

भारत सरकार
परमाणु ऊर्जा विभाग
लोक सभा

अतारांकित प्रश्न संख्या 1639

जिसका उत्तर दिनांक 21.09.2020 को दिया जाना है

अनुसंधान और विकास केंद्र

1639. श्री भोला सिंह :

श्रीमती संगीता कुमारी सिंह देव :

डॉ. जयंत कुमार राय :

श्री राजा अमरेश्वर नाईक :

श्री विनोद कुमार सोनकर :

डॉ. सुकान्त मजूमदार :

क्या प्रधान मंत्री यह बताने की कृपा करेंगे कि :

- (क) क्या सरकार ने लेजरों, पार्टिकल एक्सीलेटरों और संबंधित प्रौद्योगिकियों में गैर-परमाणु फ्रंट लाइन अनुसंधान क्षेत्रों में अनुसंधान और विकास के लिए राजा रामन्ना उन्नत प्रौद्योगिकी केंद्र की स्थापना की है;
- (ख) यदि हां, तो तत्संबंधी ब्यौरा क्या है और इसके आरम्भ किए जाने के बाद से अनुसंधान परिणाम के संदर्भ में इसकी उपलब्धियां क्या रही हैं;
- (ग) क्या सरकार संपूर्ण देश में ऐसे और अनुसंधान और विकास केंद्र खोलने की योजना बना रही है;
- (घ) यदि हां, तो तत्संबंधी ब्यौरा क्या है; और
- (ङ) विगत पांच वर्षों के दौरान भारत में लेजरों, पार्टिकल एक्सीलेटरों और संबंधित प्रौद्योगिकियों के क्षेत्र में अनुसंधान और विकास को बढ़ावा देने के लिए सरकार द्वारा अन्य क्या कदम उठाए जा रहे हैं ?

उत्तर

राज्य मंत्री, कार्मिक, लोक शिकायत और पेंशन तथा प्रधान मंत्री कार्यालय (डॉ. जितेन्द्र सिंह) :

- (क) जी, हां ।
- (ख) राजा रामन्ना प्रगत प्रौद्योगिकी केंद्र (आरआरकैट) की स्थापना परमाणु ऊर्जा विभाग (पऊवि) द्वारा जून 1986 में विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी के दो अग्रणी क्षेत्रों मुख्यतः लेजरों एवं त्वरकों की गतिविधियों को विस्तार देने हेतु की गई ।

आरआरकैट में चल रही प्रमुख गतिविधियां इस प्रकार हैं :

- i) सिंक्रोट्रॉन विकिरण स्रोत (इण्डस - 1 एवं 2), निवेशन युक्तियों और मुक्त इलेक्ट्रॉन लेजरों का उपयोग करते हुए प्रगत प्रकाश के स्रोत
- ii) उच्च तीव्रता अतिचालक प्रोटोन त्वरक : भविष्य की परियोजनाओं के लिए डिजाइन

अध्ययन एवं प्रौद्योगिक विकास

- iii) सामाजिक अनुप्रयोगों हेतु इलेक्ट्रान त्वरक
- iv) विभिन्न प्रकार एवं उनकी उपयोगिता के आधार पर लेजरों का विकास
- v) सामग्री में अनुसंधान एवं विकास, सिरोजेनिक्स, अतिचालकता इत्यादि ।
- vi) अन्तर्राष्ट्रीय सहयोग/मेगा परियोजनाओं में प्रतिभागिता : इस केंद्र द्वारा विभिन्न अन्तर्राष्ट्रीय परियोजनाओं में प्रतिभागिता की जा रही है जहां इस केंद्र द्वारा सीईआरएन, जेनेवा के सहयोग से एलएचसी परियोजना एवं अन्य सहयोगी गतिविधियों के लिए नोडल एजेंसी के रूप में कार्य किया जा रहा है । यह केंद्र भारतीय संस्थानों के साथ फर्मीलैब सहयोग (आईआईएफसी) में एक प्रमुख भूमिका निभा रहा है ।
- vii) वर्तमान में यह केंद्र भारत में लिगो परियोजना की स्थापना हेतु नोडल एजेंसी के रूप में कार्यरत है ।

आरआरकैट की प्रमुख उपलब्धियां इस प्रकार हैं :

- क) आरआरकैट द्वारा स्थापित इण्डस सिंकोट्रॉन विकिरण सुविधा का उपयोग एक राष्ट्रीय सुविधा के रूप में किया जा रहा है । आरआरकैट में स्वदेशी संसाधनों से विकसित किए गए इण्डस सिंकोट्रॉन स्रोत, इण्डस - 1 (450 MeV, 100 mA) एवं इण्डस - 2 (2.5 GeV, 200 mA), दोनों को फरवरी 2010 से रात-दिन प्रचालित किया जा रहा है ।
- ख) वर्तमान में इण्डस - 2 पर 16 बीमलाइनें एवं इण्डस - 1 पर 6 बीमलाइनें प्रचालित हैं । इन 16 बीमलाइनों में से तीन बीमलाइनें नामतः इंजीनियरींग अनुप्रयोग बीमलाइन, लघु एवं व्यापक कोण एक्सरे प्रकीर्णन बीमलाइन व ग्रेजिंग इन्सीडेंस एक्सरे प्रकीर्णन बीमलाइन का कमीशनन वर्ष 2018-19 में किया गया । पूरे देश से 150 संस्थानों एवं राष्ट्रीय प्रयोगशालाओं के शोधार्थियों द्वारा उनकी शोध संबंधी गतिविधियों हेतु इन बीमलाइनों का उपयोग किया जा रहा है । पूरे वर्ष 2019 के दौरान कुल 945 प्रयोगों को उपयोगकर्ताओं द्वारा विभिन्न इण्डस बीमलाइनों पर पूरा किया गया एवं 175 प्रकाशनों की समीक्षा समकक्ष जर्नलों में की गई । अभी हाल ही में, निजी फार्मास्यूटिकल उद्योगों के अनुसंधान एवं विकास क्षेत्रों द्वारा इण्डस बीमलाइन सुविधाओं के उपयोग में वृद्धि देखी गई । पांच और बीमलाइनें अपनी पूर्णता के विभिन्न चरणों में हैं जिसमें दो मुड़ी हुई चुंबक बीमलाइनें एवं तीन निवेशन युक्तियां (आईडी) पर आधारित बीमलाइनें शामिल हैं ।
- ग) एक अवरक्त मुक्त इलेक्ट्रान लेजर (आईआर-एफईएल) का निर्माण आरआरकैट में किया गया है एवं लेसिंग की परिपूर्णता (saturation) बाह्य युग्मक CW के साथ औसत ऊर्जा 5 - 7 mW एवं 10 पीकोसेकेण्ड लम्बी खंड में पीक ऊर्जा ~ 4 mW

28 माइक्रोमीटर तरंगदैर्घ्य में प्राप्त की गई । आईआर-एफईएल की डिजाइन 12.5 - 50 माइक्रोमीटर तरंगदैर्घ्य क्षेत्र में 15 - 25 MeV इलेक्ट्रान बीम एवं 2.5 मी. लम्बी परिशुद्ध स्थायी चुंबक तरंगक के साथ लेस करने हेतु की गई । एक उपयुक्त उपयोगकर्ता सुविधा का विकास आईआर-एफईएल से अवरक्त विकिरण का उपयोग पदार्थों की स्पेक्ट्रोस्कापी के लिए निम्न तापमान (5 K तक नीचे) एवं उच्च चुम्बकीय क्षेत्र (7 टेस्ला तक) वातावरण में उपयोग करने हेतु किया ।

घ) आरआरकैट द्वारा कृषि विकिरण प्रसंस्करण सुविधा (एआरपीएफ) की स्थापना देवी अहिल्याबाई होल्कर फल एवं सब्जी मंडी इन्दौर में इलेक्ट्रान बीम प्रसंस्करण के सामाजिक उपयोग हेतु की गई । इस सुविधा के मुख्य भाग में आरआरकैट द्वारा स्वदेशी संसाधनों से विकसित दो 10 MeV ऊर्जा, 5 kW शक्ति वाले रेखिक (लिनियर) त्वरक लगे हुए हैं । 25 जनवरी 2019 को इस प्रसंस्करण सुविधा ने परमाणु ऊर्जा नियामक परिषद (एईआरबी) द्वारा इसे फैकल्टी के रूप में चलाने हेतु आवश्यक लाइसेंस भी प्राप्त कर लिया । विभिन्न उत्पादों की इलेक्ट्रान बीम विकिरण प्रसंस्करण भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र (बीएआरसी) द्वारा किए जाने के साथ-साथ विभिन्न आईसीएआर संस्थानों, विश्वविद्यालयों एवं उद्योगों द्वारा नियमित रूप से किया जा रहा है ताकि इलेक्ट्रान बीम प्रौद्योगिकी की उपयोगिता सामाजिक अनुप्रयोगों की विविधता के लिए प्रमाणित हो सके । कुछ प्रमुख उपयोगों को पहले से ही प्रमाणित किया जा चुका है जिसमें नई फसलों की किस्मों (दालों, गेहूँ, चावल, मोटा अनाज इत्यादि) का नस्ल उत्परिवर्तन, निर्जलित खाद्य पदार्थ का सूक्ष्म जैवीय शुद्धिकरण और चावल बीजों का फाइटोसेनिटरी उपचार, अर्धचालक स्वीचिंग डिवाइस के कार्यात्मक गुणों को बेहतर करना, जवाहरात के रंगों में परिवर्तन, मसालों सहित खाद्य उत्पादों का परिरक्षण, चिकित्सा उपकरणों का कीटाणुरहित करना, अंतरिक्ष अनुप्रयोगों के अनुसंधान हेतु सौर सेलों एवं अन्य संवेदकों का हानि संबंधी मूल्यांकन करना शामिल है । इस सुविधा में आरआरकैट सर्वोत्तम चिकित्सा डिवाइस को इलेक्ट्रान बीम विकिरण प्रसंस्करण द्वारा कीटाणुरहित करने हेतु एफडीए लाइसेंस प्राप्त करने की प्रक्रिया में है ।

ड) आरआरकैट ने त्वरकों के लिए आवश्यक लगभग सभी उपप्रणालियों जिसमें, आरएफ प्रौद्योगिकी, चुंबक, निर्वात, बीम नैदानिकी, परिशुद्ध यांत्रिक अवस्थान एवं संरेखण, नियंत्रण प्रणाली, अतिचालक रेडियो आवृत्ति गुहिकाएं इत्यादि शामिल हैं, के विकास के लिए निर्माण की सुविधाएं एवं विशेषज्ञता प्राप्त कर ली है । त्वरक प्रौद्योगिकी में अनुसंधान एवं विकास प्रौद्योगिकी से भी सामाजिक लाभ हेतु अनेकों उप-उत्पादों की प्राप्ति होगी ।

च) लेसरों के क्षेत्र में अनेकों लेसरों जैसे लैम्प पम्पड व डायोड पम्पड ठोस अवस्था लेसरों, ताम्र वाष्प लेसरों, फायबर लेसरों, अर्धचालक डायोड लेसरों एवं लेसर आधारित प्रणालियों का विकास औद्योगिक, चिकित्सा, नाभिकीय एवं शोध अनुप्रयोगों हेतु किया गया । लेसरों एवं इससे जुड़ी प्रौद्योगिकियों के अनुसंधान एवं विकास का एक महत्वपूर्ण पहलू यह है कि इससे अनेकों लेसरों की स्थापना सफलतापूर्वक की गई एवं प्रकाशिकी आधारित औजारों एवं प्रक्रियाओं के विकास हेतु घरेलू संसाधनों से

रखरखाव, रिफरबिशिंग, नैदानिकी, चिकित्सा व नाभिकीय रिएक्टरों एवं अन्य नाभिकीय प्रतिष्ठानों में मापन विज्ञान संबंधी अनुप्रयोग किए गए। इसकी सहायता से बहुमूल्य मानव दिनों की बचत, इससे जुड़े खर्च व मेनरेम खपत एवं शटडाउन समय को कम किया गया। इसमें शामिल है कस्टमाइज्ड उपकरणों के साथ रिमोट से चलने वाले फायबर युग्मक लेसर जिसकी तैनाती नाभिकीय संयंत्रों के उच्च विकिरण वातावरण व संकरे तंग क्षेत्रों में कटिंग कार्य हेतु की गई जो परम्परागत यांत्रिक विधियों से संभव नहीं था।

छ) पऊवि के विभिन्न अनुप्रयोगों एवं सामाजिक उपयोग हेतु अनेकों लेसर आधारित उपकरणों का विकास किया गया। रमन प्रकाशिक फायबर वितरित तापमान संवेदक (आरओएफडीटीएस) का पोर्टेबल संस्करण 532 नैनोमीटर स्पंद लेसर एवं 200/220 μm आकार, 150 मी. लम्बी मल्टीमोड संवेदक फायबर के उपयोग से विकसित कर प्रमाणित किया गया। विकसित किए गए आरओएफडीटीएस की स्थापना इण्डस - 2 में बीमलाइन के निर्वात हिस्से में तापमान की निगरानी हेतु किया गया। एक एफबीजी आधारित तापमान संवेदक प्रणाली को विकसित कर उसकी तैनाती प्रगत ईंधन फ्रेब्रिकेशन सुविधा (एएफएफएफ) बीएआरसी, तारापुर में सूक्ष्मतरंग उष्मित (Heated) नाभिकीय ईंधन संसाधन कक्ष के तापमान की निगरानी हेतु की गई। आरआरकैट द्वारा प्रकाशिक प्रौद्योगिकी आधारित, उपयोग में आसान, पोर्टेबल एवं कम लागत के दो स्वास्थ्य संरक्षा उपकरण “ट्यूबरोकुलोस्कोप” एवं “आन्कोडायग्नोस्कोप” का निर्माण किया गया। “ट्यूबरोकुलोस्कोप” उपयोग में आसान, संहत एवं पोर्टेबल प्रकाशिक डिवाइस है जिससे टीबी रोग का तुरंत पता लगाया जा सकता है, जबकि, “आन्कोडायग्नोस्कोप” द्वारा मुंह के कैंसर की जांच तत्काल बिना तकलीफ के की जाती है। दोनों उपकरणों को अस्पताल की प्रणालियों के अनुसार विभिन्न नैदानिक अध्ययन द्वारा मान्यता दिलाने की प्रक्रिया जारी है। बड़ी संख्या में रोगियों की जांच हेतु भावी नैदानिक मान्यता दिलाने हेतु ऐसे कई उपकरणों को विभिन्न अस्पतालों को सौंपा गया है जिसमें होमी भाभा कैंसर अस्पताल वाराणसी, चिकित्सा विज्ञान संस्थान, बीएचयू, वाराणसी एवं होमी भाभा कैंसर अस्पताल, संगरूर शामिल हैं। इन उपकरणों से प्राप्त आंकड़ों द्वारा इन उपकरणों को बड़ी संख्या में तैनात करने हेतु इसे और अधिक मजबूत बनाने में मदद मिलेगी। “ट्यूबरोकुलोस्कोप” प्रौद्योगिकी को सफलतापूर्वक भारतीय औद्योगिक समुदाय को हस्तांतरित किया जा चुका है। आगे हस्तचालित रमन प्रोब की प्रौद्योगिकी को आरआरकैट में विकसित किया गया है जो निम्न रमन सक्रिय पदार्थ जैसे जैविक उत्तकों से अच्छी गुणवत्ता के रमन स्पेक्ट्रा उत्पन्न करने में सक्षम है, इसे भी भारतीय उद्योग को हस्तांतरित किया जा चुका है।

ज) आरआरकैट ने UV-C प्रकाश आधारित मोबाइल सेनेटाइजेशन उपकरण (नीलभस्मी) की डिजाइन तैयार की है जिसमें हवा को दूर से ही सेनेटाइज करने के साथ-साथ विभिन्न वस्तुओं की सतहों (जिसमें कांच, प्लास्टिक, कपड़ा इत्यादि भी शामिल है) को कमरे के अंदर ही सेनेटाइज किया जाता है। नीलभस्मी की प्रौद्योगिकी को चार भारतीय उद्योगों को हस्तांतरित किया गया है।

- झ) घरेलू संसाधनों पर आधारित विकसित की गई प्रौद्योगिकियों में से इस केंद्र के 16 पेटेंट को स्वीकृत किया जा चुका है जबकि 15 प्रौद्योगिकियों को उद्योगों को हस्तांतरित किया गया है ।
- ञ) इस केंद्र में चल रही अनुसंधान गतिविधियों के आधार पर 3713 शोधपत्रों को (1987 से) विभिन्न राष्ट्रीय एवं अन्तर्राष्ट्रीय जर्नलों में प्रकाशित किया जा चुका है ।
- (ग) पऊवि द्वारा आरआरकैट जैसे अनुसंधान संस्थान की स्थापना करने की कोई विशेष योजना नहीं है ।
- (घ) लागू नहीं ।
- (ङ) पऊवि ने त्वरक प्रौद्योगिकियों हेतु एक दीर्घकालीन रोडमैप तैयार किया है । पहले चरण में निम्न ऊर्जा उच्च तीव्रता प्रोटोन त्वरक (एलईएचआईपीए) 20 MeV ऊर्जा एवं 10 mA तीव्रता के साथ बीएआरसी द्वारा शुरू किया जा रहा है । दूसरे चरण में एक मध्यम ऊर्जा उच्च तीव्रता प्रोटोन त्वरक (एमईएचआईपीए) एवं उसके बाद उच्च तीव्रता अतिचालकता प्रोटोन त्वरकों (एचआईएसपीए) के विकास की योजना है ।

त्वरक प्रौद्योगिकियों संबंधी शुरू की गई कुछ अनुसंधान एवं विकास गतिविधियां इस प्रकार हैं :

- (i) 3 MeV तक त्वरण को एलईएचआईपीए परियोजना में प्रमाणित किया गया ।
- (ii) स्वदेशी रूप से विकसित रेडियो आवृत्ति चतुर्ध्रुव (आरएफक्यू) का निर्माण पूरा किया गया ।
- (iii) भारत ने पहले ही पीआईपी-II परियोजना (प्रोटोन इंजेक्टर प्रोजेक्ट) के लिए अतिचालक गुहिकाओं पावर एम्प्लीफायरों, चुंबकों एवं नियंत्रण प्रणाली का निर्माण कर आपूर्ति कर दी है जिसे फर्मिलैब में परीक्षण कर स्वीकृत कर दिया गया ।
- (iv) एक 10 MeV इलेक्ट्रान त्वरक का निर्माण एवं उसका उपयोग विविध सामाजिक अनुप्रयोगों जैसे चितोसन (कृषि में उपयोग लाने जाने वाला बायो स्टीमुलेटर) का किरणन जो गन्ने का उत्पादन बढ़ाने एवं विभिन्न अन्य अनुसंधान तथा विकास अध्ययनों में होता है, के लिए किया गया ।
- (v) इलेक्ट्रान त्वरकों जैसे 1 MeV (पर्यावरण अनुप्रयोगों के लिए) एवं दोहरी ऊर्जा (सुरक्षा के लिए) लिनेक का निर्माण शुरू किया गया ।
- (vi) अणुओं में चयनात्मक उत्तेजना की नई तकनीकियों के अन्वेषण हेतु अनुसंधान करना जैवपदार्थों के गुणधर्म में सुधार हेतु लेसरों का विकास एवं अनुप्रयोग व लेसर सतह पारस्पर क्रिया पर अध्ययन करना । लेसर आधारित सुरक्षा व्यवस्था एवं मापयंत्रण को विकसित किया गया एवं इनमें से कुछ प्रौद्योगिकियों को निजी उद्यमियों को हस्तांतरित किया गया ।

प्लाज्मा प्रौद्योगिकियों संबंधी क्षेत्रों में शुरू की गई कुछ अनुसंधान एवं विकास गतिविधियां इस प्रकार हैं :

- (क) उष्ण प्लाज्मा क्षेत्रों में गैर नाभिकीय अनुप्रयोगों जैसे उच्च ताप उष्णीय बैरियर एवं रिफेक्ट्री पदार्थों (जैसे यीट्रियम आक्साइड, एल्यूमिनियम आक्साइड इत्यादि) का जंगरोधन लेपन के लिए काम शुरू किया गया ।
- (ख) पूर्ण रूप से स्वदेशी 30 kW हेफनियम केथोड आधारित डीसी वायु प्लाज्मा टार्च का निर्माण किया गया । इन टार्चों को पर्यावरण हितैषी तरीके से म्यूनििसिपल ठोस कचरे के प्रबंधन हेतु लगाया जा रहा है ।
- (ग) 'भाभा कवच' के निर्माण में आवश्यक सहायक प्रक्रिया हेतु नैनोट्यूब्स की जलरागिता (हाइड्रोफिलिसिटी) बढ़ाने के लिए शीत वायुमण्डली प्लाज्मा (सीएपी) के उपयोग से मल्टीवाल कार्बन नैनो ट्यूब्स के नाइट्रोजन प्रकार्यों का कार्य शुरू किया गया ।

परिवर्ती ऊर्जा साइक्लोट्रॉन केंद्र (वीईसीसी), कोलकाता जो कि पऊवि की इकाई है, में विगत पांच वर्षों से निम्नलिखित अनुसंधान तथा विकास गतिविधियां का कार्य कण त्वरकों एवं संबद्ध प्रौद्योगिकियों के क्षेत्र में पूरा किया गया :-

- i. भारतीय संस्थानों एवं फर्मिलैब के सहयोग (आईआईएफसी) से एसआरएफ पर अनुसंधान तथा विकास गतिविधियों के एक भाग के रूप में एवं संबद्ध प्रौद्योगिकियों के तहत 650 MHz, निम्न बीटा अतिचालक रेडियो आवृत्ति (एसआरएफ) गुहिका की डिजाइन एवं निर्माण कार्य को पूरा किया गया । 650 MHz प्रोटोटाइप गुहिका, बीटा=0.61 अतिचालक आरएफ लिनेक गुहिका का विनिर्माण एवं परीक्षण सफलतापूर्वक किया गया है । 5-सेल एसआरएफ गुहिका का निर्माण प्रगति पर है ।
- ii. वीईसीसी चिकित्सा साइक्लोट्रॉन सुविधा में एक उच्च तीव्रता प्रोटोन बीम त्वरक की संस्थापना, कमीशनन एवं रेडियोआइसोटोप/रेडियोऔषधियों का उत्पादन एवं पदार्थ विज्ञान पर अनुसंधान तथा विकास गतिविधियां शुरू की गई ।
- iii. K-500 अतिचालक साइक्लोट्रॉन से एक बीम को त्वरित करना, वहां से हटाना एवं उपयोगकर्ता बीमलाइन के प्रकीर्णन कक्ष तक ले जाने का कार्य किया गया ।

* * * * *