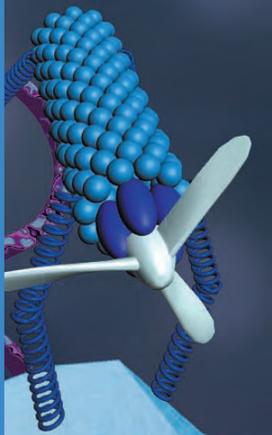
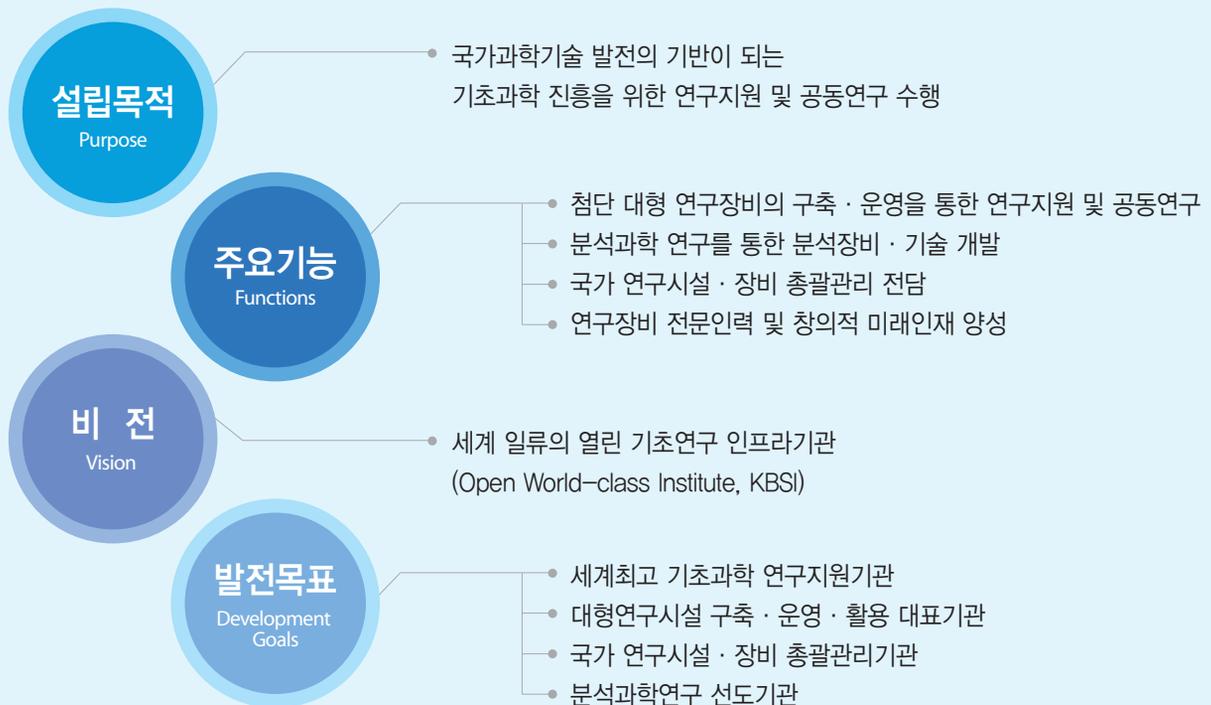


마이크로 세계에서 나노 세계까지





기초과학으로 창조 패러다임을 해석한다!
한국기초과학지원연구원은 기초과학으로 창조경제의 미래를 바꾸어 갑니다.



큐리언스 과학탐험대



안녕? 난 큐리언스야.
나와 함께
첨단과학의 세계를
여행하고 나면 과학이
재미있어 질거야~

- 마이크로 세계에서 나노 세계까지 -



큐리언스

항상 호기심이 넘치는
엑스사이언스의 마스코트.
어려운 과학도 큐리언스가 나서면
재미있어진다.

잠깐 기다려!
내가 첨단과학기술을
쉽게 이해시켜줄게.

안녕, 난 신비라고 해.
얼굴만 잘 생긴 게 아니라
과학실험도 좋아하지.
다함께 나노의 세계로
고고!!

으아~
왜 하필 모기가
나오는거야?
모기는 미녀만
쫓아다니'다니가.



신비

호기심 많은 개구쟁이 초등학생.
덜렁거리는 성격 탓에 실수도
많이 하지만 넘치는 상상력과 재치로
어려운 첨단과학의 세계를
신나게 여행한다.



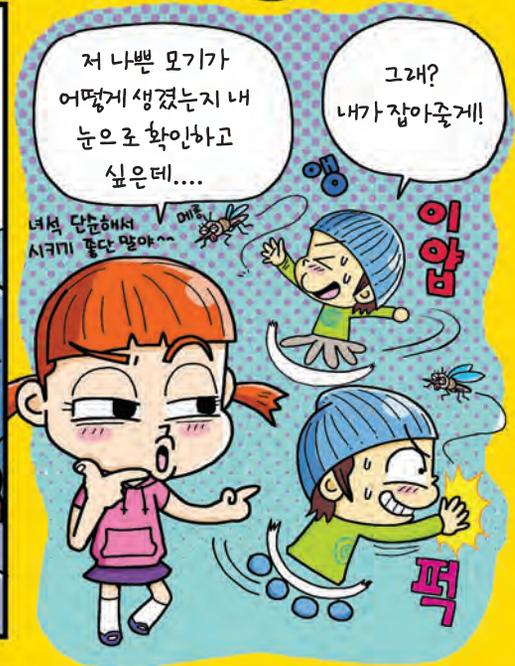
미래

공부 잘하는 똑똑한 초등학생.
학교 시험은 잘 보지만 실기와
실험은 제로. 큐리언스의 도움으로
첨단과학 여행을 마친 후, 이론과
실기 모두 만점 소녀로 거듭난다.



최첨단 박사

초등학생들이 너무나 좋아하는
한국기초과학지원연구원의
꽃미남 박사님.
모두가 어려워하는 첨단과학도
기초부터 탄탄하게 알려주면서
쉽고 재미있게 설명한다.





전자현미경으로
모기를 보기 위한 준비과정

1. 모기를 살아있는 채로 잘 잡아다가 냉동실에 잠깐 동안 넣어서 기절시킨다.

2. 기절한 모기를 고정액에 2~4시간 담가두어 세포 구조를 살아있는 그대로 보존시킨다.

3. 탈수용액을 이용하여 모기 속에 있는 수분을 제거한다.

4. 모기를 임계점 건조기에 넣어 수분을 완전히 없앤다.

5. 코팅된 테이프 위에 모기를 잘 붙이고 이온화된 금을 이용하여 코팅을 시킨다.

6. 표면의 구조를 관찰할 수 있는 전자현미경에 넣고 관찰!!

이건 무슨 현미경이에요?

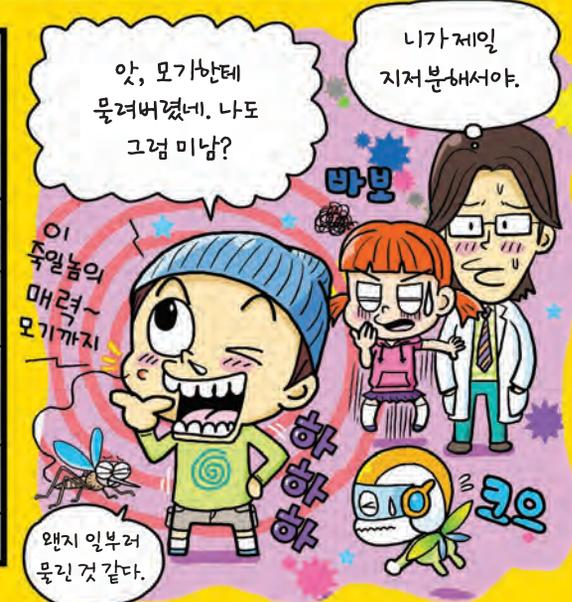
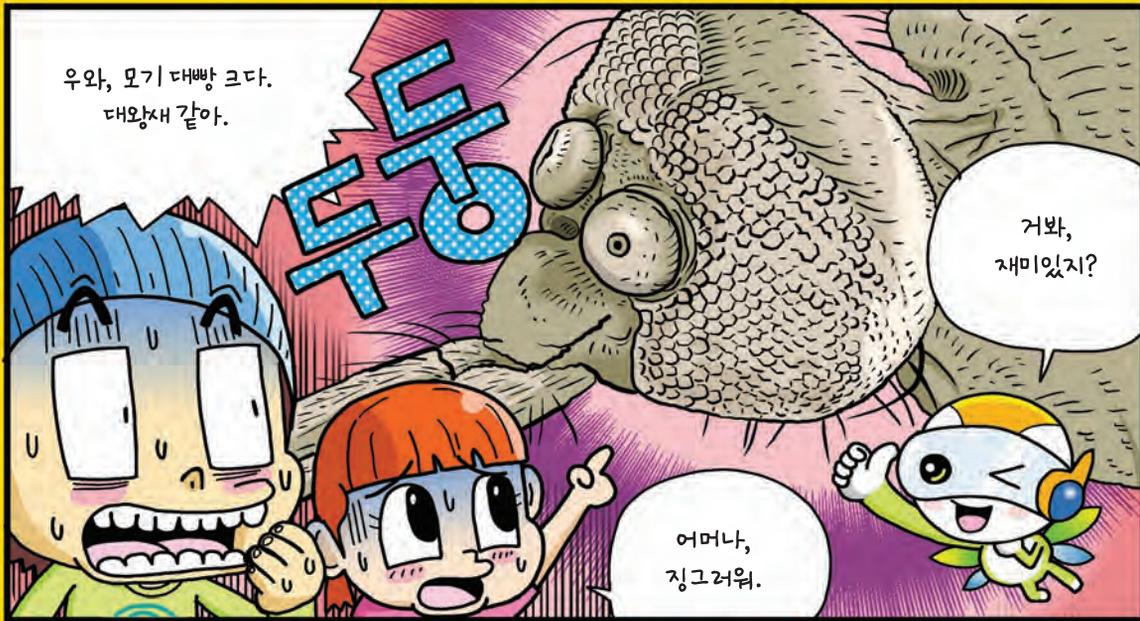
와!

박사님~ 안녕하세요!

오늘 너희들이 모기를 관찰하게 될 전자현미경이란다.

어떠냐? 학교에서 보던 현미경과는 좀 다르게 생겼지?

지직잔



초미세 세계를 보는 눈

현미경



여러분의 눈앞에 아름다운 두 장의 그림이 있습니다. 얼핏 보면 노래를 부르는 아기의 얼굴과 예쁜 보랏빛 하트처럼 보이죠? 하지만 이 그림들은 생물체의 몸속에 있는 기관을 찍은 사진입니다. 과연 무엇을 찍은 걸까요?



왼쪽에 있는 사진은 임신성 고혈압을 앓고 있는 환자의 태줄 단면을 12.5배 확대해서 광학현미경으로 찍은 사진입니다. 사진에서 눈처럼 보이는 2개의 동그라미는 동맥이고, 눈동자처럼 보이는 것은 동맥 안에 고여 있는 적혈구입니다. 입처럼 보이는 것은 정맥이고요. 태줄에서 아기 얼굴처럼 생긴 모양을 볼 수 있다는 사실이 정말 신기하죠? 오른쪽에 있는 사진은 쥐의 자궁입니다. 쥐의 자궁을 자른 후 염색한 단면을 400배 확대해서 광학현미경으로 찍으면 위의 사진을 얻을 수 있습니다. 징그럽게만 보였던 쥐의 몸속에 이렇게 예쁜 하트가 숨어있다는 것은 처음 알았죠?

Tip

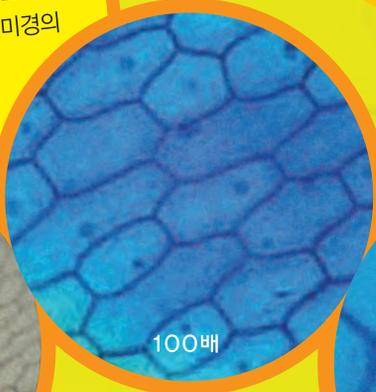


광학현미경의 배율

학교 실험실에서 흔히 볼 수 있는 광학현미경에는 두 개의 렌즈가 들어있어요. 하나는 눈을 직접 대고 보는 접안렌즈고, 다른 하나는 관찰할 대상과 접하는 대물렌즈예요. 현미경에는 $\times 100$, $\times 400$ 과 같은 표시가 있는데, 이 표시는 물체를 얼마나 크게 볼 수 있는지를 알려주는 배율이에요. 현미경의 배율은 접안렌즈와 대물렌즈의 배율을 곱한 값입니다. $\times 100$ 이라고 표시되어 있는 현미경으로는 물체를 100배까지 크게 볼 수 있고, $\times 400$ 이라고 표시되어 있는 현미경으로는 물체를 400배까지 확대해서 볼 수 있지요. 따라서 현미경의 배율이 높아질수록 물체를 자세히 볼 수 있습니다.



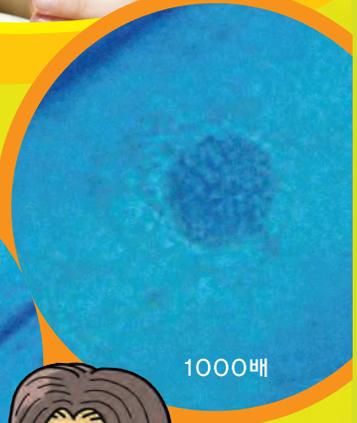
40배



100배



400배



1000배

현미경은 맨눈으로 볼 수 없는 작은 물체를 크게 확대하여 볼 수 있도록 만든 장치입니다. 시력이 좋지 않은 사람이 물체를 선명하게 보기 위해서는 안경이 필요한 것처럼 우리 눈으로 볼 수 없는 작은 세상을 보기 위해서는 현미경이 필요합니다. 현미경을 이용하면 우리가 보지 못했던 세상을 볼 수도 있고, 우리 눈으로 보는 것과는 전혀 다른 세상을 만날 수 있습니다.

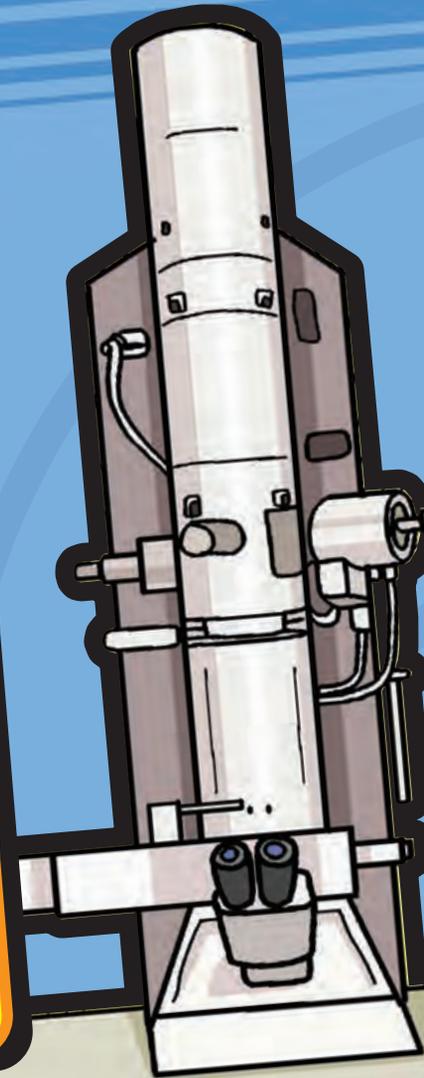


양파의 표피세포를 관찰하면 이렇게 보인답니다.

신비롭고 놀라운 초미세의 세계



시력에 따라서 사용해야 하는 안경의 도수가 다른 것처럼 보고 싶은 물체의 크기에 따라서 사용해야 하는 현미경의 종류도 다릅니다. 현미경은 크게 광학현미경과 전자현미경으로 구별할 수 있습니다. 광학현미경은 빛을 이용하고, 전자현미경은 전자를 이용하여 물체의 모양을 알아내지요. 손으로 물체를 더듬어서 모양을 짐작하는 상황을 상상해 봅시다. 손이 거인같이 크다면 작은 물체의 모양을 구별하긴 쉽지 않겠죠? 따라서 물체의 모양을 알아내려면 물체보다 작고 세밀한 손이 필요하지요. 현미경도 마찬가지입니다. 광학현미경은 눈에 보이는 빛(가시광선)을 이용하여 물체를 측정하기 때문에 가시광선의 파장보다 작은 물체는 관찰할 수가 없습니다. 그래서 바이러스 같이 작은 물체를 관찰할 때는 전자가 필요합니다. 전자는 빛과 같은 성질을 가지고 있는데 파장이 가시광선보다 훨씬 짧지요. 그래서 파장이 짧은 전자를 이용하면 훨씬 더 작은 물체도 볼 수 있답니다.



Tip 광학현미경과 전자현미경으로 관찰할 수 있는 크기 한계



광학현미경

특징 광학현미경은 볼록렌즈 2개를 배열하여 만들며, 파장이 긴 빛이 렌즈를 통과하면서 꺾이는 원리를 이용해서 물체를 확대합니다.

용도 미생물과 동식물 세포의 구조와 상태를 관찰할 때 사용합니다.

배율 3000배까지 확대할 수 있으며, 배율을 바꾸려면 렌즈를 교환해야 합니다.

관찰준비 관찰하는 물체에 빛이 투과할 수 있도록 얇게 잘라야 합니다.



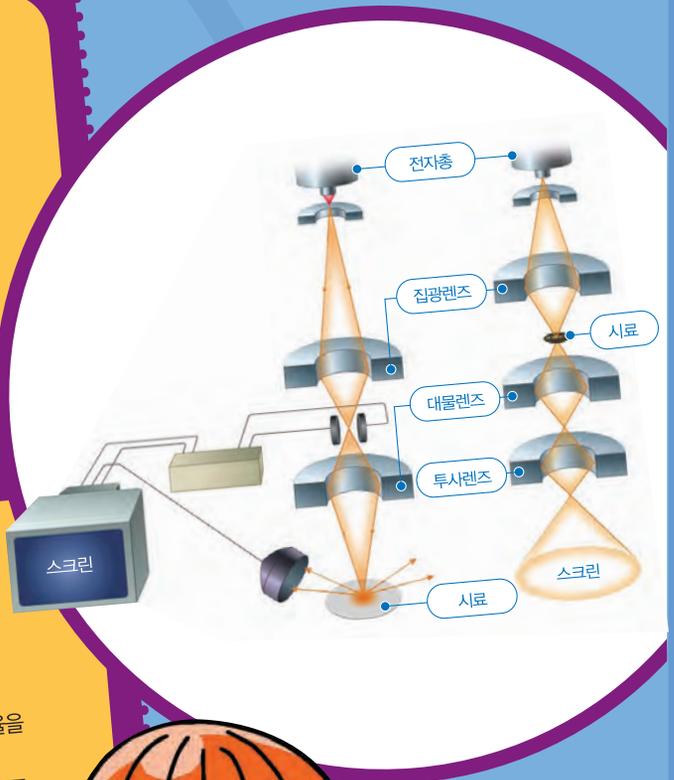
주사전자현미경

특징 주사전자현미경은 파장이 짧은 전자가 물체의 표면에서 반사되는 성질을 이용하며, 물체의 입체적인 모양과 구조를 영상으로 보여줍니다.

용도 물체의 표면 구조를 관찰할 때 사용합니다.

배율 100만 배까지 확대할 수 있으며, 배율을 연속적으로 조절할 수 있습니다.

관찰준비 전기가 잘 통하는 전도체 (금, 백금 등)로 얇은 막을 씌워야 합니다.



투과전자현미경

특징 투과전자현미경은 파장이 짧은 전자가 물체의 속까지 들어가서 내부 구조를 보여줍니다.

용도 물체의 내부 구조와 결정 구조를 관찰할 때 사용합니다.

배율 1천만 배까지 확대할 수 있으며, 배율을 연속적으로 조절할 수 있습니다.

관찰준비 물체를 매우 얇게 자른 후에 탄소로 얇은 막을 씌워야 합니다.



나노의 눈으로 보는 세상

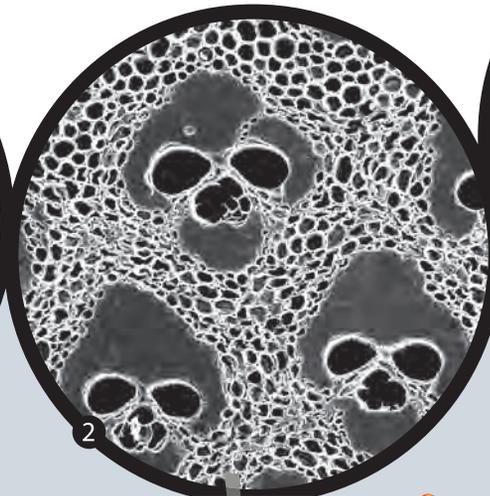
요즘 텔레비전에서 나오는 광고를 보고 있으면 나노 청소기, 나노 MP3, 나노 화장품 등 나노라는 단어가 들어간 제품이 많아졌다는 것을 알 수 있습니다. 여러분은 나노가 무엇인지 알고 있나요?

'나노(nano)'는 난쟁이를 뜻하는 그리스어 나노스(nanos)에서 유래된 말로, 아주 작은 크기를 나타낼 때 사용된답니다. 얼마나 작은 크기냐구요? 나노가 숫자로 쓰이면 10억 분의 1을 가리키니까 1나노미터는 10억분의 1미터를 나타내지요. (1nm = 1/1000000000m = 10⁻⁹m) 이렇게 들어도 짐작이 잘 안된다면 머리카락 한 올을 뽑아보세요. 머리카락의 굵기는 0.1mm 정도니까 1나노미터는 머리카락 한 올을 10만 가닥으로 찢었을 때의 굵기라고 생각할 수 있습니다. 우리 눈으로는 도저히 볼 수 없을 정도로 작은 크기지요? 그래서 앞에서 살펴봤던 전자현미경이 필요한 것입니다.

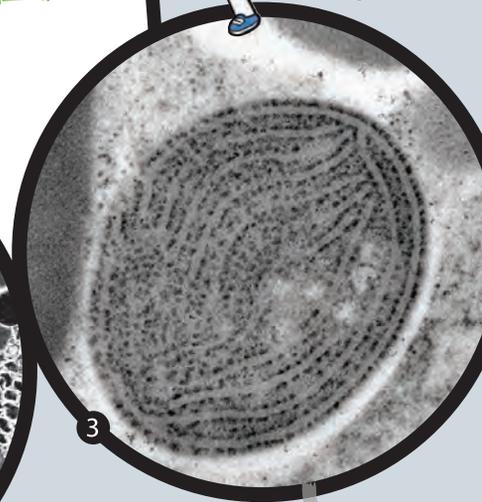
아래 사진들은 전자현미경을 이용해서 촬영한 것입니다. 자세히 살펴보면서 주사전자현미경과 투과전자현미경 중 무엇을 이용해서 찍은 사진인지 맞춰보세요.



1
_____ 음(음)
_____ 전자현미경으로



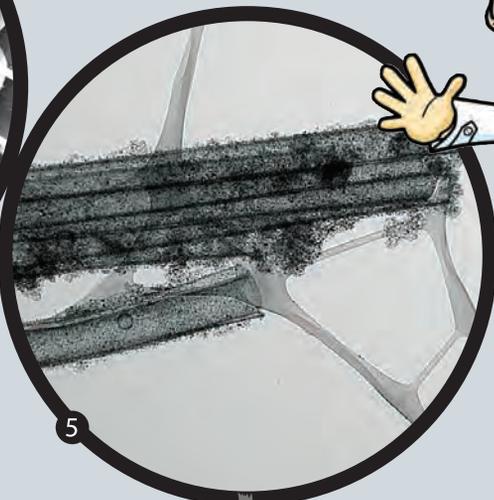
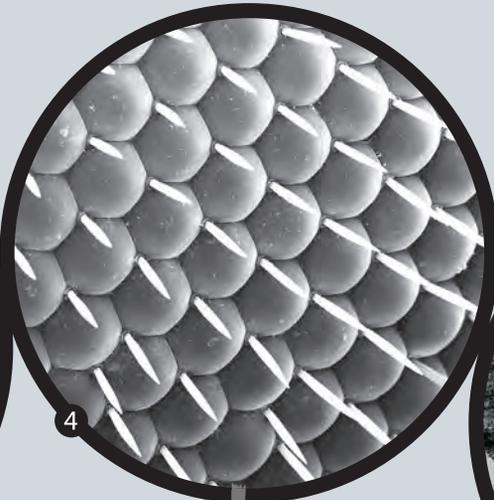
2
_____ 음(음)
_____ 전자현미경으로



3
_____ 음(음)
_____ 전자현미경으로

전자현미경을 활용하면 바이러스를 연구할 수도 있고 범죄 현장에 남겨진 작은 흔적들을 조사할 수도 있습니다.
사다리 타기 놀이를 하면서 자세히 알아봅시다.

- 지질학자들은 전자현미경을 이용해서 매우 작은 화석(초미화석)을 관찰합니다.
- 미술품 복원가들은 주사전자현미경을 이용해서 안료를 분석합니다.
- 범죄 현장에 떨어진 섬유조각을 분석할 때도 전자현미경이 활용됩니다.
- 전자현미경으로 찍은 혈소판, 대장균, 근섬유 사진은 회화작품만큼 아름답습니다.
- 재료학자들은 전자현미경으로 결정구조를 관찰하고 평가해서 좋은 합금을 만듭니다.



오 놀라운 발견이야!

정답

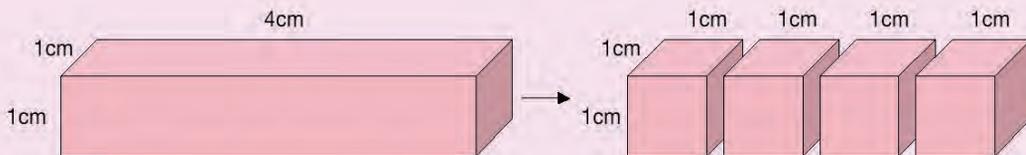
- 1 소나무 잎, 주사
- 2 대나무 숲, 주사
- 3 염록체, 투과
- 4 초파리 눈, 주사
- 5 실리콘 나노튜브, 투과

_____ 은(는)
_____ 전자현미경으로

_____ 은(는)
_____ 전자현미경으로

나노가 만들어 가는 세상

나노미터 크기의 물체는 단순히 작기만 한 것이 아닙니다.
작은 물체들만의 독특한 특징을 지니지요.



위의 그림과 같이 직육면체 상자를 네 조각으로 잘라 봅시다. 자르기 전이나 후에나 상자의 부피는 4cm^3 로 같습니다. 하지만 상자의 표면적(겉넓이)은 달라지지요. 자르기 전에는 18cm^2 였던 넓이가 자른 후에는 24cm^2 로 늘어나니까요. 물체가 작아질수록 같은 부피에 대한 표면의 넓이는 커집니다.

즉 표면에 있는 원자의 개수가 많아지지요. 이 세상에 존재하는 모든 물체는 매우 작은 원자들로 구성되어 있는데 표면에 있는 원자의 개수가 많아질수록 다른 물체와 더 잘 반응합니다. 이렇게 작은 물체들이 갖는 뛰어난 반응성 때문에 나노 과학기술은 21세기의 연금술로도 불립니다.

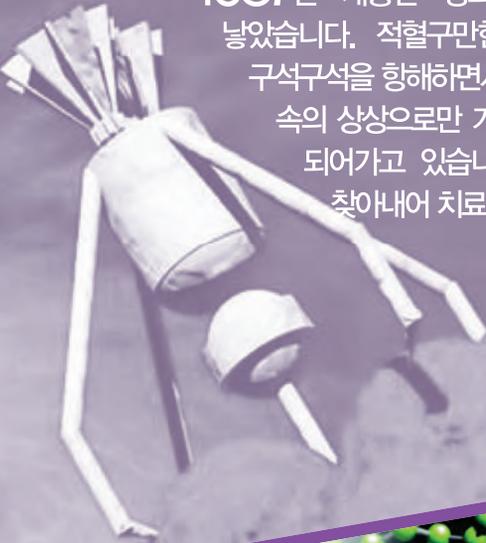
Tip 나노 크기가 되면 색깔이 바뀌는 귀금속



빨간색 금을 본 적이 있나요?
금은 당연히 노란색이라고 생각하는 사람들이 많겠지만 금의 크기가 20nm 이하가 되면 빨간색을 띠답니다. 게다가 나노 크기의 금은 평상시와는 달리 다른 물질과 잘 반응하지요. 은의 경우도 수십 나노 크기가 되면 노란색을 띠다가 나노 크기가 되면 검은색으로 바뀐답니다.



1987년 개봉한 영화 '이너스페이스'는 기발한 상상력으로 화제를 낳았습니다. 적혈구만한 크기의 잠수함을 사람 몸에 투입하면 몸의 구석구석을 향해하면서 암세포를 발견하고 치료하지요. 20년 전에는 영화 속의 상상으로만 가능했던 일이 이제는 나노 과학기술 덕분에 현실이 되어가고 있습니다. 많은 과학자들이 몸속에 문제있는 부분만을 찾아내어 치료하는 초소형 의학용 로봇을 개발하고 있습니다.



나노로봇 말고도 나노 기술을 이용하여 만든 제품을 우리 주변에서 쉽게 찾아볼 수 있습니다. 화장품의 주요 성분을 나노 크기로 만들면 피부에 골고루 스며들어 효과를 더해줍니다. 나노 크기의 입자로 만든 페인트를 벽에 바르면 잘 달라붙을 뿐 아니라

색깔이 고르다는 장점도 있지요. 우리가 먹는 약도 나노 크기로 만들면 몸 안에 들어가 훨씬 잘 흡수될 수 있습니다. 칼슘과 같이 흡수하기 어려운 미네랄 성분을 나노 크기로 만들어 우유에 첨가한 제품은 이미 시중에서 판매되고 있지요.



첨단장비를 활용한 엑스사이언스 프로그램



한국기초과학지원연구원은 청소년을 위해 '첨단장비를 활용한 엑스사이언스 프로그램'을 운영하고 있습니다. 과학자들이 사용하는 첨단장비를 활용해서 학교의 과학교육 과정을 직접 체험해 볼 수 있는 유익한 프로그램이지요. 나노에 관심이 많은 친구들은 '전자현미경으로 보는 물질의 구조' 프로그램에 참가해 보세요. 광학현미경으로 볼 수 있는 미시의 세계(μm 단위)부터 전자현미경으로 볼 수 있는 초미시의 세계(nm 단위)까지 생생하게 체험할 수 있습니다.



박사님의 친절한 설명을 들으면 현미경에 대해 속속들이 알게 됩니다. 최초의 현미경이 탄생한 배경에서부터 전자현미경에 숨어있는 원리까지, 현미경에 관해서는 척척 박사님이 될 수 있지요. 하지만 설명만 들으면 재미가 없겠지요?

잠깐 따끔한 느낌을 참고 머리카락을 뽑아 보세요. 박사님과 함께 머리카락 시편을 만들면 광학현미경과 주사전자현미경으로 여러분의 머리카락을 직접 관찰할

수 있습니다. 두 현미경으로 관찰했을 때 어떤 차이가 있는지 비교해 보면 재미있겠죠? 매끄러운 줄 알았던 여러분의 머리카락이 얼마나 울퉁불퉁한지도 두 눈으로 확인할 수 있습니다.

캠핑에 참가하면 우리나라 최고의 현미경인 초고전압 투과전자현미경도 직접 볼 수 있습니다. 현미경 하나가 아파트 4층 높이라는 사실이 놀라울 따름이지요. 알면 알수록 신기한 현미경의 세계로 놀러오세요.

인터뷰

전자현미경과 나노과학을 연구하시는
이석훈 박사님의 재미있는 설명을 들으면서
남아있는 궁금증을 시원하게 해결해볼까요?



이석훈 박사님

Q) 박사님, 나노의 세계를 볼 수 있는 전자현미경에 대해 배우면서 나노과학이 왜 필요한지 정말 궁금해졌어요.

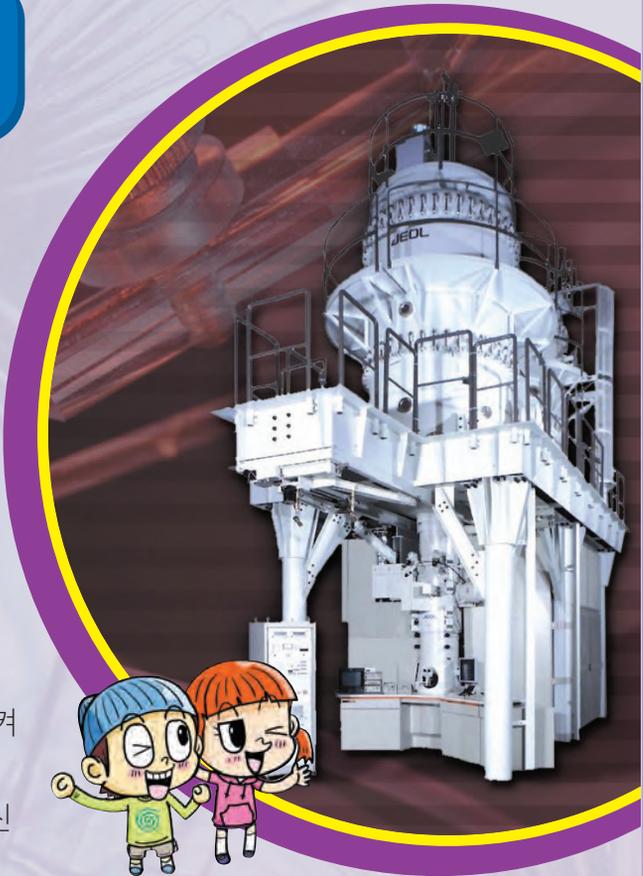
A) 나노과학은 사물을 이루는 기본 단위인 원자나 분자를 조작해서 지금까지는 존재하지 않았던 새로운 성질과 기능을 가진 나노 크기의 물질이나 장비를 만드는 학문이야. 나노과학을 열심히 연구하는 과학자들은 이러한 연구를 통해서 새로운 물질을 만들어내고 있단다. 친구들이 느끼고 있는지는 모르겠지만 이미 화장품, 치약, 가전제품, 의료장비 등에는 나노물질이 사용되고 있지. 혹시 탄소나노튜브(관)라는 말을 들어봤니? 일반 강철보다 훨씬 강하지만 무게는 강철과는 비교할 수 없을 정도로 가벼워서 자동차나 항공기 등에 응용되고 있단다. 지금이 나노시대의 서막이라면 친구들이 커서 어른이 될때는 나노시대의 전성기가 올 거야.

Q) 나노는 엄청나게 작은 것 같아요, 우리 눈으로는 볼 수도 없잖아요, 그런데 나노보다 더 작은 크기도 있을까요?

A) 길이를 나타내는 단위인 미터 앞에 나노라는 기호를 붙이면 10억분의 1미터를 나타내는 나노미터가 된다는 사실은 알고 있지? 나노 말고도 크기를 나타내기 위해 단위 앞에 붙이는 기호들이 있단다. 현재는 100경분의 1을 나타내는 a(아토)가 붙으면 가장 작은 크기를 나타낸단다. 하지만 과학이 발달해서 더 작은 단위가 필요하다면 또 새로운 기호가 생겨나겠지?

우리나라 최고의 현미경

대덕연구개발특구 한국기초과학지원연구원의 전자현미경동에 가면 우리나라 최고의 현미경, 초고전압투과전자현미경을 만날 수 있어요. 원자의 세계까지 들여다 볼 수 있는 이 현미경은 높이가 9.5미터에 달할 정도로 거대하답니다. 몸체를 떠받치고 있는 지하 기둥까지 합하면 아파트 4층 높이에 해당해요. 초고전압투과전자현미경은 그 크기만큼이나 성능도 대단해요. 렌즈에 빛을 통과시켜 물체를 관찰하는 광학현미경은 이론적으로 360 나노미터보다 작은 물체는 볼 수 없어요. 하지만 빛 대신 전자빔을 사용하는 초고전압투과전자현미경은 최고 200만 배의 배율로 0.12나노미터의 크기도 구별할 수 있지요. 특히 우리나라의 초고전압투과전자현미경은 다른 나라의 투과전자현미경과 달리 대상을 각기 다른 세 방향으로 관찰할 수 있어요. 게다가 -200℃에서 1500℃까지 실험을 할 수도 있고 인터넷을 통해 원격조종도 가능하답니다.



여러분은
초고전압투과전자현미경으로
무엇을 확대하여 보고 싶나요?
현미경으로 보게 될 모습을
상상하여 그려보세요.



생각주머니



1) 어린이과학동아 2006년 13호 내용을 2013년 실정에 맞춰 수정했습니다.



— 마이크로 세계에서 나노 세계까지 —

3판 1쇄

사업책임자	강재윤(한국기초과학지원연구원)
연구진	이석훈(한국기초과학지원연구원)
만 화	임덕영
이미지	과학동아, 어린이과학동아, 박현정
발행인	정광화
발행처	한국기초과학지원연구원
서지번호	KBSI-2013-1520-0909-0621
초판 1쇄 발행일	2007. 11. 30
2판 1쇄 발행일	2011. 11. 30
3판 1쇄 발행일	2013. 10. 31

엑스사이언스 

주 소 대전광역시 유성구 과학로 169-148
전 화 042-865-3951
홈페이지 <http://xscience.kbsi.re.kr>

첨단장비활용 청소년과학활동지원사업(엑스사이언스)는
복권기금(과학기술진흥기금)의 재원으로 한국과학창의재단의
지원을 받아 국민여러분과 함께합니다.

