

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

<b>Název práce:</b>	Vliv teploty na radiačně chemické reakce a radiobiologické procesy
<b>Jméno autora:</b>	<b>Bc. Vojtěch Scheinpflug</b>
<b>Typ práce:</b>	diplomová práce
<b>Fakulta:</b>	Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská (FJFI)
<b>Katedra:</b>	Katedra jaderné chemie
<b>Vedoucí práce:</b>	Ing. Libor Juha, CSc.
<b>Pracoviště vedoucího práce:</b>	Fyzikální ústav AV ČR, v.v.i.

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání a motivace k jeho vyspání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce a krátké průvodní slovo k motivaci pro zadání práce.</i>	
<p>Přestože je v radiačně chemické a radiobiologické literatuře popsán a podrobně vyšetřován vliv všech možných podmínek a parametrů (např. tlaku, koncentrace, složení, skupenství, aj.) na průběh (mechanismus) a výtěžky produktů resp. poškození velmi často, vliv teploty na účinek ionizujícího záření na molekulární a biologické soustavy je sice také studován, ale ve srovnání s jinými parametry nepříliš intenzivně. To je poměrně překvapivé. Změna teploty může radiační citlivost ozařovaných soustav buď snížit, nebo naopak zvýšit. To má značný význam jak praktický, tak fundamentální. Snížení radiační citlivosti za (většinou) nižších teplot se využívá hlavně ve strukturní analýze založené na difrakci rtg. záření, elektronů nebo neutronů. Potlačení rozkladu vzorku difraktovaným ionizujícím zářením snížením teploty umožňuje získat obraz radiačně nepoškozené struktury i při dlouhodobém ozařování. Naopak zvýšení radiační citlivosti (většinou) zvýšením teploty lze uplatnit zejména při radiačním odstraňování škodlivin a znečištění, radiační terapii zhoubného bujení, sensibilizaci rezistů v EUV, rtg., elektronové a iontové litografii, radiačních syntézách, radiační sterilizaci v potravinářství a biomedicíně, atp. V základním radiačně chemickém a radiobiologickém výzkumu pak změny teploty mohou představovat účinný mechanistický nástroj, především pro posouzení poměru přímého a nepřímého účinku, role endotermních a exotermních následných reakcí atp. Naléhavost problematiky teplotních závislostí se aktuálně zvýšila s vývojem a uplatněním zdrojů rtg. záření čtvrté generace dosahujících takových úrovní dávkového příkonu, kdy při termalizaci i jen velmi malé části dávky dochází při ozařování ke strmému nárůstu teploty vzorku. Téma práce je tedy jak aktuální, tak náročné – v první řadě z experimentálního hlediska – neboť klade vysoké nároky na míru reprodukovatelnosti a spolehlivosti analýzy (a) pole záření, (b) tepelných podmínek a (c) ozařovaného vzorku (řetězce plazmidové DNA, bakteriofágy, rostlinné viry).</p>	

Splnění zadání	splněno
<i>Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.</i>	
<p>Zadání obsahuje čtyři základní úkoly: (a) sestavit přehled informací z literatury o vlivu teploty na radiační poškození biomakromolekul, umělých polymerů a mikrobiálních soustav (především virů), (b) vývoj, implementace a využití instrumentace k ozařování makromolekulárních a biologických vzorů hustě ionizujícím zářením ve vakuu při laboratorní a snížené teplotě, (c) stanovení výtěžku jednoduchých a dvojných zlomů plazmidové DNA indukovaných XUV laserovým zářením za různých teplot, (d) stanovení křivek přežití vybraného mikrobiálního systému (zde bakteriofágy a viry chorob rostlin). Mohu potvrdit, že student se těmito úkoly zodpovědně věnoval a výsledky shrnul v příslušných částech diplomové práce.</p>	

Aktivita a samostatnost při zpracování práce	výborná
<i>Posuďte, zda byl student během řešení aktivní, zda dodržoval dohodnuté termíny, jestli své řešení průběžně konzultoval a zda byl na konzultace dostatečně připraven. Posuďte schopnost studenta samostatně tvůrčí práce.</i>	

Student pracoval jak na teoretické, tak experimentální části DP aktivně a usilovně. Konzultoval s chemiky, fyziky i biologi. Mohu (i za další zúčastněné kolegy) potvrdit, že byl vždy velmi dobře připraven. Podněty konzultujících specialistů přijímal, zpracovával a efektivně využíval. Při přípravě DP student osvědčil schopnost samostatné vědecké práce na tomto náročném mezioborovém poli.

### Odborná úroveň

### výborná

*Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.*

Instrumentace vystavěná a využitá v této DP je unikátní. Zdrojem záření je kompaktní stolní repetiční XUV laser s kapilárním výbojem v argonu generující pomocí ASE (amplified spontaneous emission) v neonu podobných iontech argonu excitovaných srážkami s elektrony v ustáleném režimu (collisionally pumped quasi-steady-state XUV laser) svazek fotonů o energii 24,5 eV, což je velmi hustě ionizující (high LET) elektromagnetické záření. Klíčovým prvkem je držák vzorku chlazený Peltierovým prvkem na teplotu  $-10^{\circ}\text{C}$  umístěný ve vakuové interakční komoře napojený na měděné tepelné svody (heat sinks) odvádějící teplo z „horkého“ konce Peltierova článku. V tomto experimentálním uspořádání bylo dosaženo nejvýraznějšího vědeckého výsledku této DP: za snížené teploty je výtěžek dvojných zlomů (DSB) indukovaných XUV fotony výrazně nižší než při laboratorní teplotě, zatímco výtěžek jednoduchých zlomů (SSB) se jeví jako teplotně nezávislý. To je chování odlišné od dosavadních experimentů provedených za různých teplot s řídkěji ionizujícím zářením a je tedy pravděpodobně specifickým projevem hustě ionizujícího záření. Pokud vím, nebyl takový účinek v literatuře dosud popsán, tudíž ani interpretován. Vysvětlení, které podává student v DP, je velmi pravděpodobné. Vychází z předpokladu, že SSB se tvoří přímým, tedy ke změnám teploty ne příliš citlivým, účinkem XUV fotonů, zatímco vzniku DSB se účastní reaktivní částice a jde tedy o nepřímý účinek, který snížení teploty ovlivnit může. Část práce věnovaná virům má metodický význam. Aby bylo možno z křivek přežítí usoudit na vliv teploty, bylo by třeba buď umístit zdroj XUV záření přímo na mikrobiologické pracoviště, nebo zajistit transport ozářených vzorků k analýze během jen několika hodin.

### Formální a jazyková úroveň

### výborná

*Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.*

Vzhledem k tomu, že jsem vedl a posuzoval již studentovu práci na výzkumném úkolu, mohu potvrdit, že se od VÚ k DP vylepšila nejen věcná, ale i formální a stylistická úroveň jeho práce. Doporučuji teoretickou část práce rozšířit (nadkritické polární tekutiny - voda a vodné roztoky - vodní ledy; radiolýza chladiva v jaderných reaktorech; vysokoteplotní radiolýza uhlovodíků) a zpracovat do přehledového článku nejdříve pro Chemické listy. V rámci doktorského studia by pak měl student usilovat o podání takového referátu v angličtině do Radiation Physics and Chemistry.

### Výběr zdrojů, korektnost citací

### výborné

*Vyjáďřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posuďte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.*

Student přistupoval k vyhledávání i zpracovávání odborné literatury iniciativně, kriticky a efektivně. V práci je citována většina významných výsledků publikovaných jinými autory o teplotních závislostech radiačního poškození makromolekulárních a mikrobiálních systémů. Formálně jsou citace, až na nepočetná nevýznamná přehlédnutí, prezentovány správně. Práce s prameny proběhla v souladu se všemi pravidly.

### Další komentáře a hodnocení

*Vyjáďřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.*

Jak teoretická, tak experimentální část práce má informační a výkladovou hodnotu, kterou bude možno využít ve výuce a vědecké výchově. Dále přináší originální experimentální výsledky ve vědecky aktuálním a fyzikálně-technicky (instrumentálně) náročném oboru. V DP jsou zárodky tří publikací: (a) referativního článku o vlivu teploty na radiačně chemické a radiobiologické procesy, (b) popisu kompaktního XUV ozařovací uspořádání s nastavením teploty pomocí peltierovského prvku (včetně instruktaže k jeho provozu a využití) a (c) původního sdělení o závislosti výtěžků SSB a DSB indukovaných XUV zářením v plazmidové DNA při různých teplotách vzorku.

### **III. CELKOVÉ HODNOCENÍ A NÁVRH KLASIFIKACE**

*Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Případně uveďte otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.*

**Tato diplomová práce se zabývá významným, v porovnání s jinými partiemi radiační chemie a radiobiologie však dosud ne zcela rozvinutým, směrem. Jak v teoretické, tak v experimentální části jsou v ní uplatněny nové přístupy a prezentovány hodnotné výsledky. Práci pokládám za zdařilou a navrhuji ji hodnotit kvalifikačním stupněm A - výborně.**

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **A - výborně**.

Datum: 20.5.2024

Podpis:



