

अनुसंधान एवं विकास

प्लाज्मा उपकरण और प्रणालियाँ

भाभा परमाणु अनुसंधान केन्द्र ने बड़ी संख्या में वायु मंडलीय प्लाज्मा टार्चों और संसाधन प्रणालियों को विकसित किया है . अंतरित और अ-अंतरित आर्क मोड में काम कर रही इन उच्च शक्ति प्लाज्मा टार्चों (40-300 किलोवाट) का इस्तेमाल कर्तन, गलन, स्प्रेइंग और अन्य उच्च एंथाल्पी अनुप्रयोगों के लिए किया जा रहा है. कुछ उल्लेखनीय उदाहरण हैं: अंतरिक्ष विभाग के साथ किए गए संयुक्त कार्य की परिणति त्रिवेन्द्रम में प्लाज्मा जेट की सहायता से थर्मल संरक्षण सामग्री परीक्षण प्रणाली, भाभा परमाणु अनुसंधान केन्द्र के लिए अंतर्जालीय प्लाज्मा कटिंग प्रणालियाँ और प्लाज्मा की सहायता से एरोसोल जनित की स्थापना के रूप में हुई. पृष्ठीय अभियांत्रिकी में प्लाज्मा स्प्रे प्रणालियों का इस्तेमाल ऐसे विशेष प्रयोजन वाले थर्मल अवरोधकों, रसायन अवरोधकों और जैव सिरामिक कोटिंग विकसित करने के लिए व्यापक रूप से किया गया जिनका कार्य-निष्पादन अत्यधिक बेहतर रहा. 1-2 माइक्रोन वाली निम्न दाब पृष्ठीय कोटिंग का भी विकास माइक्रोवेव प्लाज्मा की सहायता से किया गया है.



ट्रांजे में विकसित प्लाज्मा टार्च वीईसीसी में स्थापित साइक्लोट्रॉन

राष्ट्रीय सुरक्षा

18 मई 1974 को भारत ने राजस्थान के रेगिस्तान में पोखरण नामक स्थल पर एक शांतिपूर्ण भूमिगत परमाणु परीक्षण किया था. यहां 24 वर्षों के बाद, 11 और 13 मई, 1998 को भारत ने पांच परमाणु परीक्षण सफलतापूर्वक किए. इनमें एक ताप-नाभिकीय युक्ति, एक विखण्डन युक्ति और तीन सब-क्रिटोटन नाभिकीय युक्तियाँ शामिल थीं. विश्वसनीय न्यूनतम नाभिकीय अवरोध की राष्ट्रीय नीति को पूरा करने के लिए यह विभाग आवश्यक अनुसंधान व विकास और उत्पादन गतिविधियों को क्रियान्वित करने में जुटा हुआ है.

पदार्थ विज्ञान

पदार्थ विज्ञान के क्षेत्र में, भाभा परमाणु अनुसंधान केन्द्र और इंदिरा गांधी परमाणु अनुसंधान केन्द्र में दाब वेसलों, क्लैड तथा नियंत्रण तत्वों, बहुवस्था मिश्रधातुओं और संरचनात्मक अंतराधात्विकी, दुर्गलनीय धातुओं और मिश्रधातुओं के लिए पदार्थ विकसित करने, विकिरण स्रोतों, परा उच्च शुद्धता वाली धातुओं को तैयार करने, और अन्य विशिष्ट अनुप्रयोगों की दिशा में प्रयास किए गए हैं.

त्वरक

परमाणु ऊर्जा विभाग ने नाभिकीय अनुसंधान, आइसोटोपों के उत्पादन और विकिरण संसाधन में उपयोग में लाए जाने वाले त्वरकों के अभिकल्पन, निर्माण और प्रचालन में अपनी क्षमता सिद्ध कर दी है. कोलकाता स्थित परिवर्ती ऊर्जा साइक्लोट्रॉन (वीईसीसी), मुंबई में, और 14 मेगावोल्ट क्षमता का पेलेट्रॉन त्वरक, और इंदौर में सिंक्रोट्रॉन विकिरण स्रोत (एस आर एस) इन्डस-I, और ट्राम्बे स्थित फोल्डेड टेंडम आयन त्वरक (फोटिया) हमारे देश की प्रमुख त्वरक सुविधाएं हैं.

साइक्लोट्रॉन और अन्य त्वरक

कोलकाता स्थित परिवर्ती ऊर्जा साइक्लोट्रॉन केन्द्र (वीईसीसी) त्वरक आधारित अनुसंधान के लिए एक राष्ट्रीय केन्द्र है . भाभा परमाणु अनुसंधान केन्द्र द्वारा वर्ष 1977 में स्थापित किया गया परिवर्ती ऊर्जा साइक्लोट्रॉन केन्द्र (वीईसीसी) मूलभूत अनुसंधान के लिए काम में लाया जाता है. यह विभिन्न अनुप्रयोगों के लिए आइसोटोपों का उत्पादन भी करता है . इस साइक्लोट्रॉन का इस्तेमाल 35 से अधिक राष्ट्रीय प्रयोगशालाओं और विश्वविद्यालयों द्वारा किया जाता है .

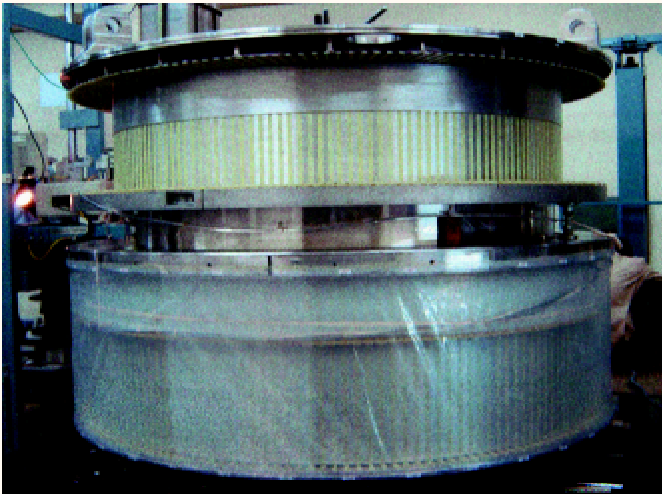
परिवर्ती ऊर्जा साइक्लोट्रॉन केन्द्र में स्थित इलैक्ट्रॉन साइक्लोट्रॉन अनुनाद (ईसीआर) आयन स्रोत, भारी आयनों की सहायता से अनुसंधान



वीईसीसी में साइक्लोट्रॉन



K-500 सुपरकंडक्टिंग साइक्लोट्रॉन मैग्नेट क्वायल के लिए क्वायल



सुपरकंडक्टिंग मैग्नेट क्वायल

करने हेतु एक अद्वितीय सुविधा है। भारी आयन त्वरक कार्यक्रम 6 मेगावोल्ट/न्यूक्लिऑन से अधिक भारी आयन किरणपुंजों का उत्पादन करने में सफल सिद्ध हुआ है। अब तक आक्सीजन, नाइट्रोजन, आर्गन, नियॉन, सल्फर आयन किरणपुंजों को सफलतापूर्वक त्वरित किया गया है। विज्ञातीय नाभिकों के अध्ययन हेतु, स्वदेशी तौर पर अभिकल्पित और संविरचित एक आइसोटोप-सेपरेटर-ऑन-लाइन (आई एस ओ एल) प्रणाली भी यहां पर काम कर रही है।

इस समय वी ई सी सी विकिरण सक्रिय आयनों को त्वरित करने के लिए एक K500 अतिचालक साइक्लोट्रॉन और एक विकिरण-सक्रिय आयन किरणपुंज (आर आई बी) सुविधा का निर्माण भी कर रहा है।

सिंक्रोट्रॉन और उसके उपयोग

अस्सी के दशक के उत्तरार्ध में भारत में त्वरकों से संबंधित अनुसंधान

और विकास कार्य में प्रगत प्रौद्योगिकी केन्द्र (सी ए टी) जैसी एक समर्पित संस्थापना को स्थापित करने के बाद तेजी आई। इस केन्द्र में लगाए जाने वाले दो सिंक्रोट्रॉन विकिरण स्रोतों (एस आर एस) जिनका इस्तेमाल राष्ट्रीय अनुसंधान सुविधा के रूप में किया जाना था, में से 450-मेगावोल्ट इंडस-1 ने 1998 में काम करना शुरू कर दिया था। अप्रैल, 1999 में पहली बार करंट को इंडस-1 में भंडारित किया गया था। यह सिंक्रोट्रॉन विकिरण स्रोत नेमी रूप से काम कर रहा है।

इंडस-2 का निर्माण कार्य प्रगति पर है। इंडस-1 भंडारण रिंग के उपभोक्ता समुदाय को बढ़ाने के प्रयास लगातार किए जा रहे हैं।

इस तरह के जटिल त्वरकों का डिजायन तैयार करने और उनका निर्माण करने की क्षमता केवल दर्जन भर देशों के पास ही है।



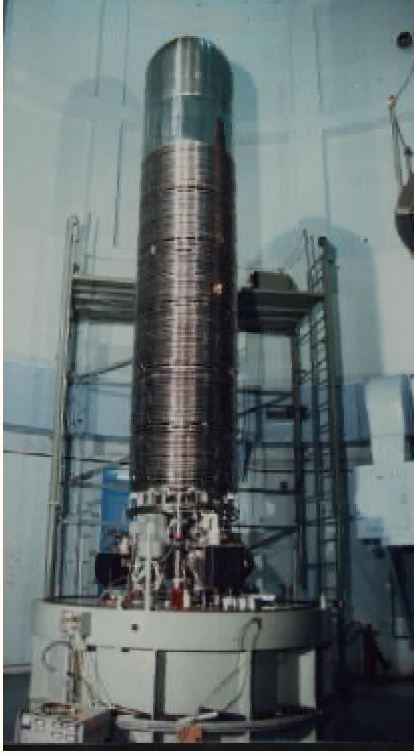
कैट, इंदौर स्थित सिंक्रोट्रॉन विकिरण स्रोत इंडस-1

फोटिया

नाभिकीय, परमाणु और पदार्थ विज्ञान के क्षेत्रों में मूलभूत और अनुप्रयुक्त अनुसंधान में उपयोग के लिए हल्के तथा भारी आयन किरण पुंज उपलब्ध कराने के लिए भाभा परमाणु अनुसंधान केन्द्र ने अप्रैल 2000 में ट्राम्बे में एक फोल्डिड टेंडम आयन त्वरक (फोटिया) को कमीशन किया है।

पैलेट्रान

मुंबई स्थित भाभा परमाणु अनुसंधान केन्द्र टाटा मूलभूत अनुसंधान संस्थान की पैलेट्रान त्वरक सुविधा, जो पिछले एक दशक से भी अधिक समय से काम कर रही है, ने नाभिकीय अनुसंधान के क्षेत्र में अंतर्राष्ट्रीय स्तर पर प्रभाव डाला है। इस पैलेट्रान की किरणपुंज ऊर्जा को और अधिक बढ़ाने के लिए एक अतिचालक रैखिक त्वरक (लाइनैक) स्थापित किया जा रहा है। लाइनैक के फेज-1 ने अब काम करना शुरू कर दिया है।



ट्राम्बे स्थित फोल्डेड टेंडम आयोन त्वरक



संपूर्ण आकार का प्रोटोटाईप स्टीडी स्टेट सुपरकंडक्टिंग टोकामैक (एसएसटी-1)



लाइनैक

अन्य त्वरक

हाल ही में इंदिरा गांधी परमाणु अनुसंधान केन्द्र ने कलपाक्कम में उच्च करंट और भारी आयन की क्षमता सहित एक 1.7 मिलियन-वोल्ट के टेन्डेड्रान त्वरक को सफलतापूर्वक कमीशन किया है।

भाभा परमाणु अनुसंधान केन्द्र में एक 30 mA, 10 मेगावोल्ट के प्रोटोन लाइनैक के डिजाइन की शुरुआत की गई है।

संलयन एवं अन्य प्लाज्मा प्रौद्योगिकियां

प्लाज्मा अनुसंधान संस्थान (आई पी आर) अहमदाबाद उच्च तापमान वाले चुम्बकीय रूप से जुड़े प्लाज्माओं के अध्ययन के लिए आदित्य टोकामैक का परिचालन करता है। इस टोकामैक पर किए गए अध्ययनों के कारण अभिगमन की प्रकृति पर महत्वपूर्ण प्रभाव पड़े हैं।

प्रगत टोकामैक विन्यासों, एस एस टी-1, जोकि विस्तारित डायवर्टर प्लाज्माओं और 1000 सैकंड की प्रचालन क्षमता के साथ विश्व का पहला सुपर कंडक्टिंग स्टीडी स्टेट टोकामैक है, से संबंधित भौतिकी और प्रौद्योगिकी के मामलों को सुलझाने के लिए प्लाज्मा अनुसंधान संस्थान में स्थापित किया जा रहा है।

मूलभूत अनुसंधान

परमाणु ऊर्जा विभाग के अनुसंधान केन्द्र उन कार्यक्रमों जिन्हें वे आगे बढ़ा रहे हैं, से संबद्ध क्षेत्रों में मूलभूत अनुसंधान करने में लगे हुए हैं। इसके अतिरिक्त, परमाणु ऊर्जा विभाग से सहायता अनुदान प्राप्त करने वाले स्वायत्त अनुसंधान संस्थान, ऐसे केन्द्र हैं जो गणित से कम्प्यूटर, भौतिकी से खगोल-विज्ञान, तथा जैव-विज्ञान से कैंसर तक में मूलभूत अनुसंधान करने में उत्कृष्ट हैं।

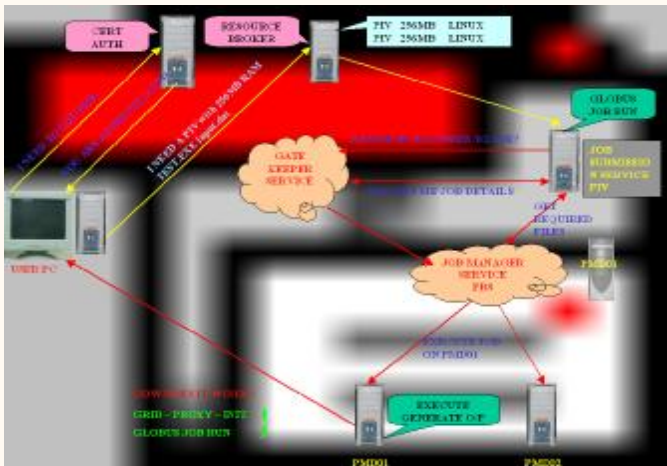
गणित तथा परिकलन

गणित तथा परिकलन विज्ञान के क्षेत्र में, टाटा मूलभूत अनुसंधान संस्थान, मुंबई में बीजगणित, बीजगणितीय रेखागणित, लाई ग्रुप, एगोडिक सिद्धांत, संख्या सिद्धांत, समुच्चय और स्थान विज्ञान तथा बंगलौर में गणित के अनुप्रयोग, नामक विषयों में शैक्षिक कार्यक्रम चलाता है; हरीश चन्द्र अनुसंधान संस्थान, इलाहाबाद खगोल भौतिकी, उच्च ऊर्जा भौतिकी, संघनित्र पदार्थ भौतिकी और गणितीय भौतिकी सहित गणित-विज्ञान और सैद्धांतिक भौतिकी के प्रगत क्षेत्रों में अनुसंधान कार्य करता है, और गणितीय विज्ञान संस्थान, चेन्नई, तमिलनाडु सैद्धांतिक भौतिकी, गणित और कम्प्यूटर विज्ञान के क्षेत्रों में अनुसंधान करने के कार्य में जुटा हुआ है।

भाभा परमाणु अनुसंधान केन्द्र ने 1000 से भी अधिक प्रोसेसरों के साथ टेराफ्लाप समानांतर सुपर कम्प्यूटरों को विकसित करने के अपने प्रयास में 360 गीगाफ्लापों की परिकलन गति देने वाले 128 प्रोसेसरों



ट्राम्बे में विकसित सुपर कम्प्यूटर अनुपम



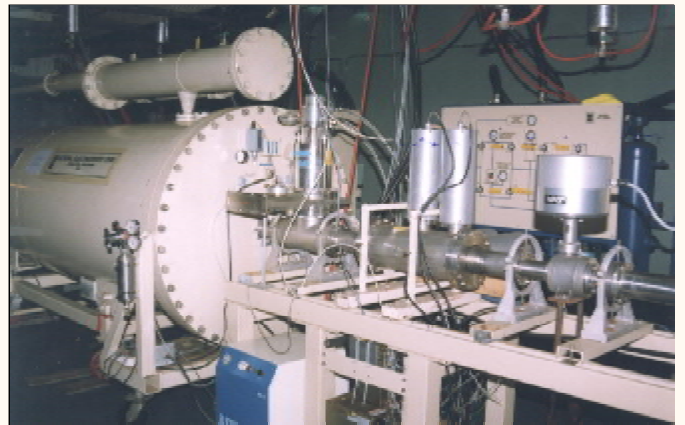
वीईसीसी में ग्रिड परिवेश में क्रमवार कार्यनिष्पादन

सहित एक सुपर-कम्प्यूटर कमीशन करके एक बहुत ही उल्लेखनीय उपलब्धि हासिल कर ली है. वर्ष 1991 से लेकर अब तक सुपर-कम्प्यूटरों की अनुपम श्रृंखला के 15 से अधिक विभिन्न माडल विकसित किए जा चुके हैं. अब तक, देश के अग्रणी अनुसंधान और विकास तथा शैक्षणिक संस्थानों में 37 सुपर-कम्प्यूटर कमीशन किए जा चुके हैं.

भौतिकी

भौतिकी संस्थान, भुवनेश्वर संघनित्र पदार्थ और उच्च ऊर्जा, नाभिकीय, परमाणु और त्वरक आधारित भौतिकी तथा अन्य सम्बद्ध विषयों पर अनुसंधान कार्य करता है. इस संस्थान की एक प्रमुख प्रयोगात्मक सुविधा 'आयन किरणपुंज त्वरक' है. यहां स्थापित की गई अनुसंधान सुविधाओं का उपयोग संस्थान के अपने शोधकर्ताओं तथा भारत के अन्य अनुसंधान संस्थानों और विश्वविद्यालयों के शोधकर्ताओं द्वारा किया जाता है.

हरीश चन्द्र अनुसंधान संस्थान में भौतिकी विज्ञान में किया जा रहा शोध कार्य विवृत सूत्र सिद्धांत की मूलावस्था, जिनमें टेक्योन पाए जाते



भौतिकी संस्थान, भुवनेश्वर, उड़ीसा में स्थापित त्वरक मास स्पैक्ट्रोमीटरी टैंक

हैं, को समझने से संबंधित है. अध्ययन के अन्य मुख्य क्षेत्रों में घनात्मक ब्रह्माण्डकीय स्थिरांक से जुड़े अतिगुरुत्व हलों का अध्ययन किया जाना शामिल है.

टाटा मूलभूत अनुसंधान संस्थान स्थित राष्ट्रीय उच्च क्षेत्रीय एन एम आर सुविधा शोधकर्ताओं को आधुनिकतम सेवाएं प्रदान करता है. इस संबंध में किए गए अध्ययन के परिणामस्वरूप, जैव अणुओं का प्रतिचित्रण करने के क्षेत्र में कई रचनात्मक कार्य किए गए.

भूकम्पीय अध्ययन

भाभा परमाणु अनुसंधान केन्द्र कर्नाटक में गौरीबिदनूर, दिल्ली और ट्राम्बे भू-कम्पीय भाभा परमाणु अनुसंधान केन्द्र के कार्यकलापों को मानीटर करता है. नेमी भूकम्पीय विश्लेषण के अलावा, भूतल

तरंगों का अध्ययन करने के लिए विश्लेषण साफ्टवेयर का विकास करने के लिए और अन्य अग्रणी क्षेत्रों में भी शोध कार्य किए जाते हैं.

अतिचालकता

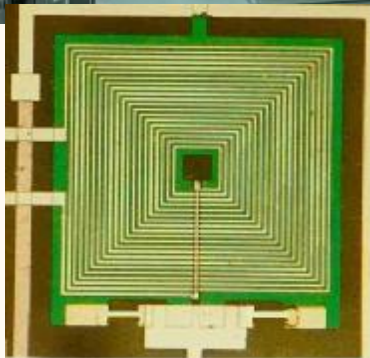
अतिचालकता वह क्षेत्र है जिसका भविष्य में काफी विस्तार होने की संभावना है. द्रव हीलियम तापमान पर अतिचालकता के बलों के नमूनों के



कर्नाटक में बंगलोर के निकट गौरीबिदनूर में स्थापित सीसमिक केंद्र



चिप एकीकृत इनपुट
कायल पर बना डीसी
स्क्विड संसूचक



अभिलक्षणन के लिए एक परीक्षण सुविधा स्थापित करने का काम पूरा किया गया है. इंदिरा गांधी परमाणु अनुसंधान केन्द्र भी अविनाशक परीक्षण सहित पदार्थ प्रौद्योगिकी के लिए 'स्क्विड' पर आधारित प्रणालियाँ विकसित करने की दिशा में कार्यरत है.

खगोलिकी

विकिरण खगोलिकी के क्षेत्र में, तमिलनाडु में ऊटकमंड के निकट नीलगिरी की पहाड़ियों में स्थापित एक रेडियो-टेलिस्कोप व्यूह का उपयोग कई दशकों से किया जा रहा है. इसका इस्तेमाल सुदूर स्थित परागांगेय विकिरण स्रोतों और अंतरगृहीय पिंडों के अध्ययन के लिए किया जाता रहा है.

पुणे, महाराष्ट्र में नारायण गांव के समीप 30 महाकाय परावल्यिक डिशों वाला एक बृहत् मीटर वेव रेडियो-टेलिस्कोप (जीएमआरटी) ब्रह्मांड की थाह लेने के लिए कार्यरत है. टाटा मूलभूत अनुसंधान केन्द्र द्वारा स्थापित यह टेलिस्कोप विकिरण खगोलिकी के क्षेत्र में एक अग्रणी अनुसंधान सुविधा है और अपनी शृंखला के टेलिस्कोपों में विश्व का सबसे शक्तिशाली रेडियो-टेलिस्कोप है. यह जी एम आर टी अब 1:4 गीगा हर्ज से कम विकिरण खगोलिकी के लिए पूर्ण विकसित अन्तर्राष्ट्रीय वेधन सुविधा हो गया है. इस टेलिस्कोप पर बहुत से राष्ट्रीय और अन्तर्राष्ट्रीय उपभोक्ता खगोलिकी में अनुसंधान करते हैं.

अन्तर्राष्ट्रीय स्तर की एक और 'ग्रेस' नामक खगोलिकी-अनुसंधान सुविधा की स्थापना भाभा परमाणु अनुसंधान केन्द्र द्वारा माउंट आबू, राजस्थान में की जा रही है. 'ग्रेस' के अंतर्गत, 'टेक्टिक', 'मेस', 'बेस्ट' और 'मिस्टिक' नामक चार टेलिस्कोप हैं.

"टेक्टिक" (टेरा-इलैक्ट्रान-वोल्ट एटमॉस्फियरिक केरेनकोव टेलिस्कोप विद इमेजिंग कैमरा), जोकि भारत का अब तक का पहला



पुणे के निकट नारायणगांव में स्थापित वृहद् मीटरवेव रेडियो टेलिस्कोप



इंजैक्ट हैदराबाद स्थित पदार्थ घटक अभिलक्षण केन्द्र में कार्यरत स्टैप-जीमान एटॉमिक एब्जॉर्प्शन स्पेक्ट्रोमीटर



स्क्वेमस कोशिका कार्सिनोमा के अध्ययन के लिए एक कोशिका में pK14-EF को इंजैक्ट करके ट्रांसजेनिक चूहे को पैदा किया गया है

इमेजिंग गामा -रे टेलिस्कोप है, को माऊंट आबू, राजस्थान में कमीशन किया गया है . इसका इस्तेमाल 1 TeV ऊर्जा से अधिक के कास्मिक गामा किरणपुंज स्रोतों के अति सुग्राही प्रेक्षकों के लिए किया जाता है.

रासायनिकी

भाभा परमाणु अनुसंधान केन्द्र परमाणु विद्युत संयंत्रों, अनुसंधान रिएक्टरों और भारी पानी संयंत्रों को आधुनिकतम विश्लेषणात्मक और रसायन विज्ञान से संबंधित सेवाएं प्रदान करता है, और रसायन विज्ञान के अग्रणी क्षेत्रों में अनुसंधान कार्य करता है.

यह परमाणु ऊर्जा विभाग के भीतर और बाहर के विभिन्न प्रयोक्ता संगठनों को विशिष्ट विश्लेषणात्मक रासायनिकी सेवाएं उपलब्ध कराता है. विश्लेषित नमूनों में धातु एवं मिश्रधातु जैसे विविध पदार्थ, कार्बनिक तथा कार्बन-धात्विक यौगिक, अकार्बनिक यौगिक, शैल तथा खनिज, नाभिकीय एवं विशिष्ट महत्वपूर्ण पदार्थ, उच्च परिशुद्धता वाले पदार्थ, पर्यावरणीय एवं जैविक पदार्थ तथा अन्य विविध प्रकार के नमूने शामिल हैं.

भाभा परमाणु अनुसंधान केन्द्र के हैदराबाद स्थित पदार्थों का संरचनात्मक अभिलक्षण केन्द्र (सीसीसीएम) द्वारा विभिन्न विभागीय, सरकारी तथा निजी संस्थानों को उच्च गुणवत्ता वाली विश्लेषणात्मक सेवाएं प्रदान की जाती हैं.

जीव-विज्ञान

ट्राम्बे में जीव विज्ञान के क्षेत्र में किए जा रहे अनुसंधान कार्य, अधिक पैदावार वाली खाद्य फसलों को विकसित करने और इन फसलों की शेल्फ लाईफ को बढ़ाकर फसलों की कटाई के बाद होने वाले नुकसान को टालने अथवा रोकने, कैंसर के मामले में विकिरण-चिकित्सा की कम मात्रा देने के लिए नई प्रक्रियाएं विकसित करने और रोगों के निदान के लिए तथा हर व्यक्ति व जनसामान्य की अंगुलियों के निशान लेने के लिए मूलभूत जीव-विज्ञान के क्षेत्र में आण्विक और आइसोटोप तकनीकों को इस्तेमाल करने की दिशा में अग्रसर हैं.

टाटा मूलभूत अनुसंधान केन्द्र के बंगलौर स्थित राष्ट्रीय जीव-विज्ञान केन्द्र ने आधुनिक जीव-विज्ञान के अग्रणी क्षेत्रों में नए अनुसंधान कार्यों को शुरू करने में कार्यरत है.

साहा नाभिकीय भौतिकी संस्थान, कोलकाता के कोशिकीय और आण्विक स्तर पर जैव-अणुओं के संरचना फलन के सहसंबंधों का पता लगाने संबंधी अनुसंधान कार्यों में जुटे हुए हैं.