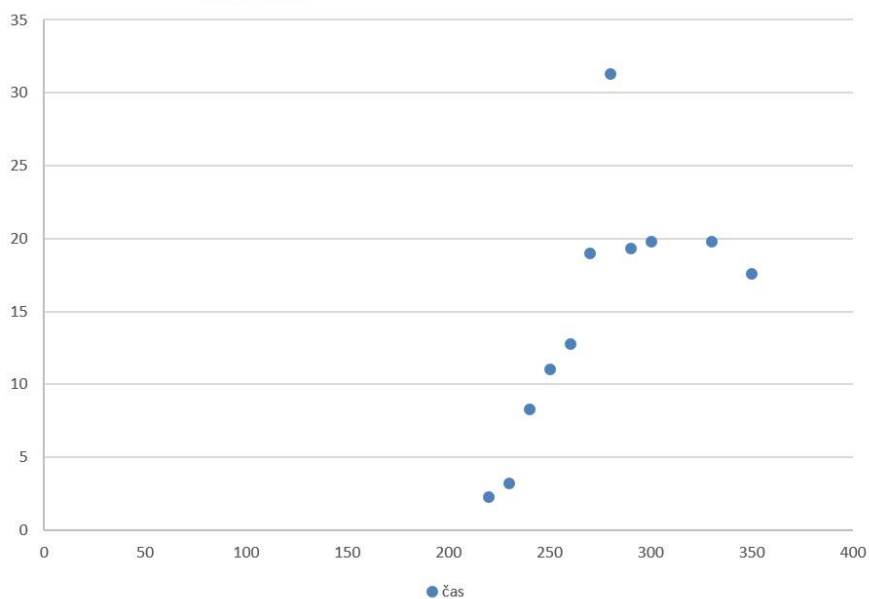
Experiment spočíval v aplikaci kapaliny, v našem případě vody, na rozpálenou ploténku pomocí pipety, která nám umožňovala vytvoření stejnoměrných kapek vody na ploténce. Ploténka by měla mít mezi 220 – 350°C, bohužel přesnější měření se nepodařilo určit, kvůli chybě měřicího přístroje či chybnému nastavení tohoto měřicího aparátu. Kapalina při styku s rozpálenou ploténkou vytvořila požadovanou kapku nepřilínající k ploténce. Čím více vody jsme na ploténku aplikovali, tím se čas celkového vypaření vody prodlužoval. V případě aplikace více kapek na rozpálenou ploténku se kapky spojovaly v jeden celek. Nakonec došlo k celkovému vypaření kapky.

4 Výsledky

Provedli jsme 11 měření z nichž jsme vyhodnotili odpovídající výsledky do tabulky Tab. 1. Tyto hodnoty jsme následně přenesli do grafu Obr. 2, kde je znázorněn čas vypařující se kapky vody v závislosti na teplotě ploténky.

Číslo měření	Teplota plotny [°C]	Čas [s]
1	220	2,27
2	230	3,19
3	240	8,31
4	250	11,03
5	260	12,73
6	270	18,96
7	280	31,26
8	290	19,30
9	300	19,80
10	330	19,76
11	380	17,60

Tab. 1: Hodnoty teploty ploténky v čase při měření



Obr. 2: Graf závislosti času vypařování na teplotě

5 Závěr

Naměřené výsledky sice odpovídají předpokladu, tedy že jev je závislý na teplotě ploténky. Z naměřených hodnot vyplývá, že Leidenfrostův bod pro vodu by měl být přibližně 280°C. Naměřená data jsou bohužel zatížena velkou chybou zejména z důvodu špatně sestavené měřící aparatury.

6 Poděkování

Poděkování patří ing. Vojtěchu Svobodovi, CSc. za odborné rady a za zapůjčené pomůcky.

Reference

- [1] J. Walker, *Boiling and the Leidenfrost effect*, https://www.wiley.com/college/phy/halliday320005/pdf/leidenfrost_essay.pdf
- [2] F. P. Incropera, D. P. DeWitt, T. L. Bergmann, A. S. Lavine, *Fundamentals of Heat and Mass Transfer 6th Edition*, Wiley, New York (2006) 622-630, ISBN 978-0-470-05554-0
- [3] P. Kulhánek, *Z kuchyně do vesmíru*, Aldebaran, Praha (2016) 42-55, ISBN 978-80-904582-9-1
- [4] P. Kulhánek, Fyzikální čtvrtky na FEL.
- [5] kol. autorů, *Johann Leidenfrost*, https://cs.wikipedia.org/wiki/Johann_Leidenfrost
- [6] C. Pounder, *Leidenfrost's Phenomenon*, <http://volcaniclightning.tripod.com/leidenfr.htm>
- [7] K. Greene, *Probing Question: What is antimatter and why does it matter?*, <http://news.psu.edu/story/141170/2005/09/19/research/probing-question-what-antimatter-and-why-does-it-matter>