

वर्ष 13 / अंक 07 / मई 2019

ISSN-2319-9423

साइंसा

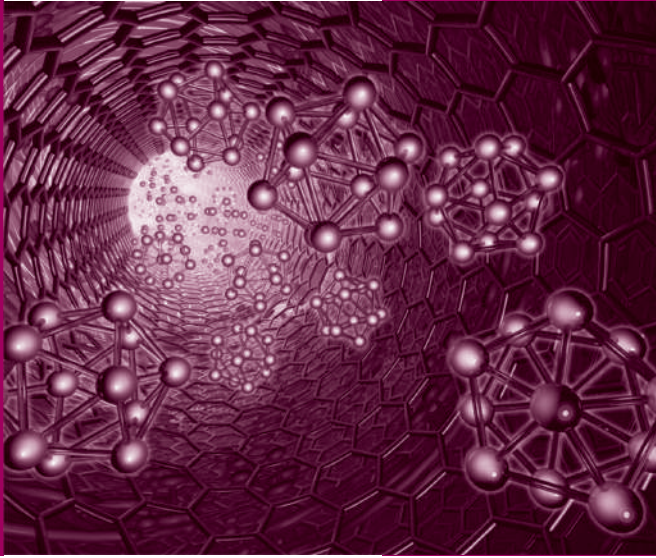
राष्ट्रीय विज्ञान पत्रिका

इंडिया

₹ 30

इक्कीसवीं सदी में

नैनोटेक्नोलॉजी



इक्कीसवीं सदी में नैनोटेक्नोलॉजी

डॉ. कृष्ण कुमार मिश्र

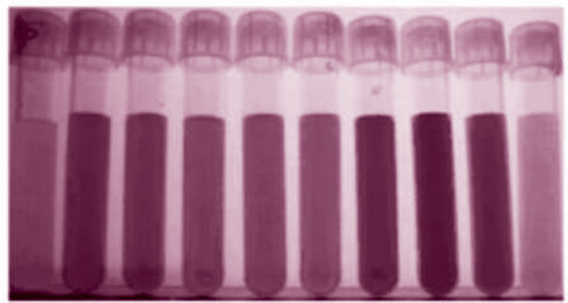
एसोशिएट प्रोफेसर

होमी भाभा विज्ञान शिक्षा केन्द्र टाटा मूलभूत अनुसंधान संस्थान
(सम-विश्वविद्यालय) वी. एन. पुरव मार्ग, मानखुर्द मुंबई-400088

आज का युग तकनीकी युग है। हमारे जीवन में तकनीक का महत्व तथा प्रभाव बढ़ता जा रहा है। आज नैनोटेक्नोलॉजी हमारे जीवन को आसान, सुगम तथा आरामदायक बनाने में बहुत मददगार साबित हो रही है। हमारे खानपान, रहन-सहन, कृषि, पर्यावरण, ऊर्जा, उद्योगधंधे, सूचना तथा संचार, विमानन, प्रदूषण नियंत्रण, निदान एवं चिकित्सा, सैन्य-विज्ञान, सभी क्षेत्रों में नैनोटेक्नोलॉजी एक अहम भूमिका निभा रही है। नैनोटेक्नोलॉजी वह तकनीक है जिसके जरिए पदार्थों को छोटे स्तर पर संश्लेषित, परिचालित तथा विशिष्ट बनाया जाता है। ऐसा सौ नैनोमीटर से छोटे स्तर पर किया जाता है। नैनोमीटर आकार में बहुत छोटा होता है। यह एक मीटर का एक अरबवां हिस्सा होता है। नैनोटेक्नोलॉजी एक विस्तृत तथा बहुविषयक क्षेत्र है जिसमें नैनोपदार्थ, नैनोजैवप्रौद्योगिकी, नैनोइलेक्ट्रॉनिक्स, नैनोप्रणालियाँ तथा नैनोमशीनें शामिल हैं। सबसे पहले सन् 1959 में

सुविख्यात अमेरिकी भौतिकविज्ञानी रिचर्ड फाइनमैन ने अपने व्याख्यान में नैनो स्तर पर पदार्थों के गुणधर्म और उनसे बनने वाली संभावित वस्तुओं की चर्चा की थी। आज तो हर तरफ नैनोटेक्नोलॉजी की चर्चा है तथा ऐसा प्रतीत होता कि आने वाले दशकों में यह यत्र, तत्र, सर्वत्र व्याप्त हो जाने वाली विधा हो जाएगी।

नैनो के तकनीकी उपयोग के कई कारण हैं।

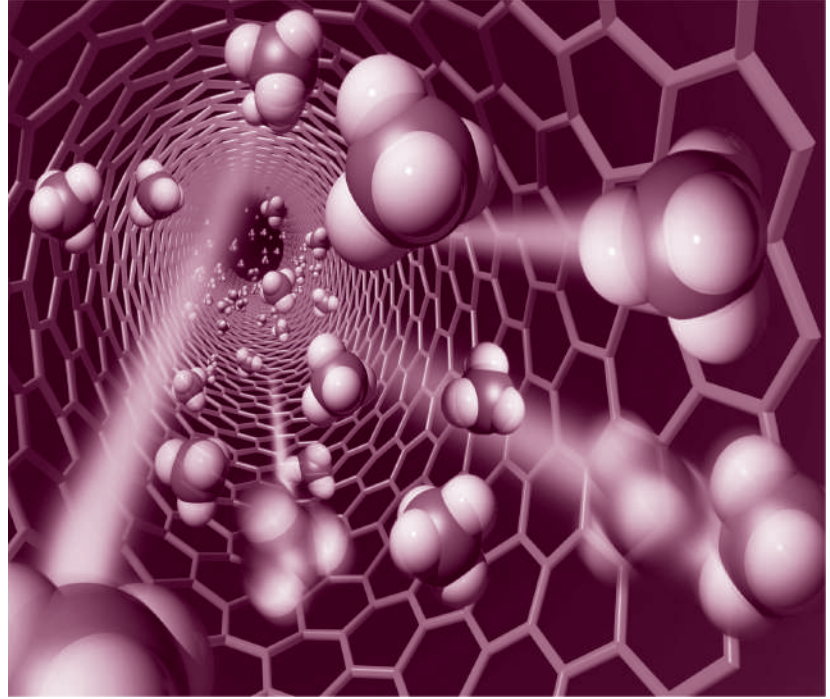


2 5 6 12 16 18 24 60 90 150 nm

सोने का नैनो-विलयन। कणों के आकार में भिन्नता के कारण विलयनों के रंग भिन्न-भिन्न हैं।

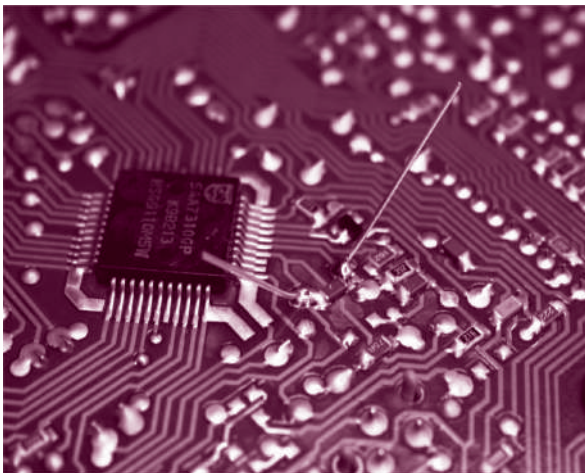
सबसे बड़ा कारण यह है कि नैनो आकार में पदार्थ के मूल गुण बहुत बदल जाते हैं। रंग, क्रियाशीलता, वैद्युतीय गुणों आदि में उल्लेखनीय परिवर्तन देखने को मिलता है। ये परिवर्तन चूंकि मूल गुणों से अलग होते हैं, अतः नियंत्रित स्थिति में इन परिवर्तनों का उपयोग करके असामान्य से लगने वाले अनुप्रयोगात्मक विकास किए जाते हैं। नैनोटैक्नोलॉजी में वास्तव में यही किया जाता है। नैनो-पदार्थों के इन गुणधर्मों के कई अनोखे उदाहरण हैं। जैसे नैनोस्तर पर तांबा गैरपारदर्शी से पारदर्शी हो जाता है, प्लैटिनम तथा सोना अक्रिय से उत्प्रेरक बन जाते हैं तथा एल्युमिनियम दहनशील हो जाता है। सिलिकॉन जैसा कुचालक पदार्थ नैनोस्तर पर पहुंचकर सुचालक बन जाता है। हम जानते हैं कि सोने के कणों का रंग पीला होता है। लेकिन आपको जानकर हैरत होगी कि नैनो आकार पर इसके लाल और सफेद कोलॉइडी विलयन भी बनाए जा सकते हैं। वास्तव में आज से डेढ़ सदी पहले ही इस बारे में सफल प्रयास किया जा चुका है। सन् 1857 में विख्यात रसायनज्ञ माइकल फैराडे ने सोने का कोलॉइडी विलयन तैयार किया था जो आज इतने वर्ष बीत जाने के बाद भी जस-का-तस है। यद्यपि नैनो स्तर पर पदार्थ की क्रियाशीलता बहुत बढ़ जाती है फिर भी इस विलयन में आज तक कोई परिवर्तन नहीं देखने को मिला है। इस प्रकार फैराडे ने यह सिद्ध कर दिया कि नैनो का स्थायी विलयन भी बनाया जा सकता है।

उच्चकोटि के पेन्ट तथा थर्मल स्प्रे-कोटिंग में इस्तेमाल किए जाने वाले टाइटेनियम कण वास्तव



नैनोजिल्ली द्वारा प्रदूषणकारी अणुओं का

में नैनोकण होते हैं। उसी प्रकार सेनेटरी उत्पाद, फर्श तथा दीवारों पर लगायी जाने वाली टाइल्स में सजावटी आकृतियां नैनोकणों से बनी होती हैं। नैनोटैक्नोलॉजी से उन्नत उत्प्रेरकों का प्रयोग रासायनिक तथा संबंधित उद्योगों में हो रहा है, विशेष रूप से उन क्षेत्रों में जहाँ रासायनिक अभिक्रियाएँ अधिक महत्वपूर्ण हैं। नैनोपोरस पदार्थ जैसे जियोलाइट का प्रयोग लंबे समय से कच्चे तेल को शुद्ध करने के लिए किया जा रहा है। बारीकी से विभाजित उत्प्रेरकों का उपयोग सबसे उपयुक्त माना जाता है इसलिए आजकल प्रदूषण रोकने के लिए वाहनों के कन्वर्टर्स में प्रयोग की जाने वाली उत्प्रेरक सहित अन्य अत्याधुनिक उत्प्रेरक नैनो संरचित होते हैं। आटोमोबाइल के ईंधन में भी नैनो-द्रवों को घोलकर ईंधन की क्षमता को बढ़ाने की दिशा में सोचा जा रहा है। इस क्षेत्र में एल्युमिनियम नैनो-कणों का उपयोग वैज्ञानिकों ने शुरूआती स्तर पर किया है। ब्रेकआयल के स्थान पर नैनो-द्रवों से बने



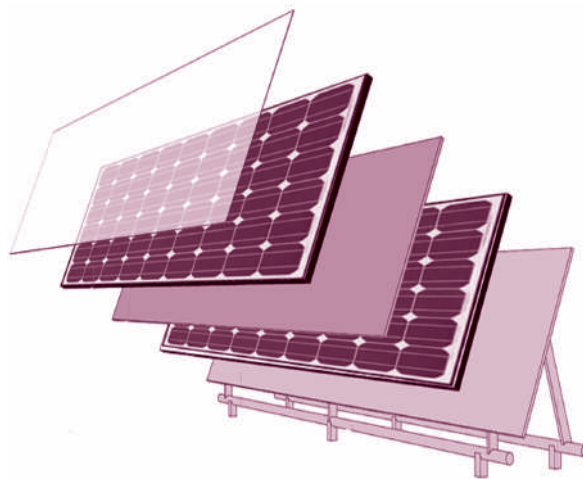
इलेक्ट्रॉनिक चिप

ब्रेक-फ्ल्यूइड भी बनाने के प्रयास हो रहे हैं। इन ब्रेक फ्ल्यूइड में शुरुआती स्तर पर कॉपर आक्साइड और एल्युनिमियम आक्साइड के नैनो-द्रवों का इस्तेमाल किया गया है। प्रायोगिक स्तर पर इसके उत्साहजनक परिणाम प्राप्त हुए हैं। उद्योगों में निस्संयंदन यानी फिल्ट्रेशन का काम आम तौर पर नैनो झिल्ली द्वारा किया जाता है। बड़े पैमाने पर यह प्रक्रिया जल तथा वायु शोधन और विभिन्न औद्योगिक प्रक्रियाओं में अपनाई जाती है। इनमें औषधि और एंजाइम का शोधन, जल-तेल का पृथक्कन तथा अपशिष्ट निष्कासन शामिल हैं। नैनोटैक्नोलॉजी जल में घुलित संदूषण को निकालने में बहुत कारगर है।



कार्बन नैनोट्यूब

आज के युग को हम सिलिकॉन का युग मानते हैं। आज की सूचना क्रांति के पीछे वास्तव में सिलिकॉन की अहम भूमिका है। सिलिकॉन एक अर्धचालक है और सभी इलेक्ट्रॉनिक परिपथों में इसका प्रयोग होता है। वर्तमान स्थिति यह है कि एक इलेक्ट्रॉनिक चिप पर करीब दस लाख सिलिकॉन यंत्र होते हैं, और प्रत्येक यंत्र का आकार 500 नैनोमीटर का होता है। आगे उम्मीद है कि लगभग दो दशकों में इसका आकार 500 नैनोमीटर से सिमटकर 1-10 नैनो मीटर हो जाएगा। आजकल एक नयी तकनीक विकसित की गयी है जिसमें कार्बन



सौरविद्युत बैटरी

नैनोट्यूब को शुद्ध करके सिलिकॉन चिप के रूप में प्रयोग किया जा सकेगा जिससे कम्प्यूटरों की क्षमता बहुत बढ़ जाएगी। इस समय दुनिया में ग्रेफीन पर शोध चल रहा है तथा आने वाले दिनों में ग्रेफीन से कम्प्यूटर चिप बनेंगे जिससे कम्प्यूटर की गति तेज होगी तथा आकार छोटा होगा। वैज्ञानिक ग्रेफीन से बने ऑप्टिकल फाइबर इस्तेमाल करने की योजना पर काम कर रहे हैं जिससे इंटरनेट की स्पीड 20 गुना बढ़ सकती है।

विश्व में ऊर्जा संकट को ध्यान में रखते हुए बैटरियों में लैथेनम, सीरियम, स्ट्रॉन्शियम, मैंगनीज के

नैनोकणों का प्रयोग किया जा रहा है। ईंधन सेल में उत्प्रेरक के रूप में प्लैटिनम धातु का इस्तेमाल किया जाता है जो कि काफी महंगी होती है। कंपनियों ने इसे किफायती बनाने के लिए प्लैटिनम के नैनो कणों का प्रयोग शुरू किया है। लीथियम बैटरियों में लीथियम टाइटेनेट और टैन्टेलम नैनोकणों का उपयोग करके अगली पीढ़ी की लीथियम आयन बैटरियां बनायी जा रही हैं। सौर ऊर्जा भारत के लिए एक अच्छा वैकल्पिक स्रोत है। इसके लिए सौरविद्युत बैटरियों की जरूरत होती है। इनकी मदद से हम सूर्य के प्रकाश को विद्युत में बदल सकते हैं। मगर इन बैटरियों की दक्षता काफी कम है और ये महंगी भी होती हैं। लेकिन अब नैनोटैक्नोलॉजी की मदद से इनकी कार्यक्षमता बढ़ाई जा सकती है और कीमत भी काफी कम की जा सकती है। इस तकनीक में अर्द्धचालक की सतह पर सोने के नैनोकण इस्तेमाल किए जाएंगे।

कृषि के क्षेत्र में नैनोटैक्नोलॉजी के बहुत-से लाभ हैं। पौधों के लिए जल व उर्वरक की धीमी निकासी तथा प्रचुर खुराक के लिए नैनोरंध्र- जियोलाइट्स का प्रयोग किया जा सकता है। बढ़ते हुए औद्योगीकरण, कृषि में कीटनाशकों के अत्याधिक प्रयोग, जनसंख्या-वृद्धि, नाइट्रेट, सीसा जैसे भारी तत्व के उपयोग ने भूमिगत जल को काफी प्रदूषित कर दिया है। वैज्ञानिकों ने पाया है कि लौह नैनोकणों के उपयोग से जल को शुद्ध किया जा

सकता है। नैनोटैक्नोलॉजी द्वारा ऐसे पदार्थ बनाए जा सकेंगे जिसके विनिर्माण में अपशिष्ट पदार्थ बनेंगे ही नहीं। इससे पर्यावरण प्रदूषण को रोकने में मदद मिलेगी। नैनोटैक्नोलॉजी के द्वारा ऐसे बारकोड्स बनाए जा सकते हैं जिनसे पर्यावरण में खतरनाक पदार्थों की जानकारी मिल सकेगी।

नैनोटैक्नोलॉजी का उपयोग रक्षाविज्ञान तथा दूसरी शाखाओं में भी हो रहा है। नैनोटैक्नोलॉजी के जरिए सेना के लिए ऐसी हलकी पोशाकें बनाने पर काम चल रहा है जो वातावरण के अनुसार अपना रंग बदल लेंगी। कारतूस एवं शस्त्र प्रणालियों को कारगर बनाने में नैनोटैक्नोलॉजी का प्रयोग किया जाता है। नैनोकंपोजिट मटेरियल से ऐसे युद्धक विमान बनाए जा रहे हैं जो वजन में निहायत हलके हैं लेकिन सामर्थ्य में कहीं बेहतर हैं तथा उनका जीवनकाल भी धात्विक या मिश्रधातु से बने यानों से कहीं ज्यादा है। रक्षावैमानिकी के अलावा नागरिक विमानन के क्षेत्र में भी नैनोटैक्नोलॉजी के इस्तेमाल से बेहतर, किफायती तथा आरामदायक विमान बनाए जाने पर काम चल रहा है।

दैनिक जीवन में काम आने वाली चीजों जैसे साबुन, कपड़े, प्लास्टिक में जिनक नैनोकणों तथा सिल्वर नैनोकणों के उपयोग किए जाने की संभावना है जिससे इनकी गुणवत्ता में कई गुना वृद्धि हो जाएगी। इन कणों का सूक्ष्मजीवरोधी, जीवाणुरोधी, प्रतिजैविक तथा फफूंदरोधी क्रीमों में

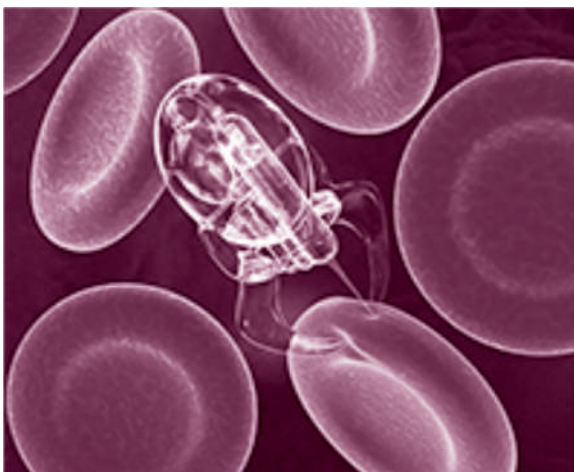


नैनो-पोशाक



नैनोकंपोजित मटेरियल से बना युद्धक विमान

उपयोग करके रोजमर्रा की आम वस्तुओं को इस कदर सुग्राही तथा प्रभावी बनाया जा सकेगा कि इन वस्तुओं के शत-प्रतिशत परिणाम नजर आएंगे। इस समय चांदी के नैनोकणों का इस्तेमाल घाव की मरहमपट्टी में किया जा रहा है क्योंकि उसमें जीवाणुरोधी गुण होते हैं। कैल्शियम फास्फेट के नैनोक्रिस्टल का इस्तेमाल करके उच्च गुणवत्ता की कृत्रिम हड्डी बनायी जा रही है जो स्टेनलेस स्टील से भी ज्यादा मजबूत है। दंतचिकित्सा में एक्स-रे की



चिकित्सा के क्षेत्र में नैनोरोबोट

बेहतर क्वालिटी के लिए टंगस्टन आक्साइड के नैनोकणों का प्रयोग किया जा रहा है।

नैनोरोबोट का उपयोग चिकित्सा के क्षेत्र में किया जा रहा है। नैनोरोबोट बहुत छोटे कण होते हैं जो कि ऐसे कल-पुर्जों से बने होते हैं जिनका आकार 1 से 100 नैनोमीटर तक होता है। इसमें कार्बन की नैनोनलिकाओं का उपयोग कर चिप्स बनाए जाते हैं। इन रोबोट्स को शरीर के अंदर रक्तवाहिनियों आदि में आसानी से प्रविष्ट किया जा सकता है। इन

नैनोरोबोट के जरिए बिना एंटीबायोटिक इस्तेमाल किए रोगाणुओं से मुक्ति दिलाई जा सकती है।

क्वांटम डाट्स को शरीर में संचारित करके कैंसर का पता लगाने और उपचार करने का प्रयास हो रहा है। इसमें नैनो-ड्रग डिलिवरी सिस्टम का उपयोग किया जा रहा है जिसमें नैनो-जेल और गोल्ड-प्लेटेड नैनो कणों का इस्तेमाल किया जा रहा है। ये नैनोकण बायोमार्कर तथा ड्रग से सुसज्जित होते हैं ताकि वे सीधे कैंसर कोशिकाओं तक पहुँच सकें और आसपास की स्वस्थ कोशिकाओं को प्रभावित किए बिना केवल रोगग्रस्त कोशिकाओं को नष्ट कर सकें। वैज्ञानिकों ने फ्लूरिसेंट नैनोकण भी तैयार किए हैं जो एमआरआई स्कैन करते समय चमक उठते हैं। इससे शरीर में कैंसरग्रस्त स्थान का सही पता लगाने में मदद मिलती है। भविष्य में हीमोग्लोबिन की तर्ज पर नैनोपदार्थ आक्सीजन के वाहक के रूप में उपयोग किए जाएंगे। इस तरह हम देखते हैं कि नैनोटैक्नोलॉजी के हमारे जीवन में अनेक लाभ हैं तथा इक्कीसवीं सदी में इसकी भूमिका उत्तरोत्तर बढ़ती जाने वाली है।