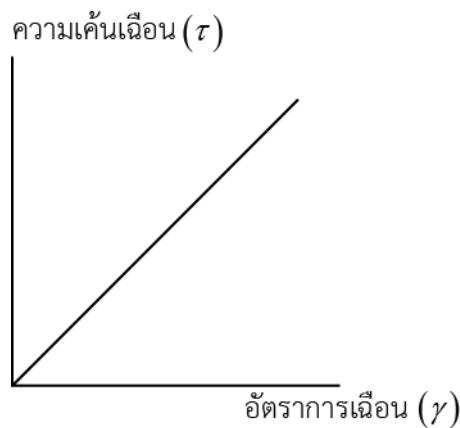


## แนวทางไขปริศนา ตอน 5. แข็งหรือเหลว

เป็นแนวทางเริ่มต้นเพื่อให้ผู้ชมเดินทางหาคำตอบสุดท้ายเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การทดลองนี้ ใช้แป้งข้าวโพด หรือใช้แป้งมันก็ได้ เมื่อค่อย ๆ จุ่มมือลงไปในแป้งที่ผสมน้ำให้เหลวในลักษณะเดียวกับโคลน สามารถรับรู้ถึงความเป็นของเหลวของแป้งที่ผสมน้ำได้ เนื่องจากมือสามารถจุ่มผ่านลงไปได้ แต่เมื่อทำการกระแทก เช่นใช้มือทุบลงไปหรือจุ่มลงไปเร็ว ๆ ในแป้งผสมน้ำ กลับพบว่า แป้งผสมน้ำ แสดงลักษณะเหมือนเป็นของแข็ง คือไม่สามารถจะใช้มือแทรกผ่านแป้งผสมน้ำลงไปได้ซึ่งเกิดเป็นลักษณะเดียวกับ การคนแป้งผสมน้ำ หากคนช้า ๆ จะคนได้สะดวก หากคนเร็ว ๆ จะคนไม่ได้ ซึ่งสมบัติของของเหลวที่เกี่ยวข้องคือความหนืดและความหนืดภายในของเหลวจะขึ้นกับอุณหภูมิ แต่ของเหลวบางชนิด เช่น แป้งข้าวโพดผสมน้ำ หรือแป้งมันที่ผสมน้ำ ความหนืดจะขึ้นกับความเร็วของการคนหรือการสัมผัส ของเหลวนี้จะถูกเรียกว่าของเหลวแบบนอนนิวโทเนียน( non-newtonian fluid ) ของเหลวแบบนอนนิวโทเนียน จะแสดงลักษณะที่แตกต่างออกไปจากของเหลวแบบนิวโทเนียน ( Newtonian fluid ) ซึ่งของเหลวแบบนิวโทเนียน ยกตัวอย่างเช่น น้ำ ค่าความเค้นเฉือน ( $\tau$ ) และอัตราการเฉือน ( $\gamma$ ) เมื่อนำไปเขียนกราฟ ระหว่าง  $\tau$  และ  $\gamma$  จะมีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง ดังรูป



เมื่อ  $\tau$  เป็นความเค้นเฉือนที่ทำให้ชั้นของของเหลวด้านบนและด้านล่างแยกออกจากกัน เช่น การคนหรือการกวนของเหลว ค่า  $\tau$  มีความสัมพันธ์ตามสมการ

$$\tau = \frac{F}{A}$$

โดยที่  $\tau$  คือ ความเค้นเฉือน

$F$  คือ แรงในแนวขนานกับผิวของไหลต่อพื้นที่ที่ได้รับแรงกระทำ

$A$  คือ พื้นที่ผิวที่ถูกแรง  $F$  กระทำ

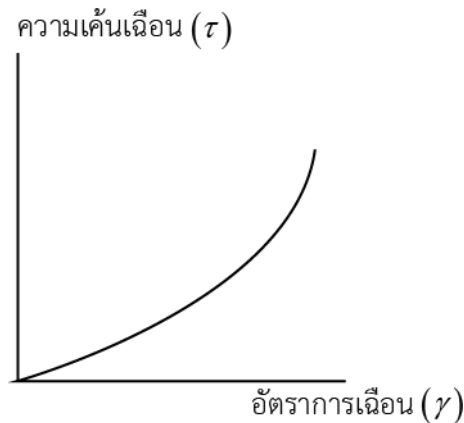
ส่วน  $\gamma$  เป็นอัตราการเฉือนจะสัมพันธ์กับอัตราการเปลี่ยนแปลงความเร็ว ( $dv$ ) เทียบกับการเปลี่ยนแปลงระยะทาง ( $dr$ ) ค่า  $\gamma$  มีความสัมพันธ์ตามสมการ

$$\gamma = \frac{dv}{dr}$$

ค่าความชันที่ได้จากกราฟเส้นตรงระหว่าง ความเค้นเฉือนและอัตราการเฉือน จะเรียกว่าค่า  $\mu$  หรือ สัมประสิทธิ์ความหนืดของของเหลวซึ่งมีความสัมพันธ์ตามสมการ

$$\mu = \frac{\tau}{\gamma}$$

จากกราฟจะพบว่า ค่า  $\mu$  ไม่เปลี่ยนแปลงแม้จะมีความเค้นเฉือนมากขึ้นจากการคนหรือกวนและจากอัตราการเฉือนที่มีความเร็วเปลี่ยนไปเทียบกับระยะทาง แต่ในกรณีของเหลวแบบนอนนิวโทเนียน เช่น แป้งข้าวโพดผสมน้ำ หรือ แป้งมันผสมน้ำ เมื่อเขียนกราฟระหว่าง  $\tau$  และ  $\gamma$  จะมีความสัมพันธ์เป็นเส้นโค้ง ดังรูป



เมื่อมีการคนหรือกวนอย่างช้าๆ อัตราการเฉือนมีค่าใกล้เคียงกับของเหลวแบบนอนนิวโทเนียน นั่นคือ มีสภาพเป็นของเหลว หากวางสิ่งของเช่นลูกแก้ว หรือ ขอนบนแป้งข้าวโพดหรือแป้งมันผสมน้ำ ของจะจมลงไป แต่หากคนหรือกวนให้เร็วขึ้น อัตราการเฉือนจะเพิ่มขึ้น ทำให้ค่าความชันหรือค่า  $\mu$  ซึ่งเป็นค่าความหนืดของของเหลวจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตามเส้นกราฟที่ปรากฏ ทำให้ดูเหมือนว่า ของเหลวกลายเป็นของแข็ง จะสังเกตจากวิดิทัศน์ว่า ไม่ว่าจะทุบหรือต่อยเร็ว ๆ บนแป้งข้าวโพดผสมน้ำ มือที่ทุบไม่ได้จมลงไปเพราะของเหลวเหมือนกลายเป็นของแข็งซึ่งเป็นลักษณะของของเหลวที่เรียกว่านอนนิวโทเนียน นั่นเอง