

АВТОРСКА СПРАВКА ЗА НАУЧНИТЕ ПРИНОСИ

на главен асистент доктор Любомир Иванов Стойчев,

**Институт по физика на твърдото тяло „Академик Георги Наджаков”,
Българска академия на науките**

Съдържание:

- I. Творческа биография, включваща сведения за полученото образование, специализации, работа и защитени дисертации;**
- II. Педагогическа дейност – преподаване, обучение на дипломанти и докторанти;**
- III. Други дейности – участие в договори и проекти, участие в конференции, изнесени лекции и доклади и др.**
- IV. Подробно и пълно описание на научните приноси, като ясно се посочат приносите в хабилитационен труд-научни публикации и в научните публикации извън хабилитационния труд**

I. Творческа биография

Средно образование: Гимназия с преподаване на чужди езици, профил Английски език, „проф. д-р Асен Златаров“ Хасково, 1992 г.

Висше образование: ПУ "Паисий Хилендарска", специалност Физика и Математика, Физически факултет, 1999 г.,

- успешно защитена дипломна работа на тема „Въвеждане на Фурие-оптика в учебния курс по Оптика“, научен ръков. доц. д-р Тано Терзийски

-2003 – 2006 г.: редовен докторант във Институт по физика на твърдото тяло „Академик Георги Наджаков“, БАН

- успешно защитена дисертация за образователната и научна степен "доктор", юни 2008 г. на тема „Характеристики на лазерното излъчване на генератор-усилвателна система на основата на лазер с пари на меден бромид“, научен ръководител доц. д-р Димо Астаджов

- Заемани длъжности:

ИФТТ – БАН, физик, 2006 – 2009 г.

ИФТТ – БАН, н. с. II ст., гл. ас 2009 г.

09.2008 – 12.2016: Пост-док, International Centre for Theoretical Physics, ICTP-INFN-SPIE Quantum Cascade Laser Laboratory

01.2017 – 12.2018: Гостуващ учен, International Centre for Theoretical Physics, ICTP-INFN-SPIE Quantum Cascade Laser Laboratory

09.2008 – 12.2018: Асоцииран изследовател, Istituto Nazionale Fisica Nucleare Sezione di Trieste

01.2019 – 12.2020: Изследовател, Istituto Nazionale Fisica Nucleare Sezione di Trieste

II. Педагогическа дейност – преподаване, обучение на дипломанти и докторанти

09.2000 – 06.2008: Хоноруван асистент по физика, Катедра Експериментална физика, Физически факултет, ПУ „Паисий Хилендарски“. Водене на лабораторни и семинарни упражнения по Механика, Молекулна физика, Електричество и магнетизъм, Оптика.

- обучение на докторанти по програмата Doctoral Training Course, (INFN section of Trieste/ICTP - STEP program), на теми: Techniques and Characterization of semiconductor lasers: Mid-Infrared Quantum Cascade Lasers и Quantum Cascade Lasers for spectroscopic applications: feasibility and asset на двама докторанти -

Milohum Mikesokpo Dzagli и Komlan Segbéya Gadedjisso-Tossou, University of Lomé-TOGO.”

III. Други дейности – участие в договори и проекти, участие в конференции, изнесени лекции и доклади и др.

09.2009 – 12.2011 - MUH – CNL, проект финансиран от Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), commissione V

01.2012 – 12.2013 - FAM – R &D, проект финансиран от Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), commissione V

01.2014 – 2021 - FAMU, проект финансиран от Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), commissione III

Участие в конференции:

1. D.N.Astadjov, L.I.Stoychev and N.V.Sabotinov, “Improvement of CuBr Laser Coherence Properties”, International Conference on Holography, Optical Recording and Processing of Information, 21-25 May, 2005, Varna, Bulgaria.
2. D.N.Astadjov, L.I.Stoychev and N.V.Sabotinov, “CuBr Laser Pulse Shaping by MOPA System”, IV International Symposium “Laser technologies and lasers”, 8-11 October, 2005, Plovdiv, Bulgaria.
3. D.N.Astadjov, L.I.Stoychev and N.V.Sabotinov, “M²-Factor for MOPA CuBr Laser System”, 14th International School on Quantum Electronics “Laser physics and applications”, 18-22 September, 2006, Sunny Beach, Bulgaria.
4. O.Ivanov, A.Vaseashta and L.Stoychev, “Rapid, contactless and non-destructive testing of chemical compositions of samples”, NATO-ASI “Functionalized Nanoscale Materials, Devices, and Systems for chem.-bio Sensors, Photonics, and Energy Generation and Storage”, 4-15 June, 2007, Sinaia, Romania.
5. L.I.Stoychev, D.N.Astadjov, N.V.Sabotinov, “Green and Yellow Laser Lines Output of CuBr Laser”, National laser Symposium – 08, 7-10 January, 2009, Delhi, India.
6. L. Stoychev, M.M. Dzagli, K. Gadedjisso-Tossou, J. Niemela, A. Vacchi, “Characterization of a laser source suitable for a muonic-hydrogen experiment: a DFB-QCL emitting at 6,8 μm ”, 3rd EOS Topical Meeting on Terahertz Science & Technology, TST 2012, 17 - 20 June 2012, Prague, Czech Republic.
7. Lyubomir I. Stoychev, Miltcho B. Danailov, Alexander A. Demidovich, Ivaylo P. Nikolov, Paolo Cinquegrana, Paolo Sigalotti, Dimitar Bakalov, Andrea Vacchi,

“DFG-based mid-IR laser system for muonic-hydrogen spectroscopy”, SPIE Photonics Europe 2014, 14 - 17 April 2014, Brussels, Belgium.

8. Lyubomir Stoychev, Miltcho Danailov, Alexander Demidovich, Ivaylo Nikolov, Paolo Cinquegrana, Paolo Sigalotti, Dimitar Bakalov, Roberta Ramponi, Komlan Gadedjisso-Tossou, Andrea Vacchi, “Mid-IR laser system based on difference frequency mixing for precision spectroscopy measurement of the hyperfine splitting of the muonic-hydrogen”, EOSAM 2014, 15-19 September 2014, Berlin Adlershof, Germany.
9. L.I. Stoychev, M.B. Danailov, I.P. Nikolov, A.A. Demidovich, D. Bakalov, A. Vacchi, “Increasing the Output Energy of MID-IR Laser System for Muonic-Hydrogen Spectroscopy”, 2015 Fotonica AEIT, Italian Conference on Photonics Technologies, 6-8 May 2015, Turin, Italy.
10. Lyubomir Stoichev, Humberto Cabrera, Ivaylo Nikolov, Paolo Sigalotti, Alexander Demidovich, Miltcho B. Danailov, Andrea Vacchi, „Effects of crystal cooling on the amplification efficiency in Cr:forsterite“, 20th International Conference and School on Quantum Electronics "Laser Physics and Applications", 17 - 21 September, 2018, Nessebar, Bulgaria

IV. Научни приноси в трудовете на Любомир Иванов Стойчев

A. Научни приноси – хабилитационен труд

(Хабилитационна разширена справка за научните приноси съгласно т. 12 от Забележките в края на Правилника за прилагане на ЗРАСПБ)

Публикации в хабилитационния труд, статии и пълни доклади на конференции (класификацията по квартали е според SCImago):

A1. Stoychev L.I., Danailov M.B., Demidovich A.A., Nikolov I.P., Cinquegrana P., Sigalotti P., Bakalov D., Vacchi A., “DFG-based mid-IR laser system for muonic-hydrogen spectroscopy”, *Laser Sources and Applications II* 9135, 91350J, DOI: [10.1117/12.2052110](https://doi.org/10.1117/12.2052110), 2014. Без IF, със SJR

A2. Stoychev L.I., Danailov M.B., Nikolov I.P., Demidovich A.A., Bakalov D., Vacchi A., “Increasing the output energy of MID-IR laser system for muonic-hydrogen spectroscopy”, 2015 *Fotonica AEIT Italian Conference on Photonics Technologies*, 1-3, DOI: [10.1049/cp.2015.0183](https://doi.org/10.1049/cp.2015.0183). Без IF, със SJR

A3. Stoychev L.I., Cabrera H., Gadedjisso-Tossou K.S., Nikolov I.P., Sigalotti P., Demidovich A.A., Suárez-Vargas J.J., Mocchiutti E., Niemela J., Baruzzo M., Vasiliev N., Zaporozhchenko Y., Danailov M.B., Vacchi A., “Pulse amplification in a Cr⁴⁺:forsterite single longitudinal mode (SLM) multi-pass amplifier”, *Laser Physics* 29 (6), 065801, 2019. Q2/Q3

A4. Stoychev L.I., Cabrera H., Gadedjisso-Tossou K.S., Vasiliev N., Zaporozhchenko Y., Nikolov I.P., Sigalotti P., Demidovich A.A., Suárez-Vargas J.J., Mocchiutti E., Pizzolotto C., Niemela J., Baruzzo M., Danailov M.B., Vacchi A., “24 mJ Cr⁴⁺:forsterite four-stage master-oscillator power-amplifier laser system for high resolution mid-infrared spectroscopy”, *Review of Scientific Instruments* 90, 093002 (2019); DOI: [10.1063/1.5115105](https://doi.org/10.1063/1.5115105). Q2

A5. Benocci R., Bonesini M., Gadedjisso-Tossou K.S., Cabrera H., Stoychev L.I., Rossella M., Baruzzo M., Consonni M., Suarez-Vargas J.J., “Laboratory tests for MIR light detection and transport with specialty optical fibres”, *Journal of Instrumentation* 15 (04), C04030, 2020. Q1

A6. Stoychev L.I., Cabrera H., Suárez-Vargas J.J., Baruzzo M., Gadedjisso-Tossou K.S., Nikolov I.P., Sigalotti P., Demidovich A.A., Mocchiutti E., Pizzolotto C., Niemela J., Guido T., Danailov M.B., Vacchi A., “DFG-based mid-IR tunable source with 0.5 mJ energy and a 30 pm linewidth”, *Opt. Lett.* 45, 5526-5529 (2020), DOI: [10.1364/OL.405272](https://doi.org/10.1364/OL.405272). Q1

Общо 110 т.

1. (тестова) система за генерация на пренастройваемо инфрачервено лъчение в спектралния диапазон около 6785 ± 5 nm. Системата е на базата на изваждане на честоти от твърдотелен лазер с „фиксирана“ дължина на вълната (Nd:YAG - 1064 nm) и пренастройваем твърдотелен лазер (Cr:forsterite ~ 1.262 nm) в неоксидни нелинейни кристали. Изследвани са различни типове нелинейни кристали (lithium thioindate - LiInS₂ и silver thiogallate - AgGaS₂) за доказване ефективността на подхода и определяне параметрите на лазерите, както и типа и големината на нелинейните кристали, необходими за генерация на пренастройваемо инфрачервено лъчение в спектралния диапазон около 6785 ± 5 nm с енергия надвишаваща 1 mJ, при честота на повторение на импулсите 25Hz, ширина на спектралната ивица по-тясна от 200 MHz и стъпка на пренастройка (промяна на дължината на вълната) от 35 pm. Изследвани са различни геометрични конфигурации на оптичната схема за генерация на пренастройваемо инфрачервено лъчение чрез изваждане на честоти с един и два прохода на генерираното лъчение и на помпващите лъчения през нелинейните кристали. Демонстрирана е възможността за увеличаване на енергията в спектралния диапазон около 6785 nm чрез използване на преобразователи на на помпващите снопове. (A1, A2,)
2. Създадена е система осцилатор-усилвател на Cr:forsterite с уникални характеристики. Изследвани са различни геометрични конфигурации на резонатора на едночестотен Cr:forsterite лазер осцилатор (напомпван от едномодов TEM₀₀ Nd:YAG лазер, 1064 nm) с цел получаване на схема с висока стабилност във времето на генерацията по енергия и ширина на спектралната ивица, както и лесна пренастройваемост на изходната дължина на вълната. Използвана е схема на оптичен резонатор с дифракционна решетка под грейзинг ъгъл. Получена е едночестотна генерация с енергия от 1 mJ, ширина на спектралната ивица от 0.39 pm при честота на повторение на импулсите 25Hz и дължина на импулсите от 8 ns. Проектиран и изработен е усилвател на Cr:forsterite с 3 (три) стъпала и 16 (шестнадесет) прохода, напомпван друг Nd:YAG лазер, 1064 nm. Получена е едночестотна пренастройваема генерация в спектралния диапазон ~ 1.262 nm с рекордна енергия от 45 mJ, с качество на излъчването $M^2_x=1.94$, $M^2_y=1.70$ и ширина на спектралната ивица от 0.42 pm. (A3, A4)
3. Създадена е лазерна система на базата на изваждане на честоти за генериране на пренастройваемо излъчване с тясна ширина на спектралната ивица < 30 pm (200 MHz) в средния инфрачервен спектър 6785 ± 5 nm при честота на повторение на импулсите 25Hz, стъпка на

пренастройка (промяна на дължината на вълната) от 35 pm и дължина на импулсите от 7 ns. Системата е базирана на неоксидни нелинейни кристали и наносекундни импулси, генерирани от едночестотни Nd:YAG и Cr:forsterite лазери съответно на 1064 и 1262 nm. Изследвани са две геометрични конфигурации на експериментални схеми: еднопроходна и двупроходна през нелинейните кристали, при използване на последната в LiInS₂ е генерирана енергия надвишаваща 540 μJ. Изучени са параметрите на генерация на инфрачервено лъчение при различни типове нелинейни кристали: LiGaS₂, LiInS₂, LiInSe₂ и BaGa₄Se₇. Изследвани са различни типове на вълноводи за инфрачервено лъчение с цел определяне оптималния тип за транспорт на генерираното лъчение. (A5, A6)

В. Приноси в научни публикации извън хабилитационния труд:

Публикации извън хабилитационния труд, статии и пълни доклади на конференции (класификацията по квартали е според SCImago):

B1. Astadjov D.N., Stoychev L.I., Sabotinov N.V., “CuBr Laser Pulse Shaping by MOPA System”, Proceedings International Symposium “Laser Technologies and Lasers” LTL 2005, pp 111-114

B2. Astadjov D.N., Stoychev L.I., Dixit S.K., Nakhe S.V., Sabotinov N.V., “High-brightness CuBr MOPA laser with diffraction-limited throughout-pulse emission” IEEE Journal of Quantum Electronics 41 (8), 1097-1101, 2005, DOI: [10.1109/JQE.2005.850701](https://doi.org/10.1109/JQE.2005.850701), Q1

B3. Astadjov D.N., Stoychev L.I., Sabotinov N.V., “M²-factor for MOPA CuBr laser system”, SPIE Proceedings Vol. 6604, 14th International School on Quantum Electronics: Laser Physics and Applications; 66040Z (2007) DOI: [10.1117/12.726991](https://doi.org/10.1117/12.726991). Без IF, със SJR

B4. Ivanov O., Vaseashta A., L Stoychev L.I., “Rapid, contactless and non-destructive testing of chemical composition of samples”, Functionalized Nanoscale Materials, Devices and Systems, pp331-334, 2008, Part of the [NATO Science for Peace and Security Series B: Physics and Biophysics](#) book series (NAPSB), DOI: 10.1007/978-1-4020-8903-9_26. Q4

B5. Vacchi A., Stoychev L.I., Dzagli M.M., Gadedjisso-Tossou K., Niemela J., “Characterization of a laser source suitable for a muonic-hydrogen experiment: a DFB-

QCL emitting at 6,8 μm ”, 3rd EOS Topical Meeting on Terahertz Science & Technology TST 2012, ISBN 978-3-9815022-1-3

B6. Adamczak A., Bakalov D., Stoychev L.I., Vacchi A., “Hyperfine spectroscopy of muonic hydrogen and the PSI Lamb shift experiment”, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms Volume 281, pp 72-76, 2012, DOI: [10.1016/j.nimb.2012.04.001](https://doi.org/10.1016/j.nimb.2012.04.001). Q2

B7. Stoychev L.I., Danailov M.B., Nikolov I.P., Demidovich A.A., Bakalov D., Vacchi A., “Mid-IR Laser System for Muonic-Hydrogen Spectroscopy”, Advanced Solid State Lasers, ATh2A. 4, DOI: [10.1364/ASSL.2015.ATh2A.4](https://doi.org/10.1364/ASSL.2015.ATh2A.4), 2015. Без IF, със SJR

B8. Adamczak A., Baccolo G., Bakalov D., Baldazzi G., Bertoni R., Bonesini M., Bonvicini V., Campana R., Carbone R., Cervi T., Chignoli F., Clemenza M., Colace L., Curioni A., Danailov M., Danev P., D'Antone I., De Bari A., De Vecchi C., De Vincenzi M., Furini M., Fuschino F., Gadedjisso-Tossou K.S., Guffanti D., Iacofano A., Ishida K., Iugovaz D., Labanti C., Maggi V., Margotti A., Marisaldi M., Mazza R., Meneghini S., Menegolli A., Mocchiutti E., Moretti M., Morgante G., Nardò R., Nastasi M., Niemela J., Previtali E., Ramponi R., Rachevski A., Rignanese L.P., Rossella M., Rossi P.L., Somma F., Stoilov M., Stoychev L.I., Tomaselli A., Tortora L., Vacchi A., Vallazza E., Zampa G., Zuffa M., “Steps towards the hyperfine splitting measurement of the muonic hydrogen ground state: pulsed muon beam and detection system characterization”, Journal of Instrumentation 11 (05), P05007, 2016, DOI: [10.1088/1748-0221/11/05/P05007](https://doi.org/10.1088/1748-0221/11/05/P05007). Q1

B9. Mocchiutti E., Bonvicini V., Carbone R., Danailov M., Furlanetto E., Gadedjisso-Tossou K.S., Guffanti D., Pizzolotto C., Rachevski A., Stoychev L., Vallazza E., Zampa G., Niemela J., Ishida K., Adamczak A., Baccolo G., Benocci R., Bertoni R., Bonesini M., Chignoli F., Clemenza M., Curioni A., Maggi V., Mazza R., Moretti M., Nastasi M., Previtali E., Bakalov D., Danev P., Stoilov M., Baldazzi G., Campana R., D'Antone I., Furini M., Fuschino F., Labanti C., Margotti A., Meneghini S., Morgante G., Pio Rignanese L., Luca Rossi P., Zuffa M., Cervi T., De Bari A., Menegolli A., De Vecchi C., Nardò R., Rossella M., Tomaselli A., Colace L., De Vincenzi M., Iacofano A., Somma F., Tortora L., Ramponi R., Vacchi A., “First FAMU observation of muon transfer from μp atoms to higher-Z elements”, Journal of Instrumentation 13 (02), P02019, 2018, DOI: [10.1088/1748-0221/13/02/P02019](https://doi.org/10.1088/1748-0221/13/02/P02019). Q1

B10. Mocchiutti E., Bonvicini V., Danailov M., Furlanetto E., Gadedjisso-Tossou K.S., Guffanti D., Pizzolotto C., Rachevski A., Stoychev L., Vallazza E., Zampa G., Niemela J., Ishida K., Adamczak A., Baccolo G., Benocci R., Bertoni R., Bonesini M., Chignoli F., Clemenza M., Curioni A., Maggi V., Mazza R., Moretti M., Nastasi M., Previtali E., Bakalov D., Danev P., Stoilov M., Baldazzi G., Campana R., D'Antone I.,

Furini M., Fuschino F., Labanti C., Margotti A., Meneghini S., Morgante G., Rignanese L.P., Rossi P.L., Zuffa M., Cervi T., De Bari A., Menegolli A., De Vecchi C., Nardò R., Rossella M., Tomaselli A., Colace L., De Vincenzi M., Iaciofano A., Somma F., Tortora L., Ramponi R., Vacchi A., “FAMU: study of the energy dependent transfer rate $\Lambda_{\mu p \rightarrow \mu O}$ ”, IOP Conf. Series: J. Phys.: Conf. Ser. **1138** 012017, 2018, DOI: [10.1088/1742-6596/1138/1/012017](https://doi.org/10.1088/1742-6596/1138/1/012017). Q4

B11. Adamczak A., Baccolo G., Banfi S., Bakalov D., Baldazzi G., Benocci R., Bertoni R., Bonesini M., Bonvicini V., Chignoli F., Clemenza M., Colace L., Danailov M., Danev P., De Bari A., De Vecchi C., De Vincenzi M., Furlanetto E., Fuschino F., Gadedjisso-Tossou K.S., Guffanti D., Iaciofano A., Ishida K., Labanti C., Maggi V., Margotti A., Mazza R., Menegolli A., Mocchiutti E., Moretti M., Morgante G., Nastasi M., Niemela J., Pizzolotto C., Previtali E., Pullia A., Ramponi R., Rachevski A., Rignanese L.P., Rossella M., Rossi N., Sarkar R., Stoilov M., Stoychev L., Tomaselli A., Tortora L., Vallazza E., Zampa G., Vacchi A., “The FAMU experiment at RIKEN-RAL to study the muon transfer rate from hydrogen to other gases”, Journal of Instrumentation 13 (12), P12033, 2018, DOI: [10.1088/1748-0221/13/12/P12033](https://doi.org/10.1088/1748-0221/13/12/P12033), Q1

B12. Pizzolotto C., Adamczak A., Bakalov D., Baldazzi G., Baruzzo M., Benocci R., Bertoni R., Bonesini M., Bonvicini V., Cabrera H., Cirrincione D., Citossi M., Chignoli F., Clemenza M., Colace L., Danailov M., Danev P., de Bari A., De Vecchi C., de Vincenzi M., Fasci E., Furlanetto E., Fuschino F., Gadedjisso-Tossou K.S., Gianfrani L., Guffanti D., Hillier A.D., Ishida K., King P.J.C., Labanti C., Maggi V., Mazza R., Menegolli A., Mocchiutti E., Moretti L., Morgante G., Niemela J., Patrizi B., Pirri A., Pullia A., Ramponi R., Rignanese L.P., Roman H.E., Rossella M., Sarkar R., Sbrizzi A., Stoilov M., Stoychev L., Suárez-Vargas J.J., Toci G., Tortora L., Vallazza E., Vannini M., Xiao C., Zampa G., Vacchi A., “The FAMU experiment: muonic hydrogen high precision spectroscopy studies”, Eur. Phys. J. A **56**, 185, 2020, DOI: [10.1140/epja/s10050-020-00195-9](https://doi.org/10.1140/epja/s10050-020-00195-9). Q1

B13. Gadedjisso-Tossou K.S., Stoychev L.I., Mohou M.A., Cabrera H., Niemela J., Danailov M.B., Vacchi A., “Cavity Ring-Down Spectroscopy for Molecular Trace Gas Detection Using A Pulsed DFB QCL Emitting at 6.8 μm ”, Photonics 7 (3), 74, 2020, DOI: [10.3390/photonics7030074](https://doi.org/10.3390/photonics7030074). Q2

B14. Mocchiutti E., Adamczak A., Bakalov D., Baldazzi G., Benocci R., Bertoni R., Bonesini M., Bonvicini V., Cabrera Morales H., Chignoli F., Clemenza M., Colace L., Danailov M., Danev P., de Bari A., De Vecchi C., De Vincenzi M., Furlanetto E., Fuschino F., Gadedjisso-Tossou K.S., Guffanti D., Ishida K., Labanti C., Maggi V., Mazza R., Menegolli A., Morgante G., Nastasi M., Niemela J., Pizzolotto C., Pullia A., Ramponi R., Rignanese L.P., Rossella M., Rossi N., Stoilov M., Stoychev L., Tortora L., Vallazza E., Zampa G., Vacchi A., “First measurement of the temperature

dependence of muon transfer rate from muonic hydrogen atoms to oxygen”, Physics Letters A 384 (26), 126667, DOI: [10.1016/j.physleta.2020.126667](https://doi.org/10.1016/j.physleta.2020.126667). Q2

B15. Pizzolotto C., Sbrizzi A., Adamczak A., Bakalov D., Baldazzi G., Baruzzo M., Benocci R., Bertoni R., Bonesini M., Cabrera H., Cirrincione D., Clemenza M., Colace L., Danailov M., Danev P., de Bari A., De Vecchi C., De Vincenzi M., Fasci E., Fuschino F., Gadedjisso-Tossou K.S., Gianfrani L., Ishida K., Labanti C., Maggi V., Mazza R., Menegolli A., Mocchiutti E., Monzani S., Moretti L., Morgante G., Niemela J., Pullia A., Ramponi R., Rignanese L.P., Rossella M., Stoilov M., Stoychev L., Suarez-Vargas J.J., Tortora L., Vallazza E., Vacchi A., “Measurement of the muon transfer rate from muonic hydrogen to oxygen in the range 70-336 K”, Physics Letters A 403, 127401, 2021, DOI: [10.1016/j.physleta.2021.127401](https://doi.org/10.1016/j.physleta.2021.127401)

Общо 261 т.

4. Изследвани са квантово-каскадни лазери в спектралния диапазон около 6785 nm, с цел оценка на възможността за създаване на лазерна система за генерация на пренастройваемо инфрачервено лъчение в спектралния диапазон около 6785 ± 5 nm, с плътност на мощността 10 MW/cm^2 , ширина на спектралната ивица по-тясна от 200 MHz и фина стъпка на пренастройка на базата на матрици от квантово каскадни лазери. (Създадена е установка за откриване наличие на газове по метода импулсна cavity ring-down spectroscopy (CRDS). (B5, B13)
5. Изучени са оптималните условия за провеждане на проекта FAMU (Fisica degli Atomii MUonici - Muonic Atom Physics), чиято цел е определяне радиуса на Земята r_Z на протона чрез измерване хиперфинното разцепване в атома мюон-водород. Изследвани са различни типове газове смеси при различни температури в диапазона 70 – 336 K за подобряване точността на експеримента и повишаване степента на деоксикация на мюоните. Установено е че при висока честота на газова смес от водород и кислород при подходящи температура и налягане се образуват атоми мюон-водород ($\mu\text{-p}$) част от тях прогресивно се трансформират в $\mu\text{-O}$, като тези събития са различими чрез характерни рентгенови лъчи (X-rays), излъчени при деоксикацията на атома мюон-кислород. (B6, B8, B9, B10, B11, B13, B14, B15)