

# Leidenfrostův jev

T. Herman\*, M. Vašíček

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, Břehová 7, 115 19 Praha 1

\*samotherman@seznam.cz

## Abstrakt

V našem projektu jsme se zaměřili na zkoumání Leidenfrostova efektu. Navrhli jsme, sestavili a provedli experiment, který zkoumá dobu potřebnou k vypaření kapky vody při kontaktu s rozpáleným povrchem v závislosti na teplotě tohoto povrchu.

## 1 Úvod

V rámci našeho projektu jsme se, po konzultaci, rozhodli zaměřit především na takzvaný Leidenfrostův efekt. Tento jev byl poprvé popsán německým doktorem a theologem Johannem Gottlobem Leidenfrostem, roku 1756 a nastává při kontaktu kapaliny s povrchem o mnoho teplejším, než je bod varu dané kapaliny. Na rozmezí kapaliny a povrchu horkého tělesa vznikne tenká vrstva plynu, která funguje jako izolant mezi kapalinou a tělesem.

## 2 Experimentální část

Rozhodli jsme se provést experiment, ve kterém jsme chtěli měřit, za jak dlouho se vypaří kapka vody na rozpáleném povrchu v závislosti na teplotě tohoto povrchu.

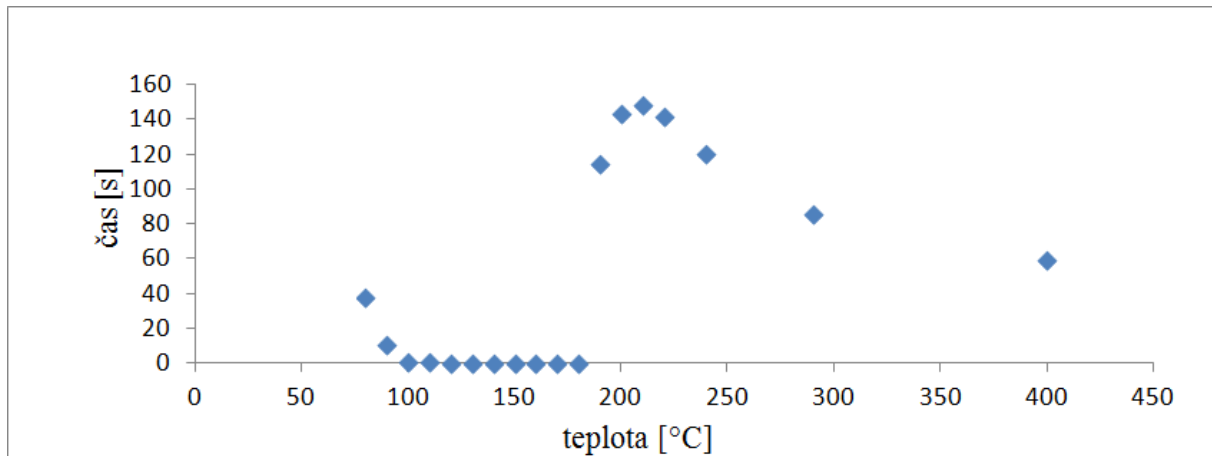
Po ustanovení prvotních předpokladů jsme se vydali do školní laboratoře, kde jsme provedli první měření. Pro měření teploty nám byl zapůjčen multimetr. Ten měří teplotu dotykem, což se ukázalo jako problematické, jelikož teplota se neustále měnila a při měření teploty dotykem nastává zpoždění (chvíli trvá, než multimetr teplotu změří). Dalším problémem, na který jsme narazili v laboratoři, bylo dávkování stejných kapek. Pro tyto účely jsme v lékárně zakoupili kapátko. Jako rozpálený povrch nám posloužila plotýnka s termostatem. Ale při pozorování Leidenfrostova efektu nám kapičky vody z plotýnky „utíkaly“, takže pro další měření bylo zapotřebí použít povrch s okrají. Při předběžných měřeních jsme začínali pozorovat Leidenfrostův efekt přibližně při teplotě 172°C až 175°C.

Poté jsme se přesunuli domů do kuchyně k plynovému sporáku. Jako první nám do ruky padla pánvička s teflonovým povrchem. I když jsme pánvičku zahřívali sebevíc, úplného Leidenfrostova efektu jsme nedosáhli. Na pánvičce se tvořily kapičky stejně jako v laboratoři, ale neustále v nich probíhal bouřlivý var. Jako další jsme vyzkoušeli litinový hrnec s lakovaným povrchem. Na něm jsme ani po dlouhém zahřívání nepozorovali vůbec žádné známky Leidenfrostova efektu. Kapky se po dopadu okamžitě vypařovaly. Jako poslední jsme použili nerezový hrnec a konečně jsme uspěli.

Pro měření teploty dna hrnce jsme opět použili multimetr a kapky jsme vytvářeli pomocí kapátka. Dobu potřebnou k vypaření kapky jsme měřili pomocí stopky. Tuto dobu jsme změřili pro teploty od 80°C do 220°C v intervalu po 10°C a dále pak pro teploty 240°C, 290°C a 400°C.

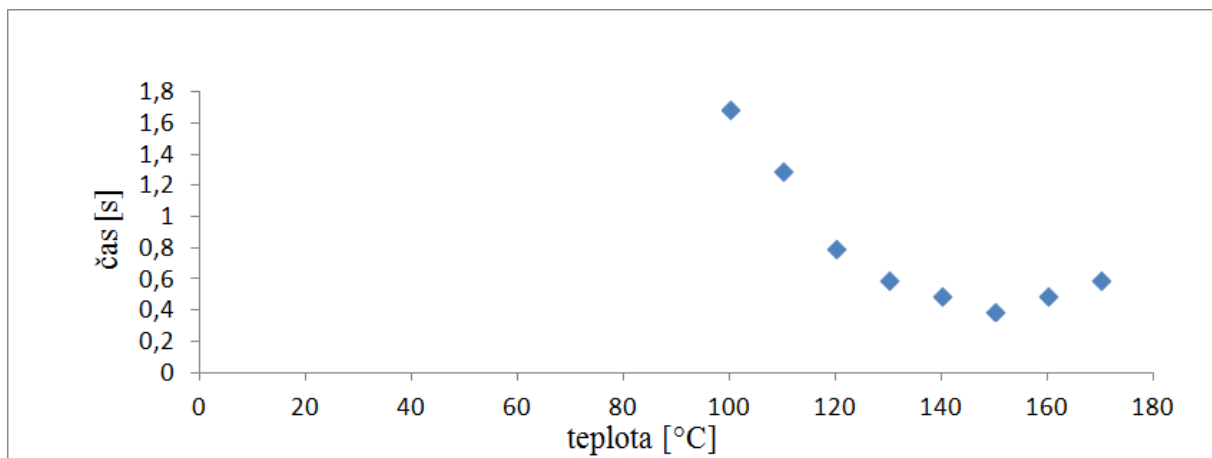
Jsme si vědomi toho, že naše měření je zatíženo množstvím chyb. Hlavními z nich je reakční doba člověka při měření času a docílení a udržení přesné teploty hrnce. Pokud je hrnec nad plamenem, je neustále zahříván a pokud ho odstavíme z plamene, tak neustále chladne. Rozhodli jsme se hrnec zahřívát a měřili jsme jeho teplotu, dokud jsme nenaměřili o přibližně 5 stupňů víc, než byla požadovaná teplota. Potom jsme hrnec odstavili, rychle si nachystali kapátko a stopky a měřili. Při teplotách, kdy se kapka vypařila rychle, je chyba způsobena chladnutím zanedbatelná, ale při teplotách, kdy se kapka vypařovala déle (desítky vteřin a víc), je chyba způsobena chladnutím hrnce velmi výrazná. Další drobnější chybou mohl být fakt, že kapátkem jsme nemuseli vždy vytvořit stejně velkou kapku.

Začali jsme měřit pro teploty nižší než je teplota varu vody. Podle očekávání čím vyšší byla teplota, tím rychleji se voda vypařovala. Při dosažení  $100^{\circ}\text{C}$  docházelo k vypaření téměř okamžitě. Ale když jsme dosáhli teploty, při které začne působit Leidenfrostův efekt ( $\sim 170^{\circ}\text{C}$ ), dojde k velmi výraznému nárůstu doby vypaření kapky. Ta ještě chvíli roste a poté začne opět klesat.



Obrázek 1: Graf závislosti doby vypaření kapky na teplotě (1)

Dospěli jsme ke dvěma různým důvodům, které by to mohly vysvětlit. Prvním z nich je, že jak hrnec chladne, tak přestane působit Leidenfrostův efekt a kapička vody se vypaří. Bohužel když se kapička vypařuje dlouho je ke konci už velmi malá a je velmi obtížné určit zda dochází k Leidenfrostovu efektu i v posledních chvílích jejího života. Druhým důvodem by mohlo být to, že vrstva vytvořené páry se zvyšuje s rostoucí teplotou hrnce, ale jen do určité meze. Potom už více růst nemůže a tudíž i když funguje jako izolant, tak pokud teplota dále roste, tak se kapka začne zase vypařovat rychleji.



Obrázek 2: Graf závislosti doby vypaření kapky na teplotě (2)

### 3 Závěr

V našem projektu jsme navrhli a sestavili experiment, v rámci kterého jsme pozorovali Leidenfrostův efekt pro kapky vody a rozpálenou nerezovou plochu dna hrnce. Měřili jsme dobu vypaření jedné kapky v závislosti na teplotě povrchu, se kterým byla kapka v kontaktu. Pro nerezový povrch a kapku o dané velikosti (určené vlastnostmi lékárenského kapátka) jsme určili teplotu, při které začne probíhat Leidenfrostův efekt na přibližnou hodnotu  $170^{\circ}\text{C}$ . Během experimentu jsme narazili na mnoho problémů, které by se daly vyřešit lépe, a otázek, na jejichž zodpovězení by bylo potřeba dalších pokusů. Leidenfrostův efekt je velmi zajímavý jev a překvapivě málo prozkoumaný, v budoucnu by jistě bylo možné podrobněji se jím zabývat.

## 4 Poděkování

Chtěli bychom poděkovat Ing. Vojtěchu Svobodovi, CSc. za poskytnutí potřebných pomůcek a zázemí k provedení experimentu i k demonstraci Leidenfrostova efektu přímo v učebně během naší prezentace.

## 5 Reference

[1] kol. autorů, *Leidenfrost effect*, [http://en.wikipedia.org/wiki/Leidenfrost\\_effect](http://en.wikipedia.org/wiki/Leidenfrost_effect)

[2] kol. autorů, *Johann Gottlob Leidenfrost*, [http://en.wikipedia.org/wiki/Johann\\_Gottlob\\_Leidenfrost](http://en.wikipedia.org/wiki/Johann_Gottlob_Leidenfrost)