

알기 쉬운 나노의 과학과 기술
Nano-science and Nano-technology for Non-specialist

날짜: 2021년 10월 4일 (Date: October 4, 2021)

■ 공지사항

- . 오늘부터 연구 IP의 말미에 해당 IP 및 이전 IP의 내용에서 출제된 연습문제가 포함되며 이의 정답은 다음 IP에 게시 함.

■ 2차 연구 IP 내용 (2021년 10월 4일 제출)

1. 9월 27일자 1차 연구 IP의 pp. 4~5의 내용에 대한 답변 기술

① 9월 27일자 1차 연구 IP의 p. 4

한 변의 길이가 1 cm인 주사위를 세 번 이등분 시켜서 한 변의 길이가 0.5 cm인 정육면체 8개를 만들었을 때 표면적의 변화는?
⇒ 이에 수반되는 표면적 증가 관련된 물리적 특성 중 용해도의 변화를 물에 비교적 잘 녹는 소금과 설탕을 예로 들어 설명 함:
9월 27일자 연구 IP pp. 4~5에 “질량이 동일한 경우 알갱이 크기가 작을수록 표면적이 증가하게 되고 설탕과 소금을 물에 용해시킨 경험에 비추어 알 수 있듯이 알갱이가 작을수록 물에 더 많이 용해된다.” 밑의 그림으로 설명 하자면 설탕 분말은 뜨거운 커피나 차에 빨리 녹지만 각설탕은 아주 천천히 녹음을 알 수 있다.



you can dissolve sugar or salt quicker when it is in powder form and slower when it is in the form of crystals or blocks

smaller can become more reactive

② 9월 27일자 1차 연구 IP의 p. 5

대표적인 재료의 물리적 성질인 융점 (melting point)을 예로 들면 같은 소재 (철, 알루미늄, 금, 은, etc)로 이루어져 있더라도 나노 크기로 미분화되면 더 낮은 온도에서 용융됨. ⇒ “그 이유는 재료 내부에 있는 원자들에 비해서 재료의 표면에 있는 원자들 사이의 결합을 끊어주는 것이 더 쉽기 때문이다.” ⇒ 밑의 그림으로 설명해 보면 맨 위의 표면에 있는 블록은 떼어내기 쉽지만

안쪽 밑에 있는 블록을 떼어내는 것은 아주 힘들다.



2. 나노입자의 물리적 특성변화

① 입자가 나노 크기로 미세화 되면 용해도뿐만 아니라 우리가 지금까지 이해해 왔던 여러 가지 금속들의 물리적 특성이 변화함.



Bulk Aluminum



Nano Aluminum

Color
Melting point
Strength
Conductivity
Reactivity



Bulk Gold



Nano Gold

② p. 2 밑의 그림에 나타나 있듯이 알루미늄 캔은 반짝이는 은 색이었다가 나노 분말이 되면 태양과 유사한 발광을 함. 또 나노 금 입자가 용해된 용액의 색깔은 금괴가 뜬 누런색이 아닌 짙은 자주색이 됨을 알 수 있다. ※ 재료의 물리적 성질은 크기에 좌우 되는데 나노 차원이 되면 양자 효과가 지배적이 되므로 금이나 알루미늄이 거시적 소재 상태에서 나타내던 특성이 현저하게 변화하는 것이다. 예를 들어 색깔, 강도, 전기 전도도, 반응성 등.

3. 나노 입자의 응용

-. 철 나노 입자와 은 나노 입자의 응용:

Zero-valent (Fe⁰) iron nanoparticles are under investigation for the remediation of contaminated groundwater and soil. Iron, when exposed to air, oxidises easily to rust; however, when it oxidises around contaminants such as trichloroethylene (TCE), carbon tetrachloride, dioxins, or PCBs, these organic molecules are broken down into simple, far less toxic carbon compounds. Iron nanoparticles are more effective than conventional 'iron powder', which is already used to clean up industrial wastes. Iron nanoparticles are 10 to 1 000 times more reactive than commonly used iron powders.

Silver nanoparticles have a strong antibacterial capacity. They are used in numerous products to prevent or reduce the adherence of bacteria to surfaces.

① 철 나노 입자를 사용하여 지하수와 토양의 오염을 저감할 수 있는 방법이 연구되고 있다. 주지하다시피 철을 습한 공기 중에 노출시키면 철의 수산화물로 되어 붉은 녹이 스는데 유해한 산업용 유기 용매인 TCE (Trichloroethylene), 사염화탄소, 다이옥신 또는 PCB 용매와 접촉한 상태에서 철의 수산화물로 되는 경우 이러한 유해 용매들이 독성이 저감된 탄소 화합물로 분해된다. 이러한 관점에 비추어 볼 때 철 나노입자들은 기존에 사용되고 있는 철 분말보다 훨씬 효과적인데 그 이유는 기존의 철 분말에 비해서 철 나노 분말은 10~1000배나 반응성이 높기 때문이다.

② 은 나노입자는 아주 강한 항균 특성을 띄고 있으므로 특정 표면에 박테리아가 붙는 것을 방지 또는 저감하는데 사용되고 있다.

4. 우리 생활과 나노 과학 기술



- 위 예시된 것처럼 우리가 실생활에서 사용하는 대다수의 제품에 나노 과학과 기술이 응용되고 있는데 밑의 그림에 예시되어 있듯이 이들 제품 중 화장품이 가장 높은 비율을 차지하고 있다.

Nanomaterials in Consumer Products: The Personal Care Industry Leading the Way

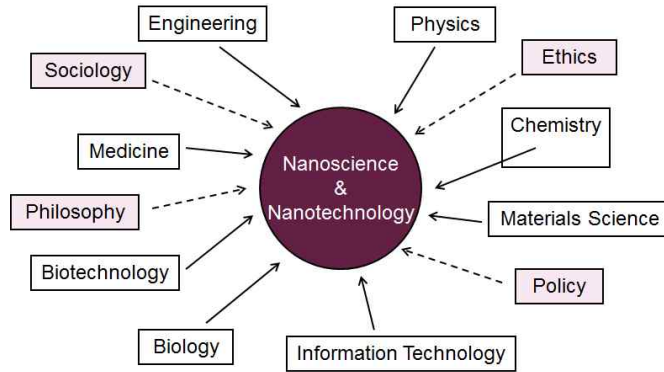


BIONOVA
NANO SKIN TECH



5. 나노 과학 기술의 학문 융합적 (학제적) 특성

① 나노 과학과 기술의 배경에는 다음 그림에 예시된 것처럼 대부분의 기초과학과 재료공학 및 공학, 생명공학, 정보기술, 의학 이외에도 윤리학, 사회학, 철학 및 공공 정책 등도 포함되어 있다.



그 이유는 나노 과학 기술에 수반하는 인간과 환경에 대한 위험 요소가 있기 때문인데 이는 아이러니컬하게도 나노 소재의 장점이자 특징인 동일한 질량과 부피의 나노 입자의 반응성이 현저하게 증가하고 이로 인한 독성도 비례해서 증가하기 때문이다. 왜냐하면 크기가 작아짐에 따라 인체와 환경 매질 내에서의 (독성을 띄고 있는) 나노 입자의 이동 속도도 증가하는데 기인한다.

6. 나노 과학과 기술이 응용된 제품을 제조하는 대표적 기업들

Major Corporations in Nanotechnology



p. 5 밑의 그림에 예시된 나노 과학과 기술을 응용한 제품을 생산하고 있는 주요 다국적 기업의 면모를 보면 반도체와 소재를 주력으로 하는 업체가 다수 포함되어 있음을 알 수 있다. 이는 반도체 칩의 제조 공정에 Top-down 기술의 대표적인 예가되는 Lithography기술이 적용되기 때문이다. 이에 대한 자세한 설명은 10월 18일자 IP에 수록함.

7. 연습문제 (정답은 10월 18일의 연구 IP에 공개 함.)

① 1 나노미터는 10^{-9} m이다. (○,×)

② 나노 기술의 연구 대상에는 의도적으로 제조한 나노소재만 포함된다. (○,×)