

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

František Petřů
Plynové lasery

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 10 (1965), No. 1, 51--62

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/137151>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1965

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

Literatura

- FUKA, CHYTILOVÁ: K nové koncepci fyziky na všeobecně vzdělávacích školách. PVŠ 10, 208.
 GALANIN D. D.: O klasičeskoj i novoj fizike v srednej škole. Fizika v škole, roč. 1963, 44.
 JELÍNEK M.: Experimentální matematické školy. PMFA 8, 228.
 JELÍNEK M.: O našem výzkumu ve vyučování fyzicie. FvŠ, 2, 336.
 IOFFE A. F.: Fyzika v srednej škole. Narodnoje obrazovanie, roč. 1958, č. 3.
 KAHUDA F.: Vývoj naší školy v období dovršení socialismu. FvŠ, 1, 103.
 KAŠPAR E.: Rozvíjení fyzikálního myšlení a modernizace školské fyziky. FvŠ, 2, 221.
 KAŠPAR E.: 15 let naší středoškolské fyziky. PVŠ 11, 37.
 REZNIKOV: Puti rozvitija sodержanija i struktury kurza fiziki srednej školy. Fizika v škole, roč. 1963, 24.
 ROZSÍVAL M.: Několik poznámek k otázce modernizace výuky fyziky. PMFA 9, 113.
 PUSTILNIK I., PENNER D.: Škola novouju fiziku. Narodnoje obrazovanije, roč. 1963, 65.
 VALOUCH M.: Snahy o modernizaci vyučování fyzice v zahraničí. PMFA 9, 99.
 VÁŇA J.: Některé otázky modernizace vyučování. UN 14, 1.
 ZACHOVAL L.: Význam fyziky pro všeobecné vzdělání, PVŠ 9, 22.

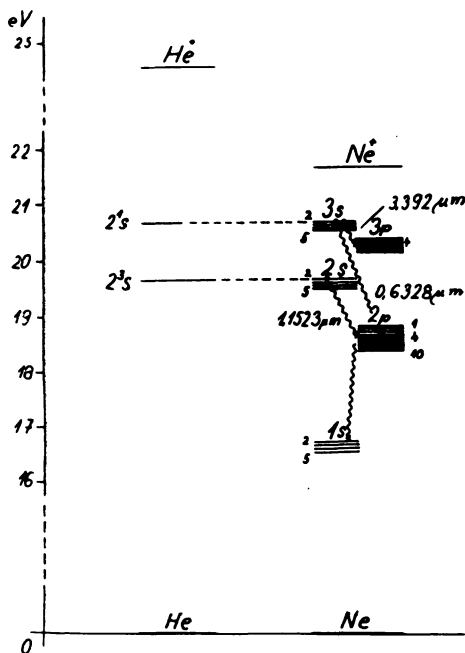
PLYNOVÉ LASERY

FRANTIŠEK PETRŮ, Brno

1. ÚVOD A FYZIKÁLNÍ PRINCIP

Od doby, kdy byl r. 1959 navržen a koncem r. 1960 realizován A. JAVANEM první plynový laser se směsí He-Ne, bylo dosaženo stimulované emise u celé řady plynů. Jako aktivní prostředí se používají jednak čisté plyny, nejvíce He, Ne, Ar, Kr, Xe, N₂, jednak směsi např. He-Ne, Ne-Xe, Ne-O₂, Ar-O₂, He-Cl₂, Ar-CO₂ atd.; též páry kovů: Cs, Hg, Hg-Zn, Kr-Hg, Hg-He atd. Stimulované záření těchto plynů zaujímá rozsah od ultrafialové oblasti (0,33 μm u N₂) do asi 57 μm v infračervené oblasti u He-Ne).

Dosud nejvíce používaná je směs He-Ne, u níž bylo zatím dosaženo stimulované emise asi na 70 vlnových délkách; 8 čar je ve viditelné oblasti od 5939 Å do 7306 Å,



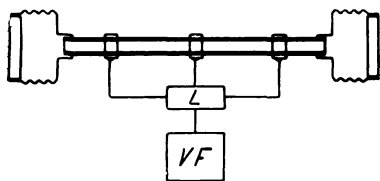
Obr. 1. Schéma energetických hladin He-Ne.

ostatní jsou v oblasti infračervené od 1,0798 μm do 57,355 μm . Nejsnadněji je možno dosáhnout stimulované emise na vlnových délkách 0,6328 μm , 1,1523 μm a 3,39 μm . Lasery tohoto druhu se pak běžně používají jak pro laboratorní účely, tak v technické praxi. Pro tyto přechody je uvedeno schéma energetických hladin (obr. 1), a to v označení Paschenově.

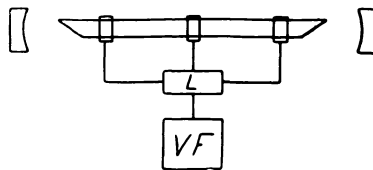
Působením elektrického výboje v plynu, při němž vznikají volné elektrony, dochází srážkami prvního druhu s neutrálními atomy He k jejich vybuzení na metastabilní hladiny 2^1S a 2^3S a srážkami druhého druhu je předávána energie atomům neonu, které se ze základního stavu vybudí na hladiny $2s_2$ a $3s_2$. Atomy He se vrací do základního stavu, a poněvadž jde o proces kontinuální, dochází k stále se opakujícímu vybuzení atomů Ne. U vybuzených atomů Ne nastává inverze obsazení mezi hladinami $2s$ a $2p$, $3s$ a $3p$. Takto jsou vytvořeny podmínky pro vznik stimulované emise mezi hladinami $2s_2 - 2p_4$ pro infračervenou linii 1,15 μm , mezi hladinami $3s_2 - 2p_4$ pro viditelnou čáru 0,6328 μm a mezi hladinami $3s_2 - 3p_4$ pro infračervenou linii 3,39 μm . Nezátivým přechodem se dostávají atomy Ne na základní hladinu, kde jsou opět buzeny srážkami s atomy He.

2. ZÁKLADNÍ USPOŘÁDÁNÍ PLYNOVÉHO LASERU

Praktické uspořádání plynového laseru je na obr. 2 a 3. Aktivní látka – plyn za nízkého tlaku (řádově jednotky torr) – je uzavřena v trubici umístěné v rezonátoru, ve kterém dochází k zesilování stimulovaného záření této aktivní látky. Její vybuzení se provádí pomocí elektrického výboje stejnosměrného nebo vysokofrekvenčního. Rezonátor je tvořen zrcadly o vysoké odraznosti – tedy nepatrné propustnosti, které na obr. 2 přímo zakončují trubici. V tomto případě se v rezonátoru nachází pouze



Obr. 2. Konstrukce laseru s vnitřními zrcadly; L – ladicí obvod, VF – vysokofrekvenční generátor.



Obr. 3. Konstrukce laseru s vnějšími zrcadly; L – ladicí obvod, VF – vysokofrekvenční generátor.

aktivní látka a nemůže tedy docházet ke změně frekvence oscilací při změně indexu lomu vzduchu, který je u konstrukce podle obr. 3 mezi okénky a zrcadly. Rovněž nedochází k ovlivnění vlastností rezonátoru působením nehomogenity a nedokonalého opracování okének. U typu laseru s vnějším rezonátorem (obr. 3) je trubice zakončena okénky pod Brewsterovým úhlem, čímž se eliminují ztráty odrazem, ovšem zůstávají ztráty průchodem a rozptylem na okénkách. Běžně se však používá tohoto uspořádá-

ní, poněvadž poskytuje možnost snadné výměny jak zrcadel pro různé vlnové délky, tak trubic s různými průměry a náplněmi a umožňuje pracovat se vzorky v rezonátoru, kde je intenzita záření aspoň stokrát vyšší než na výstupu laseru. Další popis se bude vztahovat pouze k tomuto typu.

3. JEDNOTLIVÉ ČÁSTI

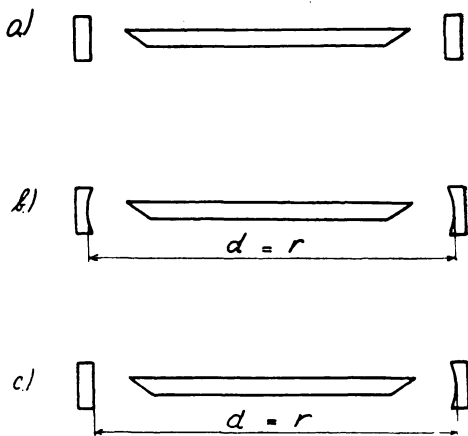
3.1 Rezonátory

Aby se v rezonátoru udržely oscilace, musí zesílení pro jeden průchod krýt všechny ztráty včetně ztráty propustností zrcadla. Tato podmínka je splněna v případě, že aktivní prostředí je dostatečně vybuzeno a dutina rezonátoru má vysoký činitel jaskosti Q . Poněvadž rezonátory laseru mají podstatně větší rozměr než je vlnová délka vydávaného záření, jsou podmínky rezonance splněny pro celou řadu vlnových délek v rozsahu dopplerovské šířky čáry plynu. Vzniklé stojaté vlnění má pak určité rozložení amplitud a fází v průřezu svazku a podél osy rezonátoru; tímto způsobem vznikají příčné a podélné mody laserového svazku.

Prakticky se používá tři základních soustav: planoparalelní, konfokální a hemisférické (obr. 4), které se od sebe liší ztrátami, využitím objemu média, citlivostí justáže, požadavky na přesnost optických ploch, dosaženou minimální rozbíhavostí a stupněm koherence.

Rezonátor s rovinnými zrcadly (obr. 4a) použitý u prvních plynových laserů vyžaduje vysokou rovinnost ploch ($1/100\lambda$) a precizní justáž – odchylka 6 vteřin od rovnoběžnosti zrcadel znamená znemožnění chodu, je tedy citlivý na teplotní změny a akustické a mechanické vibrace. Ztráty jsou vyšší než např. u konfokální soustavy obdobných rozměrů, proto je dosažený výkon záření nižší. Výhodou je využití maximálního počtu atomů v dutině pro stimulovanou emisi, malá rozbíhavost svazku (pod 0,5 min) a vysoký stupeň časové a prostorové koherence. Příčné mody vyššího řádu vzniknou změnou vzdáleností zrcadel a hlavně naklápěním zrcadel vůči sobě; jinak mohou být způsobeny nedokonalostí povrchu.

Nejpoužívanějším typem je rezonátor konfokální (obr. 4b) tvořený sférickými zrcadly ve vzdálenosti rovné jejich poloměru křivosti. I při poměrně nedokonalém povrchu zrcadel a Brewsterových okének má malé ztráty. Nároky na nastavení zrcadel nejsou zdaleka tak vysoké jako u předchozího typu; u našeho laseru s délkou rezo-



Obr. 4. Typy rezonátorů; d – vzdálenost zrcadel, r – poloměr křivosti zrcadel.

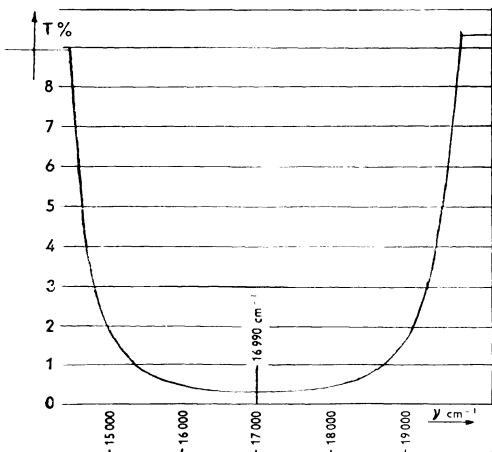
nátoru 1265 mm a průměru trubice 6 mm lze zrcadla vůči sobě nachýlit asi o 11 minut, než ustane generace stimulovaného záření. Proto není příliš citlivý na akustické a mechanické vibrace. Ztráty, zvláště difrakční, jsou malé a využití objemu média je značné. Proto se u této soustavy dosáhne maximálního výkonu ze všech soustav zde uvedených. Výstupní svazek je mnohamodový, tj. jeho průřez sestává z mnoha stop. Není tedy možno záření soustředit do rovnoběžného svazku. U našeho typu jsme po kolimaci dosáhli rozbíhavosti 7 min.

Dalším vhodným typem rezonátoru pro plynové lasery je soustava hemisférická (obr. 4c) sestávající z jednoho zrcadla rovinného a druhého sférického ve vzdálenosti rovné jejímu poloměru, která je optimálním kompromisem mezi oběma dříve uvedenými soustavami. Spojuje mechanickou a akustickou stabilitu konfokálního rezonátoru s časovou a prostorovou koherencí rezonátoru rovinného. Citlivost na nastavení zrcadel je větší než u konfokálního rezonátoru, ale zdaleka ne tak velká jako u rovinného. U našeho laseru lze naklopit rovinné zrcadlo asi o 4 minuty a sférické o 1 minutu. Vycházející záření lze soustředit do velmi rovnoběžného svazku stejně jako u rezonátoru rovinného. Dosažená rozbíhavost paprsků našeho laseru byla 30 vteřin. Nevýhodou je menší využití média a tím asi o polovinu menší výkon než u soustavy konfokální.

Z uvedeného rozboru je zřejmé, že vhodnou soustavou je soustava konfokální a hemisférická, proto se jich používá při praktické konstrukci laserů.

3.2 Odrazné vrstvy

Odrazné vrstvy, na jejichž provedení velmi záleží, se nanášejí na skleněná nebo křemenná zrcadla. Pro vlnové délky $0,6328 \mu\text{m}$ a $1,1523 \mu\text{m}$ se používá dielektrických odrazných vrstev, které mají velmi malé ztráty a lze u nich dosáhnout vysokého koeficientu odrazu, až 99%. Další výhodnou vlastností je jejich selektivní odraznost (obr. 5), takže vhodnou volbou vrstev se zároveň vybere žádaná vlnová délka. Je to obvyčejně 11–15 vrstev materiálu střídavě o nízkém a vysokém indexu lomu, např. ZnS a MgF_2 . Pro větší vlnové délky, v našem případě $3,3913 \mu\text{m}$, se používá zrcadel kovových.



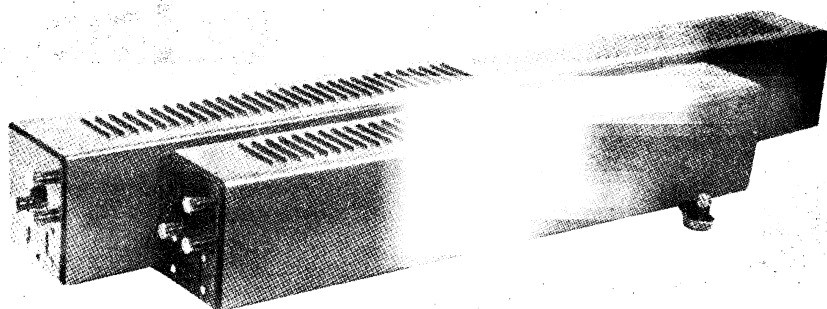
Obr. 5. Propustnost zrcadel; T – propustnost zrcadel, ν – vlnočet.

Podle účelu lze použít zrcadel s vysokou odrazností, která poskytují maximální rezervu zisku pro měření v dutině rezonátoru (pro tento případ platí křivka propustnosti zrcadel pro vidi-

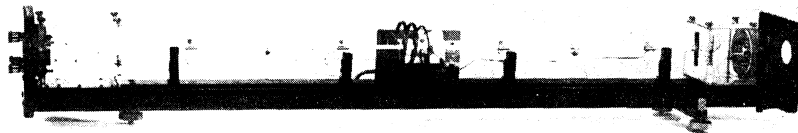
telnou vlnovou délku na obr. (5) nebo zrcadel s propustností vyšší pro maximální výkon vně laseru. Druhá varianta je výhodná při použití laseru jako zdroje záření. Optimální propustnost lze v jistých mezích vypočítat, pokud je znám stupeň inverze a další parametry soustavy. Dále ji můžeme stanovit z hodnot zesílení trubice. Tuto hodnotu je možno určit i experimentálně. Tímto způsobem vychází u našich trubec pro vlnovou délku $0,6328 \mu\text{m}$ asi na 2%. U dielektrických zrcadel se dosáhne požadované propustnosti volbou počtu vrstev, u kovových zrcadel tloušťkou napařené kovu nebo otvorem v plně odrazné vrstvě.

3.3 Výbojové trubice

Výbojové trubice jsou z kvalitního taveného křemene. Nepožaduje-li se vlnová délka $3,39 \mu\text{m}$, mohou být Brewsterova okénka skleněná, jinak jsou rovněž z čirého křemene optické kvality opracovaná na zlomky vlnové délky. K trubici se přichycují



Obr. 6. Fotografie dvou laserů zkonstruovaných v ÚPT-ČSAV.



Obr. 7. Fotografie otevřeného laseru 1300 mm.

lepením nebo lépe přivařením. Délky trubic dosavadních laserů se pohybují od několika centimetrů do několika metrů; vnitřní průměry bývají od 1–30 mm. Používaná směs He-Ne je v poměru 9 : 1 pro čáru 1,1523 μm a 5 : 1 pro 0,6328 μm . Celkový tlak směsi se pohybuje od 0,5–1,5 torr.

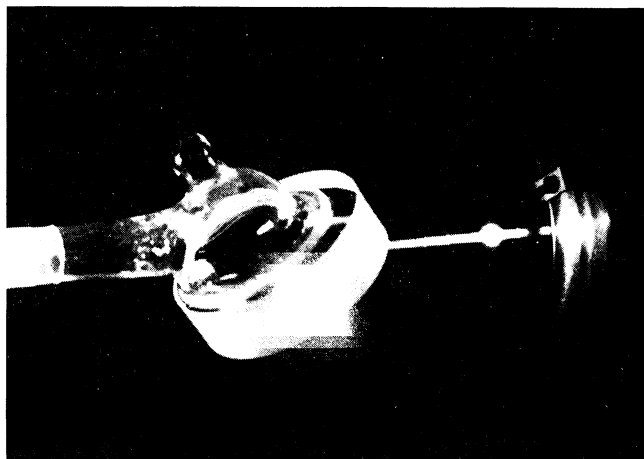
Výroba a plnění vyžadují složitý technologický proces, na němž pak závisí životnost trubice, a stupeň a způsob buzení trubice z vysokofrekvenčního generátoru se zde rovněž uplatňují.

4. KONSTRUKCE LASERU ÚPT-ČSAV

Byly zkonstruovány dva typy plynových laserů, které se od sebe liší délkou, a tedy i výkonem vysílaného záření; mají délku rezonátoru 1265 mm a 800 mm (obr. 6). Základní vybavení zrcadly je pro viditelnou vlnovou délku 0,6328 μm , avšak po jednoduché a rychlé výměně objímek se zrcadly pro příslušné vlnové délky lze bez nové justáže pracovat i na obou infračervených liniích 1,1523 μm a 3,3913 μm . Záření vychází z obou konců laseru. Rezonátory jsou navrženy pro konfokální a hemisférické uspořádání, proto jsou k použití zrcadla rovinná a kulová příslušného poloměru. Vnitřní uspořádání laseru je na obr. 7.

Nosnou konstrukcí je obdélníkový dutý profil z invaru, na jehož koncích jsou uchyceny držáky zrcadel. Držáky mohou být naklápěny nezávisle ve dvou navzájem kolmých směrech pomocí diferenciálních šroubů. I vzdálenost zrcadel je měnitelná, a to v intervalu ± 10 mm. Justážní šrouby pro naklápění jednoho zrcadla a pro posuv druhého zrcadla jsou vyvedeny ven z krytu. V držácích zrcadel je pak ještě válcový otvor, do něhož lze zasunout optické elementy, např. čočku pro kolimaci svazku.

Mezi koncovkou trubice a zrcadlem je ponechán prostor pro měření vzorků v inten-



Obr. 8. Fotografie paprsku v rezonátoru.

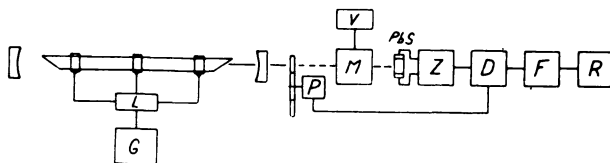
zivním svazku uvnitř rezonátoru v prachotěsném krytu, který zabraňuje přístupu prachu na zrcadla a Brewsterova okénka; i malé znečištění těchto prvků snižuje intenzitu záření, příp. úplně znemožní funkci, hlavně ve viditelné oblasti. Na obr. 8 je vidět laserový svazek v rezonátoru bez prachotěsného krytu v důsledku rozptylu záření na prachových částicích.

Trubice leží na podpěrkách, k nimž je připevněna třmeny. Výška je měnitelná pro různé průměry trubíc a různé tloušťky okének pomocí vkládaných kostek. Na trubici jsou přišroubovány elektrody připojené na paralelní rezonanční obvod, jimiž se přivádí budící energie koaxiálním kabelem z vysokofrekvenčního generátoru 27,12 MHz. Naladění rezonančního obvodu se provádí otvorem v krytu. Výkon vysokofrekvenčního generátoru je plynule měnitelný od 0 do 200 W. Je pamatováno též na možnost použití velmi tenkých trubíc. K jejich zapálení bude nutný startovací člen vestavěný v budícím obvodu.

Na vyvinutí laseru spolupracovali B. POPELA, J. KRŠEK, M. RUBEŠ a Z. VESELÁ. Uvedené lasery bude vyrábět MEOPTA n. p. Přerov.

5. EXPERIMENTÁLNÍ SLEDOVÁNÍ ZÁŘENÍ LASERU

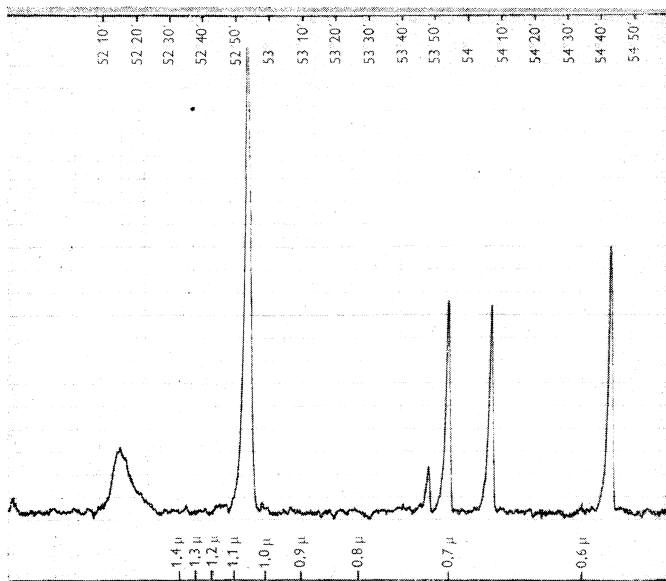
Viditelnou vlnovou délku 0,6328 μm lze pozorovat přímo vizuálně nebo fotografovat, popř. registrovat spektrofotometrem. Přímé pozorování infračervené linie 1,1532 μm se provádí obrazovým měničem, případně ji lze snímat různými typy detektorů, jinak se registruje spektrofotometrem. Vlnovou délku 3,3913 μm nelze pozorovat přímo obrazovým měničem, byla tedy snímána detektorem PbS a zapsána spektrofotometrem. Bylo použito hranolového spektrofotometru vyvinutého v ÚPT-ČSAV.



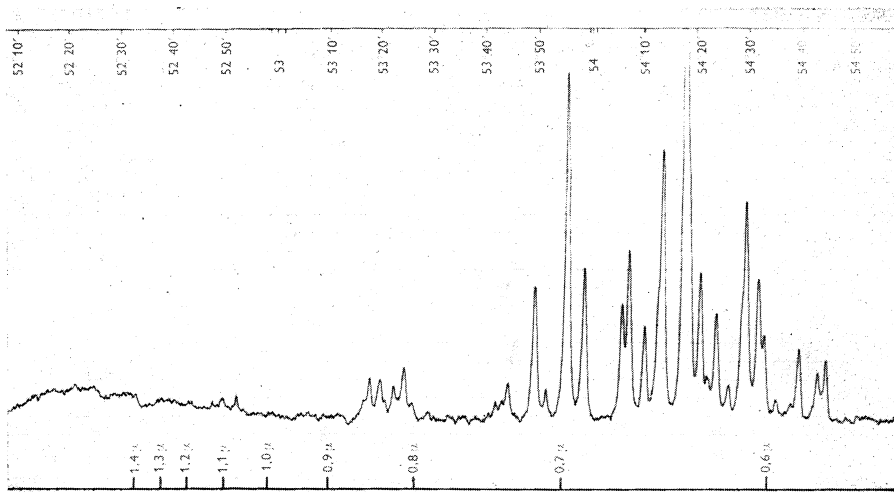
Obr. 9. Zařízení pro měření spontánní a stimulované emise;

L – ladící obvod, G – vysokofrekvenční generátor, M – monochromátor, PbS – detektor záření, Z – zesilovač, D – synchronní demodulátor, P – spínací kontakty, F – filtr, R – zapsovací přístroj, V – mechanismus pro zápis spektra.

Schéma zařízení pro sledování spontánní a stimulované emise je na obr. 9. Pro tuto oblast je možno použít fotokonduktivních detektorů, radiačních termočlánků a Go-Layova pneumatického detektoru. Záření vystupující z trubice laseru je přerušováno rotační clonou, prochází monochromátorem a dopadá na detektor. Vytvořené střídavé napětí se zesílí v zesilovači a je synchronně demodulováno synchronním demodulátorem, který používá mechanických kontaktů umístěných přímo na hřídeli ro-

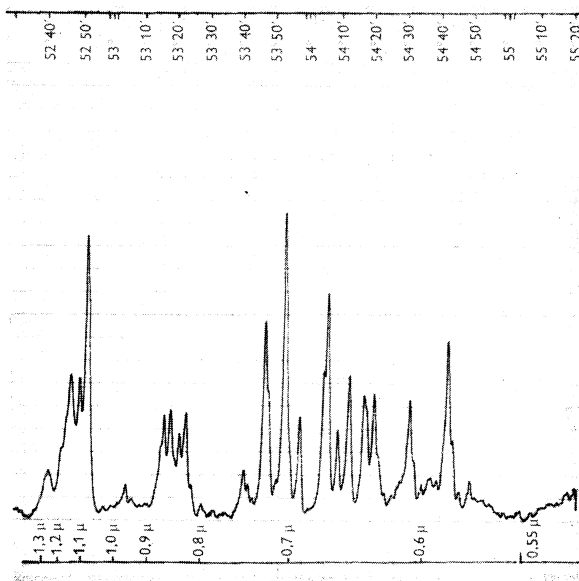


Obr. 10. Zápis spontánní emise He výbojky.

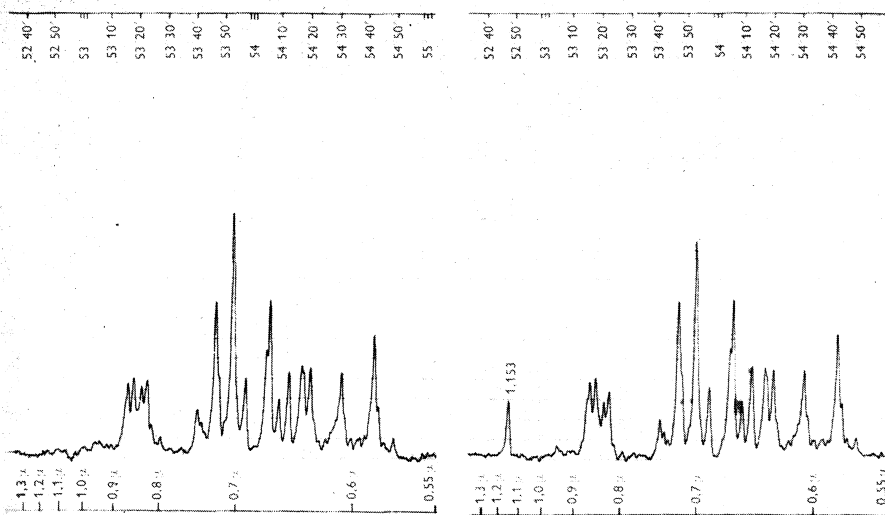


Obr. 11. Zápis spontánní emise Ne výbojky.

tační clony. Výstupní napětí je po filtraci ve filtru přivedeno na elektronický kompenzační zapisovací přístroj. K zápisu spektra slouží mechanismus V. Uvedený typ detektoru je vhodný ve vlnové oblasti 1 – 3,5 μm . Zápisy spekter spontánní emise He, Ne a směsi He-Ne s malým rozlišením jsou na obr. 10 a 11. Na obr. 12 je zřetelná inverze v obsazení hladin ve směsi He-Ne. Na dalším obr. 13 je zápis části spektra bez stimu-

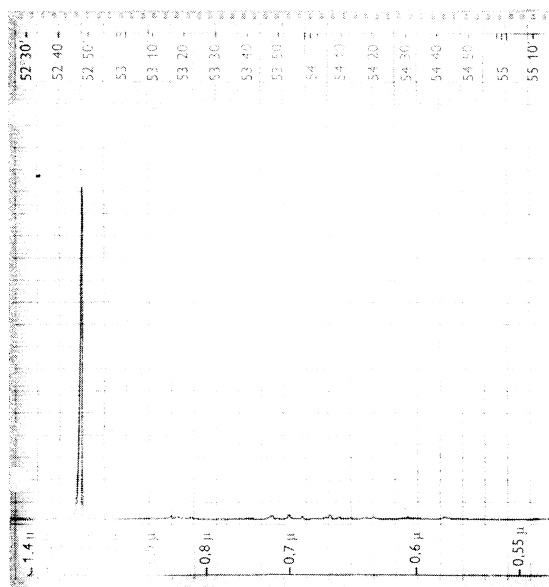


Obr. 12. Zápis spontánní emise směsi He-Ne.

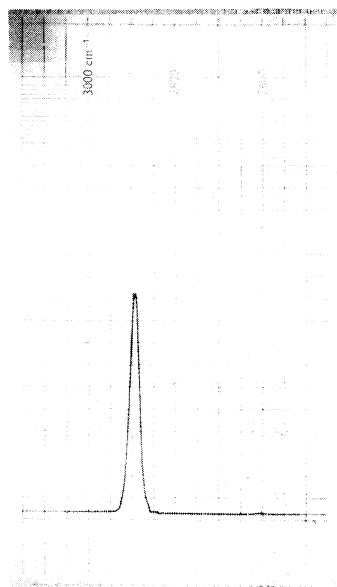


Obr. 13. Část spektra se stimulanou a bez stimulané emise.

lované emise a s prvním projevem stimulané emise na vlnové délce 1,1523 μm . Po další justáži je zápis stimulané emise na obr. 14. Zápis vlnové délky 3,3913 μm je na obr. 15. Vzhledem k nepatrné spektrální šířce záření laseru představuje tento graf



Obr. 14. Stimulovaná emise na 1,523 μm .

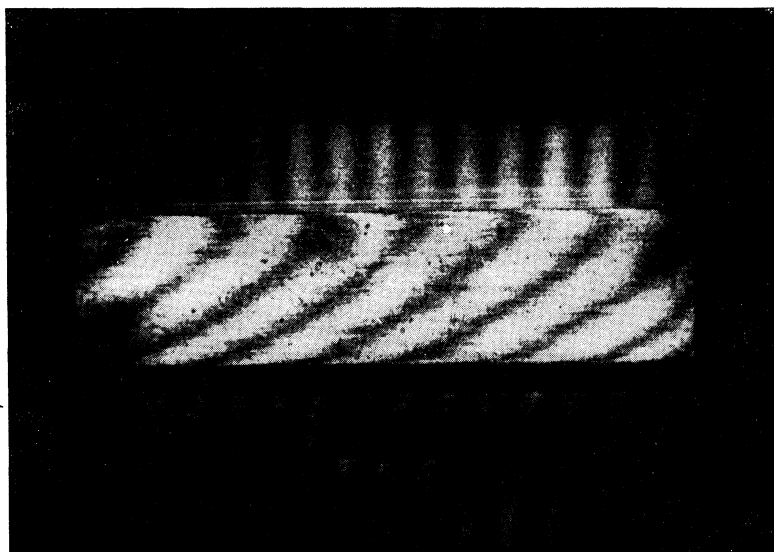


Obr. 15. Stimulovaná emise na 3,3913 μm .

zápis přístrojové funkce spektrofotometru. Tvar je určen spektrální šířkou štěrbinu monochromátoru a zkreslením daným časovou konstantou registračního zařízení.

8. MOŽNOSTI POUŽITÍ LASERU

Plynové lasery pracují dosud s poměrně malým výkonem — řádově miliwatty, zato jejich výhodou je kontinuální provoz. Ve srovnání s ostatními druhy laserů mají nejúžší spektrální šířku výstupního záření ($1 - 10^4$ c/s) a nejmenší rozbíhavost; za použití hemisférické soustavy rezonátoru a vhodné kolimační čočky lze dosáhnout soustředění svazku do úhlu 0,5 min. Pro tyto vlastnosti se používají plynové lasery jako přesné fyzikální přístroje pro vědecká měření. Mohou sloužit jako normál vlnové délky a frekvence. Ve spojení s interferometrem lze jimi měřit homogenitu silných optických elementů a rovinnost od sebe značně vzdálených ploch. Dále je možno měřit kvalitu opracování povrchu. Pro sdělovací techniku, jak pro přenos obrazu, tak zvuku, mají význam všechny základní vlastnosti stimulovaného záření: malá rozbíhavost svazku umožňuje soustředění do malého prostorového úhlu a tím značný dosah záření a koherence dovoluje použít modulaci obdobných radiovým vlnám. Největší význam však bude mít tento způsob spojení v kosmu, kde není absorbující prostředí. Další navržené a vyzkoušené využití plynových laserů je v matematických strojích, v seismografech, v přístrojích měřících rychlost a změnu polohy. Použití laseru se jeví ještě v další řadě oblastí.



Obr. 16. Fotografie interference na broušené kostce 130 mm dlouhé.



Obr. 17. Fotografie interference na laserové tyčce 35 mm dlouhé.

V ÚPT byl plynový laser konkrétně použit jako zdroj světla pro interferometr při měření interference na vzdálenosti daleko větší než s jinými zdroji světla. Obr. 16 ukazuje interferenční proužky při proměřování ocelové broušené kostky o délce 130 mm. Přes velkou vzdálenost lze dobře pozorovat interferenční proužky také se základní deskou kostky. Na obr. 17 je interferogram laserové rubínové tyčky.

Literatura

- [1] JAVAN A., BENNETT W., HERRIOT D.: Population inversion and continuous optical masers oscillation in a gas discharge containing a He-Ne mixture. *Phys. Rev. Letters* 6 (1961), 106.
- [2] WHITE A., RIDGEN J.: Continuous gas maser operation in the visible. *Proc. IRE* 50 (1962), 1697.
- [3] BLOOM A., BELL W., REMPEL R.: Laser operation at $3,39 \mu$ in a helium-neon mixture. *Appl. Optics* 2 (1963), 317.
- [4] PETRŮ F., BOČEK V., POPELA B., KRŠEK J.: Plynový molekulární generátor světla se směsí helia a neonu. *Slaboproudý obzor* 25 (1964), 181.
- [5] PETRŮ F., BOČEK V., KRŠEK J., POPELA B.: Konstrukce a technologie plynového molekulárního generátoru světla He-Ne. *Jemná mechanika a optika* 1964, 38.
- [6] PETRŮ F., POPELA B., KRŠEK J., RUBEŠ M., VESELÁ Z.: Plynový molekulární generátor světla pro viditelnou a infračervenou oblast. *Jemná mechanika a optika* 1964, 269.
- [7] BENNETT W.: Gaseous Optical Masers. *Appl. Optics, Supplement No. 1 on Optical Masers*, 1962, 62.
- [8] FOX A. G., LI T.: Resonant Modes in a Maser Interferometer. *Bell System Tech. J.* 40 (1961), 453.
- [9] BOYD G. D., KOGELNIK H.: Generalized Confocal Resonator Theory. *Bell System Tech. J.* 41 (1962), 347.
- [10] BLOOM A. L.: Properties of Laser Resonators Giving Uniphase Wave Fronts. *Spectra-Physics Laser Tech. Bull.* 1963, č. 2.
- [11] PÁTEK K.: *Lasery, kvantové generátory světla*. SNTL-SVTL, Praha 1964.

REZOLUCE VÝROČNÍ KONFERENCE ČS. FYZIKŮ

OLOMOUC 26.–29. SRPNA 1964

Účastníci výroční konference čs. fyziků, která se konala v Olomouci ve dnech 26. až 29. srpna 1964, konstatují, že konference proběhla úspěšně jak z hlediska programu, tak i z hlediska její organizace. Souborné referáty z těch oborů fyziky, které jsou u nás rozvíjeny, spolu s referátem o otázkách modernizace vyučování fyzice se těšily zájmu všech účastníků. Ukázaly výsledky dosažené u nás a ukázaly současně, jak se čs. fyzika podílí na řešení těchto otázek v mezinárodním měřítku. Velmi šťastnou myšlenkou bylo doplnění programu konference návštěvou fyzikálních pracovišť Palackého university v Olomouci a Výzkumného ústavu optiky a jemné mechaniky v Přerově. Všechny tyto akce měly i společenský význam, protože umožňovaly bližší seznámení fyziků z oblasti pedagogické práce s fyzikou z různých výzkumných ústavů, což při dnešním systému konferencí se speciální tematikou není dobře možné.

Tyto skutečnosti vedou proto účastníky konference k těmto doporučením ÚV JČMF:

1. Pokračovat v pořádání výročních konferencí čs. fyziků v takovém pojetí, v jakém byla uspořádána tato první konference.