



नॅनोतंत्रज्ञान (Nanotechnology) ही तंत्रज्ञानातील अली-कडच्या काळात उदयास आलेली ज्ञानशाखा आहे. या शाखेचा विकास प्रामुख्याने गेल्या दोन-तीन दशकांमध्ये झाला. जवळ-जवळ सर्व क्षेत्रांमध्ये उपयोजनाची शक्यता असल्याने या तंत्रज्ञानाचा विस्तार वेगाने होतो आहे. हे तंत्रज्ञान अत्यंत सूक्ष्म पातळीवरील अवकाशासंबंधी आहे. अतिसूक्ष्म पातळीवरचा विचार यात केला जात असल्याने या तंत्रज्ञानाला मराठीत 'अब्जांश तंत्रज्ञान' अशी संज्ञाही वापरली जाते. या तंत्रज्ञानास सूक्ष्मातिसूक्ष्म तंत्रज्ञान असेही म्हणता येईल. अधिक माहितीसाठी marathivishwakosh.org हे संकेतस्थळ पाहावे.

सूक्ष्मातिसूक्ष्माचे मोजमाप

कोणत्याही वस्तूचा आकार मोजण्यासाठी आपण लांबी, रूंदी व जाडी या तीन मितींचे (Dimension) मोजमाप करतो. मॅट्रिक पद्धतीत त्यासाठी 'मीटर' हे एकक वापरले जाते. एक मीटर म्हणजे किती याची व्याख्या सर्वप्रथम सन १७९३ मध्ये करण्यात आली होती. त्यासाठी विषुववृत्तापासून उत्तर ध्रुवापर्यंतचे अंतर मानक म्हणून वापरण्यात आले होते. त्यानंतर अनेकदा मीटरची व्याख्या बदलत गेली. सन २००२ पासून मीटरची व्याख्या ही प्रकाशाच्या वेगावर निर्धारित करण्यात आली. सेकंदाच्या २९,९७,९२,४५८ व्या भागात प्रकाशाने निर्वात पोकळीत कापलेले अंतर म्हणजे एक मीटर; अशी ही व्याख्या आहे.

वास्तव जगात अत्यंत सूक्ष्म ते अत्यंत विशाल आकाराच्या वस्तूंचा समावेश होतो. या निरनिराळ्या आकाराच्या वस्तूंच्या मिती मोजण्यासाठी एक मीटरपेक्षा जास्त आणि एक मीटरपेक्षा कमी अशी एककांची मालिका तयार करण्यात आली आहे. त्यांना विविध चिन्हे असून ते चिन्ह मीटरच्या 'm' या चिन्हामागे लावले जाते. उदाहरणार्थ— 'किलो' म्हणजे १००० व त्याचे चिन्ह 'k' आहे. म्हणूनच एक किलोमीटर अंतर दर्शविण्यासाठी 'km' हे चिन्ह वापरले जाते. याप्रमाणेच सूक्ष्मातिसूक्ष्म अवकाशाच्या मोजमापासाठी विविध चिन्हांचा उपयोग केला जातो. ती अशी आहेत—

एकक	चिन्ह	घातांक	वर्णन
मीटर	m	-	१
डेसिमीटर	d	10^{-1}	०.१
सेंटिमीटर	c	10^{-2}	०.०१
मिलिमीटर	m	10^{-3}	०.००१
मायक्रोमीटर	μ	10^{-6}	०.०००००१
नॅनोमीटर	n	10^{-9}	०.००००००००१
पिकोमीटर	p	10^{-12}	०.००००००००००००१

सर्वसाधारणपणे मानवी केसाची जाडी ५० मायक्रोमीटर (मायक्रॉन) इतकी असते. आपल्या डोळ्यांना न दिसणारे परागकण सर्वसाधारणपणे २० ते १०० मायक्रोमीटर एवढे सूक्ष्म असतात. जीवाणूंच्या बहुसंख्य पेशी या १ ते ५ मायक्रोमीटर इतक्या छोट्या असतात तर विषाणू खऱ्या अर्थाने सूक्ष्मातिसूक्ष्म पातळीवरचे असतात. त्यांचा आकार २० ते २५० नॅनोमीटर इतका असतो.

अणुरेणूंच्या पातळीवर गेल्यास आकार नॅनोमीटरपेक्षा कितीतरी कमी असतात. एक नॅनोमीटर म्हणजे मीटरचा एक अब्जांश भाग. त्यापेक्षाही खालचे मोजमाप करण्यासाठी अँगस्ट्रॉम (Å) हे चिन्ह उपयोगात आणतात. एक अँगस्ट्रॉम म्हणजे नॅनोमीटरचा एक-दशांश भाग (10^{-10}) असतो. हायड्रोजन अणूचा व्यास १.१ अँगस्ट्रॉम इतका छोटा असतो.

नॅनोतंत्रज्ञानात सूक्ष्मातिसूक्ष्म आकाराच्या कणांचा उपयोग करण्याचे तंत्रज्ञान विकसित करण्यात आले आहे.

नॅनोतंत्रज्ञानाचा प्रारंभ व प्रगती

नॅनोतंत्रज्ञानाचा प्रारंभ

नॅनोतंत्रज्ञानाचा प्रारंभ नोबेल पारितोषिक विजेते, विख्यात भौतिक वैज्ञानिक रिचर्ड फाईनमन यांनी १९५९ मध्ये दिलेल्या एका व्याख्यानापासून झाला असल्याचे मानले जाते. त्यांनी 'देअर इज अ प्लॅटी ऑफ रूम अँट द बॉटम' असे म्हटले होते.

सूक्ष्मातिसूक्ष्म पातळीवरच्या वस्तूंचा विचार करून सुयोग्य तंत्रज्ञान विकसित करण्यासाठी त्यामुळे चालना मिळाली.

नॅनोतंत्रज्ञान हे गेल्या काही दशकांमधले आहे. असे असले तरी प्राचीन काळातही अतिसूक्ष्म कणांचा वापर केला गेल्याची काही उदाहरणे आहेत. अर्थात, हे तंत्र अगदी जुजबी स्वरूपात वापरले गेले असावे. त्याचे विज्ञान फारसे विकसित झाले नव्हते, असे दिसते.

फाईनमन यांनी जरी सूक्ष्मातिसूक्ष्म अवकाशाकडे लोकांचे लक्ष वेधले असले तरी पुढील दोन दशकांपर्यंत या क्षेत्रात विशेष काहीही घडू शकले नाही. मुख्यतः एवढ्या छोट्या आकाराचे मोजमाप करणारी यंत्रे अद्याप तयार झालेली नव्हती.

अत्यंत अचूक यंत्र निर्माण करण्याच्या संदर्भात व अर्ध-वाहकासाठी अत्यंत पातळ फिल्म तयार करण्याच्या दृष्टीने जपानी वैज्ञानिक नरिओ तानिगुची यांनी १९७४ मध्ये सर्वप्रथम 'नॅनोतंत्रज्ञान' हा शब्द वापरला. त्यानंतर दीर्घकाळ 'नॅनोतंत्रज्ञान' या शब्दाचा वापर झाला नाही.

नॅनोतंत्रज्ञानातील प्रगती

सन १९८१ मध्ये जर्मन वैज्ञानिक गर्ड बिनिंग आणि हाईनरिख रोहरर यांनी स्कॅनिंग टनेलिंग सूक्ष्मदर्शक (Scanning Tunneling Microscope) तयार केला. त्यामुळे अब्जांश पातळीवरील अणु-रेणू यांच्या रचना बघणे शक्य झाले. या कार्याबद्दल या दोघा वैज्ञानिकांना १९८६ मध्ये नोबेल सन्मान देण्यात आला. या सूक्ष्मदर्शकाच्या मदतीने ०.१ नॅनोमीटरपेक्षाही छोटी वस्तू स्पष्टपणे ओळखता येऊ लागली. या शोधामुळे नॅनोतंत्रज्ञानाच्या विकासाची वाट खुली झाली.

यानंतर १९८५ मध्ये फुलेरिन, १९९१ मध्ये कार्बन नॅनोनलिका (Carbon Nanotube) आणि ग्राफीन या पदार्थांची सन २००४ मधील निर्मिती हे नॅनोतंत्रज्ञानाच्या प्रगतीमधील मैलाचे दगड मानले जातात. सन १९८९ मध्ये आयबीएम कंपनीतील तंत्रज्ञांनी झेनॉन (Xenon) या मूलद्रव्याचे अवघे ३५ अणू वापरून कंपनीचा अतिसूक्ष्म लोगो तयार करून नॅनोतंत्रज्ञानाची संभाव्य वाटचाल दाखवून दिली. नॅनोतंत्रज्ञानात अतिसूक्ष्म आकाराची यंत्रे बनवली जातात. याची सुरुवात सन १९८३ मधील फ्रेंच वैज्ञानिक जॉ पियरे सावेज आणि त्यांच्या सहकाऱ्यांनी केली. या कार्याबद्दल त्यांना २०१६ मध्ये नोबेल सन्मान देण्यात आला. या वैज्ञानिकांनी वर्तुळाकाराचे दोन रेणू एकमेकांमध्ये अडकवून कॅटेनेन हा पदार्थ बनवला. हे काम करताना त्यांनी जे तंत्रज्ञान विकसित केले त्यामुळे पुढील काळात अणु-रेणू जोडून अतिसूक्ष्म पातळीवर

काम करू शकणारी रेण्वीय यंत्रे (Molecular Machines) बनविणे शक्य झाले.

गेल्या दोन दशकांमध्ये नॅनोतंत्रज्ञानाच्या नॅनो रसायनविज्ञान (Nano-chemistry), नॅनो इलेक्ट्रॉनिक्स (Nano-electronics), नॅनो वैद्यकशास्त्र (Nano-medicine), नॅनो जीवशास्त्र (Nano-biology) आणि नॅनो कृषी (Nano-agriculture) अशा अनेकविध शाखा तयार झाल्या आहेत.

नॅनो पातळीवरील भौतिक विज्ञान

नॅनोतंत्रज्ञानाच्या मुळाशी भौतिक विज्ञानातील एक महत्वाची संकल्पना आहे. नॅनो पातळीवर वस्तूंचे गुणधर्म अतिशय वेगळे होतात. त्यांचा संबंध क्वांटम गुणधर्मांशी निगडित होतो. या पातळीवर अतिसूक्ष्म आकारामुळे वस्तूंचा रंग, त्यांची ताकद, वीजवहनक्षमता आणि रासायनिक प्रक्रियाक्षमता यांच्यात विलक्षण फरक पडतात. पदार्थाच्या या बदलणाऱ्या गुणधर्माचा उपयोग नॅनोतंत्रज्ञानात करून घेतला जातो. अतिसूक्ष्म पातळीवर म्हणजे अणु-रेणूंच्या पातळीवर वस्तूंची हाताळणी करता येत असल्याने त्यांच्यातून हवी त्या प्रकारची रचना केली जाते व आश्चर्यकारक अशा गुणधर्मांचे नवीन पदार्थ बनविता येतात. अशा पदार्थांना नॅनोपदार्थ (Nano-material) असे म्हणतात. फुलेरिन, ग्राफीन व कार्बनच्या नॅनोनलिका ही अशा नवीन नॅनोपदार्थांची महत्वाची उदाहरणे आहेत.

नॅनोपदार्थांचे वर्गीकरण

नॅनोपदार्थांची महत्वाची उदाहरणे

नॅनोतंत्रज्ञानातील विविध उत्पादनांचा कृषी, प्रदूषण नियंत्रण, कीटकनियंत्रण, अन्नसुरक्षा इत्यादी क्षेत्रांमध्ये उपयोग केला जातो. अशा उपयोजनासाठी विविध नॅनोपदार्थांचे त्यांचा आकार व रचना यांनुसार पुढील चार प्रकारांत वर्गीकरण केले जाते.

(१) शून्यमिती नॅनोपदार्थ : ज्या पदार्थाचा आकार १ ते १०० नॅनोमीटर असतो त्यांना शून्यमिती नॅनोपदार्थ (Zero D) म्हणतात. फुलेरिन हे त्याचे एक उदाहरण आहे.

(२) एकमिती नॅनोपदार्थ : या पदार्थांची कोणतीही एक मिती १०० नॅनोमीटरपेक्षा जास्त असते, तर इतर दोन मिती नॅनो परिमाणाच्या आत असतात. नॅनोनलिका व नॅनोवायर ही त्याची उदाहरणे आहेत. एकत्रिती नॅनोपदार्थास 1D या संक्षिप्त नावाने ओळखले जाते.

(३) द्विमिती नॅनोपदार्थ : 2D या संक्षिप्त नावाने ओळखल्या जाणाऱ्या या पदार्थांच्या दोन मिती १०० नॅनोमीटर-

D = Dimension (मिती)

पेक्षा जास्त आकाराच्या असतात व तिसरी मिती नॅनो परिमाणाच्या आत असते. उदाहरणार्थ- ग्राफीन.

(४) त्रिमिती नॅनोपदार्थ : या पदार्थाची कोणतीच मिती नॅनो परिमाणाच्या आत नसून सर्व मिती १ ते १०० नॅनोमीटरच्या बाहेर असतात. नॅनोनलिकांचा गड्डा अथवा नॅनोवायरचा जुडगा ही याची उदाहरणे आहेत. त्रिमिती नॅनो-पदार्थास 3D या संक्षिप्त रूपाने ओळखतात.

काही उपयुक्त नॅनोपदार्थ

(१) फुलेरिन

फुलेरिन (Fullerene) हा कार्बन अणूंचा बनलेला विशिष्ट आकाराचा रेणू आहे. या रेणूत एकेरी व दुहेरी बंधांनी एकमेकांशी जोडलेले कार्बन अणू असतात. पाच किंवा सात अणूंच्या कड्या एकमेकींशी जोडलेल्या असल्याने बंदिस्त किंवा अर्धबंदिस्त स्वरूपाची जाळीदार रचना तयार होते. असा रेणू पोकळ गोलाप्रमाणे, पोकळ नलिकांप्रमाणे किंवा इतर अनेक आकारांमध्ये असू शकतो. कोणत्याही फुलेरिन रेणूत असणाऱ्या कार्बन अणूंच्या संख्येनुसार त्याचे सूत्र C_n असे दिले जाते. यात 'n' हे चिन्ह कार्बन अणूंची संख्या दर्शविणारे आहे.

फुलेरिन गटातील साठ कार्बन अणू असणारा पदार्थ (C_{60}) विशेष प्रसिद्ध आहे. याला बकमिन्स्टरफुलेरिन असे नाव आहे. हे नाव विख्यात अमेरिकन वास्तुविशारद बकमिन्स्टर फुलर यांच्यावरून देण्यात आले आहे. साठ कार्बन अणू असलेल्या फुलेरिन रेणूची रचना त्यांनी बनवलेल्या एका डोमच्या रचनेसारखी असल्याने या नॅनोपदार्थाला हे नाव देण्यात आले. त्याचप्रमाणे हा पदार्थ फुटबॉलमधील चेंडूसारखा दिसतो म्हणून त्याला बकीबॉल असेही म्हटले जाते. पूर्णपणाने बंदिस्त रचना असणारे फुलेरिन रेणू कांद्याप्रमाणे दिसत असल्याने त्यांना बकीओनियन असे म्हणतात.

फुलेरिन रेणूचा व्यास सर्वसाधारणपणे १ नॅनोमीटर असतो. विशिष्ट गोलाकार रचनेमुळे हे रेणू प्रचंड दाब सहन करू शकतात.

(२) ग्राफीन :

ग्राफीन (Graphene) हेदेखील फुलेरिनप्रमाणे कार्बन रेणूचे एक विशिष्ट रूप आहे. या रेणूत कार्बन अणूंचा एक थर अशा प्रकारे असतो की त्यातून मधमाशांच्या पोळ्याप्रमाणे द्विमिती रचना तयार होते. ग्राफाइट या कार्बनच्या एका रूपामध्येही असेच कार्बन अणूंचे थर असतात. त्यावरूनच ग्राफीन हे नाव तयार करण्यात आले. एकप्रकारे कार्बन अणूंचे षटकोनी रचनेचे सपाट थर या रेणूत असतात. ते एकावर एक रचून भक्कम अशी

रचना तयार करता येते. अथवा हे थर गुंडाळल्यास त्यांच्यापासून कार्बन नॅनोनलिका (Carbon Nanotube) बनविता येते.

ग्राफीनमध्ये प्रत्येक कार्बन अणू हा बाजूच्या तीन अणूंशी सिग्मा बंधाने (σ bond) जोडलेला असतो आणि तो वहनक्षम असा एक इलेक्ट्रॉन पुरवतो. या वैशिष्ट्यपूर्ण रचनेमुळे ग्राफीनचे गुणधर्म काहीसे धातूप्रमाणे होतात व त्यांच्यात इलेक्ट्रॉनसंबंधी आगळेवेगळे गुणधर्म दिसून येतात. ग्राफीनमध्ये म्हणूनच सामान्य तापमानाला इलेक्ट्रॉन वहनाचा वेग भरपूर असतो व विद्युत अवरोध खूपच कमी असतो.

अतिशय पातळ असूनही ग्राफीनचे यांत्रिक गुणधर्म पोलादापेक्षाही उच्च प्रतीचे असतात. हा पदार्थ अत्यंत कणखर तरीही वजनाला हलका असतो. अत्यंत भक्कम पोलादापेक्षाही ग्राफीन सुमारे १०० पट बळकट असतो; तसेच तो सूर्यप्रकाशातील बहुतेक सर्व तरंगलांबींचा प्रकाश शोषून घेतो. म्हणूनच त्याचा रंग काळा असतो.

(३) कार्बन नॅनोनलिका :

कार्बन नॅनोनलिका हा ग्राफीनचाच एक प्रकार असून त्यात ग्राफीनचे थर गुंडाळून नळीसारखी रचना केलेली असते. या नलिका अत्यंत भक्कम आणि तरीही लवचीक असून त्यात विद्युतप्रवाहाचे वहन करू शकतात. त्यांच्या वैशिष्ट्यपूर्ण भौतिक व रासायनिक गुणधर्मांमुळे त्यांचा अनेक क्षेत्रांमध्ये उपयोग केला जातो.

(४) डेन्ड्रिमर :

डेन्ड्रिमर (Dendrimer) हे एक प्रकारचे बहुवारिक रेणू असून त्यांच्यात वृक्षाच्या फांद्यांप्रमाणे शाखा असतात. या रेणूंमध्ये इतर रेणू अडकू शकतात. त्यामुळे त्यांचा उपयोग औषधांचे रेणू वाहून नेऊन शरीरात इच्छित ठिकाणी सोडण्यासाठी करता येतो. या रेणूंमध्ये धातूचे आयनही अडकत असल्याने प्रदूषित पाण्यातील धातूचे आयन वेगळे करण्यासाठी त्यांचा वापर करता येतो.

(५) नॅनोकॉम्पोझिट :

नॅनोकॉम्पोझिट प्रकारच्या पदार्थात दोन किंवा जास्त पदार्थ एकत्र केलेले असतात. यामधील एक पदार्थ नॅनो पातळीवरचा असणे आवश्यक आहे. वस्तूच्या उपयुक्त गुणधर्मांत आवश्यक बदल करण्यासाठी त्यात नॅनोकण किंवा नॅनोपदार्थ मिसळले जातात. उदाहरणार्थ- अग्निरोधक वेष्टणे अथवा कवचे बनविण्यासाठी नॅनोकण चिकणमातीत मिसळून असे नॅनो-कॉम्पोझिट बनविले जाते.

(६) टिटॅनियम डायॉक्साइड :

नॅनो-टिटॅनियम- डाय-ऑक्साइड या पदार्थात टिटॅनियम- डाय-ऑक्साइडचे (TiO_2) रेणू विशिष्ट प्रकारे वापरलेले

असतात. या पदार्थाचे अनेक उपयुक्त गुणधर्म आहेत. हा पदार्थ रासायनिक क्रियेत उत्प्रेरकाप्रमाणे (Catalyst) कार्य करतो. त्याच्या या गुणधर्माचा वापर हवा व पाण्याच्या शुद्धीकरणासाठी केला जातो. तसेच वाहनाच्या काचेवर धूकटपणा येऊ नये म्हणून या नॅनोपदार्थाचा अगदी पातळ थर काचेवर दिला जातो. नॅनो-टिटॅनियम-डाय-ऑक्साइडचे थर अतिनील किरण (Ultraviolet Rays) शोषून घेतात आणि तरीही ते पारदर्शक असतात. त्यांच्या या गुणधर्माचा उपयोग अतिनील किरणरोधक सौंदर्यप्रसाधनात केला जातो.

(७) क्वांटम डॉट :

क्वांटम डॉट हे नॅनो आकाराचे कण असून सर्वसाधारणपणे ते २-२० नॅनोमीटर व्यासाएवढे छोटे असतात. हे अर्धवाहक (Semi-conductor) असल्याने व त्यांच्यात अनेक उपयुक्त गुणधर्म असल्याने नॅनो-इलेक्ट्रॉनिक्समध्ये उपयोगी पडतात. नॅनो आकारात असल्याने त्यांच्यात एकाच वेळी दृश्यीय (Optical) आणि इलेक्ट्रॉनिक गुणधर्म दिसून येतात. या क्वांटम डॉटवर अतिनील किरणांचा मारा केल्यास त्यातून एक इलेक्ट्रॉन वरच्या ऊर्जा पातळीवर जातो. असा उच्च ऊर्जा असणारा इलेक्ट्रॉन पुन्हा मूळ ऊर्जा पातळीवर जातो. असा उच्च ऊर्जा असणारा इलेक्ट्रॉन पुन्हा मूळ ऊर्जा पातळीवर जाताना क्वांटम डॉटमधून प्रकाश बाहेर पडतो. सर्वसाधारणपणे २-३ नॅनोमीटरच्या क्वांटम डॉटमधून निळा व हिरवा प्रकाश बाहेर पडतो, तर ५-६ नॅनो-मीटरच्या क्वांटम डॉटमधून लाल अथवा नारिंगी प्रकाश बाहेर पडतो.

क्वांटम डॉटचे सिंगल-इलेक्ट्रॉन ट्रान्झिस्टर, सौर विद्युत्-घट, सूक्ष्मदर्शक, वैद्यकीय क्षेत्रातील प्रतिमानिर्मिती आणि क्वांटम संगणन या क्षेत्रांमध्ये उपयोजन करणे शक्य आहे.

नॅनोतंत्रज्ञानाचे उपयोजन

नॅनोपदार्थाचे गुणधर्म आणि त्यांच्या निर्मितीचे तंत्रज्ञान प्रगत झाल्यामुळे आता अनेक क्षेत्रांमध्ये नॅनोतंत्रज्ञान व्यापारी तत्त्वावर यशस्वीपणाने वापरले जात आहे. त्यामधील काही क्षेत्रे अशी आहेत.

जलप्रदूषण नियंत्रण

विविध कारणांमुळे पाणी प्रदूषित होते. भौतिक, रासायनिक व जैविक घटकांमुळे होणारे जलप्रदूषण ही मोठी समस्या आहे. नॅनोपदार्थ वापरण्याची काही उदाहरणे अशी आहेत.

(१) नॅनोपृष्ठशोषण : यात धातूचे ऑक्साइड व चिकणमातीचे (Clay) नॅनोकण एकत्र करून नॅनोनलिका तयार

करणायत येतात. या नलिका तांबे, निकेल, कॅडमियम, असेनिक अशा प्रदूषकांना शोषून घेतात.

(२) नॅनोजीवाणूनाशक : यामध्ये चांदीच्या नॅनोकणांचा वापर केला जातो. पॉलिअक्रिलोनायट्राइल या रेणूचे नॅनोतंतू (Nanofibres) तयार केले जातात. पाण्यातील हानिकारक जीवाणू हे जंतू शोषून घेतात.

(३) नॅनोगाळणी : पाण्यामधील गढूळपणाला कारणीभूत ठरणारे कण, विद्युत्भारित कण व प्रदूषके गाळण्यासाठी नॅनो-पातळीवरील गाळण्यांचा वापर केला जातो. या गाळणीमुळे पाण्यातील बहुतेक प्रदूषके वेगळी करता येतात.

(४) नॅनो पुनःशुद्धीकरण : या प्रक्रियेत नॅनोपदार्थ म्हणून कार्बन नॅनोनलिका, झिओलाइटचे नॅनोकण व लोहाचे नॅनोकण वापरले जातात. भूजलामधील ट्रायक्लोरोइथिलीन या प्रदूषकाला पाण्यातून बाजूला करण्यासाठी नॅनोतंत्रज्ञान उपयोगी पडते.

(५) जैवसक्रिय नॅनोकण : अनेक नॅनोकणांमध्ये सूक्ष्म-जीवांना मारक गुणधर्म असतात. त्यांचा उपयोग पाण्यातील सूक्ष्मजीव काढून टाकण्यासाठी करता येतो. टिटॅनियम-डाय-ऑक्साइडचे नॅनोकण वापरून पाण्यात प्राणवायू तयार केला जातो. यामध्ये या नॅनोकणांचा प्रकाशीय उत्प्रेरण गुणधर्म उपयोगी पडतो. उत्पन्न झालेला प्राणवायू जलशुद्धीकरणासाठी उपयोगी ठरतो.

हवा प्रदूषण नियंत्रण

हवेतील विविध प्रकारचे प्रदूषण कमी करण्यासाठी नॅनोतंत्रज्ञानाचा उपयोग वाढत आहे. त्यासाठी अनेक प्रकारचे नॅनोपदार्थ वापरले जातात. कारखान्यांच्या चिमणीमधून बाहेर पडणारा धूर घातक असतो. मँगनीज ऑक्साइडचे नॅनोतंतू असणारी गाळणी चिमणीत बसविल्यास धुरामधील नायट्रोजन, सल्फर, हेक्झेन, टोल्वीन व अँसिटॉलडिहाइड इत्यादी विषारी वायूंवर प्रक्रिया करून ते काढून टाकता येतात. याचप्रमाणे कोळशाच्या खाणींमध्ये व कोळशावर आधारित औष्णिक वीजप्रकल्पांमध्ये तयार होणारा कार्बन-डाय-ऑक्साइड वायू कार्बन नॅनोनलिकांमध्ये शोषला जाऊन वायू-प्रदूषण कमी करता येते. अशाच प्रकारचे नॅनोतंत्रज्ञानावर आधारित पडदे गाळणीप्रमाणे वापरल्याने हवेतील मिथेनचे प्रमाण कमी करता येते. चिमणीत बसवलेल्या ४१ गाळण्यांमध्ये नॅनो आकाराची छिद्रे असतात व ती अनेक प्रकारच्या विषारी घटकांना हवेत मिसळण्यापासून रोखू शकतात. डास निर्मूलन

साठलेल्या पाण्यात डासांची पैदास होते. म्हणूनच डास निर्मूलनासाठी पाण्यावर कीटकनाशके फवारली जातात. तथापि, डासांच्या जीवनचक्रातील प्राथमिक अवस्थेतील डासांचा नायनाट