

# นาโนเทคโนโลยีช่วย ทำความสะอาดการรั่วไหล ของน้ำมันในมหาสมุทรได้หรือไม่



ภารกิจใหญ่ในการทำความสะอาดน้ำมันที่เกิดการรั่วไหลออกมาในทะเลและมหาสมุทรถือเป็นภาระของภาคอุตสาหกรรม รัฐบาล และนักอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมมานานหลายทศวรรษ การทำความสะอาดน้ำมันส่วนใหญ่เป็นเรื่องยากเสมอ การกำจัดน้ำมันออกจากน้ำต้องใช้ทั้งเวลา ทรัพยากร และเงินจำนวนมาก และมักจะประสบความสำเร็จเพียงบางส่วนเท่านั้น อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์กำลังเข้ามาช่วยพัฒนาเทคนิคใหม่ที่ใช้ในนาโนเทคโนโลยีผสมผสานกับพลังแม่เหล็ก ในการทดลองวิทยาศาสตร์นี้ คุณจะได้อะไรมาทดสอบเทคนิคที่นำมาใช้ด้วยตัวคุณเอง มาดูกันว่าคุณจะสามารถทำความสะอาดน้ำมันจากน้ำได้สำเร็จหรือไม่?

## ระยะเวลาที่ใช้

สั้นมาก (≤ 1 วัน)

น้ำมันที่รั่วไหลในทะเลถือเป็นอันตรายร้ายแรง ก่อให้เกิดความเสียหายต่อระบบนิเวศอย่างใหญ่หลวง มีการใช้ยาเงินไปหลายพันล้านดอลลาร์เพื่อดำเนินการทำความสะอาดน้ำมัน ซึ่งก็ไม่ได้สามารถขจัดน้ำมันออกไปจากสิ่งแวดล้อมได้อย่างหมดจดเสมอไป แล้วไอเดียใหม่ที่ใช้การผสมผสานของนาโนเทคโนโลยีและพลังแม่เหล็กจะสามารถช่วยเราได้หรือไม่?

พลังแม่เหล็กหรือการศึกษาแนวทางกายภาพที่ประกอบกับแม่เหล็กนั้นเป็นที่สนใจของผู้คนมาเป็นเวลานานแล้ว คุณสมบัติของแม่เหล็กในการออกแรง (ดูดหรือผลัก) จากระยะไกลนั้นก็น่าทึ่งและน่าเหลือเชื่ออีกด้วย

นาโนวิทยาหรือการศึกษาปรากฏการณ์ที่มีขนาดเล็กเพียงไม่กี่นาโนเมตรนั้นถือเป็นสาขาล่าสุดที่ถูกเติมเสริมเข้ามาในโลกแห่งวิทยาศาสตร์ หนึ่งในนาโนเมตรมีความยาวเท่ากับ 1 พันล้าน (10<sup>-9</sup>) เมตร สารที่มีขนาดนาโนจะมีขนาดเล็กกว่าความกว้างของเส้นผมมนุษย์ประมาณ 50,000 ถึง 100,000 เท่า นับว่ามีความแตกต่างจากสิ่งอื่น ๆ ที่มีสเกลใหญ่กว่าอย่างน่าประหลาดใจ ทำให้คนส่วนใหญ่จินตนาการได้ยากว่าระดับนาโนทำงานอย่างไร (ยังไม่นับเรื่องความเข้าใจ) มีความน่าประหลาดซ่อนอยู่ในทุกซอกมุม ลองนึกภาพว่าถ้าเราเป็นแมลงตัวเล็กๆ ของเหลวธรรมดาๆ อย่างน้ำก็อาจดูขุ่นและเหนอะหนะ และเราก็อาจจะสามารถเดินขึ้นน้ำไปได้ได้เลย นึกดูแล้วค่อนข้างแตกต่างจากน้ำที่เราเคยรู้เคยใช้ใช่ไหมล่ะ? แล้วแมลงมีความยาวในระดับนาโนเมตรรึเปล่า? ไม่หรอก! แต่แมลงบางตัวก็มีเครื่องมือในระดับนาโนที่สร้างความสามารถพิเศษให้กับมัน

แล้วทีนี้จะเป็นอย่างไรถ้าเรานำแม่เหล็กและนาโนวิทยามารวมกัน วัสดุแม่เหล็กยังแสดงคุณสมบัติทางแม่เหล็กของมันเหมือนเดิมหรือไม่หากเราลดขนาดมันให้เหลือเพียงอนุภาคนาโน? ถ้าใช่ อนุภาคนาโนเหล่านี้จะมีลักษณะอะไรอย่างอื่นอีกบ้าง?

นักวิทยาศาสตร์ได้ทดสอบสมมติฐานนี้แล้วและได้แสดงให้เห็นแล้วว่าพวกเขาสามารถสร้างอนุภาคที่มีความยาวสองสามนาโนเมตร ซึ่งแสดงคุณสมบัติทางแม่เหล็กออกมาได้

คุณสมบัติหนึ่งที่น่าสนใจอย่างหนึ่งของอนุภาคนาโนแม่เหล็กก็คือความสามารถในการแขวนลอยในของเหลวได้ ทำให้เกิดเป็นของเหลวที่เป็นเฟอร์โรแมกเนติกหรือแม่เหล็กเหลว (ferrofluid) แล้วมันพิเศษอย่างไร? คุณเคยนำผงตะไบเหล็กใส่ลงไปในน้ำมันหรือน้ำหรือไม่? ใส่ลงไปแล้วมันลอย ราม หรือแขวนลอยอยู่? จริงๆ ก็มันจมน้ำ ซึ่งก่อนหน้านี้มันไม่มีวิธีใดเลยที่จะสร้างของไหลที่มีคุณสมบัติเป็นแม่เหล็กได้

ส่วนผสมของแม่เหล็กเหลวนั้นมีไม่ใช่น้ำมันนำแปลกๆ ประกอบด้วย ของเหลว (เรียกว่าของเหลวพาหะ) อนุภาคเฟอร์โรแมกเนติก และสารลดแรงตึงผิวหรือสารคล้ายสบู่เพื่อป้องกันไม่ให้อนุภาคนาโนจับตัวกันเป็นก้อน มักมีการนำน้ำมันหรือน้ำประเภทต่างๆ มาใช้เป็นของเหลวพาหะ

เมื่อไม่มีสนามแม่เหล็กแรงสูง แม่เหล็กเหลวก็จะไหลเหมือนกับของเหลว อย่างไรก็ตาม หากมีแม่เหล็กแรงสูง (หรือสนามแม่เหล็ก) เข้ามา แม่เหล็กเหลวก็จะถูกดึงเข้าหาแม่เหล็ก และสิ่งที่ไม่คาดคิดก็เกิดขึ้น คุณอาจเห็นแม่เหล็กเหลว “กระโดด” เข้าหาแม่เหล็ก ซึ่งอาจเกิดเป็นโครงสร้างคล้ายหนามแหลมสวยงามท่ามกลางแม่เหล็กตัว

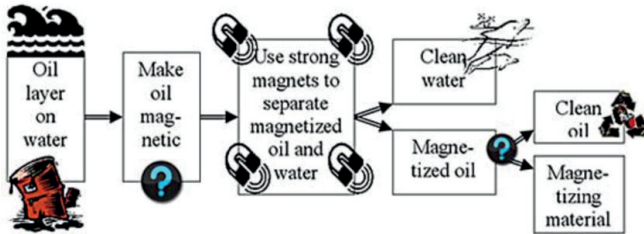
เราค้นพบการนำของเหลวเฟอร์โรแมกเนติกไปใช้ประโยชน์หลายอย่าง เช่น อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ การใช้ในทางการแพทย์ และแม้แต่สวนศิลปะ แล้วเจ้าของเหลวเลอะเทอะนี้สามารถช่วยขจัดน้ำมันที่รั่วไหลในทะเลได้หรือไม่?

# นาโนเทคโนโลยีช่วย ทำความสะอาดครู่ไหล ของน้ำมันในมหาสมุทรได้หรือ



แนวคิดก็คือเราต้องทำให้น้ำมันที่รั่วไหลกลายเป็นแม่เหล็ก จึงจะสามารถใช้แม่เหล็กแรงสูงมาแยกน้ำมันแม่เหล็กออกจากน้ำที่ไม่ใช่แม่เหล็กได้ ภาพประกอบต่อไปนี้จะแสดงให้เห็นขั้นตอนที่จะช่วยอธิบายวิธีการ

ชั้นน้ำมันบนน้ำ -> ทำน้ำมันให้เป็นแม่เหล็ก -> ใช้แม่เหล็กแรงสูงเพื่อแยกน้ำมันที่เป็นแม่เหล็กออกจากน้ำ -> น้ำสะอาด/  
น้ำมันที่เป็นแม่เหล็ก -> น้ำมันสะอาด/วัสดุแม่เหล็ก



ไม่นานมานี้ นักวิทยาศาสตร์ได้พยายามมองหาความเป็นไปได้ในการใช้ของเหลวที่เป็นแม่เหล็กไฟฟ้ามาทำให้น้ำมันกลายเป็นแม่เหล็กได้จริงๆ ในการทดลองวิทยาศาสตร์นาโนเทคโนโลยีนี้ คุณจะสำรวจเทคนิคดังกล่าวในสเกลเล็กๆ คุณจะได้ตรวจสอบว่าวิธีการกำจัดน้ำมันออกจากผิวน้ำมีประสิทธิภาพเพียงใด และคุณอาจค้นพบข้อจำกัดและจุดแข็งบางประการได้

ดังที่กล่าวไว้ข้างต้นว่าคุณจะต้องใส่แม่เหล็กเหลวลงในน้ำมันที่รั่วไหลเพื่อทำให้น้ำมันกลายเป็นแม่เหล็ก เป้าหมายของคุณคือทำให้อนุภาคเฟอร์ไรต์แยกจากแม่เหล็กเหลวกระจายตัวและผสมเข้ากับน้ำมันที่รั่วไหลจนมันกลายเป็นแม่เหล็ก หากเราเลือกของเหลวพาหะที่สามารถผสมเข้ากับน้ำมันที่รั่วไหลได้ดี แม่เหล็กเหลวก็จะกระจายตัวและผสมกับน้ำมันที่รั่วไหลได้อย่างเป็นธรรมชาติ จากนั้นก็ต้องใช้แม่เหล็กแรงสูงเพื่อแยกเอาส่วนผสมของน้ำมันกับแม่เหล็กเหลวออกจากน้ำ

แนวคิดของการทดลองวิทยาศาสตร์นี้ไม่มีจุดมุ่งหมายเพียงเพื่อตรวจสอบว่าวิธีนี้ใช้ได้ผลในสเกลเล็กๆ หรือไม่ แต่ยังคงพยายามหาว่าประสิทธิภาพในการกำจัดน้ำมันออกจากน้ำด้วยวิธีการดังกล่าวในสเกลนี้มีมากน้อยเพียงใด เรานำปริมาณของน้ำมันที่ถูกกำจัดออกไปด้วยวิธีนี้ไปเปรียบเทียบกับปริมาณการรั่วไหลของน้ำมันในตอนแรก และหาค่าของตัวแปรที่เรียกว่า "ประสิทธิภาพ" ดังที่แสดงในสมการที่ 1:

$$efficiency = \frac{\text{volume of removed oil}}{\text{volume of original spill}}$$

ประสิทธิภาพ = ปริมาณน้ำมันที่ถูกกำจัดออกไป  
ปริมาณน้ำมันในตอนแรก

หากค่าประสิทธิภาพใกล้เคียงกับ 1 หมายความว่าน้ำมันเกือบทั้งหมดได้ถูกกำจัดออกไปแล้ว ซึ่งจะเป็นการบ่งชี้ว่าวิธีการนี้ใช้ขจัดน้ำมันที่รั่วไหลออกไปจากน้ำได้เป็นอย่างดี ส่วนค่าประสิทธิภาพใกล้เคียงกับ 0 หมายความว่าน้ำมันถูกกำจัดออกไปเพียงเล็กน้อย บ่งชี้ว่าวิธีการนี้ใช้ขจัดน้ำมันที่รั่วไหลออกไปจากผิวน้ำได้ไม่ดีนัก

# นาโนเทคโนโลยีช่วย ทำความสะอาดรั่วไหล ของน้ำมันในมหาสมุทรได้หรือ



เนื่องจากการวัดปริมาตรน้ำมันที่เหลือหลังจากการทำความสะอาดนั้นทำได้ยากกว่าการวัดปริมาตรน้ำมันที่ถูกกำจัดออกไป  
 อย่างนี้เราจะสามารถใช้พีชคณิตคำนวณและบอกประสิทธิภาพจากปริมาตรน้ำมันที่เหลือได้หรือไม่? ( ข้อแนะนำ : คุณจะต้องใช้สมการปริมาตรของน้ำมันที่รั่วไหลในตอนแรก = ปริมาตรน้ำมันที่เหลืออยู่ + ปริมาตรน้ำมันที่ถูกกำจัดออกไป) สมการ  
 ที่ได้จริงเป็นดังนี้:

$$efficiency = \frac{\text{volume of original spill} - \text{volume of leftover oil}}{\text{volume of original spill}}$$

ประสิทธิภาพ = ปริมาตรน้ำมันในตอนแรก - ปริมาตร  
 น้ำมันที่เหลืออยู่

หรือ

$$efficiency = 1 - \frac{\text{volume of left over oil}}{\text{volume of original spill}}$$

ประสิทธิภาพ = 1 - ปริมาตรน้ำมันที่เหลืออยู่  
 ปริมาตรน้ำมันในตอนแรก

อ่านตารางด้านล่างนี้ก่อนที่คุณจะดำเนินการขั้นต่อไป เคน้ำมันให้รั่วไหล เต็มแม่เหล็กเหลวลงในน้ำมันและดูว่าแม่เหล็ก  
 แรงสูงสามารถทำความสะอาดน้ำมันได้ทั้งหมดหรือไม่

สิ่งที่ฉันรู้	สิ่งที่ฉันอยากเรียนรู้	สิ่งที่ฉันได้เรียนรู้
แม่เหล็กเหลวมีอนุภาคนาโนเฟอร์โรแมกเนติกที่แขวนลอยอยู่ในของเหลวพาหะ  แม่เหล็กเหลวอาจทำมาจากของเหลวพาหะหลากหลายชนิดของเหลวพาหะที่ใช้บ่อยๆ มักทำมาจากน้ำมันแร่ น้ำมันสังเคราะห์ และน้ำ  แม่เหล็กเหลวติดกับแม่เหล็กได้	แม่เหล็กเหลวที่มีของเหลวพาหะเป็นน้ำมัน จะใช้แยกน้ำมันออกจากน้ำได้หรือไม่?  วิธีนี้มีประสิทธิภาพแค่ไหน หรือสามารถกำจัดน้ำมันได้มากแค่ไหน?  มีข้อห้ามหรืออุปสรรคอื่นใดบ้างที่ต้องเอาชนะให้ได้เพื่อให้วิธีการนี้สามารถใช้ในการกำจัดน้ำมันที่รั่วไหลในทะเลได้	

# นาโนเทคโนโลยีช่วย ทำความสะอาดการรั่วไหล ของน้ำมันในมหาสมุทรได้หรือ



## คำศัพท์และกรอบความคิด

- พลั้วแม่เหล็ก
- แร่
- นาโนวิทยา
- นาโนเมตร
- แชนลอย
- ของเหลวเฟอร์โรแมกเนติก
- แม่เหล็กเหลว
- ของเหลวพาหะ
- สารลดแรงตึงผิว
- ประสิทธิภาพ

## คำถาม

- อะไรคือลักษณะสำคัญของแม่เหล็กเหลว และมันทำมาจากอะไร?
- ของเหลวพาหะชนิดในที่มีกนำมาใช้ทำแม่เหล็กเหลว?
- แม้ในการทดลองนี้เราจะใช้แม่เหล็กเหลวที่ประกอบด้วยน้ำมันเป็นหลัก แต่แม่เหล็กเหลวที่ประกอบด้วยน้ำเป็นหลักจะสามารถดึงดูดน้ำมันออกมาจากน้ำมันที่รั่วไหลได้หรือไม่?
- เป็นไปได้ไหมที่จะสร้างแม่เหล็กเหลวโดยการเติมผงตะไบเหล็กลงในน้ำมันหรือของเหลวอื่นๆ? ทำไมถึงเป็นไปได้ หรือทำไมเป็นไปไม่ได้?
- กฎเกณฑ์ใดที่สามารถใช้ประเมินว่าวิธีที่เราทดสอบนั้นเหมาะที่จะนำไปใช้ทำความสะอาดน้ำมันที่รั่วไหลในทะเล?

## วัสดุและอุปกรณ์

- แม่เหล็กเหลว 50 มล (หมายเหตุ: ต้องใช้น้ำมันแร่เป็นของเหลวพาหะ)
- น้ำมันแร่ 60 มล
- บล็อกแม่เหล็กนีโอไดเมียม
- งานเพราะเชือก 90 มม x 15 มม (10 ใบ)
- กระบอกตวง ปริมาตร 25 มล
- ปีเปตพลาสติกแบบปริมาตร ชนิดตรง (10 อัน)
- ถุงมือไนไตร (3 คู่)
- ฝาปิดขวดหรือขวดที่เข็นได้
- โปสเตอร์บอร์ด ควรเป็นสีขาว
- สมุดบันทึกการทดลองและปากกา
- น้ำ (ใช้น้ำก๊อกได้)
- ถ้วย (3ใบ) สองอันควรจุ่มอย่างน้อย 150 มล. และอันที่สามควรจุ่มอย่างน้อย 30 มล.
- สีสผสมอาหาร 2 หยด (สีอะไรก็ได้)
- เศษผ้าหรือกระดาษชำระ
- อ่างล้างจานหรือชาม (สำหรับล้างกระบอกตวงและงานเพราะเชือกหลังการใช้งาน)
- น้ำร้อน
- น้ำยาล้างจาน
- ถังพลาสติกสำหรับห่อแซนด์วิช (9 ใบ)
- หลอดดูด (3 อัน)
- ถุงกระดาษหรือถุงพลาสติกสำหรับใส่ขยะ

# นาโนเทคโนโลยีช่วย ทำความเข้าใจการรั่วไหล ของน้ำมันในมหาสมุทรได้หรือ



Knowledge  
Through  
Entertainment

## ความปลอดภัย

แม่เหล็กนีโอไดเมียมมีพลังสูงมาก บางอันสามารถไปรบกวนหรือรีเซ็ตเครื่องกระตุ้นหัวใจได้ ห้ามนำแม่เหล็กนีโอไดเมียมเข้าไปในปาก เก็บให้ห่างจากคอมพิวเตอร์ บัตรเครดิต และวัตถุแม่เหล็กอื่นๆ เสมอ แม่เหล็กเหลวทำให้เกิดคราบบนผิวหนังและวัสดุอื่นๆ ได้ ดังนั้นควรใช้มาตรการที่เหมาะสมเพื่อเก็บรักษาของเหลวไว้ให้ดีในบริเวณที่ทดลอง



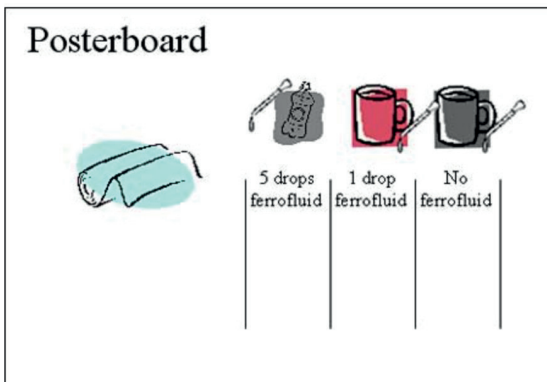
## ขั้นตอนการทดลอง

ในการทดลองวิทยาศาสตร์นี้ คุณจะได้ทดสอบวิธีการใหม่ที่ใช้ทำความเข้าใจการรั่วไหลออกจากน้ำโดยใช้แม่เหล็กเหลว และแม่เหล็กแรงสูง โปรดจำไว้ว่าแม่เหล็กเหลวจะสร้างความสับสนและตะกอน เช่นกับผิวหนัง เสื้อผ้าและพื้น ตลอดขั้นตอนการทดลอง ให้ใช้มาตรการเก็บรักษาแม่เหล็กเหลวไว้ให้ดี ก่อนที่จะเริ่ม ให้สวมหน้ากากเป็นชิ้นและสารส่วนตัวและสภาพแวดล้อมรอบตัวให้ดีว่าจะเป็นอย่างไรหรือไม่หากแม่เหล็กเหลวหกใส่เสื้อผ้าหรือพื้นที่เราใช้ในการทดลอง

คุณจะได้ใช้แม่เหล็กนีโอไดเมียมในการทดลองนี้ แม่เหล็กชนิดนี้มีพลังสูงมาก ต้องเก็บมันให้ห่างจากวัสดุที่เป็นแม่เหล็กและคอมพิวเตอร์ตลอดเวลา

### 1. เตรียมพื้นที่ทดลอง

- วางโปสเตอร์บอร์ดสีขาวบนพื้นหรือโต๊ะที่คุณจะทำการทดลอง โปสเตอร์บอร์ดจะช่วยปกป้องพื้นผิว ทำหน้าที่เป็นเบาะกรวดที่ขาวสะอาด และช่วยให้คุณสามารถจับบันทึกได้
- แบ่งช่องตารางเป็นสามคอลัมน์ใกล้ๆ กึ่งกลางของโปสเตอร์บอร์ดโดยวาดเส้นแนวตั้งสี่เส้น กว้างประมาณ 4 นิ้วและยาวประมาณ 8 นิ้ว เขียนหัวข้อบนแต่ละคอลัมน์ว่า “แม่เหล็กเหลว 5 หยด” “แม่เหล็กเหลว 1 หยด” และ “ไม่มีแม่เหล็กเหลว” รูปที่ 4 จะแสดงการจัดระเบียบพื้นที่ทำงานของคุณ



โปสเตอร์บอร์ด  
แม่เหล็กเหลว 5 หยด  
แม่เหล็กเหลว 1 หยด  
ไม่มีแม่เหล็กเหลว

# นาโนเทคโนโลยีช่วย ทำความสะอาดรั้วไหล ของน้ำมันในมหาสมุทรได้หรือ



## 2. กัดลอกตารางต่อไปนี้ลงไปในสมุดบันทึกของคุณเพื่อใช้บันทึกการวัดค่าต่างๆ

### ปริมาตรของน้ำมันแร่ที่เหลือหลังจากทำความสะอาดแล้ว (มล)

	กลุ่มควบคุม: ทำความสะอาด โดยไม่ใช้แม่เหล็กเหลว	ทำความสะอาดโดยใช้แม่เหล็ก เหลว 1 หยด	ทำความสะอาดโดยใช้แม่เหล็ก เหลว 5 หยด
ทดสอบครั้งที่ 1			
ทดสอบครั้งที่ 2			
ทดสอบครั้งที่ 3			
ค่าเฉลี่ย			
ประสิทธิภาพ			
ข้อสังเกต			

## 3. เตรียมน้ำสำหรับทดลอง ผสมสีลงไปเพื่อให้มองเห็นได้ง่ายขึ้น

- ก) เติมน้ำก๊อกลงในถ้วยอย่างน้อย 100 มิลลิลิตร (มล.)
- ข) เติมน้ำมันอาหารหนึ่งหรือสองหยดลงในน้ำ
- ค) คนให้ส่วนผสมอาหารละลายกับน้ำ
- ง) วาดถ้วยไวบนบอร์ดตัวในรูปที่ 4

## 4. เตรียมน้ำมันแร่สำหรับการทดลอง

- ก) เติมน้ำมันแร่ลงในถ้วยเล็กประมาณ 25 มล. เมื่อน้ำมันอยู่ในถ้วยจะทำให้เราใช้ปิเปตได้ง่ายขึ้น
- ข) วาดถ้วยไวบนบอร์ดทรงช่อกที่ถัดจากถ้วยน้ำสี
- ค) วาดปิเปตแบบปริมาตรไว้ข้างๆ โดยปิเปตอันนี้จะใช้เฉพาะกับน้ำมันแร่เท่านั้น

# นาโนเทคโนโลยีช่วย ทำความสะอาดการรั่วไหล ของน้ำมันในมหาสมุทรได้หรือ



## 5. เตรียมแม่เหล็กเหลวสำหรับการทดลอง

- ก) วางขวดที่มีแม่เหล็กเหลวอยู่ไว้ข้างๆ ด้วยอีกสองใบเหนือช่องที่แบ่งไว้บนบอร์ด
- ข) วางปิเปตไว้ข้างๆ โดยใช้ผ้าหรือกระดาษชำระรองไว้ ปิเปตอันนี้จะใช้เฉพาะกับแม่เหล็กเหลวเท่านั้น
- ค) เตรียมผ้าหรือกระดาษชำระให้พร้อมสำหรับทำความสะอาดแม่เหล็กเหลวที่อาจหก

## 6. เตรียมล้างกระบอกตวง

- ก) เติมน้ำอุ่นลงในอ่างล้างจานหรือชามขนาดใหญ่
- ข) เติมน้ำยาล้างจานลงไป

## 7. เตรียมด้วยเปล่าไว้สำหรับใส่ของเหลวเหลือทิ้ง

## 8. เตรียมการทดลอง

- ก) วางจานเพาะเชื้อบนช่องแต่ละช่องรวมทั้งหมัดสามจาน
  - ข) ใช้ปิเปตเติมน้ำสีประมาณ 14 มล.ลงในจานเพาะเชื้อแต่ละจาน หากคุณใช้จานเพาะเชื้อที่มีขนาดต่างกัน ให้เติมน้ำสีลงไปจนกระทั่งระดับน้ำในจานเพาะเชื้อสูง 2-3 มิลลิเมตร
  - ค) ใช้ปิเปตแบบปริมาตรเพื่อเติมน้ำมันแร่ 2.5 มล. ลงไปในจานเพาะเชื้อแต่ละใบเพื่อจำลองการรั่วไหลของน้ำมันของคุณ
1. ข้อสำคัญคือในจานเพาะเชื้อแต่ละใบจะต้องมีปริมาณน้ำมันเท่ากันพอดี เพื่อให้สามารถนำผลลัพธ์มาเปรียบเทียบกันได้
  2. เล็งให้น้ำมันไหลลงใกล้กับบริเวณกลางจานเพาะเชื้อ

## 9. ทำให้น้ำมันเป็นแม่เหล็กโดยการเติมแม่เหล็กเหลวลงไป

- ก) เขย่าขวดแม่เหล็กเหลวก่อนเปิด
  - ข) ทดสอบความรู้สึกเมื่อหยดปิเปตหยดหนึ่งกลับเข้าไปในขวด
  - ค) หยดแม่เหล็กเหลว 1 หยดลงตรงกลางน้ำมันที่รั่วไหลบนจานเพาะเชื้อในช่อง “แม่เหล็กเหลว 1 หยด”
  - ง) หยดแม่เหล็กเหลว 5 หยดลงตรงกลางน้ำมันที่รั่วไหลบนจานเพาะเชื้อในช่อง “แม่เหล็กเหลว 5 หยด” โดยควรหยดให้กระจายทั่วพื้นผิวของน้ำมัน
1. หากหยดแม่เหล็กเหลวบิวเอิญไปตกลงบนผิวน้ำแทน ให้สังเกตดูว่าเกิดอะไรขึ้น (แม่เหล็กเหลวลงน้ำหรือเปล่า? หรือว่าม?) จดบันทึกไว้ในสมุดบันทึกของคุณ ข้อมูลนี้มีความสำคัญเมื่อถึงขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล
- จ) ปิดขวดแม่เหล็กเหลวแล้ววางปิเปตไว้ข้างๆ โดยใช้ผ้าหรือกระดาษชำระรองไว้
  - ฉ) อย่าลืมว่าต้องไม่ใช่แม่เหล็กเหลวในจานเพาะเชื้อบนช่อง “ไม่มีแม่เหล็กเหลว” เพราะเราใช้จานเพาะเชื้อนี้เป็นกลุ่มควบคุมและอ้างอิง
  - ช) รอและสังเกตประมาณหนึ่งนาที แม่เหล็กเหลวกระจายตัวไปตามคราบน้ำมันหรือไม่? มันจมลงไปในน้ำหรือเปล่า? คุณเห็นแม่เหล็กเหลวจมไปอยู่ก้นจานเพาะเชื้อหรือไม่?

# นาโนเทคโนโลยีช่วย ทำความสะอาดครัวเรือน ของน้ำมันในมหาสมุทรได้หรือ



## 10. ทำความสะอาดคราบน้ำมันด้วยแม่เหล็ก

ก) ทำตามขั้นตอนการทำความสะอาดต่อไปนี้กับงานเพาะเชื้อให้ครบทั้งสามใบ โดยเริ่มจากงานที่เขียนว่า “ไม่มีแม่เหล็กเหลว”

1. เปิดถุงพลาสติกที่สะอาดออกมา
2. ใส่แม่เหล็กนีโอไดเมียมเข้าไปที่มุมหนึ่งของถุงพลาสติก
3. เลื่อนแม่เหล็กในถุงพลาสติกผ่านน้ำมันไปในครั้งเดียว วิธีที่ดีที่สุดคือให้จุ่มแม่เหล็กลงในของเหลวเล็กน้อย และเคลื่อนที่ผ่านคราบน้ำมันทั้งหมดไปในครั้งเดียวโดยพยายามทำได้ดีที่สุดเท่าที่จะทำได้  
หมายเหตุ: ข้อสำคัญคือต้องเลือกวิธีการเคลื่อนที่แม่เหล็กผ่าน (หรือเหนือ) บริเวณที่มีคราบน้ำมันเพียงแค่วิธีเดียว แล้วใช้วิธีนั้นตลอดการทดลอง เป้าหมายของคุณคือการเปรียบเทียบประสิทธิภาพโดยใช้แม่เหล็กเหลวในปริมาณต่างๆ หากใช้วิธีการที่ต่างกันในการเคลื่อนแม่เหล็กก็อาจส่งผลต่อผลลัพธ์ที่คลาดเคลื่อนได้
4. เช็ดถุงด้วยผ้ากระดาษชำระหรือผ้า
5. ใส่แม่เหล็กลงไปในตรวงอีกมุมหนึ่งของถุงพลาสติก ซึ่งควรเป็นมุมที่สะอาดและแห้ง ถ้าไม่เช่นนั้นนี้ให้เปลี่ยนถุงใหม่
6. เคลื่อนที่แม่เหล็กในถุงผ่านคราบน้ำมันเป็นครั้งที่สอง
7. เช็ดถุงด้วยกระดาษชำระหรือผ้าแล้วทิ้งลงในถุงขยะ
8. จดข้อสังเกตไว้ในสมุดบันทึกของคุณ คราบน้ำมันที่เหลืออยู่ดูสะอาดหรือสกปรก? มีแม่เหล็กเหลวเหลืออยู่ในของเหลวในงานเพาะเชื้อหรือไม่? หากใช่ มันลอย จม หรือแขวนลอยอยู่?

## 11. วัดปริมาณน้ำมันที่เหลืออยู่ในน้ำ

ก) ทำตามขั้นตอนต่อไปนี้กับงานเพาะเชื้อให้ครบทั้งสามใบ

1. ค่อยๆ เทของเหลวที่เหลือทั้งหมด (ทั้งน้ำ น้ำมัน และแม่เหล็กเหลว) จากงานเพาะเชื้อไปยังกระบอกตวงอย่างระมัดระวัง อาจมีน้ำมันบางส่วนติดอยู่กับงานเพาะเชื้อ พยายามเก็บของเหลวเข้าไปในกระบอกตวงให้ได้มากที่สุด อย่าใช้กรวย เนื่องจากน้ำมันจะยิ่งไปเกาะติดกับกรวยทำให้ค่าที่อ่านได้ลดลงอีก
2. รวณกระทั่งน้ำมันทั้งหมดลอยตัวเหนือน้ำในกระบอกตวง
3. อ่านปริมาณน้ำมันที่เหลืออยู่บนน้ำ ตรวจสอบให้แน่ใจว่าชั้นน้ำมันที่เห็นนั้นอยู่ในระดับเดียวกับสายตาคของคุณ เพราะชั้นน้ำมันอาจมีรูปร่างโค้งมนได้
4. จดบันทึกการอ่านค่าของคุณไว้ในช่องที่ถูกต้องบนตารางแบบตารางที่ 2
5. จดบันทึกข้อสังเกตใดๆ เอาไว้หากจำเป็น โดยเฉพาะข้อสังเกตที่อาจมีความสำคัญเมื่อนำเทคนิคนี้ไปใช้ในการทำความสะอาดคราบน้ำมันในทะเล
6. เทของเหลวจากกระบอกตวงลงไปในถ้วย

## 12. เทของเหลวที่เหลือในถ้วยลงในอ่างล้างจานหรือโถส้วม แล้ววางงานเพาะเชื้อที่ใช้แล้วซ้อนกันไว้เพื่อล้างในภายหลัง

## 13. ทำขั้นตอนที่ 8 ถึง 12 ซ้ำอีกสองครั้งเพื่อให้เราได้ทดสอบขั้นตอนการทำความสะอาดครบ 3 ครั้ง

## 14. เก็บทำความสะอาดพื้นที่ทำงาน ล้างงานเพาะเชื้อและกระบอกตวง รวมถึงปีเปตที่ใช้ในการถ่ายเทแม่เหล็กเหลวที่กระดาษชำระและผ้าสกปรกทั้งหมด



# นาโนเทคโนโลยีช่วย ทำความสะอาดครัว ของน้ำมันในมหาสมุทรได้หรือ



Knowledge  
Through  
Entertainment

## 15. วิเคราะห์ข้อมูลของคุณ

- ก) จำนวนปริมาตรเฉลี่ยของน้ำมันแร่ที่เหลือจากการทดสอบทั้งสามครั้ง และบันทึกผลลงในตารางข้อมูลของคุณ
- ข) จำนวนประสิทธิภาพของวิธีการทำความสะอาดคราบน้ำมันและบันทึกค่าไว้ในตารางข้อมูลของคุณ หากคุณต้องการทบทวนความรู้อีกครั้ง ให้ย้อนกลับไปดูคำจำกัดความและสมการของประสิทธิภาพในบทนำ เพื่อความสะดวกของคุณ ให้ใช้สมการที่ 3 โดยแทนที่ปริมาตรน้ำมันที่รั่วไหลด้วยปริมาตรน้ำมันที่ใช้ในการทดสอบนี้ เช่น 2.5 มล. นำค่าปริมาตรน้ำมันที่เหลือโดยเฉลี่ย (หน่วยเป็นมิลลิลิตร) หลังจากการทำความสะอาดคราบน้ำมันเพื่อคำนวณหาค่าประสิทธิภาพ

$$efficiency = 1 - \frac{\text{volume of leftover oil (mL)}}{2.5 \text{ mL}}$$

ประสิทธิภาพ = 1 - ปริมาตรน้ำมันที่เหลืออยู่ (มล)  
2.5 มล

### ก) สร้างกราฟแท่งของข้อมูล

1. สร้างกราฟแท่งของปริมาตรน้ำมันที่เหลือให้กับขั้นตอนการทำความสะอาดทั้งสองแบบและกลุ่มควบคุม (การทำความสะอาดที่ไม่มีแม่เหล็กเหลว)
2. สร้างกราฟแท่งประสิทธิภาพของขั้นตอนการทำความสะอาดทั้งสองแบบและกลุ่มควบคุม
3. คุณสามารถเขียนกราฟด้วยมือหรือใช้เว็บไซต์อย่าง Create A Graph เพื่อสร้างกราฟในคอมพิวเตอร์และปริ้นท์ออกมา หรืออาจใช้โปรแกรมตารางจัดการอย่าง Microsoft Excel ก็ได้

จ) ข้อมูลที่คุณได้สามารถยืนยันได้หรือไม่ว่าแม่เหล็กเหลวสามารถใช้ร่วมกับแม่เหล็กแรงสูงเพื่อกำจัดคราบน้ำมันรั่วไหลออกจากน้ำในการทดสอบขนาดเล็กได้?

## 16. ความคิดและข้อสรุป

- ก) การทดลองในกลุ่มควบคุมเปรียบเทียบกับทำความสะอาดโดยใช้แม่เหล็กเหลวหนึ่งหยดกับห้าหยดแล้วเป็นอย่างไร?
- ข) คุณเห็นข้อบกพร่องในการทดสอบหรือไม่? สิ่งที่ต้องคำนึงถึงได้แก่
1. น้ำมันที่หลงเหลืออยู่บนจานเพาะเชื้อเมื่อถ่ายเทของเหลวออกไปยังกระบอกตวงแล้วนั้นส่งผลต่อการวัดค่าของคุณหรือไม่? มันบิดเบือนผลลัพธ์ของคุณในเชิงระบบหรือวิธีการหรือไม่? หากใช่ มันทำให้ประสิทธิภาพของคุณดูดีขึ้นหรือแย่ลงหรือไม่?
  2. ประสิทธิภาพจากการทดลองควบคุมบอกอะไรคุณบ้าง?
  3. แล้วเรายังสามารถนำการทดลองกลุ่มควบคุมไปเปรียบเทียบกับวิธีการทำความสะอาดแบบต่างๆ และสรุปผลได้อยู่หรือไม่?
- ค) คุณจะสามารถประเมินประสิทธิภาพของวิธีการกำจัดน้ำมันในสเกลนี้หรือไม่ การนำวิธีนี้ไปใช้ในสเกลที่ใหญ่ขึ้นจะให้ผลลัพธ์ในเรื่องประสิทธิภาพที่ใกล้เคียงกันโดยอัตโนมัติหรือไม่?
- ง) คุณได้พบข้อดี ข้อบกพร่อง และประเด็นที่ควรดำเนินการไต่ถามในการนำแม่เหล็กเหลวไปใช้ทำความสะอาดคราบน้ำมันที่รั่วไหลในน้ำ?
- จ) คุณจะสามารถปรับปรุงวิธีการนี้ให้ดีขึ้นได้อย่างไรบ้าง?
- ฉ) เมื่อเห็นผลลัพธ์แล้ว คุณคิดว่ามีมูลค่าหรือไม่ที่จะพยายามสำรวจหาวิธีการในสเกลที่ใหญ่กว่านี้มาก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทำความสะอาดน้ำมันที่รั่วไหลในทะเล? คุณคิดว่ายังมีบางประเด็นที่จำเป็นต้องปรับปรุงและ/หรือตรวจสอบก่อนที่จะดำเนินการต่อไปหรือไม่?

# นาโนเทคโนโลยีช่วย ทำความสะอาดรั่วไหล ของน้ำมันในมหาสมุทรได้หรือ



Knowledge  
Through  
Entertainment

## ทางเลือกอื่นๆ ในการทดลอง

- ในการทดลองวิทยาศาสตร์นี้ น้ำมันเฉพาะเชื่อเป็นน้ำมัน ไม่มีกลิ่นหรือการเคลื่อนไหวใดๆ มารบกวนการรั่วไหลของน้ำมัน ลองตรวจสอบว่าการเคลื่อนย้ายงานเฉพาะเชื่อไปไม่ให้อยู่นิ่ง การทำให้เกิดคลื่นเล็กๆ หรือการกวนของเหลวในงานเฉพาะเชื่อนี้จะส่งผลต่อประสิทธิภาพของการทำความสะอาดหรือไม่ ลองตรวจสอบดูว่าจะเกิดอะไรขึ้นหากแม่เหล็กเหลวบิวเิญหยุดไปในน้ำโดยไม่มีตัวใจแทนที่จะหยุดไหลไปตรงน้ำมันที่รั่วไหล มันจะจมลงไปและก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมหรือไม่?
- การทดลองวิทยาศาสตร์นี้เป็นทดสอบการทำความสะอาดน้ำมันแร่ที่อยู่ในน้ำโดยใช้แม่เหล็กเหลวที่มีน้ำมันแร่เป็นส่วนประกอบ ลองทดสอบดูว่าวิธีนี้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพแค่ไหนเมื่อต้องทำความสะอาดน้ำมันพืชหรือน้ำมันประเภทอื่นๆ หรือไม่ก็ลองซื้อแม่เหล็กเหลวที่มีของเหลวพาหะชนิดอื่นๆ มากดสอบดูว่ามันทำความสะอาดน้ำมันได้แค่ไหน
- ในการทดลองวิทยาศาสตร์นี้ ขอแนะนำให้ใช้วิธีจุ่มแม่เหล็กลงในในของเหลว อีกทางเลือกหนึ่งก็คือ ให้พยายามกดสองเพื่อหาว่าวิธีใดดีที่สุด ระหว่างจุ่มแม่เหล็กลงในในของเหลวโดยไม่สัมผัสโดนผิวมัน หรือให้แม่เหล็กลอยอยู่เหนือพื้นน้ำ? อีกรูปแบบหนึ่งก็คือ ให้ศึกษาผลของการเคลื่อนแม่เหล็กผ่านหรือเหนือของเหลวด้วยความเร็วและช้า ซึ่งในกรณีนี้ สิ่งสำคัญคือต้องรักษาจำนวนหยดของแม่เหล็กเหลวที่ใช้ให้คงที่ เนื่องจากเป้าหมายของคุณคือการเปรียบเทียบการเคลื่อนที่แม่เหล็กในวิธีต่างๆ
- การทดลองวิทยาศาสตร์นี้ทดสอบขั้นตอนการทำความสะอาดน้ำมันโดยใช้แม่เหล็กนีโอโดเมียบบแบบแท่ง ลองใช้แม่เหล็กชนิดต่างๆ ที่มีแรงไม่เท่ากันหรือแม่เหล็กที่มีรูปทรงต่างกันดูบ้าง พื้นที่ผิวหน้าของแม่เหล็กมีบทบาทสำคัญอย่างไรหรือไม่? ในกรณีนี้ สิ่งสำคัญคือต้องใช้แม่เหล็กเหลวในจำนวนที่เท่ากันเสมอ เนื่องจากเรากำลังต้องการตรวจสอบความแตกต่างที่เกิดจากการเปลี่ยนชนิดแม่เหล็ก
- ในการทดลองวิทยาศาสตร์นี้มีการใช้แม่เหล็กเหลวทั้งหมดและห้าหยดเพื่อทำความสะอาดน้ำมันที่รั่วไหลปริมาณ 2.5 มล. ลองตรวจสอบดูว่าประสิทธิภาพจะยิ่งเท่ากันหรือไม่หากคุณเพิ่มปริมาณตัวแปรทั้งหมดเป็นสองเท่าหรือสามเท่า (เช่น เปรียบเทียบประสิทธิภาพเมื่อใช้แม่เหล็กเหลวหนึ่งหยดทำความสะอาดน้ำมัน 2.5 มล. แม่เหล็กเหลวสองหยดทำความสะอาดน้ำมัน 5 มล. และแม่เหล็กเหลวสามหยดทำความสะอาดน้ำมัน 7.5 มล.)
- อีกหนึ่งการทดลองวิทยาศาสตร์ในระดับสูงก็คือ ให้ลองดูวิธีสร้างแม่เหล็กเหลวจากหมึกเครื่องพิมพ์อ็คเจ็ทด้วยตัวเอง คุณสามารถสร้างแม่เหล็กเหลวขึ้นมาเองและเพิ่มประสิทธิภาพให้มันสามารถทำความสะอาดน้ำมันที่รั่วไหลได้หรือไม่?