

10 Publikacje

- [1] T. Pisarczyk, S. Yu. Gus'kov, Z. Kalinowska, J. Badziak, D. Batani, L. Antonelli, G. Folpini, Y. Maheut, F. Baffigi, S. Borodziuk, T. Chodukowski, G. Cristoforetti, N. N. Demchenko, L. A. Gizzi, A. Kasperczuk, P. Koester, E. Krousky, L. Labate, P. Parys, M. Pfeifer, O. Renner, M. Smid, M. Rosiński, J. Skala, R. Dudzak, J. Ullschmied and P. Pisarczyk,
Pre-plasma effect on energy transfer from laser beam to shock wave generated in solid target.
Physics of Plasmas (2014) **21**, :012708-7
- [2] C. F. Maggi, E. Delabie, T. M. Biewer, M. Groth, N. C. Hawkes, M. Lehnen, E. de la Luna, K. McCormick, C. Reux, F. Rimini, E. R. Solano, Y. Andrew, C. Bourdelle, V. Bobkov, M. Brix, G. Calabro, A. Czarnecka, J. Flanagan, E. Lerche, S. Marsen, I. Nunes, D. Van Eester and M. F. Stamp,
L-H power threshold studies in JET with Be/W and C wall.
Nuclear Fusion (2014) **54**, :023007(15pp)
- [3] M. L. Mayoral, V. Bobkov, A. Czarnecka, I. Day, A. Ekedahl, P. Jacquet, M. Goniche, R. King, K. Kirov, E. Lerche, J. Mailloux, D. Van Eester, O. Asunta, C. Challis, D. Ciric, J. W. Coenen, L. Colas, C. Giroud, M. Graham, I. Jenkins, E. Joffrin, T. Jones, D. King, V. Kiptily, C. C. Klepper, C. Maggi, R. Maggiore, F. Marcotte, G. Matthews, D. Milanesio, I. Monakhov, M. Nightingale, R. Neu, J. Ongena, T. Putterich, V. Riccardo, F. Rimini, J. Strachan, E. Surrey, V. Thompson and G. Van Rooij,
On the challenge of plasma heating with the JET metallic wall.
Nuclear Fusion (2014) **54**, :14pp
- [4] S. Yu. Gus'kov, N. N. Demchenko, A. Kasperczuk, T. Pisarczyk, Z. Kalinowska, T. Chodukowski, O. Renner, M. Smid, E. Krousky, M. Pfeiffer, J. Skala, J. Ullschmied and P. Pisarczyk,
Laser-driven ablation through fast electrons in PALS experiment at the laser radiation intensity of 1–50 PW/cm².
Laser and Particle Beams (2014) **32**, :177-195
- [5] J. Krasa, P. Parys, L. Velardi, A. Velyhan, L. Ryć, D. Delle Side and V. Nassisi,
Time-of-flight spectra for mapping of charge density of ions produced by laser.
Laser and Particle Beams (2014) **32**, :15-20
- [6] S. Jabłoński, J. Badziak and P. Rączka,
Generation of high-energy ion bunches via laser-induced cavity pressure acceleration at ultra-high laser intensities.
Laser and Particle Beams (2014) **32**, :129-135
- [7] C. M. Brenner, A. P. L. Robinson, K. Markey, R. H. H. Scott, R. J. Gray, M. Rosiński, O. Deppert, J. Badziak, D. Batani, J. R. Davies, S. M. Hassan, K. L. Lancaster, K. Li, I. O. Musgrave, P. A. Norreys, J. Pasley, M. Roth, H. P. Schlenvoigt, C. Spindloe, M. Tatarakis, T. Winstone, J. Wołowski, D. Wyatt, P. McKenna and D. Neely,
High energy conversion efficiency in laser-proton acceleration by controlling laser-energy deposition onto thin foil targets.
Applied Physics Letters (2014) **104**, :081123-5

- [8] G. L. Falchetto, D. Coster, R. Coelho, B. D. Scott, L. Figini, D. Kalupin, E. Nardon, S. Nowak, L. L. Alves, J. F. Artaud, V. Basiuk, Joao P. S. Bizarro, C. Boulbe, A. Dinklage, D. Farina, B. Faugeras, J. Ferreira, A. Figueiredo, Ph. Huynh, F. Imbeaux, I. Ivanova-Stanik, T. Jonsson, H. J. Klingshirn, C. Konz, A. Kus, N. B. Marushchenko, G. Pereverzev, M. Owsiak, E. Poli, Y. Peysson, R. Reimer, J. Signoret, O. Sauter, R. Stankiewicz, P. Strand, I. Voitsekhovitch, E. Westerhof, T. Zok and W. Zwingmann,
The European Integrated Tokamak Modelling (ITM) effort: achievements and first physics results.
Nuclear Fusion (2014) **54**, :043018(19pp)
- [9] D. Batani, L. Antonelli, S. Atzeni, J. Badziak, F. Baffigi, T. Chodukowski, F. Consoli, G. Cristoforetti, R. De Angelis, R. Dudzak, G. Folpini, L. Giuffrida, L. A. Gizzi, Z. Kalinowska, P. Koester, E. Krousky, M. Krus, L. Labate, T. Levato, Y. Maheut, G. Malka, D. Margarone, A. Marocchino, J. Nejd, Ph. Nicolai, T. O'Dell, T. Pisarczyk, O. Renner, Y. J. Rhee, X. Ribeyre, M. Richetta, M. Rosiński, M. Sawicka, A. Schiavi, J. Skala, M. Smid, Ch. Spindloe, J. Ullschmied, A. Velyhan and T. Vinci,
Generation of high pressure shocks relevant to the shock-ignition intensity regime.
Physics of Plasmas (2014) **21**, :032710-7
- [10] K. Ciupek, S. Jednoróg, M. Fujak and K. Szewczak,
Evaluation of efficiency for in situ gamma spectrometer based upon cerium-doped lanthanum bromide detector dedicated for environmental radiation monitoring.
Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry (2014) **299**, :1345-1350
- [11] E. Lerche, D. Van Eester, P. Jacquet, M. L. Mayoral, V. Bobkov, L. Colas, A. Czarnecka, K. Crombe, I. Monakhov, F. Rimini and M. Santala,
Impact of minority concentration on fundamental (H)D ICRF heating performance in JET-ILW.
Nuclear Fusion (2014) **54**, :073006(11pp)
- [12] J. Domański, J. Badziak and S. Jabłoński,
Particle-in-cell simulation of acceleration of ions to GeV energies in the interactions of an ultra-intense laser pulse with two-species targets.
Physica Scripta (2014) **T161**, :014030(3pp)
- [13] L. Ryć, A. Barna, L. Calcagno, I. B. Földes, P. Parys, F. Riesz, M. Rosiński, S. Szatmári and L. Torrisi,
Measurement of ion emission from plasmas obtained with a 600 fs KrF laser.
Physica Scripta (2014) **T161**, :014032(5pp)
- [14] J. Badziak and S. Jabłoński,
Efficient acceleration of dense plasma bunches for fusion-related applications in the LICPA accelerator.
Physica Scripta (2014) **T161**, :014031(4pp)
- [15] L. Torrisi, M. Cutroneo, S. Cavallaro, P. Musumeci, L. Calcagno, J. Wołowski, M. Rosiński, A. Zaraś-Szydłowska, J. Ullschmied, E. Krousky, M. Pfeifer, J. Skala and A. Velyhan,
Charged-particle acceleration through laser irradiation of thin foils at Prague Asterix Laser System.
Physica Scripta (2014) **T161**, :014027(5pp)
- [16] S. Jabłoński,
Two-dimensional relativistic particle-in-cell code for simulation of laser-driven ion acceleration in various acceleration schemes.
Physica Scripta (2014) **T161**, :014022(5pp)

- [17] Z. Kalinowska, T. Pisarczyk, J. Badziak, S. Borodziuk, T. Chodukowski, A. Kasperczuk, S. Gus'kov, N. N. Demchenko, J. Ullschmied, O. Renner, E. Krousky, M. Pfeifer, J. Skala, M. Smid and P. Pisarczyk,
Interferometric studies of the pre-plasma influence on the laser energy transfer to the shock wave with the use of two-layer planar targets.
Physica Scripta (2014) **T161**, :014023(4pp)
- [18] Y. Maheut, L. Antonelli, S. Atzeni, J. Badziak, F. Baffigi, D. Batani, C. Cecchetti, T. Chodukowski, F. Consoli, G. Cristoforetti, R. De Angelis, G. Folpini, L. A. Gizzi, Z. Kalinowska, M. Kucharik, P. Köster, E. Krousky, L. Labate, T. Levato, R. Liska, G. Malka, A. Marocchino, P. Nicolaï, T. O'Dell, P. Parys, T. Pisarczyk, P. Rączka, O. Renner, Y. J. Rhee, X. Ribeyre, M. Richetta, M. Rosiński, L. Ryć, J. Skala, A. Schiavi, G. Schurtz, M. Smid, C. Spindloe, J. Ullschmied, J. Wołowski and A. Zaráś-Szydłowska,
Experiment on laser interaction with a planar target for conditions relevant to shock ignition.
Physica Scripta (2014) **T161**, :014017(4pp)
- [19] J. Kurzyna,
Numerical investigation of the Krypton Large Impulse Thruster.
Physica Scripta (2014) **T161**, :014051(4pp)
- [20] K. Jakubowska, M. Kubkowska, A. Blagoev, M. Rosiński, P. Parys and P. Gąsior,
A spectroscopic study of laser ablation plasma from Mo target.
Physica Scripta (2014) **T161**, :014029(3pp)
- [21] D. Alegre, H. Bergsäter, I. Bykov, P. Gąsior, M. Kubkowska, E. Kowalska-Strzęciwilk, P. Petersson and F. L. Tabares,
Study of correlation of deuterium content in a-C:D dust induced by laser irradiation from the co-deposited surface with the grain size and velocity.
Physica Scripta (2014) **T161**, :014010(5pp)
- [22] E. Kowalska-Strzęciwilk, W. Skrzeczanowski, A. Czarnecka, M. Kubkowska, M. Paduch and E. Zielińska,
Principal component analysis of soft x-ray signals generated by the PF-1000 facility in experiments with solid targets.
Physica Scripta (2014) **T161**, :014048(4pp)
- [23] K. Słabkowska, E. Szymańska, J. Starosta, M. Polasik, N. R. Pereira, J. Rzakiewicz, M. Kubkowska and A. Czarnecka,
Diagnostics of plasma based on K, L and M x-ray line positions.
Physica Scripta (2014) **T161**, :014033(5pp)
- [24] E. Składnik-Sadowska, R. Kwiatkowski, K. Malinowski, M. Sadowski, V. Gribkov, M. Kubkowska, M. Paduch, M. Scholz, E. Zielińska, E. V. Demina, S. A. Maslyaev and V. N. Pimenov,
Research on interactions of intense plasma-ion streams with a SiC target in a modified PF-1000 facility.
Physica Scripta (2014) **T161**, :014039(5pp)
- [25] M. Kubkowska, E. Składnik-Sadowska, R. Kwiatkowski, K. Malinowski, E. Kowalska-Strzęciwilk, M. Paduch, M. Sadowski, T. Pisarczyk, T. Chodukowski, Z. Kalinowska, E. Zielińska and M. Scholz,
Investigation of interactions of intense plasma streams with tungsten and carbon fibre composite targets in the PF-1000 facility.
Physica Scripta (2014) **T161**, :014038(5pp)
- [26] J. Kortanek, P. Kubes, J. Kravarik, K. Rezac, D. Klir, M. Paduch, T. Pisarczyk, E. Zielińska, T. Chodukowski and Z. Kalinowska,
Current flow and energy balance during the evolution of instabilities in the plasma focus.
Physica Scripta (2014) **T161**, :014044(3pp)

- [27] A. Kasperczuk, T. Pisarczyk, T. Chodukowski, Z. Kalinowska, S. Gus'kov, N. Demchenko, J. Ullschmied, E. Krousky, M. Pfeifer, J. Skala and P. Pisarczyk,
Interactions of plastic plasma with different atomic number plasmas.
Physica Scripta (2014) **T161**, :014034(4pp)
- [28] I. Ivanova-Stanik, F. Koechl, I. Voitsekhovitch, G. Telesca and R. Zagórski,
Integrated Core-SOL Simulations of ITER H-Mode Scenarios with Different Pedestal Density.
Contributions to Plasma Physics (2014) **54**, :341-346
- [29] I. Ivanova-Stanik, R. Zagórski, G. Telesca, A. Czarnecka, C. Challis and J. Hobirk,
Integrated Modelling of Nitrogen Seeded JET ILW Discharges for H-mode and Hybrid Scenarios.
Contributions to Plasma Physics (2014) **54**, :442-447
- [30] G. Telesca, I. Ivanova-Stanik, R. Zagórski, S. Brezinsek, C. Giroud and G. Van Oost,
Numerical Scaling with the COREDIV Code of JET Discharges with the ITER-Like Wall.
Contributions to Plasma Physics (2014) **54**, :347-352
- [31] M. Kubkowska, E. Składnik-Sadowska, K. Malinowski, M. Sadowski, M. Rosiński and P. Gąsior,
Research on laser-removal of a deuterium deposit from a graphite sample.
Journal of Physics: Conference Series (2014) **508**, :1-6
- [32] S. Jednoróg, A. Szydłowski, B. Bieńkowska and R. Prokopowicz,
The application of selected radionuclides for monitoring of the D-D reactions produced by dense plasma-focus device.
Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry (2014) **301**, :23-31
- [33] R. Stankiewicz and W. Stępniewski,
Limit on reduction of the Power Load to target Plates for DEMO Reactor.
Contributions to Plasma Physics (2014) **54**, :358-362
- [34] Y. Marandet, I. Ivanova-Stanik, R. Zagórski, C. Bourdelle, J. Bucalossi, H. Bufferand, G. Ciruolo and E. Tsitrone,
Self-Consistent COREDIV Modelling of WEST Plasma Scenarios.
Contributions to Plasma Physics (2014) **54**, :353-357
- [35] P. Jacquet, V. Bobkov, L. Colas, A. Czarnecka, E. Lerche, M. L. Mayoral, I. Monakhov, D. Van-Eester, G. Arnoux, S. Brezinsek, M. Brix, A. L. Campergue, S. Devaux, P. Drewelow, M. Graham, C. C. Klepper, A. Meigs, D. Milanese, J. Mlynar, T. Pütterich and A. Sirinelli,
Ion cyclotron resonance frequency heating in JET during initial operations with the ITER-like wall.
Physics of Plasmas (2014) **21**, :061510-11
- [36] K. Szewczak and S. Jednoróg,
Delay effects of the interactions between neutrons emitted during plasma experiments performed on the DPF-1000 U facility and construction materials.
Physica Scripta (2014) **161**, :014046(4pp)
- [37] V. Shirokova, T. Laas, A. Ainsaar, J. Priimets, Ü. Ugaste, B. Väli, V. Gribkov, S. A. Maslyaev, E. V. Demina, A. V. Dubrovsky, V. N. Pimenov, M. D. Prusakova and V. Mikli,
Armor materials' behavior under repetitive dense plasma shots.
Physica Scripta (2014) **161**, :014045(5pp)
- [38] P. Jacquet, V. Bobkov, S. Brezinsek, M. Brix, A. L. Campergue, L. Colas, A. Czarnecka, P. Drewelow, M. Graham, C. C. Klepper, E. Lerche, M. L. Mayoral, A. Meigs, D. Milanese, I. Monakhov, J. Mlynar, T. Pütterich, A. Sirinelli and D. Van-Eester,
ICRF Heating in JET During Initial Operations with the ITER-Like Wall.
AIP Conference Proceedings (2014) **1580**, :65-72

- [39] D. Van Eester, E. Lerche, P. Jacquet, V. Bobkov, A. Czarnecka, J. W. Coenen, L. Colas, K. Crombé, S. Jachmich, M. Graham, E. Joffrin, C. C. Klepper, V. Kiptily, M. Lehnen, C. Maggi, F. Marcotte, G. Matthews, M. L. Mayoral, K. Mc Cormick, I. Monakhov, M. F. F. Nave, R. Neu, C. Noble, J. Ongena, T. Pütterich, F. Rimini, E. R. Solano and G. van Rooij,
Effect of the minority concentration on ion cyclotron resonance heating in presence of the ITER-like wall in JET.
AIP Conference Proceedings (2014) **1580**, :223-226
- [40] A. Czarnecka, V. Bobkov, I. H. Coffey, L. Colas, P. Jacquet, K. Lawson, E. Lerche, C. Maggi, M. L. Mayoral, T. Pütterich and D. Van Eester,
Spectroscopic Investigation of Heavy Impurity Behaviour During ICRH with the JET ITER-Like Wall.
AIP Conference Proceedings (2014) **1580**, :227-230
- [41] M. L. Mayoral, T. Pütterich, P. Jacquet, E. Lerche, D. Van-Eester, V. Bobkov, C. Bourdelle, L. Colas, A. Czarnecka, J. Mlynar and R. Neu,
Comparison of ICRF and NBI Heated Plasmas Performances in the JET ITER-Like Wall.
AIP Conference Proceedings (2014) **1580**, :231-234
- [42] E. Lerche, D. Van Eester, Ph. Jacquet, M. L. Mayoral, V. Bobkov, L. Colas, A. Czarnecka, M. Graham, G. Matthews, I. Monakhov, R. Neu, T. Puetterich, F. Rimini and P. de Vries,
Statistical comparison of ICRF and NBI heating performance in JET-ILW L-mode plasmas.
AIP Conference Proceedings (2014) **1580**, :235-238
- [43] V. Bobkov, I. Stepanov, P. Jacquet, I. Monakhov, R. Bilato, L. Colas, A. Czarnecka, R. Dux, H. Faugel, A. Kallenbach, H. W. Müller, J. M. Noterdaeme, S. Potzel, Th. Pütterich and W. Suttrop,
Influence of gas injection location and magnetic perturbations on ICRF antenna performance in ASDEX Upgrade.
AIP Conference Proceedings (2014) **1580**, :271-274
- [44] J. Badziak, S. Jabłoński, T. Pisarczyk, T. Chodukowski, P. Parys, P. Rączka, M. Rosiński, E. Krousky, J. Ullschmied, R. Liska, M. Kucharik and L. Torrìsi,
The LICPA accelerator of dense plasma and ion beams.
Journal of Physics Conference Series (2014) **508**, :1-8
- [45] M. Dabiri, M. Dudeck, P. Claudé, M. Guyot, S. Denise and J. Kurzyna,
Plasma inside a small Hall thruster for satellites.
Physica Scripta (2014) **161**, :014062 (3pp)
- [46] A. Aliverdiev, D. Batani, L. Antonelli, K. Jakubowska, R. Dezulian, A. Amirova, G. Gajiev, M. Khan and H. Pant,
Use of multilayer targets for achieving off-Hugoniot states.
Physical Review E (2014) **89**, :053101-7
- [47] K. Mitrofanov, V. Krauz, P. Kubesh, M. Scholz, M. Paduch and E. Zielińska,
Issledovanie osobennostej tonkoj struktury tokovoj plazmyennoj olochkie i magnitnyh polyej v priosyevoj oblasti ustanovki PF-1000.
Fizika Plazmy (2014) **40**, 8:721-737
- [48] A. Picciotto, D. Margarone, A. Velyhan, P. Bellutti, J. Krasa, A. Szydłowski, G. Bertuccio, Y. Shi, A. Mangione, J. Prokupek, A. Malinowska, E. Krousky, J. Ullschmied, L. Laska, M. Kucharik and G. Korn,
Boron-proton nuclear-fusion enhancement induced in boron-doped silicon targets by low-contrast pulsed laser.
Physical Review X (2014) **4**, 031030:1-8

- [49] S. Jednoróg, H. Polkowska-Motrenko, K. Szewczak, B. Bieńkowska, M. Paduch, R. Prokopowicz, K. Ciupek, E. Chajduk, Z. Samczyński, P. Krajewski and E. Łaszyńska,
Neutron activation of PF-1000 device parts during long-term fusion research.
J Radioanal.Nucl.Chem. (2014) **10.1007/s10967-014:3522-2**
- [50] S. Jednoróg, M. Paduch, K. Szewczak and E. Łaszyńska,
Radioindium and determination of neutron radial asymmetry for the PF-1000 plasma focus device.
J Radioanal.Nucl.Chem. (2014) **10.1007/s10967-014:3444-7**
- [51] K. Szewczak and S. Jednoróg,
Occupational exposure to Am-Be neutron calibration source mounted in OB26 shielding container.
Nukleonika (2014) **59**, 3:97-103
- [52] P. Kubes, M. Paduch, J. Cikhardt, J. Kortanek, B. Batobolotova, K. Rezac, D. Klir, J. Kravarik, W. Surala, E. Zielińska, M. Scholz, L. Karpiński and M. Sadowski,
Neutron production from puffing deuterium in plasma focus device.
Physics of Plasmas (2014) **21**, 082706:1-8
- [53] F. Dąbrowski, Ł. Ciupiński and M. Paduch,
Carbon fiber composite grade A412N resistance to intense plasma-ion streams emitted from PF-1000.
Physica Scripta (2014) **T161**, 014043:1-5
- [54] K. Jakubowska, W. Skrzeczanowski, M. Paduch, M. Scholz and E. Zielińska,
Principle component analysis of the spectroscopic and neutron parameters characterizing PF-1000 device plasmas.
Applied Physics B (2014) **117**, :389-394
- [55] A. Shumack, J. Rzakiewicz, M. Chernyshova, K. Jakubowska, M. Scholz, A. Byszuk, R. Cieszewski, T. Czarski, W. Dominik, L. Karpiński, G. Kasprowicz, K. Pozniak, A. Wojenski, W. Zabolotny, N. Conway, S. Dalley, J. Figueiredo, T. Nakano, S. Tyrrell, K. Zastrow and V. Zoita,
X-ray crystal spectrometer upgrade for ITER-like wall experiments at JET.
Review of Scientific Instruments (2014) **85**, 1-3:
- [56] R. Konig, W. Biel, C. Biedermann, R. Burhenn, G. Cseh, A. Czarnecka, M. Endler, T. Estrada, O. Grulke, D. Hathiramani, M. Hirsch, S. Jabłoński, M. Jakubowski, J. Kaczmarczyk, W. Kasperek, G. Kocsis, P. Kornejew, A. Kramer-Flecken, M. Krychowiak, M. Kubkowska, A. Langenberg, M. Laux, Y. Liang, A. Lorenz, O. Neubauer, M. Otte, N. Pablant, E. Pasch, T. Pedersen, O. Schmitz, W. Schneider, H. Schuhmacher, B. Schweer, H. Thomsen, T. Szepesi, B. Wiegel, T. Windisch, S. Wolf, D. Zhang and S. Zoletnik,
Status of the diagnostics development for the first operation phase of the stellarator Wendelstein 7-X.
Review of Scientific Instruments (2014) **85**, 1-3:
- [57] U. Fischer, C. Bachmann, B. Bieńkowska, J. Catalan, K. Drozdowicz, D. Dworak, D. Leichtle, I. Lengar, J. Jaboulay, L. Lu, F. Moro, F. Mota, J. Sanz, M. Szieberth, I. Palermo, R. Pampin, M. Porton, P. Pereslavitsev, F. Ogando, I. Rovni, G. Tracz, R. Villari and S. Zheng,
Neutronic analyses and tools development efforts in the European DEMO programme.
Fusion Engineering and Design (2014) **89**, 1880-1884:

- [58] D. Syme, S. Popovichev, S. Conroy, I. Lengar, L. Snoj, C. Sowden, L. Giacomelli, G. Hermon, P. Allan, P. Macheta, D. Plummer, J. Stephens, P. Batistoni, R. Prokopowicz, S. Jednoróg, M. Abhangi and R. Makwana,
Fusion yield measurements on JET and their calibration.
Fusion Engineering and Design (2014) **89**, 2766-2775:
- [59] B. Mirdan, L. Antonelli, D. Batani, R. Jafer, K. Jakubowska, S. Tarazi, A. Villa, B. Vodopivec and L. Volpe,
Influence of consecutive picosecond pulses at 532 nm wavelength on laser ablation of human teeth.
Radiation Effects & Defects in Solids (2014) **169**, 610-619:
- [60] B. Bieńkowska, R. Prokopowicz, M. Scholz, J. Kaczmarczyk, A. Igielski, L. Karpiński, M. Paduch and K. Pytel,
Neutron Counter Based on Beryllium Activation.
AIP Conference Proceedings (2014) **1612**, 105-108:
- [61] T. Osuch, P. Gąsior, K. Markowski and K. Jędrzejewski,
Development of fiber Bragg gratings technology and their complex structures for sensing, telecommunications and microwave photonics applications.
Bulletin of the Polish Academy of Sciences (2014) **62**, 627-633:
- [62] E. Skladnik-Sadowska, R. Kwiatkowski, K. Malinowski, M. Sadowski, K. Czaus, D. Zaloga, J. Żebrowski, K. Nowakowska-Langier, M. Kubkowska, M. Paduch, M. Scholz, E. Zielińska, M. Ladygina, I. Garkusha, V. Gribkov, E. Demina, S. Maslyaev and V. Pimenov,
Research on interactions of intense deuterium plasma streams with SiC targets in plasma-focus experiments.
Problems of atomic science and technology (2014) **20**, 72-75:
- [63] P. Kubes, M. Paduch, J. Cikhardt, J. Kortanek, B. Cikhardtova, K. Rezac, D. Klir, J. Kravarik and E. Zielińska,
Filamentary structure of plasma produced by compression of puffing deuterium by deuterium or neon plasma sheath on plasma-focus discharge.
Physics of Plasmas (2014) **21**, 1-8:
- [64] M. Chernyshova, T. Czarski, W. Dominik, K. Jakubowska, J. Rządkiwicz, M. Scholz, K. Pozniak, G. Kasproicz and W. Zabolotny,
Development of GEM gas detectors for X-ray crystal spectrometry.
Journal of Instrumentation (2014) **9**, C03003:1-9
- [65] R. Rakowski, A. Barna, T. Suta, J. Bohus, I. Foldes, S. Szatmari, J. Mikołajczyk, A. Bartnik, H. Fiedorowicz, C. Verona, G. Verona Rinati, D. Margarone, T. Nowak, M. Rosiński and L. Ryć,
Resonant third harmonic generation of KrF laser in Ar gas.
Review of Scientific Instruments (2014) **85**, 123105:1-6
- [66] G. Pełka, R. Zagórski, V. Ridolfini, G. Artaserse, G. Calabro, F. Crisanti, G. Maddaluno, G. Ramogida and B. Viola,
TECXY code simulation of snowflake divertor configuration in DEMO Reactor.
Contributions to Plasma Physics (2014) **54**, No. 4-6:464-468
- [67] K. Mitrofanov, V. Krauz, P. Kubes, M. Scholz, M. Paduch and E. Zielińska,
Study of the Fine Structure of the Plasma Current Sheath and Magnetic Fields in the Axial Region of the PF-1000 Facility.
Plasma Physics Reports (2014) **40**, 8:623-639

11 Referaty na konferencjach międzynarodowych

JET1/MST1 Edge modelling Meeting, Culham, United Kingdom, 13-28.03.2014

- **R. Zagórski, I. Ivanova-Stanik**, *COREDIV modelling of JET seeded discharges – heat load control*

Space Propulsion 2014 Conference, Cologne, Germany, 19-22.05.2014

- **S. Barral**, et al., *First Experimental Characterisation of a Pulsed Plasma Thrusters with Non-Volatile Liquid Propellant*
- **J. Kurzyna**, et al., *First tests of the KLIMT thruster with xenon propellant at the ESA Propulsion Laboratory*

XXXIV IEEE-SPIE Joint Symposium on Photonics, Web Engineering, Electronics for Astronomy and High Energy Physics Experiments, Wilga, Poland, 26.05-01.06.2014

- **M. Kubkowska**, *Application of PF-1000U for plasma-wall interaction studies*
- **M. Łeppek, P. Gąsior**, *Computer methods for ITER-like materials LIBS diagnostics*
- **G. Pełka, W. Stępniewski**, *Melting and evaporation of materials exposed to intensive plasma flux*
- **T. Czarski**, et al., *Data processing and analysis for 2D imaging GEM detector system*
- **M. Chernyshova**, et al., *Development of 2D imaging of SXR plasma radiation by means of GEM detectors*
- **E. Kowalska-Strzęciwilk**, et al., *Spectroscopic study of ns-laser pulse interaction with Co:TiC sample*
- **P. Gąsior**, *Thermonuclear land of plenty*
- **M. Rosiński**, et al., *Equipment, preliminary research and research opportunities at the High Power Laser Laboratory at IPPLM*
- **P. Gąsior**, *Inscription of the fibre Bragg gratings with femtosecond lasers*
- **J. Miedzik, D. Daniłko**, *Discharge conditions in Hall thrusters: secondary electrons emission yield and magnetic mirror influence*
- **M. Chernyshova, T. Czarski**, et al., *Fast data transmission in dynamic data acquisition system for plasma diagnostics*
- **D. Daniłko**, *Overview of electric propulsion*

21st International Conference on Plasma Surface Interactions, Kanazawa, Japan, 22.05-02.06.2014

- **A. Czarnecka**, et al., *Trends of W behaviour in ICRF assisted discharges in ASDEX Upgrade*
- **R. Zagórski**, et al., *Influence of seeding and SOL transport on plasma parameters in JET ITER-Like wall H-Mode discharges*
- **I. Ivanova-Stanik, R. Zagórski**, *Influence of seeding and SOL transport on plasma parameters in JET ITER-Like wall H-Mode discharges, Mitigation of the divertor heat loads in DEMO reactor by impurity seeding*

12th International School “Towards Fusion Energy”, Kudowa-Zdrój, Poland, 9-13.06.2014

- **M. Sadowski**, *Selected methods of electron- and ion-diagnostics in tokamak scrape-off layer* (plenary lecture)
- **J. Domański**, et al., *Numerical simulations of generation of high-energy ion beams driven by a petawatt femtosecond laser*
- **E. Łaszyńska**, et al., *Determination of the emission yield of the 14 MeV neutron generation by Yt activ. of runaway electrons in tokamaks*
- **A. Zaráś-Szydłowska**, et al., *The high power laser laboratory at IPPLM: equipment and preliminary research*
- **A. Szelecka**, et al., *Liquid micro pulsed plasma thruster*

12th International School and Symposium on Synchrotron Radiation in Natural Sciences, Warsaw, Poland, 15-20.06.2014

- **T. Czarski**, et al., *Data processing for soft X-ray diagnostics based on GEM detector measurements for fusion plasma imaging*

26th Symposium on Plasma Physics and Technology, Prague, Czech Republic, 16-19.06.2014

- **S. Jednoróg**, et al., *The angular distributions of neutrons emitted from the PF-1000 device*
- **E. Łaszyńska**, et al., *Short-lived plasmas (plasma focus, z-pinch, plasma beam-plasma interaction, X-ray sources)*

41st EPS Conference on Plasma Physics, Berlin, Germany, 22.06-28.06.2014

- **M. Rosiński**, et al., *Enhanced efficiency of laser-driven plasma acceleration in the LICPA scheme* (invited)

33rd European Conference on Laser Interaction with Matter (ECLIM), Paris, France, 31.07-06.09.2014

- **J. Badziak**, et al., *Efficient acceleration of heavy macroparticles in the LICPA accelerator* (oral)
- **T. Pisarczyk**, et al., *Pre-plasma effect on laser beam energy transfer to a dense target under conditions relevant to shock ignition*

25th Fusion Energy Conference of IAEA, St. Petersburg, Russia, 11-19.10.2014

- **I. Ivanova-Stanik**, **R. Zagórski**, *Influence of the divertor plate material on the plasma performance in DEMO*
- **R. Zagórski**, **I. Ivanova-Stanik**, et al., *Integrated Core-SOL-Divertor Modelling for ITER Including Impurity: Effect of Tungsten on Fusion Performance in H-mode and Hybrid Scenario*
- **M. Chernyshova**, et al., *Interaction of Hot Plasma and Fast Ion Streams with Materials in the DPF Devices and Some Results of the Irradiation*
- **V. Gribkov**, *Physical processes Taking Place in the Dense Plasma Focus Devices at the Interaction of Hot Plasma and Fast Ion Streams with Materials under Tests and Some Results of the Irradiation*

LASERLAB Users Meeting „Research Frontiers for Laserlab-Europe”, Prague, Czech Republic, 19.09-30.09.2014

- **P. Rączka**, **T. Pisarczyk**, et al., *Recent results on laser-plasma interactions under conditions relevant for shock ignition*

Workshop on the Electric Propulsion Innovation & Competitiveness (EPIC) Project, Brussels, Belgium, 24-28.11.2014

- **J. Kurzyna**, *Development of a 0.5 kW class krypton HET in the Institute of Plasma Physics and Laser Microfusion*

JET1/MST1 Edge modelling Meeting, Culham, United Kingdom, 17-28.11.2014

- **R. Zagórski**, *Applying the TECXY code to the JET ILW configuration* (prezentacja)
- **R. Zagórski**, *Modelling of the JET DT experiments (C and ILW configurations)* (prezentacja)
- **I. Ivanova-Stanik**, *JET L-mode simulations with COREDIV and comparison to other edge codes (SOLPS, EDGE2D)* (prezentacja)

13th International Workshop on Fast Ignition of Fusion Targets, Oxford, United Kingdom

- **P. Rączka, et al.**, *Strong Plasma coupling and electron degeneracy effects in ion fast ignition*

12 Projekty badawcze finansowane przez instytucje zagraniczne i współfinansowane przez MNiSW

Projekty badawcze programu EUROfusion

Theory and modelling of tokamaks

- Support to the advancement of the ITER Physics Basis (OPPM),
- Activities in support to DEMO design,
- Development of concept improvements and advances in fundamental understanding fusion plasmas.

Plasma-wall interaction

- Support to the advancement of the ITER Physics Basis,
- Activities in support to DEMO design. PWI- Plasma Wall Interaction.

Plasma diagnostics

- Development of neutron, gamma ray and soft X-ray diagnostics for tokamaks.

Contribution to the Wendelstein 7-X

- Development of the soft X-ray spectrometry systems and neutron activation technique.

JET activities

- Participation to the JET experimental campaigns in 2013,
- JET related projects.

Keep-in-touch activity on Inertial Fusion Energy

- Analysis of emerging options of IFE on the basis of results of experiments and numerical modelling – continuation.

Projekty badawcze laboratorium PLANS (Plazmowe Napędy Satelitarne)

- Grant Agreement No. 283279 (FP7-LμPPT): „Innovative Liquid Micro Pulsed Plasma Thruster for Nanosatellites”.
- Grant Agreement SNECMA No.2012-046-G: “Quasineutral PIC electron guiding center modelling in the presence of slow cross-field electron transport in a Hall thruster”.
- SNECMA order 111800057710: "Numerical Study of a High Power Hall Thruster with Ar and Kr propellant”.
- Project KLIMT: „Krypton Large Impulse Thruster” sponsored by ESA (Programme PECS).

Projekty 7. Programu Ramowego

- Project COST Action MP 1208: „Developing the Physics and the Scientific community for Inertial Confinement Fusion at the time of NIF ignition”.
- Project POLONIUM - LAS-PLAS: “Studies of laser-matter interaction and laser fusion”; within Polish-French collaboration (Agreement IPPLM - CELIA University Bordeaux-1).
- Project of LaserLab-Europe Consortium - PALS001914: “Laserlab-Europe Research project: Femtosecond polaro-interferometric investigation of initial stages of the shock ignition relevant plasmas generated by laser irradiation of planar targets”.

Projekty Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej

- IAEA CRP: “Investigation of materials under High Repetition and Fusion-Relevant Pulses, 2012-2015, IAEA-IPPLM Contract No 16954, project title: “Application of the PF-6 device for the goals of the radiation material science in the frame of mainstream fusion researches and for additional spin-off applications (unveiling of hidden objects, radiation medicine and biology, etc.)”.
- IAEA CRP: “Investigation of materials under High Repetition and Fusion-Relevant Pulses, 2011-2015, IAEA-IPPLM Contract No 16956, project title: “Experimental investigations of damage characteristics produced by hot plasma and fast ion beams generated by the 1-MJ dense plasma focus facility PF-1000 at irradiation of materials perspective for the main-stream fusion research”.
- IAEA CRP: “Conceptual development of a Steady-State Compact Neutron Source”, 2012-2016, IAEA-IPPLM Contract No 17165, project title: “Conceptual development of a compact neutron source based on plasma-focus”.

13 Projekty badawcze finansowane przez instytucje krajowe

- Projekt Narodowego Centrum Badań i Rozwoju (NCBiR) No SP/J/2/143234/11: “Badania i rozwój technologii dla kontrolowanej fuzji termojądrowej” w ramach strategicznego projektu badawczego “Technologie wspomagające rozwój bezpiecznej energetyki jądrowej”. Zadania realizowane w roku 2014:
 - NCBiR: Etap 1.1 Badanie fizyki oddziaływania impulsowych strumieni plazmy z tarczami wykonanymi z W/CFC/SS pod kątem weryfikacji modeli numerycznych opisujących konwersję energii strumienia plazmy w energię promieniowania, w warstwie plazmy uwalnianej z tarczy, depozycję tej energii na tarczy oraz spowodowaną tym zjawiskiem erozję materiału tarczy
 - NCBiR: Etap 1.2. Opracowanie modelu matematyczno-fizycznego opisującego oddziaływanie impulsowych strumieni plazmy z tarczami oraz przeprowadzenie obliczeń dla eksperymentów wykonanych w etapie 1.1.
 - NCBiR: Etap 2.3. Opracowanie technologii obrazowania plazmy w zakresie promieniowania rentgenowskiego na potrzeby diagnostyki monitorowania zanieczyszczeń uwalnianych ze ścian reaktora termojądrowego
 - NCBiR: Etap 3.1 Adaptacja układu PF-1000 do realizacji etapu 1.1
- Grant Narodowego Centrum Nauki (NCN) "Harmonia" No DEC-2012/4/M/ST2/00452: “Badania nieliniowych oddziaływań laser-plazma i generacji fal uderzeniowych w plazmie dla potrzeb udarowego zapłonu termojądrowego z utrzymaniem inercyjnym”.
- Grant Narodowego Centrum Nauki (NCN) No 871-1/N-SILMI-RNP/2010/0: “Badania makroskopowych efektów oddziaływań intensywnych impulsów laserowych z materią oraz przygotowanie propozycji praktycznych zastosowań wyników tych badań”.

14 Konferencje, warsztaty i szkoły organizowane przez IFPiLM

Kudowa'2014

Organizatorami Szkoły był Instytut Fizyki Plazmy i Laserowej Mikrosyntezy przy wsparciu Międzynarodowego Centrum Gęstej Plazmy Namagnetyzowanej oraz środków finansowych z projektu COST Action MP1208 "Developing the physics and the scientific community for Inertial Confinement Fusion", a sponsorem dodatkowym była firma Amplitude Technologies (Evry, Francja).

Szkoła letnia w Kudowie odbywa się co dwa lata i organizowana jest dla młodych naukowców (głównie doktorantów), którzy zajmują się badaniami różnych zagadnień związanych z fuzją, fizyką oraz technologią plazmy. W letniej Szkole w Kudowie uczestniczyło 34 młodych naukowców z całego świata. 19 wybitnych uczonych wygłosiło wykłady dotyczące m.in. rozwoju badań fuzji z magnetycznym utrzymaniem plazmy, nowych wariantów zapłonu paliwa DT w fuzji inicjowanej laserami wielkiej mocy i innych zagadnień. Młodzi naukowcy prezentowali wyniki swoich prac w formie krótkich komunikatów.

Workshop ADAS 2014

Workshop Atomic Data and Analysis Structure (ADAS-2014) odbył się w Warszawie w dniach 29 – 30 września 2014 roku w Hotelu Regent Warszawa. Spotkanie to zorganizowano po raz pierwszy w Polsce przez Narodowe Centrum Badań Jądrowych i Instytut Fizyki Plazmy i Laserowej Mikrosyntezy. ADAS jest systemem gromadzącym kody komputerowe i dane dotyczące radiacyjnych właściwości jonów i atomów w plazmie. Ten system jest bardzo przydatny do analizy i interpretacji widm promieniowania emitowanego z różnych rodzajów plazmy (od plazmy międzygwiazdnej do termojądrowej). W spotkaniu w Warszawie uczestniczyło kilkudziesięciu uczonych uzupełniających i rozwijających system ADAS oraz korzystających z niego w swoich pracach badawczych.

15

Stopnie i tytuły naukowe

Tytuły profesora

Tadeusz Pisarczyk

Ukończył Wojskową Akademię Techniczną na kierunku fizyki technicznej w 1976 r. z tytułem magistra inżyniera w dziedzinie fizyki jądrowej. W 1987 roku uzyskał tytuł doktora nauk technicznych, a 12 lat później stopień doktora habilitowanego nauk fizycznych.

Jest znanym specjalistą w kraju i za granicą w zakresie pomiarów koncentracji elektronowej i pól magnetycznych w plazmie termojądrowej metodami polaro-interferometrii. Jest współautorem ponad 140 publikacji naukowych z listy filadelfijskiej i 160 artykułów w materiałach z międzynarodowych konferencji, indeks h=16. Promotor trzech prac doktorskich z fizyki plazmy. Autor dwóch patentów krajowych: Nr 187831 i 185440 dotyczących budowy aparatury diagnostycznej. W badaniach prowadzonych na PALS współpracuje bardzo efektywnie z wieloma ośrodkami zagranicznymi, między innymi z Instytutem Fizyki Plazmy A. N. oraz Politechniką w Pradze, ośrodkiem laserowym CELIA (Centre Lasers Intenses et Applications) w Bordeaux, Instytutem Fizycznym A.N. im. Lebedeva w Moskwie oraz Instytutem Jądrowym w Madrycie. Jest członkiem Sekcji Fizyki Plazmy Polskiego Towarzystwa Fizycznego. Od 2014 roku jest także profesorem wizytującym w Centrum Laserowym PALS w Pradze.

Jerzy Wołowski

Jest absolwentem Uniwersytetu Warszawskiego, gdzie w 1960 roku obronił pracę maderską dotyczącą spektroskopii jądrowej. Siedem lat później, na tym samym uniwersytecie, został doktorem fizyki. W 1991 roku uzyskał stopień naukowy doktora habilitowanego po obronie dysertacji z badań efektów anomalnych w plazmie laserowej. Jest autorem lub współautorem ponad 190 publikacji w renomowanych czasopismach naukowych i ponad 200 publikacji w materiałach konferencyjnych. W IFPiLM pracuje od 1976 roku gdzie najpierw, jako kierownik zakładu, następnie oddziału i zastępca dyrektora instytutu zajmuje się badaniami fizyki plazmy wytwarzanej laserem i wybranymi aspektami laserowej syntezy termojądrowej.

Habilitacje

Stefan Borodziuk

Laserowa akceleracja materii – poszukiwanie wysokowydajnych metod wytwarzania superszybkich makrocząstek i strumieni zimnej plazmy
Narodowe Centrum Badań Jądrowych, Otwock

Doktoraty

Zofia Kalinowska

Badanie transformacji energii promieniowania laserowego do fali uderzeniowej w odniesieniu do koncepcji udarowego zapłonu termojądrowego
Promotor: prof. dr hab. inż. Tadeusz Pisarczyk
Narodowe Centrum Badań Jądrowych, Otwock

16 Seminaria i wykłady

Seminaria w IFPiLM

1. 23 stycznia 2014; J. Rzakiewicz: „Diagnostyka twardego promieniowania X i promieniowania gamma w układach tokamak z wykorzystaniem detektorów scyntylacyjnych”
2. 27 lutego 2014; E. Łaszyńska: „Porównanie wyników eksperymentalnych z obliczeniami dla układu podkrytycznego sterowanego neutronami z reakcji DT”
3. 27 marca 2014; R. Prokopowicz: „Nowe aspekty zastosowania metody aktywacji do pomiarów neutronów prędkich w urządzeniach jądrowych i termojądrowych”
4. 24 kwietnia 2014; T. Czarski: „Przetwarzanie i analiza danych pomiarowych w systemie detektora GEM w diagnostyce plazmy”.
5. 22 maja 2014; R. Miklaszewski: „Prawa skalowania i proste modele dynamiki plazmy w układach PF”.
6. 5 czerwca 2014; S. Jednoróg: „Anizotropia radialna – nowy parametr do oceny emisji neutronów w układach PF”.
7. 2 października 2014; Z. Kalinowska: „Badania transformacji energii promieniowania laserowego do fali uderzeniowej w wyniku oddziaływania tego promieniowania z płaskimi tarczami”.
8. 30 października 2014; M. Kubkowska: „Udział IFPiLM w programie W7-X”
9. 9 grudnia 2014; K. Jakubowska: „Refraction Index of shock compressed water in the megabar pressure range”.
10. 20 listopada 2014; J. Krasa (Institute of Physics ASCR Prague, Czech Republic): "Fast neutrons available through beam-plasma reaction driver by the laser system PALS".

Seminaria inne

11. 18 marca 2014; Sekcja Fizyki Plazmy PTF (Warszawa, ul. Hoża 69): P. Rączka, "Szybki zapłon w fuzji z utrzymaniem inercyjnym: problemy i perspektywy".
12. 8 maja 2014; Instytut Fizyki UW (SSD) (Warszawa, ul. Hoża 69): A. Gałkowski (seminarium zaproszone); „Ograniczenia fizyczne przestrzeni operacyjnej fuzji jądrowej”.

17 Popularyzacja

Organizowanie i udział w wydarzeniach dotyczących upowszechniania wiedzy na temat fizyki plazmy i syntezy termojądrowej (fuzji) wśród studentów oraz nauczycieli i uczniów szkół średnich:

Grupa studentów i doktorantów fizyki technicznej z Uniwersytetu w Groningen (Holandia) wizytowała IFPiLM w kwietniu 2014 r. Wizyta była zorganizowana przez asocjację studencką „Professor Francken” przy tym uniwersytecie.

Dziesięcioro młodych naukowców z IFPiLM zaprezentowało wyniki swoich prac na XXXIV IEEE-SPIE Joint Symposium, Wilga 2014, 26 maja – 01 czerwca 2014 r.

W dniach 9-13 czerwca 2014 roku IFPiLM zorganizował w Kudowie XII Szkołę Letnią pod nazwą „Towards Fusion Energy”. W szkole uczestniczyło 34 młodych pracowników nauki z 9 krajów, którzy wysłuchali 19 wykładów wybitnych specjalistów z zakresu kontrolowanej syntezy termojądrowej z ważnych europejskich ośrodków naukowych. Podczas specjalnych sesji młodzi uczestnicy Szkoły mieli możliwość przedstawienia swoich prac badawczych w krótkich wystąpieniach.

IFPiLM uczestniczył w XVIII edycji stołecznego Festiwalu Nauki, od 19 do 28 września 2014 roku. Troje naukowców z Instytutu (mgr Dariusz Daniłko, dr Paweł Gąsior i dr Monika Kubkowska) wygłosiło wykłady popularno-naukowe. W ciągu pięciu dni odbywały się wizyty uczniów, studentów i dorosłych mieszkańców Warszawy w laboratoriach Instytutu.

We wrześniu 2014 roku w IFPiLM powołano Lokalny Komitet Organizacyjny przygotowujący konferencję PLASMA-2015, która odbędzie się w Warszawie we wrześniu 2015 roku. W skład tego komitetu wchodzi młodzi pracownicy naukowcy zatrudnieni w IFPiLM.

Po raz pierwszy w Polsce, w Warszawie, w dniach 29-30 września 2014 roku został zorganizowany przez NCBJ i IFPiLM *Workshop Atomic Data and Analysis Structure* (ADAS-2014). ADAS jest światowym systemem gromadzącym i doskonalącym kody komputerowe i kompletującym dane dotyczące radiacyjnych właściwości jonów i atomów w plazmie.

W IFPiLM w dniu 22 października 2014 roku powołano Krajowy Punkt Kontaktowy Euratom-Fusion na podstawie umowy MNiSW z IFPiLM. KPK pełni m.in. funkcję informacyjną o badaniach fuzji termojądrowej i o projektach fuzyjnych w ramach Konsorcjum EUROfusion. W ciągu całego roku, KPK w ramach działalności europejskiej Asocjacji FuseNet, reprezentował polskie środowisko naukowe pracujące w dziedzinie fuzji termojądrowej. Asocjacja FuseNet proponuje różnego rodzaju wsparcie młodym osobom kształcącym się w dziedzinie fizyki plazmy i fuzji jądrowej. KPK sukcesywnie rozpowszechniał te informacje na swoich stronach internetowych.

W dniu 25 listopada 2014 roku odbył się LIBS Meeting w IFPiLM. Spotkanie w IFPiLM naukowców z polskich instytutów odbyło się celem wymiany informacji o sprzęcie LIBS stosowanym do spektroskopii emisyjnej wzbudzonej laserem i dyskusji o możliwościach nawiązywania współpracy w tym zakresie. Spotkanie i prezentację sprzętu w laboratorium IFPiLM przygotowali młodzi pracownicy Instytutu.

Dr Monika Kubkowska i dr Paweł Gąsior prowadzili wykłady na temat fuzji termojądrowej na Wydziale Fizyki Politechniki Warszawskiej.

Odbyły się warsztaty dla szkół w ramach projektu "STANY SKUPIENIA - nauka i sztuka". Projekt dotyczy naukowo-artystycznych dialogów wprowadzających młodzież w zagadnienia związane z badaniami plazmy i fuzji termojądrowej. Trzy spotkania interaktywne zorganizowano w Teatrze GO na terenie IFPiLM

z udziałem uczonych z tego instytutu i ponad 100 uczniów ze szkół średnich. W trakcie warsztatów uczniowie dowiedzieli się o rozwoju badań w Polsce i na świecie w dziedzinie fizyki plazmy i fuzji termojądrowej.

W ciągu roku zorganizowano w Instytucie 10 seminariów, na których głównie młodzi naukowcy prezentowali wyniki wykonanych badań.

Młodzi naukowcy pracujący w IFPiLM organizowali wizyty uczniów i studentów z różnych szkół i uczelni w laboratoriach instytutu połączone z prelekcjami na temat prowadzonych badań.

Prezentacje w mediach elektronicznych (telewizja, radio, internet), rozbudowa strony internetowej instytutu:

- „Ruszamy w Kosmos”, autor Zygmunt Jazukiewicz, Przegląd Techniczny, 1/2014;
- „Drugie wynalezienie ognia”, autor Przemysław Berg, Polityka nr 10(2948) 05.03-11.03.2014;
- „Fuzja spod znaku magnetycznej pułapki”, autor Marek Bielski, Energetyka Jądrowa - Urządzenia dla energetyki 8/2014;
- „ITER z klocków LOGO”, Przegląd Techniczny, 22-23/2014;
- „Fuzja wielkich nadziei”, autor Marek Bielski, Przegląd Techniczny, 24/2014;
- „Przyszłość światowej energetyki – kontrolowana fuzja termojądrowa” (s. 6-14), autor Andrzej Gałkowski, Magazyn Energetyki Jądrowej PRO-ATOM, nr 5-6/2014;
- “PF-1000 – Specjalne Urządzenie Badawcze” (s. 15-20), autor Marian Paduch, Magazyn Energetyki Jądrowej PRO-ATOM, nr 5-6/2014;
- “Na nowych drogach fizyki” (s. 21-25), autor Jerzy Wołowski, Magazyn Energetyki Jądrowej PRO-ATOM, nr 5-6/2014;
- “Laser – narzędzie do badań naukowych i opracowywania nowych technologii” (s. 26-30), autor Jerzy Wołowski, Magazyn Energetyki Jądrowej PRO-ATOM, nr 5-6/2014;
- „Interferometria wizytówką Instytutu Fizyki Plazmy i Laserowej Mikrosyntezy” (s. 31-40), autor Tadeusz Pisarczyk, Magazyn Energetyki Jądrowej PRO-ATOM, nr 5-6/2014;
- „Konsorcjum EUROfusion z udziałem Instytutu Fizyki Plazmy i Laserowej Mikrosyntezy - Europa toruje drogę do komercjalizacji energii termojądrowej”, Biuletyn Informacyjny Rady Głównej Instytutów Badawczych, grudzień 2014.

Aktualne informacje o badaniach plazmowych i fuzyjnych na świecie i w Instytucie są zamieszczane na stronie internetowej Instytutu (ifpilm.pl).

Na stronie Krajowego Punktu Kontaktowego Euratom-Fusion (kpk.ifpilm.pl) znajdują się informacje dotyczące m.in. programu Euratom 2014-2018, projektów EUROfusion oraz popularyzacji w społeczeństwie badań fuzji jądrowej w Polsce i na świecie i świadczenia usług konsultacyjnych w tym zakresie.

Informacje o analizach i ekspertyzach dotyczących badań i technologii termojądrowych są umieszczane na stronie internetowej Centrum Nowych Technologii Energetycznych (cente.ifpilm.pl) koordynowanego przez IFPiLM. CeNTE organizuje i nadzoruje realizację projektów EUROfusion w Polsce.

18 Ważniejsze wydarzenia

18.1 Uruchomienie Laboratorium Laserów Wielkiej Mocy

W Instytucie fizyki Plazmy i Laserowej Mikrosyntezy działa Oddział Plazmy Wytwarzanej Laserem (OPWL) obejmujący 2 zakłady: Zakład Fuzji Laserowej i Zakład Hydrodynamiki. Główne kierunki prac badawczych OPWL dotyczą: badań naukowych i prac rozwojowych w zakresie: fizyki plazmy laserowej oraz oddziaływania promieniowania laserowego z materią, fuzji jądrowej w układzie z inercyjnym utrzymaniem plazmy (fuzji inercyjnej) i rozwoju urządzeń do wytwarzania i diagnostyki plazmy oraz prac dotyczących praktycznych oddziaływań laser-materia.

Infrastruktura wykorzystywana do niedawna w OPWL, w szczególności lasery, umożliwiały prowadzenie badań oddziaływań laser-materia w bardzo ograniczonym zakresie. Większość badań eksperymentalnych była wykonana w Ośrodku Badawczym PALS w Pradze, głównie w ramach projektów LaserLab-Europe i częściowo także w ramach projektów HiPER, COST i SILMI przy wsparciu środkami finansowymi z MNiSW. Do badania procesów oddziaływań laser-materia i generacji strumieni plazmowych stosowane są różne nowoczesne metody pomiarowe (interferometria oraz diagnostyki jonowe, promieniowania X, neutronowe i inne). Badano też kratery tworzone w tarczach stałych laserem albo strumieniami materii przyspieszanej laserem. Większość tych metod badawczych opracowano wcześniej w OPWL.

W roku 2010 został zakupiony dla instytutu nowoczesny laser Pulsar 10 TW z wykorzystaniem środków z projektu HiPER (*European High Power laser Energy Research facility*), z projektu MNiSW i środków własnych. Laser ten jest opisany w następnym punkcie niniejszego podrozdziału. W roku 2013 został zakończony projekt sponsorowany w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego województwa mazowieckiego (skrótowo nazywany RPO-WM) z dofinansowaniem środkami własnymi, który umożliwił budowę nowoczesnej aparatury badawczej dla laboratorium laserowego w OPWL.

W lutym 2012 roku zostało uruchomione w OPWL Laboratorium Laserów Wielkiej Mocy (LLWM), w którym w odpowiednio przygotowanych pomieszczeniach zainstalowany został laser Pulsar 10 TW, nowe próżniowe komory plazmowe i aparatura pomiarowa stosowana już wcześniej w OPWL i nowa zbudowana w ramach projektu RPO-WM. Laboratorium Laserów Wielkiej Mocy (LLWM) jest unikatowym w skali kraju laboratorium przeznaczonym do badań oddziaływania ultra-intensywnego promieniowania laserowego z materią, a w szczególności zjawisk fizycznych związanych z inercyjną (laserową) fuzją termojądrową, laserową akceleracją cząstek i plazmy oraz generacją promieniowania (korpuskularnego i elektromagnetycznego) z plazmy wytwarzanej laserem.

Charakterystyka urządzeń badawczych wykorzystywanych w LLWM

W skład podstawowego wyposażenia Laboratorium Laserów Wielkiej Mocy stanowi:

- femtosekundowy system laserowy wielkiej mocy Pulsar 10TW,
- eksperymentalne komory próżniowe z wyposażeniem,
- urządzenia diagnostyczne.

Aparatura znajduje się w specjalnym, czystym pomieszczeniu o kontrolowanej temperaturze, wilgotności i zapyleniu.

Femtosekundowy system laserowy Pulsar 10 TW

Femtosekundowy system laserowy jest źródłem impulsów femtosekundowych ($1 \text{ fs} = 10^{-15} \text{ s}$) o energii $\geq 500 \text{ mJ}$. Impulsy są generowane z częstotliwością 10 Hz , a ich czas trwania to ok. 40 fs , co daje maksymalną moc większą niż 10 TW . Cały układ zaprojektowany został przez firmę Amplitude Technologies. Składa się z generatora i wzmacniaczy tytanowo-szafirowych i bazuje na metodzie wzmacniania impulsów nazwaną CPA (ang. Chirped Pulse Amplification). Metoda ta polega na poszerzeniu krótkiego impulsu w czasie, co powoduje zmniejszenie jego natężenia. Następnie impuls poddawany jest wielokrotnie wzmocnieniu, a na koniec jest skracany do wartości zbliżonej do pierwotnego czasu trwania. Dzięki tej metodzie możliwe jest potężne wzmacnianie impulsów bez uszkodzenia elementów układu, ponieważ natężenie światła jest utrzymywane poniżej progu uszkodzeń. Wzmocnione promieniowanie jest wprowadzane do próżniowej komory eksperymentalnej i ogniskowane przy pomocy zwierciadła parabolicznego do obszaru o średnicy $\sim 10 \text{ }\mu\text{m}$, dzięki czemu natężenie promieniowania osiąga wartość $> 10^{18} \text{ W/cm}^2$. W skład systemu wchodzi:

- generator femtosekundowy z własną pompą optyczną DPSSL CW,
- booster (wzmacniacza kontrastu) dla modułu zwiększania kontrastu,
- streacher - układ poszerzania impulsu w układzie Offnera,
- „selektor impulsów” oparty na komórce Pockelsa o częstotliwości 10 Hz ,
- wzmacniacz regeneratywny z kryształem Ti: Sapphire, z dwoma komórkami Pockelsa,
- laser pompujący Nd:YAG $> 20 \text{ mJ}$ @ 532 nm , 10 Hz , wspólny dla wzmacniacza regeneratywnego i boostera,
- wzmacniacza „oczyszczacza impulsów” opartego na komórce Pockelsa do zwiększenia kontrastu o częstotliwości 10 Hz ,
- jednostki GenPulse V2 do generowania sygnałów synchronizacyjnych,
- wzmacniacz wieloprześciowy, o energii wyjściowej 25 mJ i częstotliwości 10 Hz (wzmocnienie wstępne), z jedną pompą Nd:YAG, 10 Hz , $> 120 \text{ mJ}$ o długości fali 532 nm ,
- wzmacniacz wieloprześciowy wysokoenergetyczny; energia wyjściowa $> 750 \text{ mJ}$ przy częstotliwości 10 Hz , z jednym laserem pompującym PROPULSE + Nd:YAG,
- kompresora wysokoenergetycznego umieszczonego w komorze próżniowej,
- komputer stosujący kompletny układ nadzoru z osprzętem: zestaw trzech opraw z napędami silnikowymi, dla łatwiejszego ustawienia kontrolowanego zdalnie.



Laser Pulsar 10 TW



Kompresor optyczny w komorze próżniowej

Ponadto system wyposażony jest w urządzenia do pomiarów parametrów impulsu laserowego, a w szczególności: mierniki energii promieniowania i widma promieniowania, autokorelator BONSAI do

pomiaru czasu trwania impulsu femtosekundowego i kolerator krzyżowy 3-ego rzędu SEQUOIA do pomiaru kontrastu impulsu.

Podzespoły optyczne systemu laserowego umieszczone są na specjalnej platformie laboratoryjnej wyposażonej w urządzenia antywibracyjne.

Podstawowe parametry systemu laserowego:

- moc w impulsie $> 12 \text{ TW}$
- energia impulsu $> 500 \text{ mJ}$
- stabilność energii $< 2\%$
- czas trwania impulsu $\sim 40 \text{ fs}$
- średnica wiązki w ognisku $\sim 10 \mu\text{m}$
- częstotliwość powtarzania 10 Hz
- centralna długość fali 800 nm
- gęstość mocy w ognisku $10^{18} - 10^{19} \text{ W/cm}^2$
- stosunek kontrastu ASE w zakresie 1 ps $\sim 10^5$
- stosunek kontrastu ns $> 10^9 : 1$
- rozkład mocy promieniowania z szerokim maksimum (top-hat).

Eksperymentalne komory próżniowe z wyposażeniem

Komory eksperymentalne. Laboratorium Laserów Wielkiej Mocy wyposażone jest w dwie duże komory eksperymentalne: nową komorę zaprojektowaną na wzór komory stosowanej na układzie laserowym wielkiej mocy PALS w Pradze, oraz starszą, odrestaurowaną i zmodernizowaną komorę. Budowę nowej i modernizację starej komory wykonano w ramach projektu RPO-WM. Na wewnętrznych płytach komór instalowane są układy ogniskowania wiązki oraz układy diagnostyczne. Każda z komór wyposażona jest w szereg okien diagnostycznych (ok. 20 w nowej komorze) umożliwiających instalację elementów układów pomiarowych i dodatkowego wyposażenia. W obydwu komorach płyta wewnętrzna nie jest sztywno połączona ze ścianami i nogami komory, tylko jest zamocowana na niezależnych nogach połączonych elastycznie za pomocą stalowych mieszków próżnioszczelnych. Takie rozwiązanie pozwala uniknąć przenoszenia drgań od pomp próżniowych i zmian mechanicznych wywołanych zmianą ciśnienia przy pompowaniu komory. Obie komory połączone są z komorą kompresora impulsu laserowego za pomocą dwóch stalowych rur. Do odpompowania komór wykorzystane są pompy turbomolekularne oraz pompy próżni wstępnej umożliwiające uzyskanie próżni lepszej niż 10^{-5} Thorra.



Komory eksperymentalne

Układ ogniskowania wiązki laserowej i precyzyjnego ustawiania tarczy. Układ ten jest podstawowym wyposażeniem komór eksperymentalnych decydującym o warunkach oświetlenia tarczy przez zogniskowaną wiązkę lasera.

W skład układu wchodzi następujące moduły:

- układ naprowadzający wiązkę (jedno zwierciadło naprowadzające w nowej komorze, dwa zwierciadła w odrestaurowanej komorze),
- zwierciadło paraboliczne (parabola pozaosiowa) ogniskujące wiązkę laserową,
- układ stolików pozycjonujących tarczę względem ogniska wiązki laserowej,
- układ podglądu,
- komputer z programem sterowania.

Układ czterech stolików realizuje zadane przemieszczenia tarczy w osiach XYZ w zakresach $\pm 12,5$ mm z dokładnością do 0,00156 mm oraz jej obrót wokół własnej osi o 360° w obu kierunkach z dokładnością do 0,015. Układ podglądu wyposażony w dwie kamery pozwala na obserwację ogniska na powierzchni tarczy oraz na podgląd całej tarczy w czasie rzeczywistym. Proces ustawienia tarczy w ognisku polega na wprowadzeniu w tor wiązki lasera zdalnie sterowanej diafragmy z dwoma otworami oraz obserwacji superpozycji widm dyfrakcyjnych na powierzchni tarczy – poza płaszczyzną ogniskową na powierzchni tarczy widoczne są dwie plamki które nakładają się na siebie w miarę zbliżania się powierzchni tarczy do płaszczyzny ogniskowej. Układ pozwala na znalezienie ogniska z dokładnością do 25 μm . Układ został zbudowany w ramach projektu RPO-WM.

Podstawowe urządzenia diagnostyczne

Spektrometr rentgenowski typu FSSR (Focusing Spectrometer with Spatial Resolution) jest spektrometrem na wygiętym kryształ kwarcowym R150. Służy do rejestracji widma w zakresie spektralnym od 6 do 8 Å. Spektrometr bazuje na okręgu Rowlanda, gdzie dyfrakcja promieni X na kryształ powoduje wzmocnienie tylko długości fali spełniającej równanie Bragga. Odpowiednio skonfigurowany spektrometr jest umieszczany w komorze eksperymentalnej, przy czym kryształ i detektor jest osłaniany np. ołowiem w celu odcięcia się od niechcianego promieniowania. Rolę detektora pełni tu kamera CCD typu back-illuminated pracująca w próżni ANDOR DX440. Rejestracja linii spektralnych połączona z symulacjami pozwoli na określenie temperatury i koncentracji plazmy (w tym celu wykorzystany zostanie program PrismSPECT).

Spektrometry Thomsona wykorzystywane są do pomiarów jonów z plazmy. W szczególności umożliwiają określenie składu i widma jonów w jednym strzale laserowym. Pierwszy spektrometr, zbudowany wcześniej w IFPiLM i następnie zmodernizowany, wykorzystuje aktywną technikę rejestracji z użyciem płytki mikrokanalikowej. Ostatnio, w ramach projektu RPO-WM, zbudowano nowy jonowy spektrometr Thomsona wzorowany na projekcie z Rutheford-Appleton-Laboratory wykorzystujący pasywną metodę rejestracji. W spektrometrze zastosowano stałe magnesy neodymowe 50x50 mm wytwarzające stałe pole magnetyczne nie mniejsza niż 500 mT. Nierównoległe elektrody wytwarzają niejednorodne pole elektryczne nie mniejsza niż 4 MV/m. Przebiegi jonowe rejestrowane są na kliszy i odtwarzane w specjalnym czytniku.

Elektrostatyczny analizator energii jonów służy przede wszystkim do określenia – z bardzo dużą dokładnością – składu i stopnia jonizacji jonów emitowanych z plazmy. Umożliwia ponadto określenia widma energetycznego jonów (w wielu strzałach laserowych), a także innych charakterystyk strumienia jonów. Podstawowe elementy analizatora to cylindryczny układ deflekcji (z kątem deflekcji 90°), precyzyjny system selekcji jonów oraz detektor z otwartym powielaczem elektronowym o wzmocnieniu 10^7 . Analizator został zaprojektowany i zbudowany w IFPiLM i jest urządzeniem unikatowym w skali międzynarodowej.

Kolektory jonów wykorzystują metodę czasu przelotu do określenia podstawowych charakterystyk strumienia jonów z rozdzielczością czasową. W szczególności umożliwiają określenia rozkładu prędkości i widma energetycznego jonów (określonego rodzaju), średniej prędkości i energii jonów, a także całkowitego ładunku jonów i prądu (gęstości prądu) jonowego. W laboratorium jest kilka rodzajów

kolektorów jonów umożliwiających pomiary parametrów strumieni jonów w zakresie kilku rzędów wielkości (w szczególności energii jonów od sub-keV do MeV).

Detektory śladowe pozwalają na określenie widma energetycznego i ilości jonów określonego rodzaju. Laboratorium dysponuje detektorami typu CR-39(PM-355), które są szczególnie użyteczne przy określaniu widm energetycznych lekkich jonów (np. protonów, jonów węgla) w zakresie energii >1 MeV, w którym pomiar przy użyciu kolektorów jonów jest mało dokładny.

Szybka, cztero-kadrowa kamera do rejestracji obrazów plazmy w zakresie ultrafioletu próżniowego i miękkiego promieniowania rentgenowskiego ma zastosowanie w systemach szybkiej fotografii kadrowej, służących do wizualizowania zjawisk szybkozmiennych w plazmie. Kamera ta zdolna jest do jednoczesnej rejestracji struktury i dynamiki warstwy plazmowej w różnych zakresach spektralnych z rozdzielczością czasową na poziomie pojedynczej nanosekundy. Kamera składa się z następujących podzespołów: urządzenia z otwartą płytką mikro-kanalikową (OMCP), cztero-kanałowego generatora impulsów bramkujących WN i finalnego detektora obrazu z optyką sprzęgającą.

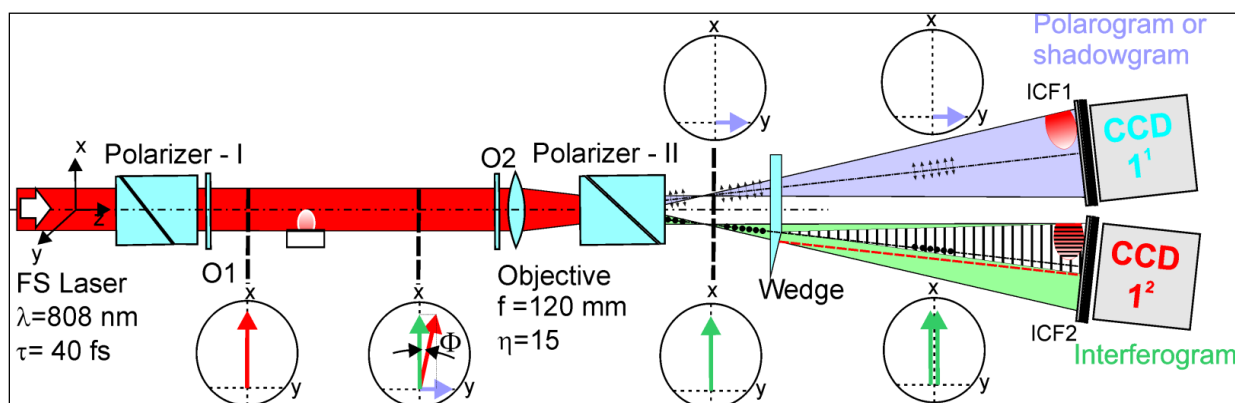
Urządzenie OMCP pełni rolę zasadniczego detektora i wzmacniacza promieniowania emitowanego z plazmy oraz szybkiej migawki elektronowej. Finalny detektor obrazu jest sprzęgnięty optycznie z ekranem OMPC i zapamiętuje trwale obrazy badanego obiektu w postaci dwuwymiarowego kadru. Porównywanie obrazów plazmy w różnych zakresach widmowych daje możliwość oszacowania rozkładu koncentracji elektronowej i pozwala na rekonstrukcję struktury subtelnej warstwy plazmowej. Szybką 4-kadrową kamerę zbudowano w ramach projektu RPO-WM.

Szybkie detektory miękkiego i twardego promieniowania rentgenowskiego. Są to przede wszystkim detektory krzemowe typu BPYP i FLM o małej pojemności i różnych grubościach warstwy czynnej i wyposażone w różnych filtry (głównie Al i Be). Umożliwiają one pomiar promieniowania X z plazmy w zakresie 5 – 20 keV z rozdzielczością sub-nanosekundową. Bardzo szybkie (<100 ps) detektory InP i detektory diamentowe stosowane są do rejestracji miękkiego promieniowania X i XUV.

Detektory promieniowania rentgenowskiego bez rozdzielczości czasowej. Do pomiaru zintegrowanego w czasie promieniowania rentgenowskiego emitowanego z plazmy laserowej stosowane są detektory termoluminescencyjne (TLD), bolometry, fotodiody połączone z wzmacniaczem ładunkowym i sondy scyntylacyjne ze scyntylatorami Cs(Tl), albo plastikowymi. Detektory TLD i bolometry mogą być stosowane do kalibracji innych detektorów. Dwuwymiarowy obraz obszaru emitującego promieniowanie X uzyskuje się za pomocą kamery otworkowej (pinhole camera) wyposażonej w film rentgenowski albo tzw. płytkę kanalikową, albo optyczną kamerę CDD pozbawioną szklanego okienka. Powyższe detektory używane są wybierając grubości elektrody wejściowej, warstwy martwej i warstwy czynnej) oraz dobierając odpowiednie filtry absorpcyjne.

Dwukanałowy polaro-interferometr jest przeznaczony do pomiarów czasowo-przestrzennych rozkładów koncentracji elektronowej i pól magnetycznych w plazmie wytwarzanej laserem femtosekundowym. Został on skonstruowany w ramach projektu RPO-WM. Polaro-interferometr składa się z następujących podzespołów:

- układu wprowadzania wiązek diagnostycznych, zamocowanego na oknie wejściowym komory eksperymentalnej,
- dwóch dwukanałowych modułów polaro-interferometrycznych (2KPI) umieszczonych wewnątrz komory próżniowej,
- układu separacji i rejestracji kadrów, zamieszczonego na flanszy okna wyjściowego komory eksperymentalnej.



Schemat optyczny dwukanałowego polaro-interferometru

Wiązką diagnostyczną jest wiązka wydzielona z wiązki głównej i przetworzona na drugą harmoniczną ($\lambda = 406 \text{ nm}$). W skład układu wprowadzania wchodzi linia opóźniająca z kompensatorem, która realizuje opóźnienie między dwoma modułami 2KPI w zakresie 0-1000 ps z dokładnością $\pm 5 \text{ ps}$. Na wyjściu każdego z modułów 2KPI otrzymywane są dwa kanały z czego jeden pełni rolę interferometru, natomiast drugi może pełnić rolę polarometru lub układu do fotografii cieniowej. W układzie rejestracji polaro-interferometru stosowane są 4 kamery obsługiwane przez aplikację PALS Vision GigEV, której podstawowymi funkcjami są: sterowanie pracą kamer, podgląd obrazów w czasie rzeczywistym, pozyskiwanie obrazów, eksport zarejestrowanych obrazów do popularnych formatów graficznych, przetwarzanie zarejestrowanych.

Zestaw do pomiaru promieniowania neutronowego i twardego promieniowania X. Zestaw umożliwia rejestrację neutronów z reakcji syntezy DD o energii ok. 2.5 MeV oraz promieniowania rentgenowskiego o energii kwantów powyżej 50 keV. Jest wyposażony w szybki układ detekcji ze scyntylatorami plastikowymi i szerokopasmowym oscyloskopem i umożliwia pomiar sygnałów z rozdzielczością sub-nanosekundową. Podstawowe elementy układu pomiarowego są zamknięte w klatce Faradaya, co zapobiega zaburzaniu mierzonego sygnału przez zakłócenia elektromagnetyczne.

Szerokopasmowe oscyloskopy cyfrowe. Sygnały z większości wymienionych układów diagnostycznych są rejestrowane przy pomocy wielokanałowych, szerokopasmowych oscyloskopów o pasmach w zakresie od 200 MHz do $>1 \text{ GHz}$.

Główne kierunki prac badawczych

Laboratorium Laserów Wielkiej Mocy jest unikatowym w skali kraju i jednym z nielicznych tego typu laboratoriów w Europie Środkowej. Natężenie promieniowania osiąga wartość $\sim 10^{18} - 10^{19} \text{ W/cm}^2$, która umożliwia badanie fizyki tzw. relatywistycznych oddziaływań laser-plazma, mających kluczowe znaczenie dla wielu ważnych zastosowań laserów krótko-impulsowych, między innymi do laserowej akceleracji jonów i elektronów oraz badań fuzji inercyjnej z tzw. szybkim zapłonem paliwa DT. Generowane przez laser niezwykle krótkie impulsy ($\sim 4 \times 10^{-14} \text{ s}$) umożliwiają badania różnych ultraszybkich procesów (w skali piko- i femtosekundowej) zachodzących w atomach, molekułach, czy obiektach biologicznych. Laboratorium jest wyposażone w nowoczesną aparaturę do diagnostyki plazmy. Niektóre układy diagnostyczne (polaro-interferometr, elektrostatyczny analizator jonów, niektóre rodzaje kolektorów jonów i detektorów promieniowania X) są unikatowe w skali międzynarodowej. W LLWM realizowane i planowane są następujące badania:

- badania laserowej akceleracji cząstek (jonów) i gęstej plazmy przy sub-relatywistycznych i relatywistycznych natężeniach promieniowania;

- badania wybranych zjawisk związanych z tzw. udarowym i szybkim jonowym zapłonem paliwa termojądrowego w fuzji inercyjnej;
- badania mechanizmów generacji promieniowania X i korpuskularnego z pikosekundowej plazmy wytwarzanej laserem;
- badania hydrodynamiki plazmy laserowej i spontanicznych pól magnetycznych w plazmie;
- realizacja programu edukacyjnego obejmującego wykonywanie w LLWM eksperymentalnych prac magisterskich i doktorskich przy współpracy z PW, UW i NCB;
- badania oddziaływania femtosekundowych impulsów z różnymi materiałami, w tym z nano-materiałami (grafen i inne) oraz modyfikacja powierzchni różnych materiałów;
- testowanie metodyki i aparatury pomiarowej przygotowywanej do badań realizowanych przez zespół z IFPiLM z użyciem wielkich laserów w innych laboratoriach europejskich;
- przygotowanie programów badań w zakresach fizyki atomowej i molekularnej, medycyny i innych przy współpracy z zespołami działającymi w/w obszarach badań w kraju i za granicą;
- wykorzystywanie infrastruktury LLWM do innowacyjnych opracowań technicznych (np. przygotowania nowej aparatury pomiarowej) wspólnie z konsorcjami i firmami w ramach projektów krajowych i europejskich przy wsparciu finansowym z tych projektów.

Prace badawcze w LLWM są realizowane głównie w ramach krajowych i europejskich projektów z dotychczasowymi i nowymi partnerami. Oprócz realizowanych obecnie projektów LaserLab-Europe, projektu ToIFE-EUROfusion, grantów NCN, ewaluowanego obecnie dużego projektu Konsorcjum CeNTE będą podejmowane starania o uzyskiwanie nowych projektów.

Prace wykonane w 2014 roku

Przygotowanie lasera, układu ogniskowania lasera i układu ustawiania tarczy

Każdy moduł z infrastruktury LLWM stanowi skomplikowany układ, który mimo zabezpieczeń jest podatny na różnego rodzaju zewnętrzne zakłócenia. Z tego względu konieczne jest przeprowadzenie codziennej optymalizacji całego systemu i sprawdzenie krytycznych ustawień. Najbardziej wrażliwym elementem całego układu jest generator. Ważnym parametrem, który powinien być sprawdzany i korygowany jest kontrast impulsu. Warunki potrzebne do wystąpienia generacji impulsu femtosekundowego o odpowiednich parametrach są bardzo krytyczne, co wymaga systematycznej kontroli środków zabezpieczenia układu (klimatyzacja, zapylenie i temperatura w laboratorium).

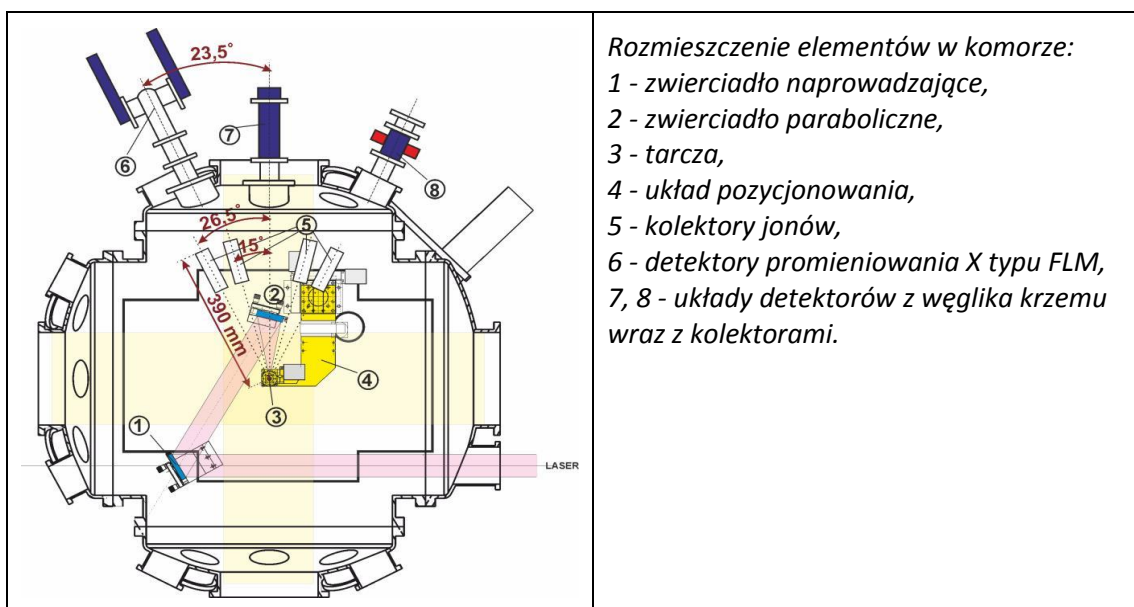
Optymalne ustawienie układu ogniskującego wiązkę laserową realizowane jest poprzez obserwację zmian zachodzących w świeceniu plazmy powstałej w powietrzu przy częściowej mocy lasera. Układ pozycjonowania tarczy w komorze jest kontrolowany programem sterującym silniczkami zmieniającymi ustawienie tarczy.

Przygotowanie i testowanie układów diagnostycznych

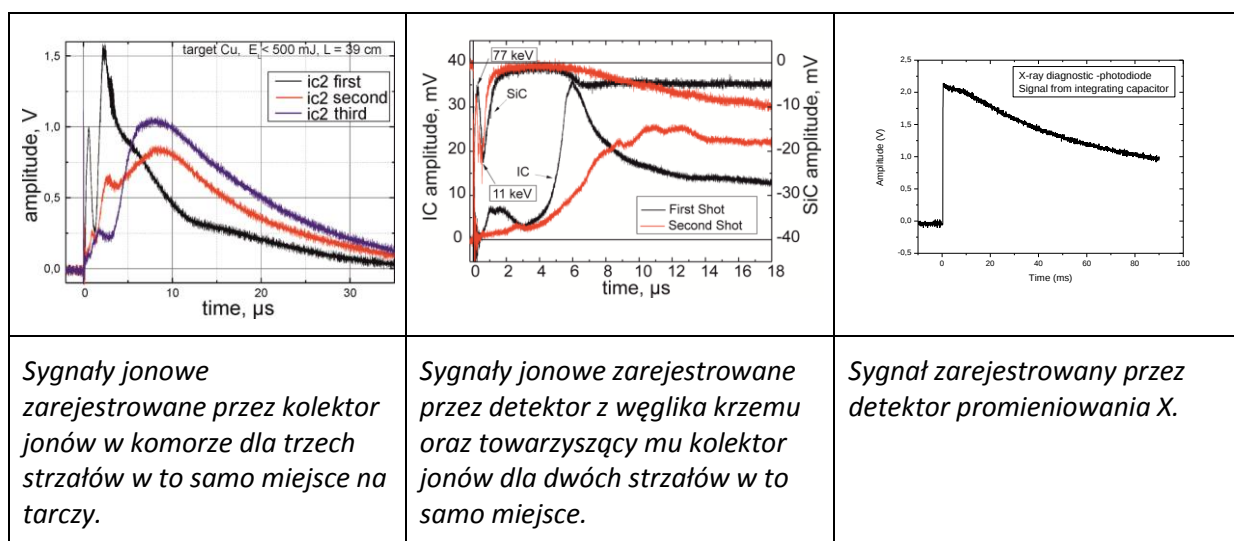
Metodyka pomiarów i układy diagnostyczne zbudowane w IFPiLM przed rokiem 2011, w tym: analizator energii jonów, kolektory jonów, detektory śladowe, większość detektorów rentgenowskich oraz zestaw do pomiaru promieniowania neutronowego i twardego promieniowania X były testowane i zastosowane do badań w IFPiLM, PALS Lab. w Pradze (Rep. Czeska), LULI w Palaiseau (Francja), RAL (W.B.) i Messina Univ. (Włochy). Wyniki tych badań opublikowano w wielu renomowanych czasopismach. Polaro-interferometr i nowy spektrometr Thomsona zostały sprawdzone i wykorzystane do pomiarów w eksperymentach na układzie PALS w Pradze. W wyniku badań wykonanych za pomocą polaro-interferometru uzyskano wartościowe wyniki naukowe. W Pradze sprawdzono też metodykę pomiarów przygotowywaną dla spektrometru rentgenowskiego także zbudowanego w ramach projektu RPO-WM.

Wstępne pomiary oddziaływań laser-tarcza w LLWM

Przeprowadzono wstępne oddziaływania lasera Pulsar 10 TW z tarczą miedzianą, podczas których zarejestrowano sygnały zarówno z kolektorach jonów, jak i z detektorach promieniowania X. Średnia energia impulsu podczas strzałów wyniosła 440 mJ. Różnice energii poszczególnych impulsów i ich średnie energie nie przekraczały 10%. Tarcza była przemieszczana w zakresie od 60 μm przed ogniskiem do 240 μm za ogniskiem. Dla każdego ustawienie oddawano co najmniej dwa strzały w to samo miejsce. Wybierano inny punkt na tarczy do oddania kolejnego strzału. Tarcza była ustawiona prostopadłe do padania wiązki lasera. Próżnia podczas eksperymentu była rzędu 10^{-6} Tr. Na poniższym schemacie przedstawiono przykładowy sposób instalacji układów diagnostycznych.



Poniżej przedstawione są przykładowe wyniki pomiarów:



Po wstępnej analizie uzyskanych wyników obliczono, że energie jonów są rzędu 100 keV. Po wykonanej korekcji i optymalizacji systemu laserowego eksperyment jest kontynuowany. Ulepszano układ ogniskujący tak, aby można było łatwiej uzyskać zakładaną wielkość ogniska. Prowadzone są badania dla tarczy obróconej względem padającej wiązki. Przygotowywane są badania oddziaływań laser-tarcza z wykorzystaniem innych diagnostyk zbudowanych.

Przedstawione tutaj wyniki prac zostały zaprezentowane przez A. Zaráś-Szydłowską podczas Letniej Szkoły w Kudowie w czerwcu 2014 roku oraz zamieszczone w publikacji pod tytułem: „*High Power Laser Laboratory at the Institute of Plasma Physics and Laser Microfusion: equipment and preliminary research*” przesłanej do druku w czasopiśmie Nukleonika. Wyniki te były także prezentowane przez M. Rosińskiego na międzynarodowej konferencji Conference on Photonics Applications w Wildze w 2014 roku, a praca na ten temat pt.: „*Equipment, preliminary research and research opportunities at The High Power Laser Laboratory at Institute of Plasma Physics and Laser Microfusion*” została opublikowana w Proc. SPIE 9290, 92900S 1-6 (2014).

18.2 Inne wydarzenia

- Zaakceptowano 14 projektów Instytutu do realizacji w okresie 2014-2018 w ramach Konsorcjum EUROfusion koordynującego badania w zakresie fuzji jądrowej w Europie.
- Utworzono koordynowane przez IFPiLM konsorcjum naukowo-przemysłowe „Centrum Nowe Technologie Energetyczne” obejmujące 12 polskich jednostek badawczych.
- Rozpoczęto w Instytucie realizację czteroletniego grantu F4E dotyczącego projektu kamery na promieniowanie neutronowe oraz spektrometru na promieniowanie gamma.
- W dniach 9-13 czerwca 2014 roku IFPiLM zorganizował w Kudowie 12 Szkołę pod nazwą *“Towards Fusion Energy”*. W szkole uczestniczyło 34 młodych pracowników nauki z 9 krajów, którzy wysłuchali 19 wykładów wybitnych specjalistów.
- Powołano Krajowy Punkt Kontaktowy Euratom-IFPiLM na podstawie umowy MNiSW z IFPiLM zawartej w dniu 22 października 2014 r.
- Zorganizowano Festiwalu Nauki w IFPiLM (XVIII edycja) w okresie 19-20 września 2014r.
- Wydawnictwo - Magazyn Energetyki Jądrowej PRO-ATOM opublikowało we wrześniu numer specjalny o IFPiLM. Zawiera on wywiady z A. Gałkowskim, J. Wołowskimi, T. Pisarczykiem oraz informacje o nowatorskich projektach napisane przez M. Paducha, J. Wołowskiego, M. Kubkowską.
- Spotkanie: The Atomic Data and Analysis Structure (ADAS) zostało zorganizowane przez NCBJ i IFPiLM w Warszawie w dniach 29 – 30 września 2014 r.
- LIBS Meeting w IFPiLM miało miejsce 25 listopada 2014 r.. Spotkanie obejmowało dyskusje i warsztaty dotyczące spektroskopii emisyjnej wzbudzonej laserem.
- Prof. Tadeusz Pisarczyk został zaproszony do objęcia stanowiska profesora wizytującego w Laboratorium Badawczym PALS w Pradze (Rep. Czeska).
- Prof. Roman Zagórski został zaproszony do udziału w Międzynarodowym Komitecie Naukowym stellaratora Wendelstein 7-X w IPP w Greifswaldzie.
- Zorganizowano 3 warsztaty interaktywne dla szkół w ramach projektu „STANY SKUPIENIA – nauka i sztuka” w Teatrze GO znajdującym się na terenie instytutu i z udziałem uczonych z instytutu.
- Rozpoczęto organizację w IFPiLM konferencji PLASMA-2015, która odbędzie się w Warszawie we wrześniu 2015 roku.

Indeks

B

Badziak, J. · 9, 10, 11
Bieńkowska, B. · 11
Borodziuk, S. · 11, 157

C

Chernyshova, M. · 11
Chodukowski, T. · 11
Czarnecka, A. · 11
Czarski, T. · 11

D

Daniłko, D. · 11
Domański, J. · 11
Dominik, W. · 9

G

Gałązka, K. · 11
Gałkowski, A. · 4, 8, 9, 10, 11
Gąsior, P. · 9, 11
Gribkov, V. · 11

I

Ivanova-Stanik, I. · 11

J

Jabłoński, S. · 11
Jakubowska, K. · 9, 11
Jednoróg, S. · 11

K

Kaczmarczyk, J. · 11
Kalinowska, Z. · 11, 157
Kasperczuk, A. · 11
Kowalska-Strzęciwilk, E. · 11
Krawczyk, N. · 11
Kubkowska, M. · 10, 11
Kurzyrna, J. · 9, 11

L

Lewandowska, M. · 9

Ł

Łaszyńska, E. · 11

M

Miklaszewski, R. · 11

N

Nadrowski, P. · 10
Natorf, W. · 11

P

Paduch, M. · 9, 10, 11
Pełka, G. · 11
Peradzyński, Z. · 11
Pisarczyk, T. · 9, 10, 11, 157
Pluta, J. · 9
Prokopowicz, R. · 11

R

Rączka, P. · 9, 11
Rosiński, M. · 9, 11
Rubel, M. · 9
Ryć, L. · 11
Rzadkiewicz, J. · 11

S

Sadowski, M.J. · 9, 11
Sieczkowska, E. · 10
Stankiewicz, I. · 4
Stankiewicz, R. · 11
Stępniewski, W. · 11
Szelecka, A. · 11
Szydłowski, A. · 11

W

Wołowski, J. · 4, 9, 10, 11, 157
Woźnicka, U. · 9
Wrochna, G. · 9

Z

Zagórski, R. · 9, 10, 11
Zaraś-Szydłowska, A. · 11
Zielińska, E. · 11

Wydawca: Instytut Fizyki Plazmy i Laserowej Mikrosyntezy
Wydawnictwo finansowane przez
Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego