

# Oponentský posudek bakalářské práce Ondřeje Zajana Měření složení zbytkové atmosféry vakuových zařízení

Autor se v práci zabývá teorií hmotnostních analyzátorů a zprovozněním kvadrupolových analyzátorů Satellite LM61.

Předložená práce je rozdělena do dvou kapitol. V první kapitole se autor věnuje teoretickému úvodu do problematiky hmotnostní spektroskopie/spektroskopie. V kapitole druhé se autor už věnuje samotné práci a diskusi výsledů.

Bohužel práce nemá Závěr, a tak pozbývá jakéhokoli shrnutí dosažených výsledků. Podobně mě v práci chybí jakýkoli Úvod, kde by se čtenář dozvěděl motivaci práce. Částečně ji lze uhodnout z abstraktu práce. Tak nesplňuje náležitosti standardně očekávané od tohoto druhu prací.

Ačkoli z práce je patrné, že se podařilo přístroj zprovoznit a změřit data, jejich interpretace a vysvětlení je v mnoha případech zavádějící, ba dokonce hrubě chybné (viz soupis významných komentářů). Nemohu se zbavit pocitu, že předložená práce nebyla oponentována vedoucím práce, což bývá také standardem před odevzdáním práce. Mohu se jen domnívat, zda se vedoucí nevyjádřil k předkládané práci, nebo k tomu neměl příležitost. Z tohoto důvodu bych se na tento fakt také při obhajobě rád zeptal.

Práce vykazuje také zvýšené množství překlepů.

Při obhajobě bych se autora rád zeptal na několik otázek:

- Práce vykazuje značné množství nesrovnalostí a chyb v terminologii. Rád bych se zeptal autora, zda je jeho práce prošla připomínkováním školitele.
- Str. 17. odstavec 4: nepochopil jsem pojem „hybridní turbomolekulární vývěva“. Mohl by autor tento termín více rozebrat?
- Autor komentuje „vytápění“ aparatury. Mohl by se zmínit o tom jak se změní spektrum aparatury vypékané a nevypékané? Např. při použití turbomolekulární vývěvy jako sekundární vývěvy čerpající aparaturu?

## **Závěrem bych shrnul:**

Ondřej Zajan pravděpodobně splnil zadané úkoly bakalářské práce – zprovoznil hmotnostní spektrometr a naměřil spektra zbytkové atmosféry v aparatuře. Dle mého názoru, je toto dostatečné pro splnění požadavků na udělení titulu Bc. Na druhou stranu, předložená práce je spíše první nástřel, než jakkoli ucelený a předložitelný produkt.

Přesto navrhuji předloženou práci přijmout a navrhuji klasifikační známku **E – dostatečně**.

## Významné komentáře:

- Str. 2, odstavec 3: “k přepálení žhavé katody u generátoru elektronů.” v této souvislosti se používá spojení “zdroj elektronů”. Podobně v dalších částech textu.
- Str. 2, odstavec 6: “... z recipientu čerpáme obyčejný vzduch, zjistíme, ...” - používá se terminologie “atmosféra”, ne “obyčejný vzduch”

- Str. 2, odstavec 6: "... tím, zda je recipient vytápěn.", podobně i v dalších odstavcích – používá se ustálený termín "vypékán".
- Str. 2, kapitola "předpokládaná směs plynů uvnitř recipientu": Autor se věnuje vlivů různých faktorů na měřené spektrum zbytkových plynů (vakuometr, použitá vývěva, voňavka atd.), problematika je ovšem mnohem složitější. Jedná se zejména o použití materiálů uvnitř vakuových aparatur, použitý proces jejich čištění a přípravu aparatury pro měření (proplach suchým plynem, vypékání aparatury atd.). Tyto majoritním efekty autor bohužel opomíjí.
- Str. 3, odstavec 2. Netěsnost...: Netěsnost do atmosféry se primárně poznává podle poměru pík dusíku a kyslíku, který má být pro netěsnost do atmosféry přibližně 4:1. Usuzovat na netěsnost pouze z píku na měrné hmotě 14 nebývá standardem.
- Str. 4, vztah 1.1: Autor nevysvětlil význam zkratky J0.
- Str. 4, Fragmentace ionizovaných molekul: Autor plynule přechází od pojmu vícenásobné ionizace k termínu fragmentace víceatomových molekul. Oba jevy samozřejmě ovlivňují naměřené spektrum zbytkové atmosféry ovšem značně rozdílným způsobem. Autor by měl tyto mechanismy pojmut separátně a také je odděleně diskutovat, zejména vliv na měřené spektrum.
- Str. 6, kap. Omegatron: Popis konstrukce funkce Omegatronu je značně kostrbatá. Pochybují, že čtenář neznalý tohoto přístroje by funkci z prezentovaného textu pochopil.
- Str. 6, vztahy 1.2-1.5. Autor předpokládá zjednodušení pro jednonásobnou ionizaci. Toto by měl v textu zmínit.
- Str. 13, vztah 1.19: Zde definuje autor RIPg jako relativní ionizační pravděpodobnost. Ve vztahu 1.22 už spojuje tento symbol se symbolem parciálního tlaku g-te složky zbytkové atmosféry  $p_g$ .
- Str 15, určení transmisního koeficientu: Transmisní koeficient se měří pro konkrétní geometrii hmotnostního spektrometru. Referovanou závislost lze použít pouze pro konkrétní měřený spektrometr nebo další spektrometry stejné konstrukce.
- Str 17, odstavec 4: „Piraniho manometr“ – toto označení se v podstatě vylučuje. Manometry se označují vakuometry, které jsou nezávislé na druhu měřeného plynu. Piraniho vakuometr je závislý na druhu plynu. Podobně označení Peningova manometru.
- Str 18, diskuse výsledků změřených na obrázku 2.1 a 2.2: Interpretace nedostatečné délky měření pro interpretaci spektra obrázku 2.1 je zcela chybná. Z přítomnosti píku 14 lze usuzovat na přítomnost dusíku, na píku 28 (N<sub>2</sub>) se ovšem odpovídající pík nenachází, navíc by měl být dle tab. 2.2 20x intenzivnější. Podobně chybějící píky na hmotách 16-18 (H<sub>2</sub>O), kde je v nevypečených aparaturách standardně přítomna adsorbovaná voda ukazuje na zcela jiný problém a to, že měření na těchto hmotách bylo pravděpodobně v saturaci a elektronika vrátila hodnotu 0. To potvrzuje i měření s automatickým rozlišením zobrazené na obrázku 2.2, kde jsou tyto hmoty už měřeny s parciálními tlaky o dva řády většími, než bylo v nastaveno v případě obrázku 2.1.
- Str. 22, Režim vytápění: Tento režim není určen na vytápění recipientu, ale na odplynění žhavených katod od adsorbovaných nečistot, které by mohli negativně ovlivnit měření a interpretaci výsledků naměřených spekter.
- Str. 39, Ověření funkce: Interpretace výsledků automatického vyhodnocení naměřených spekter je zcela chybná. V první řadě pro správnou interpretaci je nutné předpokládat složení zbytkové atmosféry a následně udělat korekce na majoritní komponenty zbytkové atmosféry. Obr. 2.2 neobsahuje komponenty na hmotách 17, 18 a 28. To Vám automaticky eliminuje přítomnost vodní páry a dusíku jako hlavních

komponent zbytkové atmosféry. V tomto případě je také interpretace píku 16 jako metanu částečně chybná. Jedná se daleko pravděpodobněji o atom kyslíku buď z fragmentace O<sub>2</sub> nebo daleko pravděpodobněji z fragmentace H<sub>2</sub>O (také z CO<sub>2</sub> a CO). Metan bude zastoupen minimálně. Podobně interpretace píku 17 odpovídající kyslíku je naprosto milná. Jedná se s velkou pravděpodobností o skupinu OH z fragmentace vody.

Následuje výčet některých nedostatků/návrhů, které nepovažuji za zásadní. Není třeba se k nim při obhajobě práce jakkoli vyjadřovat.

- Str. 1: Výčet základních parametrů – jednotlivé parametry nemají odrážky nebo oddělovací znaky, následuje rovnou jejich popis.
- Str. 1; Hmotnostní rozsah: „... chemii se užívají rozsahy v přesahující 1000 u.” - navíc předložka **v**.
- Str. 2, odstavec 4: „... okolo 10-8 Pa ...” - horní index
- Str. 2, odstavec 7: „... dýcháme, vodní páry, které vydechujeme se adsorbují ...“ – „... dýcháme, vodní páry, které vydechujeme, se adsorbují ...“
- Str. 2, odstavec 7: „... dílů aparatury v atmosférickém tlaku, jejich ...” - „... dílů aparatury na atmosférickém tlaku, jejich ...”
- Str. 4, odstavec 2: „vykresleny závislosti pro hlavní plyny obsažené ve vzduchu.” - vykresleny závislosti pro hlavní plyny obsažené v atmosféře.
- Str.5, odstavec 1: „Faradayův kolektor slouží pouze k přijmutí iontů.” - „Faradayův kolektor slouží pouze k zachycení a měření iontového proudu.”
- Str.9, odstavec 1: „... elektrod hyperbolického průřezu” - Na obrázku 1.11 jsou zobrazeny válcové elektrody. Z teorie by měly být elektrody opravdu hyperbolické, z konstrukčního hlediska se dělají ovšem válcové.
- Str. 11, kapitola 1.3: „... plyn se může ionizovat na více fragmentů...” – tomuto jevu se říká disociace a dochází k ní při ionizaci
- Str. 13, odstavec 2: dvakrát po sobě použito „není“
- Str. 29, odstavec 2: dvakrát po sobě použito „jsem“
- Str. 30, odstavec 1: „přeuzeny“ – pravděpodobně přebuzeny.
- Str. 36, odstavec 1: „Praktická celá...” – „prakticky celá...”
- Str. 37, odstavec 1: „Vodivost C je zvolen...” – „Vodivost C je zvolena...”

V Praze 19.8.2021

RNDr. Martin Jeřáb, PhD.  
Ústav fyziky plazmatu AV ČR, v. v. i.