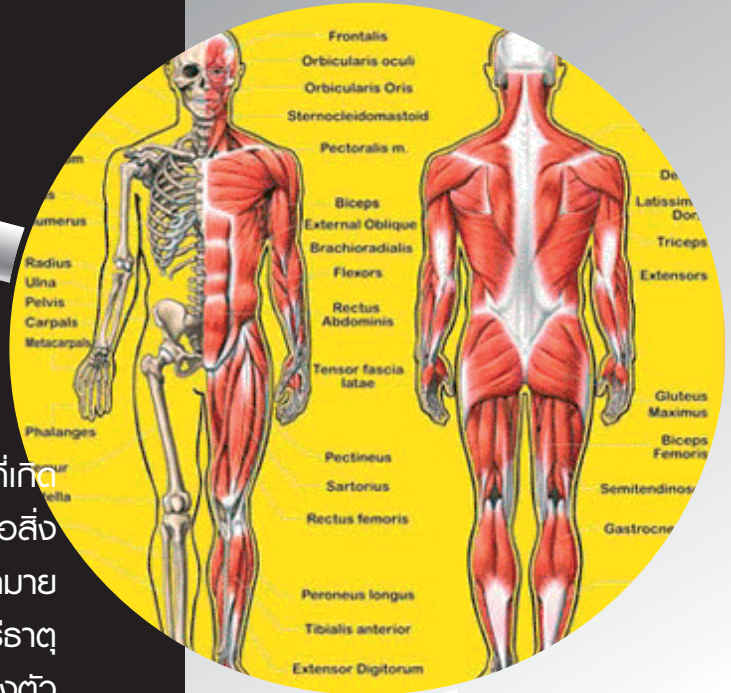
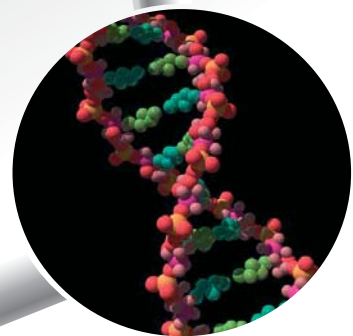


นาโนเทคโนโลยี ในธรรมชาติ ความสัมพันธ์ในชีวิตประจำวัน



ในความเป็นจริงนาโนเทคโนโลยี ไม่ได้เป็นสิ่งใหม่ที่เกิดขึ้น หากแต่มีมาก่อนที่มนุษย์จะค้นพบเสียอีก นั่นคือสิ่งเล็กๆอันน่าทึ่งเหล่านี้ได้แฝงอยู่ในธรรมชาติมากมาย ไม่ว่าจะเป็นการสร้างดีเอ็นเอ การแลกเปลี่ยนแร่ธาตุ ระหว่างเซลล์ การหมุนของชีวโมเลกุลที่หางของตัวอสุจิ หรือแบคทีเรีย การส่งสัญญาณในเซลล์ประสาท การซ่อมแซมตัวเองของอวัยวะเมื่อร่างกายมีบาดแผล เป็นต้น องค์ประกอบของสิ่งเหล่านี้ล้วนมีขนาดในระดับนาโนทั้งสิ้น ดังบทความของ ดร.ณัฐพันธ์ สุภกา ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ ที่ได้เขียนเกี่ยวกับนาโนในธรรมชาติ ซึ่งสามารถนำมาพัฒนาและใช้ในชีวิตประจำวันได้

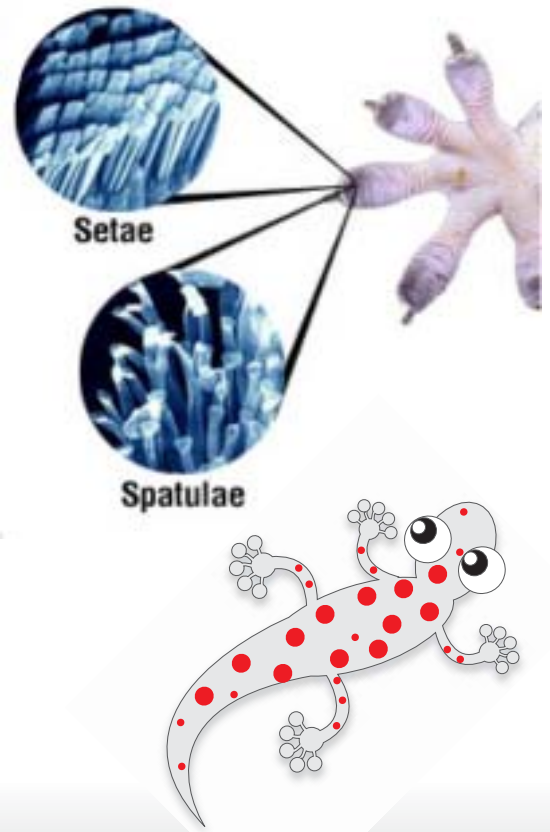


โอมนันต์ มณีโชติ
บรรณาธิการบริหาร
E-mail: ohmanan@iammarketing.co.th

การเกาะติดของตีนตุ๊กแก

มีคำถามและข้อสงสัยว่า ทำไมตุ๊กแกและจิ้งจกจึงสามารถปีนกำแพงหรือเกาะติดผนังที่ราบเรียบและลื่นได้อย่างมั่นคง และในบางครั้งก็สามารถห้อยตัวติดเพดานอยู่ด้วยนิ้วเพียงนิ้วเดียวได้

ที่เป็นเช่นนั้นก็เพราะบริเวณใต้อุ้งตีนของตุ๊กแกมีขนขนาดเล็กที่เรียกว่าซีต (setae) จำนวนนับล้านเส้นเรียงตัวอัดแน่น โดยที่ส่วนปลายของขนซีตแต่ละเส้นก็ยังมีเส้นขนที่มีขนาดเล็กกว่าที่เรียกว่าสปาตุล (spatulae) ประกอบอยู่อีกหลายร้อยเส้น โดยสปาตุลแต่ละเส้นจะมีขนาดเล็กประมาณ 200 นาโนเมตร และปลายของสปาตุลแต่ละเส้นสามารถสร้างแรงดึงดูดทางไฟฟ้าที่เรียกว่าแรงแวนเดอร์วาลส์ (van der Waals force) เพื่อใช้ในการยึดติดกับโมเลกุลของสสารที่เป็นส่วนประกอบของผนังหรือเพดานได้ ถึงแม้ว่าแรงแวนเดอร์วาลส์จะเป็นแรงยึดเหนี่ยวที่อ่อนแอมาก แต่การที่ตีนตุ๊กแกมีเส้นขนสปาตุลหลายล้านเส้น ทำให้เกิดแรงยึดทางไฟฟ้าอย่างมหาศาลจนตีนตุ๊กแกสามารถยึดติดผนังได้อย่างเหนียวแน่น ด้วยหลักการนี้เองจึงทำให้นักวิทยาศาสตร์คิดค้นเทคโนโลยีแถบยึดตีนตุ๊กแก (Gecko Tape) ขึ้นมาจากวัสดุสังเคราะห์ชนิดใหม่ที่มีลักษณะเป็นขนขนาดนาโน (nanoscopic hair) เลียนแบบขนสปาตุลที่อยู่บนตีนตุ๊กแกในธรรมชาติ เพื่อนำไปผลิตแถบยึดที่ไร้การ และผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ เช่น ถุงมือ ผ้าพันแผล ตลอดจนสามารถนำไปพัฒนาเป็นล้อของหุ่นยนต์ที่สามารถไต่ผนังหรือเคลื่อนที่ขึ้นลงในแนวดิ่งได้อีกด้วย

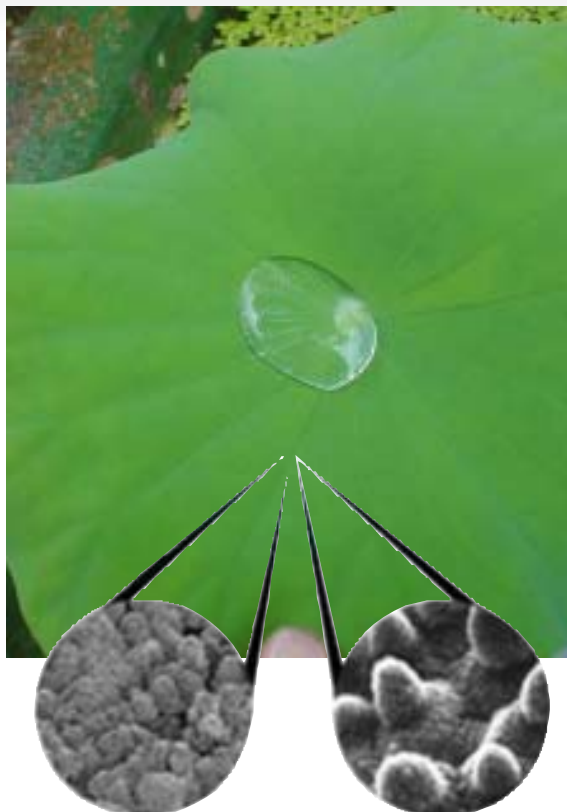


Nano Technology

Nano Technology

Nano Technology

Nano Technology



น้ำกลิ้งบนใบบัว

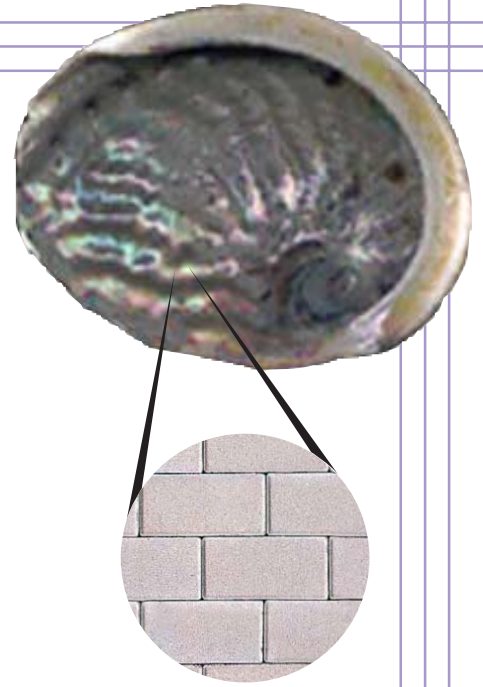
การที่ใบบัวมีคุณสมบัติที่ไม่เปียกน้ำก็เพราะผิวของใบบัวมีลักษณะคล้ายกับหนามขนาดเล็กจำนวนมากเรียงกันอย่างเป็นระเบียบโดยที่หนามขนาดเล็กเหล่านี้มีปุ่มเล็กๆ ที่มีขนาดระดับนาโนเมตรและมีคุณสมบัติคล้ายซี่ซึ่งเกลียดน้ำเคลือบอยู่ภายนอก ทำให้น้ำที่ตกลงบนใบบัวมีพื้นที่สัมผัสน้อย จึงไม่สามารถซึมผ่านหรือกระจายตัวแผ่ออกในแนวกว้างบนใบบัว ดังนั้นน้ำจึงม้วนตัวเป็นหยดน้ำขนาดเล็กลิ่งไปรวมกันอยู่ที่บริเวณที่ต่ำที่สุดบนใบบัว นอกจากนี้สิ่งสกปรกต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นผงฝุ่น เชื้อแบคทีเรีย และเชื้อรา ก็ไม่สามารถเกาะติดแน่นอยู่กับใบบัวได้เช่นกัน เพราะว่ามีพื้นที่สัมผัสกับใบบัวได้แค่เพียงบริเวณปลายยอดของหนามเล็กๆ แต่ละอันเท่านั้น ดังนั้นเวลาน้ำตกลงบนใบบัวสิ่งสกปรกที่เกาะอยู่บนใบบัวก็จะหลุดติดไปกับหยดน้ำอย่างง่ายดาย จึงทำให้ใบบัวสะอาดอยู่ตลอดเวลา

นักวิทยาศาสตร์ได้นำหลักการของน้ำกลิ้งบนใบบัว (Lotus effect) มาใช้ในการสังเคราะห์วัสดุชนิดใหม่เลียนแบบคุณลักษณะของใบบัว โดยการนำไปประยุกต์ใช้เป็นสีทาบ้านที่มีคุณสมบัติไม่เปียกน้ำและสามารถทำความสะอาดตัวเองได้ รวมทั้งการพัฒนาเสื้อผ้ากันน้ำที่ไร้รอยคราบสกปรก

เปลือกหอยเป่าฮือ (นาโนเซรามิก)

สารเคมีที่เป็นองค์ประกอบหลักของเปลือกหอยเป่าฮือคือ แคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) ซึ่งเป็นสารชนิดเดียวกับชอล์กเขียนกระดาน อย่างไรก็ตาม ลักษณะทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมีของเปลือกหอยและชอล์กก็แตกต่างกันอย่างสิ้นเชิง โดยที่ชอล์กเปราะ หักง่าย เป็นผงฝุ่นสีขาว แต่เปลือกหอยเป็นมันวาวและมีความแข็งแรงสูงมาก การที่เป็นเช่นนั้นก็เพราะการจัดเรียงตัวในระดับโมเลกุลของแคลเซียมคาร์บอเนตที่พบในชอล์กและเปลือกหอยแตกต่างกันมากนั่นเอง

เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์กำลังสูงส่องดูโครงสร้างระดับโมเลกุลของเปลือกหอยเป่าฮือ พบว่าการจัดเรียงตัวของโมเลกุลแคลเซียมคาร์บอเนตมีลักษณะคล้ายกำแพงอิฐก่อที่มีอิฐเรียงตัวอย่างเป็นระเบียบ โดยที่ก้อนอิฐขนาดนาโนแต่ละก้อนจะเชื่อมติดกันด้วยกาวที่เป็นโปรตีนและพอลิแซคคาไรด์ โครงสร้างที่จัดเรียงกันอย่างเป็นระเบียบนี้ทำให้เปลือกหอยเป่าฮือทนทานต่อแรงกระแทกจนค้อนทุบไม่แตก เปลือกหอยเป่าฮือ เป็นตัวอย่างที่ดีในการอธิบายคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของวัสดุต่างๆ ที่มีองค์ประกอบเป็นสารเคมีชนิดเดียวกันทุกประการ แต่มีคุณสมบัติเปลี่ยนแปลงไปตามการจัดเรียงตัวของโครงสร้างในช่วงนาโน เช่น อะตอมและโมเลกุล ดังนั้นนักนาโนเทคโนโลยีจึงสามารถใช้ความรู้สร้างวัสดุใหม่ๆ ให้มีคุณสมบัติต่างไปจากเดิมได้



Nano Technology

Nano Technology

Nano Technology

Nano Technology



ผีเสื้อบางชนิด

ผีเสื้อใช้สีในการดึงดูดเพศตรงข้ามหรือหลบหนีศัตรูได้โดยการเปลี่ยนสีปีก เช่น จากสีน้ำเงินไปเป็นสีน้ำตาล การเปลี่ยนแปลงสีปีกนี้ไม่ได้อาศัยสารชนิดต่างๆ ที่อยู่ในปีกผีเสื้อ แต่อาศัยหลักการหักเหและสะท้อนของแสงแดดที่ตกกระทบปีก ถ้ามุมที่แสงตกกระทบแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย สีที่ปรากฏบนปีกผีเสื้อจะแตกต่างกัน เช่น ถ้าแสงแดดตกกระทบโครงสร้างที่อยู่ในปีกผีเสื้อในมุมใดมุมหนึ่งและสะท้อนแสงสีน้ำเงินออกมา ในขณะที่เดียวกันก็ดูดซับแสงสีอื่น ๆ ไว้ทั้งหมด ทำให้เราเห็นผีเสื้อมีปีกสีน้ำเงินเวลานักวิทยาศาสตร์ใช้กล้องจุลทรรศน์กำลังสูงส่องดูปีกผีเสื้อชนิดที่สามารถเปลี่ยนสีได้ จะเห็นรูพรุนที่มีขนาดนาโนจำนวนมากมหาศาลเรียงตัวกันอย่างเป็นระเบียบจึงทำหน้าที่เสมือนผลึกโฟโตนิกสีในธรรมชาติ นอกจากนี้ นักวิทยาศาสตร์ยังตั้งสมมุติฐานว่าการเปลี่ยนสีของปีกผีเสื้อยังเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิได้อีกด้วย การค้นพบนี้ทำให้นักวิทยาศาสตร์สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการสร้างผลึกโฟโตนิกสีสังเคราะห์ที่ยืดหยุ่นได้ดีและสามารถเปลี่ยนคุณสมบัติตามอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป ทำให้สามารถนำไปใช้ผลิตเสื้อผ้าป้องกันความร้อนในทะเลทรายหรือในอวกาศได้

ใยแมงมุม (เส้นใยนาโน)

แมงมุมเป็นสัตว์เพียงชนิดเดียวที่สามารถสร้างและปั่นทอเส้นใยได้ โดยที่ใยแมงมุมมีความแข็งแรงและเหนียวมากจนสามารถหยุดแมลงที่บินด้วยความเร็วสูงได้ โดยที่ใยแมงมุมไม่ขาด นักวิทยาศาสตร์พบว่าแมงมุมมีต่อมพิเศษที่สามารถหลั่งโปรตีนชื่อ ไฟโบรอิน



(fibroin) ที่ละลายในน้ำได้ เมื่อแมงมุมหลั่งโปรตีนชนิดนี้จากต่อม โปรตีนดังกล่าวจะเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นของแข็ง หลังจากนั้นแมงมุมก็จะใช้ขาในการถักทอโปรตีนเหล่านี้เป็นเส้นใยที่มีขนาดใหญ่ขึ้น ซึ่งก็คือใยแมงมุนั่นเอง บริษัทต่างประเทศแห่งหนึ่งสามารถสร้างใยแมงมุมเลียนแบบแมงมุมได้โดยการตัดต่อยีนที่ควบคุมการสร้างโปรตีนไฟโบรอินจากแมงมุมนำไปใส่ในโครโมโซมของแพะเพื่อให้แพะมีโปรตีนใยแมงมุม ก่อนที่จะแยกโปรตีนออกมาแล้วปั่นทอเป็นเส้นใยเพื่อใช้ในการผลิตเสื้อผ้า กระเป๋า กระสุนที่แข็งแรงแต่น้ำหนักเบา โดยเส้นใยที่สร้างขึ้นนี้มีความแข็งแรงมากกว่าเหล็กถึงห้าเท่าเมื่อมีน้ำหนักเท่ากัน นอกจากนี้แพทย์ยังสามารถนำใยแมงมุมไปทำเป็นเส้นใยผ้ารักษาแผลสดได้อีกด้วย อย่างไรก็ตามเพราะความต้องการของมนุษย์ไม่มีที่สิ้นสุดนี่จึงเป็นจุดที่สั่งให้สมองคิดค้นสิ่งต่างๆ ขึ้นมาเพื่อตอบสนองความต้องการในหลายๆ ด้าน ทั้งเครื่องมือเครื่องใช้ที่คิดค้นประดิษฐ์เพื่ออำนวยความสะดวกก็ล้วนพัฒนาจากวิทยาการเทคโนโลยีที่สูงขึ้น ทั้งความฉลาดของสมองกลในอุปกรณ์ต่างๆ มีการตอบโต้ คำนวนคำสั่งรวมทั้งขนาดที่เริ่มจะเล็กลง และผลิตภัณฑ์เหล่านี้มักมีคำว่า **นาโนเทคโนโลยี** พ่วงเข้ามาเป็นจุดขายแล้ว เช่น การนำนาโนเทคโนโลยีเข้ามาใช้ในอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น เครื่องปรับอากาศ เครื่องซักผ้า และตู้เย็น ซึ่งส่วนใหญ่จะเน้นและให้ความสำคัญเรื่องสุขภาพของผู้ใช้

Nano Technology

Nano Technology

Nano Technology

Nano Technology

นาโนเทคโนโลยี ในเครื่องดูดฝุ่น

เครื่องกำเนิดโอโซนประจุลบ (มีในเครื่องดูดฝุ่นบางรุ่น) ผลิตโอโซนที่จะจับตัวกับฝุ่นละอองและสารที่ทำให้เกิดอาการภูมิแพ้และอนุภาคเหล่านี้เวลาจับตัวกันจะทำให้การดูดฝุ่นมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น การกำจัดอนุภาคเล็กๆ ในอากาศตลอดจนการปล่อยประจุโอโซนจะทำให้อากาศสดชื่นและสะอาดยิ่งขึ้นหลังการดูดฝุ่น

นอกจากนี้ยังมีอุตสาหกรรมเครื่องสำอางที่นำนาโนเทคโนโลยีมาใช้ในเรื่องของการลดความหยาบของเนื้อครีมบำรุงผิวให้สามารถซึมซับเข้าไปในผิวหนังดีขึ้นและเร็วขึ้น เช่น ครีมบำรุงผิว Plenitude Revitalift ของบริษัทลอรีอัล ปารีส ประเทศฝรั่งเศส ที่บรรจุวิตามินชนิดต่างๆ ไว้ภายในแคปซูลเล็กจิ๋วขนาด 200 นาโนเมตรที่สังเคราะห์จากพอลิเมอร์ชีวภาพที่ปลอดภัยและย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ทำให้เนื้อครีมสามารถแทรกซึมเข้าไปในชั้นผิวหนังได้ลึกขึ้นกว่าครีมชนิดอื่น และเวลาแคปซูลละลายก็จะปล่อยวิตามินออกมาทีละน้อย ทำให้ผิวหนังกระชับขึ้น จึงสามารถลดริ้วรอยของผิวหนังได้เป็นอย่างดี





ซิลเวอร์ นาโน เอลก์ ซิลติม

เป็นผลการคิดค้นของบริษัทซัมซุง เทคโนโลยีซิลเวอร์ นาโน ของซัมซุงใช้กระแสไฟฟ้าในการทำให้ธาตุเงินแตกตัวเป็นไอออนเงินขนาดนาโน (Ag⁺) เพื่อใช้กำจัดเชื้อแบคทีเรียให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งประโยชน์ของอนุภาคเงินนาโนคือทำให้เกิด “โซนปกป้อง” ที่สะอาดและมีสุขภาพดียิ่งขึ้น นั่นคือปราศจากอันตรายจากแบคทีเรีย

เหตุที่ซัมซุงเลือกใช้เงินเนื่องจากเป็นวิธีที่ปลอดภัยและถูกสุขอนามัยในการกำจัดสิ่งสกปรกและกำจัดกลิ่นบนพื้นผิวที่จะมาสัมผัสอาหารและผิวพรรณ นอกจากนี้แล้ว NASA (องค์การอวกาศและการบินแห่งชาติของสหรัฐฯ) ใช้ธาตุเงินในการรักษาความบริสุทธิ์ของน้ำที่ใช้ในกระสวยอวกาศด้วย

ผลดีของการนำนาโนเทคโนโลยี เข้ามาใช้ในเครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น เครื่องซักผ้า คือ สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรีย sterilization บนเสื้อผ้า และป้องกันการแพร่กระจายของแบคทีเรียได้นานถึง 30 วัน หลังการซัก อีกทั้งยังสามารถป้องกันการแพร่กระจายของแบคทีเรียในถังซัก ช่วยให้ผ้าสะอาดยิ่งขึ้นด้วย

กระบวนการนาโนเทคโนโลยี ในตู้เย็นสามารถต่อต้านแบคทีเรีย (anti-bacteria) ได้โดยการใช้นาโนเทคโนโลยี กับผนังภายในตู้เย็น เมื่อ

แบคทีเรียในตู้เย็นมาสัมผัสกับผนังที่มีไอออนเงินอยู่จะไม่สามารถเติบโตได้และตายในที่สุด จึงช่วยยับยั้งการแพร่กระจายของเชื้อราและแบคทีเรีย ทำให้อาหารคงความสดไว้ได้นานกว่าและมีรสชาติดีขึ้น และช่วยกำจัดกลิ่น (deodorisation) อนุภาคของนาโนเทคโนโลยี โดยกำจัด saprophytes ซึ่งเป็นตัวก่อให้เกิดกลิ่นเหม็นอับขึ้น ตู้เย็นจึงปลอดกลิ่น ให้ความรู้สึกสะอาดอยู่เสมอ

การใช้นาโนเทคโนโลยี ในเครื่องปรับอากาศเพื่อต่อต้านแบคทีเรียและกำจัดกลิ่น ซิลเวอร์ นาโน pre-filter กำจัดแบคทีเรียในอากาศและป้องกันการเติบโตของเชื้อราบนแผ่นกรอง ทำให้อากาศบริสุทธิ์ไร้แบคทีเรีย ระบบฟอกอากาศช่วยลดฝุ่นละอองและกำจัดกลิ่นไม่พึงประสงค์ ทำให้อากาศสะอาดบริสุทธิ์อยู่เสมอ

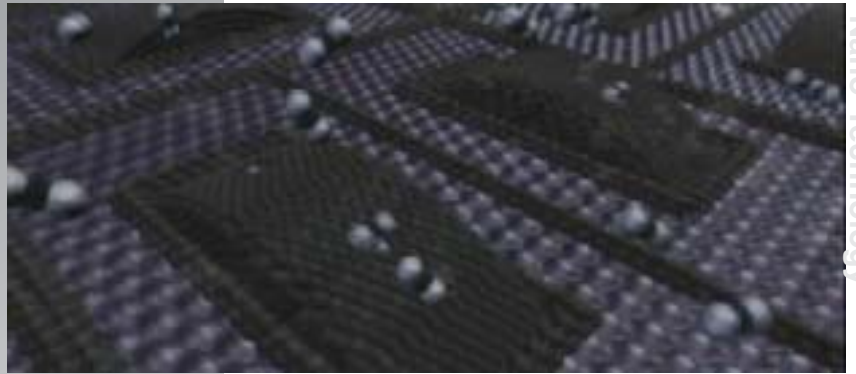
Nanobubble การผลิตฟองขนาดนาโน

น้ำที่สามารถเลี้ยงปลาทะเล และปลาน้ำจืดในตู้เดียวกันได้นั้นเป็นเรื่องที่ฮือฮากันมาก เป็นที่อยากรู้ อยากเห็นว่า สิ่งนี้เกิดขึ้นได้อย่างไร

ฟองนาโนที่สร้างขึ้นจากการแตกสลายของฟองขนาดไมโครเมตรอย่างรวดเร็ว ทำให้มีการสะสมสารอินทรีย์และอ็อกซิเจนชนิดต่างๆ รอบผิวของฟองนาโนมีลักษณะคล้ายเป็นเปลือกของฟองนาโน ซึ่งทำให้เกิดปรากฏการณ์ scattering-out ที่สามารถยับยั้งการแพร่ของก๊าซที่อยู่ในฟองนาโน ซึ่งปรากฏการณ์นี้สามารถเกิดได้ที่มีความเล็กระดับนาโนเท่านั้น

ฟองนาโนของก๊าซไอโซนที่สังเคราะห์จากการแตกสลายของฟองไอโซนขนาดไมโครเมตรในน้ำที่มีสารอเล็กทรอลต์ละลายอยู่ ซึ่งถึงแม้ว่าจะทิ้งไว้นาน 2 สัปดาห์ก็ยังมีก๊าซไอโซนเหลืออยู่ในฟองนาโนเป็นปริมาณมาก หลักการในการสร้างฟองนาโนคือ

- ใช้ระบบวิศวกรรมที่มีศักยภาพสูง เพื่อทำให้ฟองนาโนคงทนอยู่ในน้ำได้นาน
 - กลไกการสร้างฟองนาโนอาศัยแรงผลึกเชิงไฟฟ้าที่มีประจุแตกต่างกันทำให้ฟองนาโนต่างๆ สะสมกันอย่างหนาแน่นบริเวณผิวสัมผัส
- ฟองนาโนของก๊าซไอโซนยังคงมีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อและสิ่งสกปรกในน้ำได้นานกว่า 1 เดือน ส่วนน้ำที่มีฟองนาโนของออกซิเจนจะช่วยให้สิ่งมีชีวิตมีชีวิตรวยยืนยาวขึ้น ดังนั้นจึงสามารถนำฟองนาโนมาประยุกต์ใช้ในทางการแพทย์ อาหาร และการประมง ได้อย่างมีประสิทธิภาพ



เมื่อปี พ.ศ. 2546 ได้มีการนำสินค้าด้านนาโนเทคโนโลยีออกมาสู่ตลาด ซึ่งถือเป็นจุดเริ่มต้นของการทำนาโนเทคโนโลยีเชิงพาณิชย์ เช่น

ครีมกันแดด Nucelle SunSense SPF 30 ของบริษัท Nucelle Inc. ที่ตั้งอยู่ที่ฮิวสตัน สหรัฐฯ ที่มีส่วนประกอบของสารประกอบออกไซด์ของสังกะสี (ZnO) ที่เรียกว่า Z-COTE เป็นผลึกขนาดนาโนซึ่งสามารถป้องกันทั้งรังสี UVA และ UVB ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และไม่ทำให้ผู้ทาเกิดอาการแพ้

กล้องดิจิทัลของโกดัก รุ่น EasyShare LS633 ที่มีจอภาพเป็นสารอินทรีย์เปล่งแสง หรือ OLED (organic light-emitting diode) ที่มีภาพสีคมชัด มีมุมมองที่กว้าง และมีขนาดจอภาพที่ใหญ่กว่ากล้องดิจิทัลทั่วไปในขณะนี้

แว่นตากันแดด ของบริษัท Nanofilm สหรัฐฯ ที่ได้นำพอลิเมอร์ชนิดบางมากที่สังเคราะห์โดยนาโนเทคโนโลยีมาใช้ในการเคลือบผิวหน้าของเลนส์ของแว่นตากันแดด ซึ่งสามารถป้องกันการสะท้อนแสง ลดรอยขีดข่วนและคราบสกปรกของแว่นตาและเลนส์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

แร็กเก็ตเทนนิส VS Nanotube Power ของบริษัท Babolat ฝรั่งเศสที่ผลิตจากแกรไฟต์ผสมกับท่อนาโนของคาร์บอน (carbon nanotube) ทำให้แร็กเก็ตมีความทนทานสูงมากในขณะที่มีน้ำหนักเบา สามารถลดอาการกล้ามเนื้อเกร็งของนักเทนนิสได้เป็นอย่างดี

ลูกเทนนิส Air D-Fense ของบริษัท Inmat ในนิวเจอร์ซีย์ สหรัฐฯ ที่มีการเคลือบแกนในของลูกเทนนิสด้วยพอลิเมอร์นาโนคอมพอสิตที่มีความบางเพียง 1 นาโนเมตร สามารถป้องกันการรั่วซึมของอากาศภายในลูกเทนนิสได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยไม่มีผลต่อน้ำหนักของลูกเทนนิส จึงสามารถเก็บใช้ได้นานกว่าลูกเทนนิสธรรมดาหลายเท่าตัว



▲ กล้องดิจิทัลของโกดัก รุ่น EasyShare LS633
 ◀ แร็กเก็ตเทนนิส VS Nanotube Power ของบริษัท Babolat

หนังสืออิเล็กทรอนิกส์	
ฟิสิกส์ 1(ภาคกลศาสตร์(ฟิสิกส์ 1 (ความร้อน)
ฟิสิกส์ 2	กลศาสตร์เวกเตอร์
โลหะวิทยาฟิสิกส์	เอกสารคำสอนฟิสิกส์ 1
ฟิสิกส์ 2 (บรรยาย(แก้ปัญหาฟิสิกส์ด้วยภาษา C
ฟิสิกส์พิศวง	สอนฟิสิกส์ผ่านทางอินเทอร์เน็ต
ทดสอบออนไลน์	วิดีโอการเรียนการสอน
หน้าแรกในอดีต	แผ่นใสการเรียนการสอน
เอกสารการสอน PDF	กิจกรรมการทดลองทางวิทยาศาสตร์
แบบฝึกหัดออนไลน์	สุดยอดสิ่งประดิษฐ์
การทดลองเสมือน	
บทความพิเศษ	ตารางธาตุไทย1) 2 (Eng)
พจนานุกรมฟิสิกส์	ลับสมองกับปัญหาฟิสิกส์
ธรรมชาติมหัศจรรย์	สูตรพื้นฐานฟิสิกส์
การทดลองมหัศจรรย์	ดาราศาสตร์ราชมงคล
แบบฝึกหัดกลาง	
แบบฝึกหัดโลหะวิทยา	แบบทดสอบ
ความรู้รอบตัวทั่วไป	อะไรเอ่ย ?
ทดสอบ)เกมเศรษฐี(คติปริศนา
ข้อสอบเอนทรานซ์	เฉลยกลศาสตร์เวกเตอร์
คำศัพท์ประจำสัปดาห์	
ความรู้รอบตัว	
การประดิษฐ์ของโลก	ผู้ได้รับโนเบลสาขาฟิสิกส์
นักวิทยาศาสตร์เทศ	นักวิทยาศาสตร์ไทย
ดาราศาสตร์พิศวง	การทำงานของอุปกรณ์ทางฟิสิกส์
การทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ	

 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ 1 ผ่านทางอินเทอร์เน็ต 	
1. การวัด	2. เวกเตอร์
3. การเคลื่อนที่แบบหนึ่งมิติ	4. การเคลื่อนที่บนระนาบ
5. กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน	6. การประยุกต์กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
7. งานและพลังงาน	8. การดลและโมเมนตัม
9. การหมุน	10. สมดุลของวัตถุแข็งเกร็ง
11. การเคลื่อนที่แบบคาบ	12. ความยืดหยุ่น
13. กลศาสตร์ของไหล	14. ปริมาณความร้อน และ กลไกการถ่ายโอนความร้อน
15. กฎข้อที่หนึ่งและสองของเทอร์โมไดนามิก	16. คุณสมบัติเชิงโมเลกุลของสสาร
17. คลื่น	18. การสั่น และคลื่นเสียง
 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ 2 ผ่านทางอินเทอร์เน็ต 	
1. ไฟฟ้าสถิต	2. สนามไฟฟ้า
3. ความกว้างของสายฟ้า	4. ตัวเก็บประจุและการต่อตัวต้านทาน
5. ศักย์ไฟฟ้า	6. กระแสไฟฟ้า
7. สนามแม่เหล็ก	8. การเหนี่ยวนำ
9. ไฟฟ้ากระแสสลับ	10. ทรานซิสเตอร์
11. สนามแม่เหล็กไฟฟ้าและเสาอากาศ	12. แสงและการมองเห็น
13. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ	14. กลศาสตร์ควอนตัม
15. โครงสร้างของอะตอม	16. นิวเคลียร์
 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ทั่วไป ผ่านทางอินเทอร์เน็ต 	
1. จลศาสตร์ (kinematic)	2. จลพลศาสตร์ (kinetics)
3. งานและโมเมนตัม	4. ซิมเปิลฮาร์โมนิก คลื่น และเสียง
5. ของไหลกับความร้อน	6. ไฟฟ้าสถิตกับกระแสไฟฟ้า
7. แม่เหล็กไฟฟ้า	8. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับแสง
9. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ อะตอม และนิวเคลียร์	

