वार्षिक प्रतिवेदन 2023–24

Annual Report 2023-24

अंतर–विश्वविद्यालय त्वरक केंद्र

(विश्वविद्यालय अनुदान आयोग का एक स्वायत्त अंतर–विश्वविद्यालय केंद्र)

Inter-University Accelerator Centre

(An autonomous inter-university centre of UGC)

Annual Report 2023-24

Publication details

Board of Editors:

Dr. P. N. Prakash (Chairman)

Dr. D. Kabiraj

Dr. R. P. Singh

Dr. C. P. Safvan

Dr. S. Nath

Mr. S. Ojha

Mrs. Priyambada Nayak

Dr. Sarvesh Kumar

Mr. Ashutosh Pandey (Representative of the Hindi Cell)

Mr. Rishabh Prajapati (Student representative)

Inter-University Accelerator Centre
Aruna Asaf Ali Marg, New Delhi 110067, India.

© 2024
All rights reserved.

Printed by

M/s. Censer Advertising Pvt. Ltd.
Sanjay Nagar, Mangolpur Kalan
New Delhi 110085

Contents

Contents i

From the Director's Desk vii

Editors' Remarks xiii

1 ACCELERATORS 1

1.1 15UD Pelletron accelerator . . . 1
1.1.1 Operational summary . . . 1
1.1.2 Maintenance . . . 2
1.1.3 Ion source activities and maintenance . . . 2
1.2 Linac and SRF . . . 3
1.2.1 Operation . . . 3
1.2.2 Linac operation with the high current injector . . . 4
1.2.3 Superconducting resonator fabrication . . . 4
1.3 1.7 MV tandem accelerator-based ion beam analysis facility . . . 5
1.3.1 Operation . . . 5
1.3.2 Maintenance . . . 5
1.4 Low energy ion beam facility . . . 6
1.4.1 Operation . . . 6
1.4.2 Maintenance . . . 6
1.4.3 Research work . . . 9
1.5 AMS and geochronology facilities . . . 10
1.5.1 Accelerator mass spectrometry . . . 10
1.5.2 National geochronology facility . . . 11
1.6 Low energy negative ion implanter facility . . . 13
1.6.1 Operation . . . 13
1.6.2 Maintenance . . . 13
1.6.3 Development activities . . . 14
1.7 Tabletop accelerators . . . 14

2 ACCELERATOR AUGMENTATION 15

2.1 High current injector . . . 15
2.1.1 ECR ion source . . . 15
2.1.2 Multi-harmonic buncher . . . 19
2.1.3 Radio-frequency quadrupole . . . 20
2.1.4 Spiral buncher . . . 20
2.1.5 Drift tube linac . . . 20

2.1.6 Beamline installation up to linac . . . 21
2.2 Free electron laser based THz facility . . . 24
2.2.1 Status of various subsystems of DLS . . . 25
2.2.2 Status of RF conditioning of photocathode gun . . . 26
2.2.3 Production of high energy electron beam for user experiments . . . 27
2.2.4 Status of the photocathode deposition system . . . 27
2.2.5 Status of the development of the fiber laser system . . . 27

3 RESEARCH SUPPORT FACILITIES 29
3.1 Support laboratories . . . 29
3.1.1 High vacuum laboratory . . . 29
3.1.2 Cryogenics . . . 33
3.1.3 Beam transport system . . . 36
3.1.4 Detector laboratory . . . 38
3.1.5 Target development laboratory . . . 40
3.1.6 RF amplifiers and low-level RF group . . . 41
3.1.7 Health physics . . . 48
3.1.8 Data support laboratory . . . 50
3.1.9 Computer and communications . . . 50
3.1.10 Cryogenics instrumentation cum machine learning laboratory . . . 52
3.1.11 Ion source group . . . 56
3.1.12 Remote control electronics laboratory . . . 59
3.1.13 Analog nuclear instruments . . . 60
3.2 Utility systems . . . 60
3.2.1 Electrical group activities . . . 60
3.2.2 Air conditioning, cooling equipment, water, compressed air and fire hydrant systems . . . 63
3.2.3 Mechanical workshop . . . 64
3.2.4 Civil engineering department . . . 65

4 EXPERIMENTAL FACILITIES IN BEAM HALL 67
4.1 Scattering chamber and neutron array . . . 67
4.1.1 Maintenance and servicing activities of GPSC . . . 67
4.1.2 Maintenance and servicing activities of NAND . . . 67
4.1.3 Experiments using GPSC and NAND . . . 68
4.1.4 Upcoming experimental facility for low-energy nuclear physics research . . . 68
4.2 Gamma detector arrays: GDA and INGA . . . 69
4.2.1 Maintenance activities . . . 69
4.2.2 List of experiments performed in INGA / GDA facilities . . . 69
4.2.3 New developments . . . 69
4.2.4 LaBr simulation study . . . 70
4.3 Recoil separators . . . 70
4.3.1 Heavy Ion Reaction Analyzer . . . 70
4.3.2 HYbrid Recoil mass Analyzer . . . 71
4.4 Materials science facilities . . . 72
4.4.1 Materials science beamline in beam hall I . . . 72
4.4.2 Materials science beamline facilities in beam hall II . . . 72
4.4.3 Centre for materials characterization and measurement . . . 72
4.4.4 Materials synthesis and microscopy facilities . . . 74

4.4.5 Transport measurement facilities . . . 75
4.4.6 Structure and spectroscopy measurement facilities . . . 76
4.4.7 Thin film deposition systems and high-temperature furnaces . . . 78
4.4.8 High-resolution transmission electron microscopy facility . . . 79
4.5 Radiation biology . . . 80
4.5.1 Radiation biology beamline . . . 80
4.5.2 Radiation biology laboratory . . . 80
4.6 Atomic and molecular physics . . . 81
4.6.1 Status of vacuum chamber at 75° beam line in LEIBF . . . 81
4.6.2 Status of general purpose atomic physics vacuum chamber at beam hall-II . . . 81
4.6.3 A new setup for atom molecule collision in low energy ion beam facility . . . 82

5 RESEARCH ACTIVITIES 83
5.1 Nuclear physics . . . 83
5.1.1 Study of transfer reactions in ^{28}Si+^{140,142}Ce using a recoil separator . . . 84
5.1.2 Probing the influence of weak channels on fusion dynamics in ^{28}Si+^{140,142}Ce near the barrier . . . 85
5.1.3 Study of entrance channel effect on fusion-fission dynamics for $A \sim$200 . . . 86
5.1.4 Understanding the role of neutron transfer in the sub-barrier fusion of ^{32}S+^{138}Ba system 87
5.1.5 Systematic investigation of the effect of neutron excess in ER survival probability against fission in reactions populating isotopes of Ra . . . 88
5.1.6 Measurement of ER cross-sections for ^{48}Ti+^{124}Sn reaction . . . 89
5.1.7 Measurement of quasielastic scattering excitation functions and barrier distributions . 90
5.1.8 Probing low and high spin states of nuclei of A∼70 mass region through heavy-ion induced gamma spectroscopy . . . 91
5.1.9 Spectroscopic study of rare earth nuclei produced in the fusion-fission reaction . . . 92
5.1.10 Study of neutron multiplicity and mass distribution in Pb region with NAND facility . 92
5.1.11 Pre-equilibrium neutron emission at high excitation energies and validation with nuclear reaction models . . . 93
5.1.12 Study of fission dynamics for the reactions ^{30}Si+^{194,198}Pt . . . 94
5.1.13 Fssion mass distribution studies for the reaction ^{30}Si+^{176}Yb and ^{14}N+^{193}Ir populating compound nuclei ^{206,207}Po . . . 95
5.1.14 Transfer reaction studies of ^{10,11}B+^{40}Ca at 50 MeV using GPSC facility . . . 96
5.1.15 Investigation of mass distribution of the ^{28}Si+^{158}Gd system: Role of shell effects . . . 97
5.1.16 Study of entrance channel effect on shell closure in fission dynamics . . . 98
5.1.17 Investigation of fusion-fission dynamics of ^{192}Hg . . . 99
5.1.18 Reaction measurements in the interactions of ^{19}F with ^{92,100}Mo using the GPSC . . . 100
5.2 Materials science . . . 102
5.2.1 Irradiation effects of 60 MeV N^{5+} ions on exfoliated WSe_2 . . . 103
5.2.2 Development of droplet-based triboelectric nanogenerators with PVDF-HFP coated WS_2 nanosheets . . . 104
5.2.3 *Monstera deliciosa* mediated single step biosynthesis of gold nanoparticles by bottom-up approach and its non-antimicrobial properties . . . 105
5.2.4 Modifications in properties of titanium carbide MXene by Ag doping via ion implantation technique for quantum dot sensitized solar cell applications . . . 106
5.2.5 Copper ion irradiation studies on PNP transistor at different biasing conditions . . . 107

5.2.6 130 MeV Copper ion and ^{60}Co gamma irradiation impact on electrical characteristics of N-channel depletion MOSFETs . . . 108
5.2.7 Cryogenic and high temperature effects on NPN transistors irradiated with 150 MeV iron ion . . . 109
5.2.8 150 MeV Iron ion irradiation effects on N-channel MOSFETs at low temperature . . . 110
5.2.9 Tailoring conductivity of FeS_2 thin films using ion implantation for photovoltaic applications . . . 111
5.2.10 Z-Scheme based WS_2/WO_3 and WS_2/TiO_2 nanostructures for hydrogen evolution reaction investigation . . . 112
5.2.11 Ion beam induced modification of ferroelectric polymer nanocomposite for EMI shielding application . . . 113
5.2.12 Development of novel thermoluminescent and photoluminescent nanomaterials and investigations on their response to C and Ag ions irradiation . . . 114
5.2.13 Role of ion beam in dye sensitize solar cells . . . 115
5.2.14 Study on damage of Gd_2O_3-CeO_2 under electronic energy loss and nuclear energy loss regime: comparison between bulk-like and nanostructure . . . 116
5.2.15 Adsorption capacity of poly (N-tert-amylacrylamide-co-acrylamide/ionic liquid) Fe_3O_4 nanocomposite hydrogels in methylene blue solution . . . 116
5.2.16 Structural, optical and magnetic properties of Ag irradiated α-Fe_2O_3 thin films . . . 117
5.2.17 Synthesis and confirmation of the $Ge_2Sb_2Te_5$-phase: Bulk and thin films . . . 118
5.2.18 Investigation of the effect of implantation of tetravalent ions on thermally evaporated iron oxide films . . . 119
5.2.19 Photovoltaic efficiency enhancement via ion beam . . . 120
5.2.20 Tuning of electrical properties through field effects for manganite based n-n junctions: Role of swift heavy ion irradiation . . . 121
5.2.21 Studying the impact of swift heavy ion on exfoliated, nanoscale SnS . . . 123
5.2.22 Growth and characterization of L-malic acid and Guanidine Carbonate based NLO single crystals . . . 124
5.2.23 Swift heavy ion induced modification at the Si/SiO_2 interface of MOS devices at different gate biasing conditions . . . 125
5.2.24 Ion-beam irradiation induced modifications in functional properties of chiral liquid crystals and their applications in fabrication of ultrasensitive chip based optical sensors 126
5.3 AMS and geochronology . . . 127
5.3.1 Landscape evolutionary history under episodic domination of tectonic, climatic, and fluvial dynamics in the Thamirabarani Basin, Southern India . . . 127
5.3.2 High resolution foraminiferal response to the climatically induced changes in the southeast Arabian Sea . . . 128
5.3.3 Sedimentological and geochemical responses of lake sediments to climate changes in Southern India during the late Holocene. . . . 129
5.3.4 Radiocarbon dating of sediment cores from Cauvery Delta: A study to understand climate and land use . . . 130
5.3.5 Pollutant assimilation and nutrient export dynamics of a tropical estuary: Vettar distributary of the Cauvery River system, Southern India . . . 130
5.3.6 Paleomonsoon and Paleoenvironment study using multi-proxy data from marine and lake archives . . . 131
5.3.7 (BTR 73125) Constraining the Little Ice Age in the Western Himalaya . . . 131
5.3.8 Using past analogues to understand the role of fire and climate change in Central India 133

5.3.9 Multi-proxy approach to palaeoclimate reconstruction by study of sediment cores from pristine lakes of Manipur NE, India . . . 133
5.3.10 Reconstructing human-fire-vegetation inter-relationships in a protected dry tropical forest, Mudumalai National Park, southern India . . . 134
5.4 Atomic and molecular physics . . . 135
5.4.1 Energy and Z dependence of low velocity N^{q+} ion induced M x-ray relative intensities for some heavy elements . . . 135

6 ACADEMIC ACTIVITIES 137
6.1 Beam time utilization . . . 137
6.2 विद्यार्थी कार्यक्रम / Student programmes . . . 139
6.2.1 बी.एससी. ग्रीष्मकालीन कार्यक्रम / B.Sc. summer programme . . . 139
6.2.2 एम.एस.सी. अभिविन्यास कार्यक्रम / M.Sc. orientation programme . . . 141
6.2.3 पीएचडी शिक्षण कार्यक्रम / Ph.D teaching programme . . . 141
6.3 IUAC and projects of national importance . . . 142
6.3.1 ISRO's scientific interest in IUAC facilities . . . 142
6.3.2 Q-carbon-based materials for superconductivity . . . 142
6.3.3 National geochronology facility . . . 142
6.4 Library . . . 143
6.5 List of Ph.D. awardees . . . 143
6.6 List of publications in the year 2023-2024 . . . 144
6.7 List of seminars . . . 150
6.8 34वां स्थापना दिवस समारोह / 34^{th} foundation day celebration . . . 150
6.9 आई.यू.ए.सी. खेल और सांस्कृतिक गतिविधियां / IUAC sports and cultural activities . . . 151
6.10 स्कूल, कार्यशाला, सम्मेलन इत्यादि / School, workshop, conference etc. . . . 153
6.10.1 इंडियन नेशनल गामा ऐरे कार्यशाला: हालिया परिणाम और सहायक उपकरण / Indian National Gamma Array workshop: Recent results and ancillary devices . . . 153
6.10.2 आयोनाइजिंग विकिरण के जैविक प्रभावों में हाल की प्रगति और स्वास्थ्य एवं चिकित्सा में इसके प्रभावों पर आई.यू.ए.सी.–एस.आर.आर. कार्यशाला / IUAC-SRR workshop on recent advances in biological effects of ionizing radiation and its implications in health and medicine . . . 153
6.10.3 ExpEYES का उपयोग करते हुए कंप्यूटर–इंटरफेस्ड साइंस एक्सपेरिमेंट्स पर शिक्षक प्रशिक्षण कार्यक्रम / Teacher training programme on computer-interfaced science experiments using ExpEYES 154
6.10.4 क्वांटम सूचना, संचार और कम्प्यूटिंग पर एक दिवसीय कार्यशाला / One-day workshop on quantum information, communication and computing . . . 156
6.10.5 प्रोफेसर बी. एल. सराफ और प्रोफेसर एच.एस. हंस का शताब्दी वर्ष समारोह और भौतिकी में अभिनव अनुभवों पर कार्यशाला / Centenary year celebrations of Prof. B. L. Saraf and Prof. H. S. Hans and workshop on innovative experiments in physics . . . 156
6.10.6 आंध्र विश्वविद्यालय, विशाखापत्तनम में परिचय कार्यशाला / Acquaintance programme at Andhra University, Visakhapatnam . . . 158
6.10.7 साइंटिफिक कम्प्यूटिंग, आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस और मशीन लर्निंग पर स्कूल / School on scientific computing, artificial intelligence and machine learning . . . 159
6.10.8 पेलेट्रॉन परिचालन पर दो दिवसीय प्रशिक्षण कार्यक्रम / Two-day training programme of Pelletron operation . . . 160
6.10.9 सी.यू.एस.ए.टी, केरल में परिचय कार्यक्रम / Acquaintance program at CUSAT, Kerala . . . 161
6.10.10 "HIRA / HYRA: हाल के प्रयोग और भविष्य की योजनाएं" शीर्षक कार्यशाला / Workshop titled "HIRA/HYRA: Recent experiments and future plans" . . . 161

6.10.11 कण त्वरकों के लिए एल.एल.आर.एफ. नियंत्रण पर दो दिवसीय कार्यशाला / Two-day workshop on LLRF controls for particle accelerators . . . 163
6.10.12 परमाणु और आणविक भौतिकी पर कार्यशाला / Workshop on atomic and molecular physics . . 164
6.10.13 नाभिकीय अभिक्रिया 2023 पर आईयूएसी स्कूल / IUAC school on nuclear reactions 2023 . . . 164
6.10.14 जियोक्रोनोलॉजी पर कार्यशाला / Workshop on geochronology . . . 166
6.10.15 कंप्यूटर–इंटरफेस्ड साइंस एक्सपेरिमेंट्स यूजिंग ExpEYES पर शिक्षक प्रशिक्षण कार्यक्रम / Teacher training programme on computer-interfaced science experiments using ExpEYES . . . 167
6.10.16 संरचना अध्ययन के लिए नाभिकीय मॉडल पर स्कूल / School on nuclear models for structure studies . . . 168
6.10.17 विभिन्न प्रकार के प्लाज्मा और उनके अनुप्रयोगों पर स्कूल / School on various types of plasma and their applications . . . 169
6.10.18 इंटरनेशनल स्कूल ऑन कैरेक्टराइजेशन टेक्निक्स / International school on characterization techniques . . . 170
6.10.19 आयन बीम के साथ नैनोस्ट्रक्चरिंग पर 7वां अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलन / 7th international conference on nanostructuring with ion beams . . . 171
6.10.20 अंतर–विश्वविद्यालय त्वरक केंद्र परिचय कार्यक्रम, नासिक, महाराष्ट्र / IUAC acquaintance program at Nashik, Maharashtra . . . 171
6.10.21 आई.यू.ए.सी. की इलेक्ट्रॉन बीम सुविधा का उपयोग कर प्रयोगों पर एक दिवसीय कार्यशाला / One-day workshop on experiments using electron beam facility of IUAC. . . . 172
6.10.22 भारत अंतर्राष्ट्रीय विज्ञान महोत्सव / India international science festival . . . 173
6.10.23 अंतर विश्वविद्यालय त्वरक केंद्र में अनुसंधान सुविधाओं पर एक दिवसीय परिचय कार्यक्रम / One-day acquaintance programme on research facilities at Inter-University Accelerator Centre . 174
6.10.24 अंतर–विश्वविद्यालय त्वरक केंद्र में राष्ट्रीय विज्ञान दिवस समारोह / National science day celebration at IUAC . . . 175
6.10.25 डेटा अधिग्रहण प्रणाली और रूट–आधारित विश्लेषण पर स्कूल / School on data acquisition systems and ROOT-based analysis . . . 176
6.10.26 अंतर–विश्वविद्यालय त्वरक केंद्र द्वारा भूकालानुक्रम पर आयोजित राष्ट्रीय कार्यशाला / National workshop on geochronology organized by IUAC . . . 177
6.11 राजभाषा प्रकोष्ठ– वार्षिक प्रतिवेदन . . . 178
6.11.1 वर्ष 2023–24 में हिंदी कार्यशालाओं का आयोजन . . . 178
6.11.2 हिंदी पखवाड़ा–2023 के दौरान आयोजित प्रतियोगिताओं के परिणाम . . . 179
6.11.3 राजभाषा प्रकोष्ठ द्वारा संविधान दिवस समारोह का आयोजन . . . 179
6.11.4 विश्व हिंदी दिवस का आयोजन . . . 181
6.11.5 संक्षिप्त अनुवाद प्रशिक्षण कार्यक्रम . . . 181

Appendices

A Statutory Committees of IUAC **182**

B IUAC Personnel **185**

C List of Users with Sanctioned Beamtime 2023-24 **189**

D Cumulative List of Users **193**

E Annual Accounts 2023-24 **200**

निदेशक की डेस्क से

मुझे आपको यह सूचित करते हुए प्रसन्नता हो रही है कि हमने संस्थान में चल रही कई विकास परियोजनाओं (एमआरआई, एचसीआई, एफईएल, आदि) में महत्वपूर्ण प्रगति की है । हमारे निरंतर प्रयासों के कारण सबसे लंबे LINAC रन के सफल समापन के साथ एक बड़ी उपलब्धि हासिल की गई है, जिसके परिणामस्वरूप नाभिकीय भौतिकी के छात्रों के लिए प्रतीक्षा समय में काफी कमी आई है । इसके अतिरिक्त, Ph.D के अंतिम वर्षों के शोधार्थियों को प्राथमिकता देने के हमारे गत वर्ष के प्रयास के कारण लंबे समय से लंबित Ph.D. केंद्रित अनुसंधान परियोजनाएं पूर्ण हुई हैं, जिससे बीमटाइम के बैकलॉग को प्रभावी ढंग से कम किया गया है ।

संस्थान की प्रमुख प्रायोगिक त्वरक की सुविधा "15 UD पेलेट्रॉन" अच्छे रखरखाव के फलस्वरूप अच्छा प्रदर्शन कर रही है, जिसमें मई 2023 से मार्च 2024 तक विभिन्न विश्वविद्यालयों और संस्थानों के लगभग 46 उपयोगकर्ताओं को बीम के 546 शिफ्ट वितरित करना प्रमुख है । अधिकतम टर्मिनल क्षमता जिस पर बीम वितरित की गई, 13.39 एमवी था (बिना बीम के कन्डीशनिंग के समय 14.2) । पेलेट्रॉन और लिनैक त्वरकों के संयुक्त संचालन ने लंबे समय से लंबित कई नाभिकीय भौतिकी प्रयोगों को पूरा करने में सहायता की है ।

आईयूएसी, आत्मनिर्भर भारत और 'मेक इन इंडिया' पहल को बढ़ावा देने की दिशा में सक्रिय रूप से कार्य कर रहा है। आईयूएसी ने एक पूर्ण डेटा सेंटर के साथ राष्ट्रीय सुपरकंप्यूटिंग मिशन (एनएसएम–टीएसी) के तहत "वर्चुअल आईयूसी फॉर सुपरकंप्यूटिंग" नामक 3 पीएफ सुपरकंप्यूटिंग सुविधा को सफलतापूर्वक स्थापित किया है । इस सुविधा में 12 विशेष डायरेक्ट कॉन्टैक्ट लिक्विड कूलिंग (डीसीएलसी) रैक में स्वदेशी रूप से विकसित रुद्र सर्वर हैं, साथ ही उच्च प्रदर्शन वाले कम्प्यूटिंग क्लस्टर (HPCC) के लिए स्थापित कूलिंग उपकरण भी हैं ।

दिल्ली लाइट सोर्स (डीएलएस) के रूप में जानी जाने वाली कॉम्पैक्ट प्री–लॉन्च फ्री इलेक्ट्रॉन लेजर सुविधा ने अपनी प्रारंभिक कमीशनिंग पूरी कर ली है, और इलेक्ट्रॉन बीम का उपयोग सामग्री विज्ञान, जीव विज्ञान और नाभिकीय भौतिकी में प्रयोगों के लिए किया जा रहा है । इसके अतिरिक्त, आईयूएसी ने सुसंगत THz विकिरण के उत्पादन के लक्ष्य के साथ इस सुविधा के लिए एक फाइबर–आधारित लेजर प्रणाली विकसित करने और स्थापित करने के लिए KEK जापान के साथ सहयोग किया है ।

आईयूएसी में एमआरआई प्रयोगशाला में चुंबक और 4के 'जीरो–बॉयल–ऑफ' (जेडबीओ) क्रायोस्टेट की सफल स्थापना के साथ एमआरआई परियोजना में महत्वपूर्ण प्रगति हुई है । यह मेसर्स आईनॉक्स इंडिया के औद्योगिक कारखाना स्थल पर सफल विनिर्माण और एकीकरण के बाद हासिल किया गया था । इसके अतिरिक्त, स्वदेशी रूप से विकसित डेटा अधिग्रहण प्रणाली और संबंधित नियंत्रण इलेक्ट्रॉनिक्स को एमआरआई चुंबक के साथ स्थापित और एकीकृत किया गया है। मानक सुरक्षा उपायों को लागू किया गया है, और सुपरकंडक्टिंग ईआईएस कॉइल का इष्टतम प्रदर्शन किया गया है । चुंबक ने अपने अधिकांश डिजाइन उद्देश्यों को सफलतापूर्वक पूर्ण किया है । आईयूएसी उद्योग में अपने निर्बाध संक्रमण को सुविधाजनक बनाने के लिए महत्वपूर्ण सक्षम तकनीकों को परिष्कृत करने की प्रक्रिया में है, जिससे देश में औद्योगिक उत्पादन को बढ़ाने में सहायता मिल सके ।

यह वर्ष, "संयुक्त विश्वविद्यालय–आई. यू. ए. सी. आयन बीम सेंटर (आई. बी. सी.)" अवधारणा की स्थापना की दिशा में एक सकारात्मक प्रयास हेतु महत्वपूर्ण है । इस पहल के तहत, आईयूएसी अन्य आयन बीम सुविधाओं के विकास से संबंधित रखरखाव और सहायता प्रदान करने के लिए उत्तरदायी होगा । इस दिशा में जी. जी. वी. विश्वविद्यालय बिलासपुर को रखरखाव और विकिरण सुरक्षा मुद्दों के लिए आई. यू. ए. सी. का सहयोग प्राप्त होना महत्वपूर्ण कदम था, जिसके तहत सुविधा को फिर से संचालित करने की अनुमति प्राप्त की गई । पहली "हितधारक इंटरफेस बैठक" , जिसमें आईबीसी सुविधाओं के संभावित उपयोगकर्ता शामिल थे, सामूहिक जिम्मेदारी और विवेकपूर्ण संसाधन साझाकरण को बढ़ावा देने के लिए भी आयोजित की गई ।

लिनैक ऑपरेशन ने नाभिकीय भौतिकी प्रयोगों को प्राथमिकता दी है । इस वर्ष, आठ छात्रों ने भारी आयन–प्रेरित प्रतिक्रियाओं पर ध्यान केंद्रित करते हुए जीपीएससी और एनएएनडी सुविधाओं का उपयोग करके अपने पीएचडी प्रयोग पूरे किए हैं । आई. यू. ए. सी. में भारतीय राष्ट्रीय गामा डिटेक्टर सरणी (आई. एन. जी. ए.) सेटअप का उपयोग नाभिकीय संरचना और

भारी आयन नाभिकीय अभिक्रिया गतिशीलता का अध्ययन करने हेतु प्रयोगों के लिए किया गया था। हेवी आयन रिएक्शन एनालाइजर (HIRA) और हाइब्रिड रिकॉइल मास एनालाइजर (HYRA) का उपयोग क्रमशः तीन और छह शोध प्रबंध प्रयोगों में उप–और निकट–बाधा संलयन, स्थानांतरण और अर्ध–लोचदार बैकस्केटरिंग अभिक्रियाओं की जांच करने के लिए किया गया था । इसके अतिरिक्त, आगामी एचसीआई त्वरक सुविधा से कम ऊर्जा आयन किरणों का उपयोग करते हुए बीम हॉल । में नाभिकीय भौतिकी के लिए एक नई प्रयोगात्मक सुविधा की योजना भी बनाई जा रही है ।

पदार्थ विज्ञान सुविधाओं का उपयोग पूरे भारत में विश्वविद्यालयों और संस्थानों के उपयोगकर्ताओं के साथ–साथ इसरो और आई. जी. सी. ए. आर. जैसे संगठनों द्वारा कई महत्वपूर्ण राष्ट्रीय कार्यक्रमों में किया गया है । इस वर्ष छात्रों के Ph.D. कार्यक्रमों से जुड़े 25 रन (83 पालियां) सहित 109 पालियों में कुल 28 उपयोगकर्ता प्रयोग पूर्ण किए गए । स्विफ्ट हैवी आयन (एसएचआई) विकिरण प्रयोगों में अधिकतर बीमहॉल–। में सामग्री विज्ञान बीमलाइन में सुविधाओं का उपयोग किया गया, जहां 24 उपयोगकर्ता प्रयोग 85 पालियों में किए गए थे । इसके अतिरिक्त, इसरो से जीपीएससी में एक विशेष 9–पालि का एक बीमटाइम था, साथ ही बीएच–II में कुल 15 पालियों में 1000K पर तीन उच्च–तापमान विकिरण के बीमटाईम थे । इस वर्ष, नैनोकंपोजिट्स, ट्रैक फॉर्मेशन, डीएफटी गणना, वेग और सिनर्जेटिक प्रभाव, और बैंड गैप ट्यूनिंग सहित विभिन्न शोध क्षेत्रों में कई रोचक परिणाम सामने आए, जिसके परिणामस्वरूप एसीएस ओमेगा, एप्लाइड सरफेस साइंस, एप्लाइड फिजिक्स ए, जर्नल ऑफ फिजिक्स डी, फिजिका बी, और जर्नल ऑफ अलॉयज एंड कंपाउंड्स जैसे प्रतिष्ठित शोध जर्नलस में 70 से अधिक प्रकाशन हुए । ऋणात्मक आयन किरण सुविधा का उपयोग आयन प्रत्यारोपण और विकिरण प्रयोगों के लिए 30–200 केवी आयन किरणों के साथ प्रयोगों के लिए किया गया । विभिन्न कॉलेजों, विश्वविद्यालयों और संस्थानों के सत्रह उपयोगकर्ताओं ने बीम समय का लाभ उठाया और 585 प्रतिदर्शों को प्रत्यारोपित किया गया। कम ऊर्जा आयन बीम सुविधा में आयन स्रोत और जीपी ट्यूबों की सफाई से जुड़ा एक प्रमुख रखरखाव कार्य किया गया ।

एक्सेलेरेटर मास स्पेक्ट्रोमेट्री और भूकालचक्रानुक्रम सुविधाओं का व्यापक रूप से महत्वपूर्ण प्रयोगों के लिए उपयोग किया गया है, जिसमें रेडियोकार्बन डेटिंग, परिदृश्य विकासवादी इतिहास, फोरामिनिफेरल प्रतिक्रिया, जीवाश्म पर्यावरण परिवर्तन, जीवाश्म जलवायु पुनर्निर्माण और हिमनदीय उतार–चढ़ाव शामिल हैं। XCAMS सुविधा का उपयोग 14C, 10Be और 26Al का उपयोग करके 61 उपयोगकर्ताओं के 811 प्रतिदर्शों के माप के लिए किया गया । इसके अतिरिक्त, शोधकर्ताओं द्वारा लार्ज फॉरवर्ड ज्योमेट्री एचआर–सिम्स, फेमटोसेकंड लेजर एब्लेटेड एचआर–आईसीपी–एमएस, क्यू–आईसीपीएमएस, एफई–एसईएम और डब्ल्यूडी–एक्सआरएफ का व्यापक रूप से उपयोग किया गया ।

विकिरण जीवविज्ञान सुविधा का उपयोग कार्बन आयन किरण के संपर्क में आने के बाद लंग कार्सिनोमा कोशिकाओं से मैट्रिक्स मेटालोप्रोटीनेस के सक्रियण और स्राव के संकेत मार्गों की जांच करने के लिए 85 एमईवी कार्बन आयन किरण के साथ विकिरण के दो रन के लिए किया गया । इसके अलावा, विकिरण जीव विज्ञान प्रयोगशाला में एक वास्तविक समय पीसीआर सुविधा जोड़ी गई । एल. ई. आई. बी. एफ. सुविधा में 105–डिग्री परमाणु और आणविक भौतिकी रेखा में एक नया प्रयोगात्मक विन्यास लागू किया गया है ।

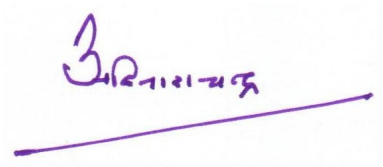
कार्यशालाओं, स्कूलों और सम्मेलनों के आयोजन में किए गए प्रयासों से सभी को अपने–अपने क्षेत्रों में नवीनतम प्रयोगों और सुविधाओं के बारे में सूचित होते हुए देखना आनंददायक है । ये कार्यक्रम सभी प्रतिभागियों को अपने कौशल को निखारने और अपने काम को परिष्कृत करने के लिए एक मंच पर ले आते हैं क्योंकि वे इसके अंतिम प्रसार के लिए तैयारी करते हैं, जिसका उद्देश्य अकादमिक या सार्वजनिक क्षेत्र में नवीन विचारों और ज्ञान के प्रसार में तेजी लाना है। वर्ष भर में निम्नलिखित कार्यक्रम आयोजित किए गए:

- भारतीय राष्ट्रीय गामा सरणी (आईएनजीए) कार्यशाला (17–19 अप्रैल)
- आयनीकरण विकिरण के जैविक प्रभावों और स्वास्थ्य और चिकित्सा में इसके प्रभावों में हाल की प्रगति पर आईयूएसी–एसआरआर कार्यशाला (27–29, अप्रैल 2023)
- ExpEYES का उपयोग करके कंप्यूटर–इंटरफेस्ड विज्ञान प्रयोगों पर शिक्षक प्रशिक्षण कार्यक्रम (8–13, मई 2023)
- क्वांटम सूचना, संचार और कंप्यूटिंग पर एक दिवसीय कार्यशाला (24, मई 2023)
- स्कूल ऑन साइंटिफिक कंप्यूटिंग, आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस और मशीन लर्निंग (24 – 27, जुलाई 2023)
- "HIRA/HYRA: हाल के प्रयोग और भविष्य की योजनाएं" शीर्षक पर कार्यशाला (24–25, अगस्त 2023)
- नाभिकीय और आणविक भौतिकी पर कार्यशाला (14–15, सितम्बर 2023)
- नाभिकीय अभिक्रियाओं पर आईयूएसी स्कूल (21–27, सितम्बर 2023)
- भूकालचक्रानुक्रम पर कार्यशाला (3–4, अक्तूबर 2023)

- संरचना अध्ययन के लिए नाभिकीय मॉडल पर स्कूल (17–20, अक्टूबर 2023)
- विभिन्न प्रकार के प्लाज्मा और उनके अनुप्रयोगों पर स्कूल (25–26, अक्तूबर 2023)
- चरित्र चित्रण तकनीकों पर अंतर्राष्ट्रीय स्कूल (28–31, अक्तूबर 2023)
- आयन किरणों के साथ नैनोस्ट्रक्चरिंग पर 7वां अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलन (2–4, नवम्बर 2023)
- आईयूएसी की इलेक्ट्रॉन बीम सुविधा का उपयोग करने वाले प्रयोगों पर एक दिवसीय कार्यशाला (27, दिसम्बर 2023)
- डेटा अधिग्रहण प्रणालियों और रूट–आधारित विश्लेषण पर स्कूल (13–15, मार्च 2024)
- भूकालाचक्रानुक्रम पर राष्ट्रीय कार्यशाला (18–19, मार्च 2024)
- प्रो. बी. एल. सराफ और प्रो. एच. एस. हंस का शताब्दी समारोह और भौतिकी में अभिनव प्रयोगों पर एक कार्यशाला (13–14, जुलाई 2023)

इसके अलावा, आई. यू. ए. सी. ने आंध्र विश्वविद्यालय, विशाखापत्तनम, सी. यू. एस. ए. टी. केरल, नासिक, महाराष्ट्र और सी. यू. टी. एन., तिरुवरूर में परिचय कार्यक्रम आयोजित किए। आईयूएसी ने 27 से 30 जनवरी, 2024 तक आयोजित भारत अंतर्राष्ट्रीय विज्ञान महोत्सव में सक्रिय रूप से भाग लिया । इसके अतिरिक्त, शोधकर्ताओं के काम को न केवल उच्च प्रभाव (इंपैक्ट) वाली पत्रिकाओं में प्रकाशित किया गया था, बल्कि विभिन्न राष्ट्रीय और अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलनों में प्रस्तुत और मान्यता भी दी गई थी, जिसके परिणामस्वरूप शोधार्थियों/वैज्ञानिकों को कई पुरस्कार भी प्राप्त हुए ।

इस वर्ष, कई चल रही परियोजनाओं को सफलतापूर्वक पूरा किया गया । हम आने वाले वर्षों में भी इसी प्रकार की चुनौतियों का सामना करने के लिए उत्सुक हैं।



अविनाश चन्द्र पाण्डेय

निदेशक, आई.यू.ए.सी

From the Director's Desk

I am pleased to inform you that we have made significant progress in several ongoing development projects (MRI, HCI, FEL, etc.) due to our sustained efforts. A major milestone was achieved with the successful completion of the longest linac run, resulting in a substantial reduction in waiting time for nuclear physics students. Additionally, our initiative last year prioritizing senior scholars in their final years of Ph.D. has ensured the completion of many long-pending Ph.D. research projects, effectively reducing the backlog of beamtimes.

The 15UD Pelletron accelerator has been performing well, delivering 546 shifts of beam to approximately 46 users from various universities and institutes from May 2023 to March 2024. The maximum terminal potential at which the beams were delivered was 13.39 MV (14.2 MV during conditioning without the beam). The combined operation of the Pelletron and linac has helped to achieve the completion of many nuclear physics experiments pending for a long time.

IUAC has been actively working towards promoting self-reliant India (Atmanirbhar Bharat) and the Make in India initiative. IUAC has successfully installed a 3 PF supercomputing facility, called "Virtual IUC for Supercomputing", under the National Supercomputing Mission (NSM-TAC), with a completed data center. The facility houses indigenously developed Rudra servers in 12 special direct contact liquid cooling (DCLC) racks, along with installed cooling equipment for the High-Performance Computing Cluster (HPCC).

The compact pre-bunched Free Electron Laser (FEL) facility, known as the Delhi Light Source (DLS), has completed its initial commissioning and the electron beam is being used for experiments in Materials Science, Biology and Atomic Physics. Additionally, IUAC has collaborated with KEK Japan to develop and install a fiber-based laser system for this facility, with the goal of producing coherent THz radiation.

Significant progress has been made in the MRI project, with the successful installation of the magnet and the 4K zero-boil-off (ZBO) cryostat in the MRI laboratory at IUAC. This was achieved after successful manufacturing and integration at the factory site of M/S Inox India. Furthermore, the indigenously developed data acquisition system and associated control electronics have been installed and integrated with the MRI magnet. Standard safety measures have been implemented and optimum performance of the superconducting EIS coil has been achieved. The magnet has successfully met most of its design objectives. The IUAC is in the process of refining crucial enabling technologies to facilitate its seamless transition to the industry, thereby enabling the scaling up of industrial production in the country.

This year, a positive development has been the establishment of the "Joint University-IUAC Ion Beam Centre (IBC)" concept. Under this initiative, IUAC will be responsible for providing maintenance and support related to the development of other ion beam facilities. A significant milestone in this direction was IUAC's support to GGV Bilaspur for maintenance and radiation safety issues, which allowed the facility to be re-operationalized. The first stakeholder interface meeting, which included potential users of IBC facilities, was also held to promote collective responsibility and judicious resource sharing.

The linac operation has prioritized nuclear physics experiments. This year, eight students have completed their Ph.D. experiments using the GPSC and the NAND facilities, focusing on heavy ion-induced reactions. The Indian National Gamma Array (INGA) setup at IUAC was utilized for experiments to study both nuclear structure and heavy ion nuclear reaction dynamics. The Heavy Ion Reaction Analyzer (HIRA) and the HYbrid Recoil mass Analyzer (HYRA) were used in three and six thesis experiments, respectively, to investigate sub- and near-barrier fusion, multi-nucleon transfer and quasi-elastic backscattering processes. Additionally, a new experimental facility for nuclear physics in Beam Hall I, using low-energy ion beams from the upcoming HCI accelerator facility, is also being planned.

The materials science facilities were utilized by users from universities and institutions all over India, as well as in many national programs of importance by organizations such as ISRO and IGCAR. This year saw a total of 28 user experiments spread over 109 shifts, including 25 runs (83 shifts) associated with students' Ph.D. programmes. The swift heavy ion (SHI) irradiation experiments mostly used facilities in materials science beamlines in Beam Hall I, where 24 user

experiments were conducted over 85 shifts. Additionally, there was a special 9-shift run in the GPSC from ISRO, as well as three high-temperature irradiations at $\sim$ 1000K utilizing a total of 15 shifts in Beam Hall II. This year, there were many interesting results in various research areas including nanocomposites, track formation, DFT calculations, velocity and synergetic effects and band gap tuning, resulting in more than 70 publications in reputed journals such as ACS Omega, Applied Surface Science, Applied Physics A, Journal of Physics D, Physica B and Journal of Alloys and Compounds, among others. The negative ion beam facility was used for experiments with 30 -200 keV ion beams for ion implantation and irradiation experiments. Seventeen users from different colleges, universities and institutes availed the beam time and 585 samples were implanted. A major maintenance work involving cleaning the ion source and GP tubes was undertaken in the Low Energy Ion Beam Facility.

The Accelerator Mass Spectrometry and (AMS) geochronology facilities have been extensively used for important experiments, including radiocarbon dating, landscape evolutionary history, foraminiferal response, paleoenvironmental changes, paleoclimatic reconstruction and glacial fluctuations. The XCAMS facility was utilized for measurements of 811 samples from 61 users using ^{14}C, ^{10}Be and ^{26}Al. Additionally, the Large Forward Geometry HR-SIMS, Femtosecond Laser Ablated HR-ICP-MS, Q-ICPMS, FE-SEM and WD-XRF were extensively used by researchers.

The radiation biology facility was used for two runs of irradiation with an 85 MeV carbon ion beam to investigate signaling pathways of activation and secretion of matrix metalloproteinases from lung carcinoma cells after exposure to the carbon ion beam. Furthermore, a real-time PCR facility was added to the radiation biology laboratory. A novel experimental configuration has been implemented in the 105° atomic and molecular physics line in the LEIBF facility.

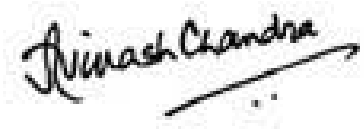
It's great to see the efforts placed into organizing workshops, schools and conferences to keep everyone informed about the latest experiments and facilities in their respective fields. These programs bring participants together to hone their skills and refine their work as they prepare for its eventual dissemination, aiming to accelerate the spread of innovative ideas and knowledge into the academic or public realm. The following events were held throughout the year:

- Workshop on `Indian National Gamma Array` (Apr. 17 - 19, 2023)
- IUAC-SRR workshop on `Recent Advances in Biological Effects of Ionizing Rad-iation and Its Implications in Health and Medicine` (Apr. 27 - 29, 2023)
- Teacher training program on `Computer-interfaced Science Experiments Using Exp-EYES` (May 08 - 13, 2023)
- One-day workshop on `Quantum Information, Communication and Computing` (May 24, 2023)
- School on `Scientific Computing, Artificial Intelligence and Machine Learning` (Jul. 24 – 27, 2023)
- Workshop on `HIRA / HYRA: Recent Experiments and Future Plans` (Aug. 24 - 25, 2023)
- Workshop on `Atomic and Molecular Physics` (Sep. 14 - 15, 2023)
- IUAC school on `Nuclear Reactions` (Sep. 21 - 27, 2023)
- Workshop on `Geochronology` (Oct. 03 - 04, 2023)
- School on `Nuclear Models for Structure Studies` (Oct. 17 - 20, 2023)
- School on `Various Types of Plasma and Their Applications` (Oct. 25 - 26, 2023)
- International school on `Characterization Techniques` (Oct. 28 - 31, 2023)
- 7th international conference on `Nanostructuring with Ion Beams` (Nov. 02 - 04, 2023)
- One-day workshop on `Experiments Using the Electron Beam Facility of IUAC` (Dec. 27, 2023)
- School on `Data Acquisition Systems and ROOT-based Analysis` (Mar. 13 - 15, 2024)
- National Workshop on `Geochronology` (Mar. 18 - 19, 2024)
- Centenary year celebrations of `Prof. B. L. Saraf and Prof. H. S. Hans` and a workshop on `Innovative Experiments in Physics` (Jul. 13 - 14, 2023)

In addition, IUAC organized acquaintance programmes at Andhra University, Cochin University of Science and Technology, H.P.T Arts and R.Y.K Science College (Nashik) and Central

University of Tamilnadu. IUAC actively participated in the India International Science Festival held from January 27 -30, 2024. Furthermore, researchers' work was not only published in high-impact journals but also presented and recognized in various national and international conferences, resulting in several awards for the scholars.

This year, a number of ongoing projects were successfully completed. We eagerly anticipate addressing similar challenges in the coming years.



Avinash Chandra Pandey

Director, IUAC

Editors' Remarks

It has been an enjoyable task to collate the information provided by our colleagues belonging to the different laboratories of IUAC and our esteemed users about the academic activities carried out between April 2023 and March 2024. We thank all the contributors whose hard work has made this report possible. We would especially like to acknowledge the efforts of Ritu Rani, Gonika, Yashraj, Chandra Kumar and Alankar Singh in bringing out this report in time. Mrs. Sheetal is acknowledged for her assistance in preparing the Hindi sections of this report. Despite our best efforts, a few errors may still exist, which we are hopeful will be forgiven by our generous readers. We solicit your comments to improve the next edition of this report.

Board of Editors

IUAC, New Delhi

June 2024