ความหนืดของของไหล

ขณะที่ของไหลมีการเคลื่อนที่ แต่ละโมเลกุลของของไหลก็มีการเคลื่อนที่ชนกันไปมาตลอดเวลาด้วยทิศทางที่ไม่แน่นอน การเคลื่อนที่เหล่านี้เองที่ส่งผลต้านการเคลื่อนที่ทำให้ของไหลให้เคลื่อนที่ช้าลง หรือทำให้เกิดความหนืด (viscosity) ขึ้นในของไหล

ความหนืดเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่สองอย่าง

- การเคลื่อนที่แบบบราวน์ของโมเลกุล
- การเคลื่อนที่ของมวลของของไหล

ต่างกับกรณีของการฟุ้ง ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบบราวน์เท่านั้น ไม่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของมวลของของไหล

การฟุ้ง V.S ความหนืดของของไหล

การฟุ้งและความหนืดของของไหลเป็นตัวอย่างของปรากฏการณ์ขนส่ง หรือ Transport phenomena

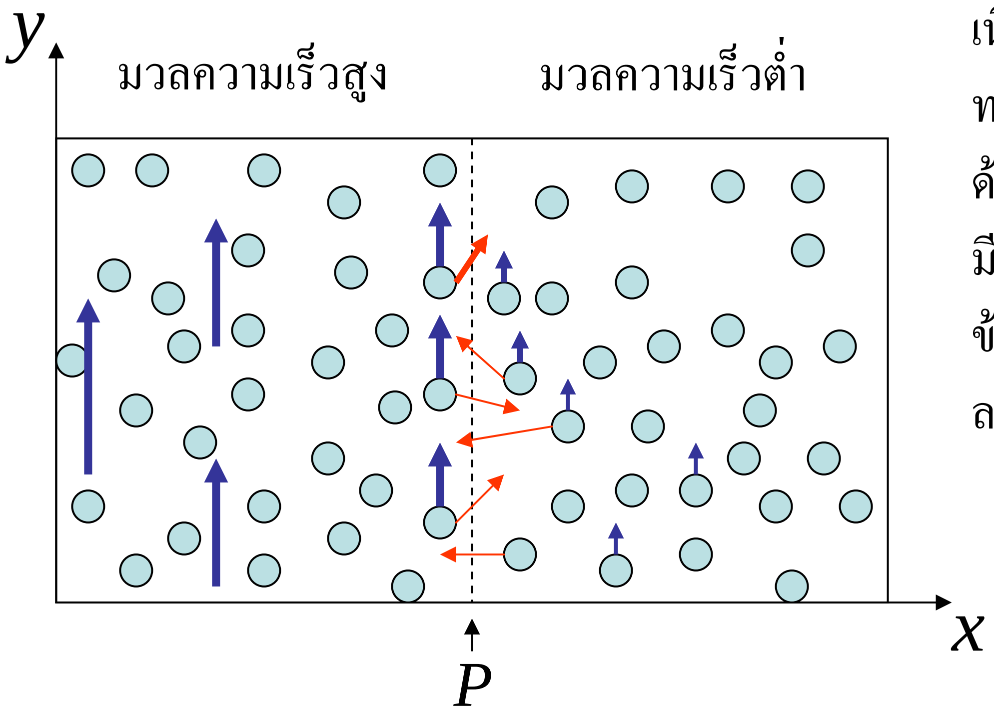
การฟุ้ง เป็นการส่งผ่านมวล ภายในระบบ (จากส่วนหนึ่งไปอีกส่วนหนึ่ง)
ความหนืด เป็นการส่งผ่านโมเมนตัม ภายในระบบ

นอกจากนี้ยังมี การนำความร้อน ซึ่งเป็นการส่งผ่านพลังงาน (ความร้อน) ภายในระบบ

เนื่องจากเวลาอันจำกัด ในวิชานี้เราจะข้ามเรื่องการนำความร้อน

พิจารณาของไหลซึ่งกำลังเคลื่อนที่ไปตามแกน y ด้วยความเร็ว v_y โดยความเร็วที่ตำแหน่งต่างๆ ในแกน x มีค่าต่างกันดังรูป P เป็นแนวผนังสมมุติ ซึ่งตั้งฉากกับแกน x ให้การไหลทางด้านซ้ายของผนัง P มีขนาดความเร็วสูงกว่าขนาดความเร็วของการไหลทางด้านขวา

ขณะที่ของไหลเคลื่อนที่ไปตามแกน y แต่ละโมเลกุลของๆไหล ก็มีการเคลื่อนที่ไปมาด้วยทิศทางที่ไม่แน่นอน ดังนั้นโมเลกุลของๆไหลมีโอกาสจะข้ามไปมาระหว่างแนวผนัง P ได้



เนื่องจากโมเลกุลด้านซ้ายมีความเร็วมากกว่า โมเลกุลทางด้านขวา การที่โมเลกุลทางด้านซ้ายข้ามไปทางด้านขวา ทำให้โมเมนตัมตามแนวแกน y ทางด้านขวามีค่าเพิ่มขึ้น ในขณะเดียวกัน การที่โมเลกุลด้านขวาข้ามไปด้านซ้าย ทำให้โมเมนตัมตามแกน y ทางซ้ายลดลง

เกิดการส่งผ่านโมเมนตัมจากซ้ายไปขวาตามแนวแกน x โดยกระแสอนุภาคสุทธิที่เคลื่อนผ่าน P เป็นศูนย์

ให้ j_p เป็นความหนาแน่นกระแสโมเมนตัม คือ โมเมนตัมตามแกน y ที่ถูกส่งผ่านพื้นที่หนึ่งหน่วย ที่ตั้งฉากกับทิศการเปลี่ยนแปลงความเร็ว (แกน x) ของๆไหลในเวลา 1วินาที โดย j_p มีหน่วยเป็น กิโลกรัม-เมตร$^{-1}$-วินาที$^{-2}$ จากการทดลองพบว่า

$$j_p = -\eta \frac{\partial v_y}{\partial x}$$

กฎของการไหลที่มีความหนืด

Law of viscous flow

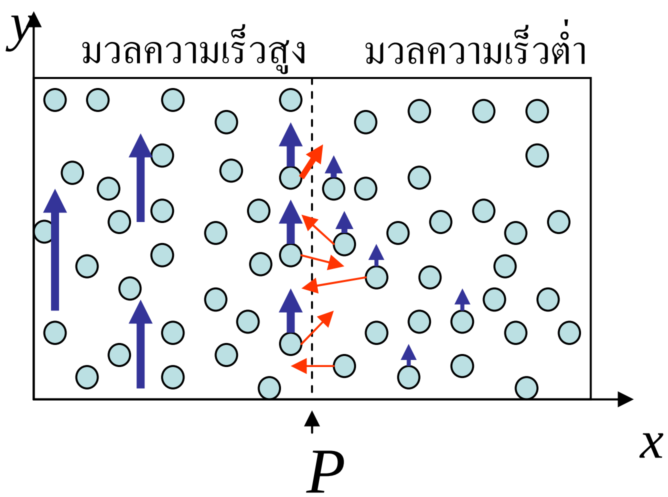
เมื่อ η คือ สัมประสิทธิ์ความหนืด มีหน่วยเป็น นิวตัน-วินาที-เมตร$^{-2}$ หรือ ปอยส์ (poise) โดยที่ 1 poise = 0.1 Nsm^{-1} ค่าสัมประสิทธิ์ความหนืดเป็นค่าคงที่เฉพาะของของไหล

สังเกตว่าสมการกฎของการไหลที่มีความหนืด มีรูปแบบเดียวกันกับ กฎของฟิกค์ ในเรื่องการฟุ้งของโมเลกุล

แรงหนืด (Viscous force) และ ความเค้นเฉือน

เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมย่อมมีแรงเข้ามาเกี่ยวข้อง

โมเมนตัมทางด้านขวามีอัตราเพิ่มขึ้น นั่นคือ มีแรงที่กระทำต่อของไหลทางขวาในทิศทาง $+y$
โมเมนตัมทางด้านซ้ายมีอัตราลดลง นั่นคือ มีแรงที่กระทำต่อของไหลทางขวาในทิศทางตรงกันข้ามคือ $-y$



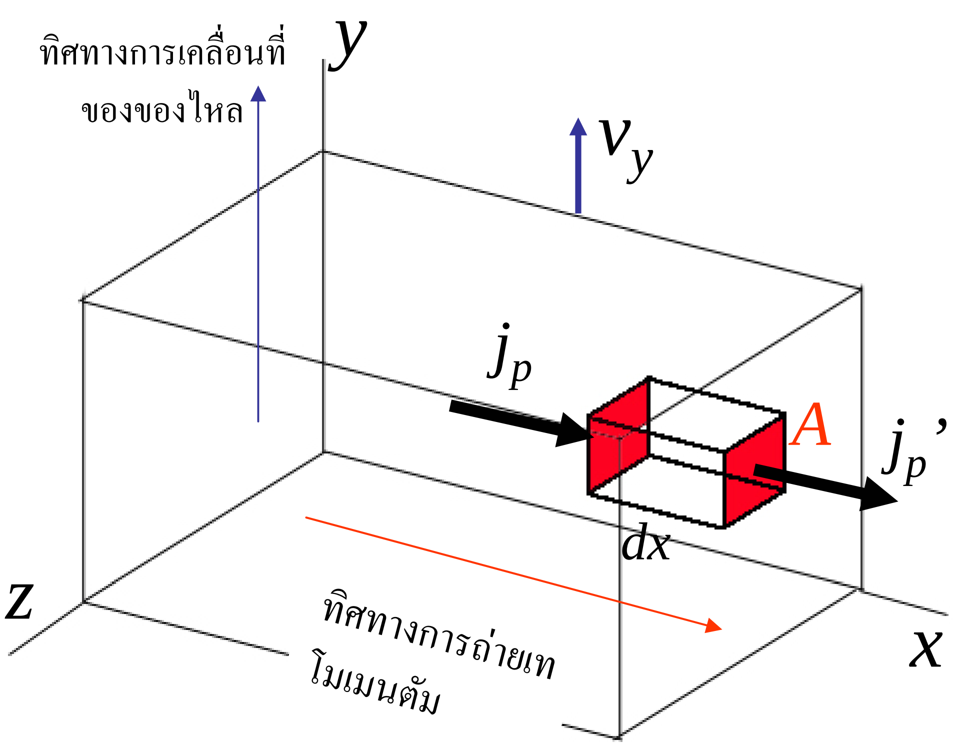
แรงที่เกิดขึ้นนี้มีชื่อว่าแรงหนืด (Viscous force)
เกิดขึ้นทั่วพื้นที่หน้าตัดของของไหลซึ่งตั้งฉากกับแกน x และขนาดกับระนาบ yz

แรงกระทำนี้ทำให้เกิดความเค้นเฉือนในผิวของๆไหล ค่าความเค้นเฉือนมีขนาดเท่ากับแรงกระทำต่อหน่วยพื้นที่ๆขนานกับแรง ซึ่งเมื่อพิจารณาแล้วจะได้ว่า

$$\text{ความเค้นเฉือน} = \tau = j_p$$

สมการการเคลื่อนที่ของของไหลที่มีความหนืด

พิจารณาของไหลในปริมาตรเล็กๆ dV ซึ่งมีพื้นที่หน้าตัด A และมีความกว้าง dx ดังรูป โดยของไหลในปริมาตร dV เคลื่อนที่ไปตามแกน y ด้วยความเร็ว v_y



ให้ j_p เป็นความหนาแน่นกระแสโมเมนตัมที่ไหลผ่านผนังด้านซ้าย และ j_p' เป็นความหนาแน่นกระแสโมเมนตัมที่ไหลออกจากปริมาตรทางผนังด้านขวา

j_pA เป็นอัตราโมเมนตัมที่ไหลเข้าต่อปริมาตร

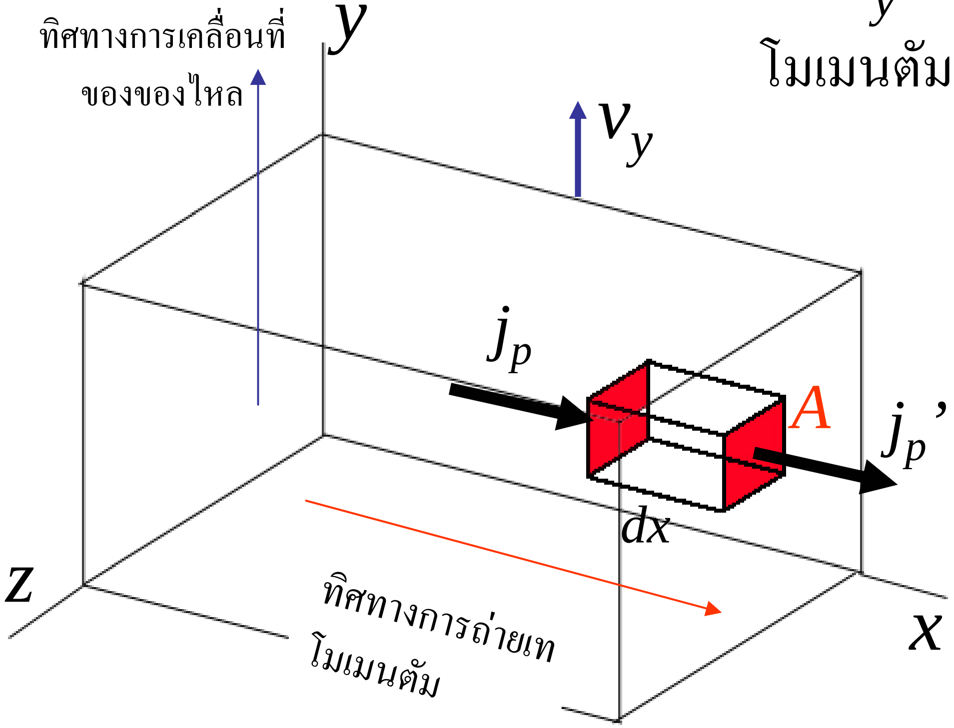
จากกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม จะได้ว่าอัตราการเพิ่มของโมเมนตัม ในปริมาตร dV หาได้จาก

$$j_p A - j' A = -\left(j' - j \right) A$$

$$= -dj_p A$$

$$= -\frac{\partial j_p}{\partial x} A dx$$

ให้ P_y เป็นโมเมนตัมแบบการพา อัตราการเพิ่มโมเมนตัมต่อหน่วยปริมาตร ใน 1 หน่วยเวลาคือ $\dfrac{\partial P_y}{\partial t}$



ดังนั้นจะได้ อัตราการเพิ่มโมเมนตัมแบบการพาในปริมาตร dV เท่ากับ

$$\frac{\partial P_y}{\partial t} dV = \frac{\partial P_y}{\partial t} A dx$$

ซึ่งจะได้ว่า

$$\frac{\partial P_y}{\partial t} = -\frac{\partial j_p}{\partial x}$$

เนื่องจาก $\partial P_y / \partial t$ คือแรงต่อหน่วยปริมาตร ดังนั้น $\partial j_p / \partial x$ จึงเป็นแรงหนืดต่อหน่วยปริมาตรที่กระทำต่อของไหล นอกจากแรงหนืดที่กระทำต่อของไหลแล้วยังอาจมีแรงภายนอก เช่น แรงเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก แรงลม ฯลฯ ซึ่งถ้าคิดถึงแรงภายนอกที่กระทำด้วยแล้วจะได้ว่า

$$\frac{\partial P_y}{\partial t} = -\frac{\partial j_P}{\partial x} + f$$

เมื่อ f เป็นแรงภายนอกที่มากระทำต่อ 1 หน่วยปริมาตร

ถ้าให้ $P_y = \rho v_y$ และใช้กฎการไหลที่มีความหนืด สมการข้างบนจะเขียนได้เป็น

$$\boxed{\frac{\partial v_y}{\partial t} = \frac{\eta}{\rho}\frac{\partial^2 v_y}{\partial x^2} + \frac{1}{\rho} f}$$

สมการเคลื่อนที่ของของไหลที่มีความหนืด

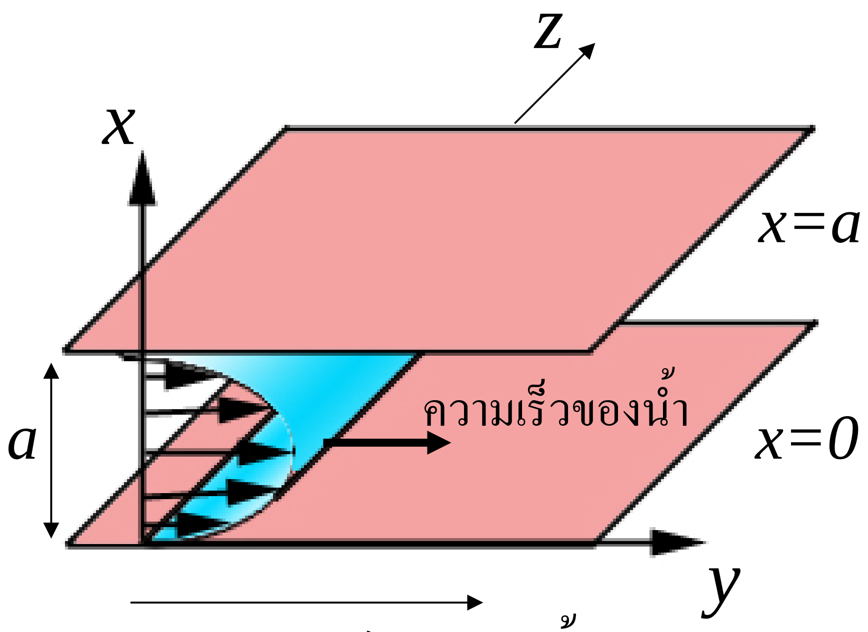
ในกรณีที่แรงภายนอกเป็นศูนย์จะได้ว่า

$$\frac{\partial v_y}{\partial t} = \frac{\eta}{\rho}\frac{\partial^2 v_y}{\partial x^2}$$

คล้ายกับสมการในเรื่องการฟุ้ง

ตัวอย่าง

จงหาความเร็วของน้ำที่ตำแหน่งต่างๆ จากขอบของคลองซึ่งมีความกว้าง a และหาตำแหน่งที่มีความเร็วของน้ำสูงสุด กำหนดให้การไหลอยู่ในสถานะคงตัว และแรงภายนอกที่กระทำต่อน้ำที่ตำแหน่งต่างๆเท่ากัน



วิธีทำ ให้น้ำเคลื่อนที่ไปทางทิศ $+y$ และให้ขอบคลองอยู่ที่ตำแหน่ง $x = 0$ และ a ตามลำดับ

ที่สถานะคงตัว
$$\frac{\partial v_y}{\partial t} = 0$$

จากสมการการเคลื่อนที่จะได้ว่า

$$\boxed{\frac{\partial^2 v_y}{\partial x^2} = -\frac{f}{\eta}}$$

แก้สมการ $\frac{\partial^2 v_y}{\partial x^2} = -\frac{f}{\eta}$ โดยการอินติเกรทสองครั้ง

ครั้งแรกได้ $$\frac{\partial v_y}{\partial x} = -\frac{f}{\eta} x + C_1$$

ครั้งที่สองได้ $$v_y = -\frac{f}{2\eta} x^2 + C_1 x + C_2$$

เมื่อ C_1 และ C_2 เป็นค่าคงที่ซึ่งหาได้จากเงื่อนไขขอบ

เนื่องจากที่ขอบคลองถือว่าความเร็วของน้ำมีน้อยมากจะได้ว่า $v_y = 0$ ที่ $x=0$ และ a

$\boxed{x = 0}$ $$v_y = 0 \quad \rightarrow C_2 = 0$$

$\boxed{x = a}$ $$v_y = 0 = -\frac{f}{2\eta} a^2 + C_1 a \quad \rightarrow \quad C_1 = \frac{fa}{2\eta}$$

แทนค่า C_1 และ C_2 จะได้ว่า

$$\boxed{v_y = \frac{f}{2\eta}\left(ax - x^2\right)}$$

ตอบ

เราสามารถหาค่าความเร็วสูงสุดของน้ำที่ตำแหน่งต่างๆ ได้โดยการหาอนุพันธ์เทียบกับ x

$$\frac{dv_y}{dx} = \frac{f}{2\eta}\left(a - 2x\right) = 0$$

ซึ่งจะได้ว่า ตำแหน่งที่มีความเร็วยูงสุดคือที่กึ่งกลางคลอง

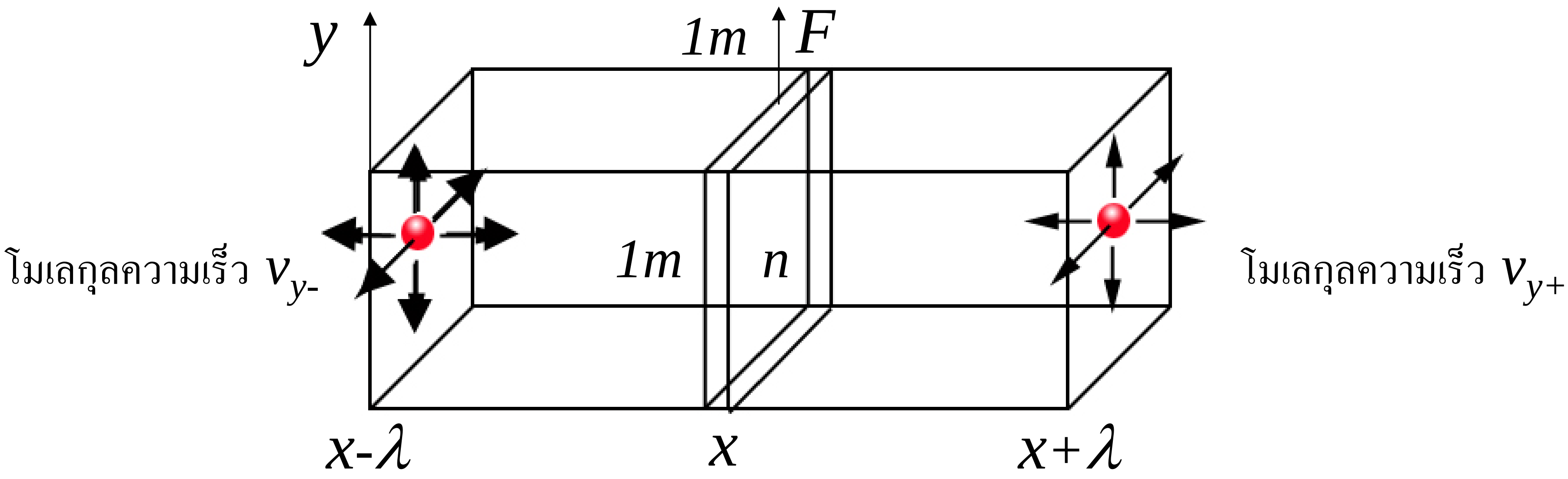
$$x = \frac{a}{2}$$

ตอบ

ทฤษฎีโมเลกุลของความหนืดของของไหล

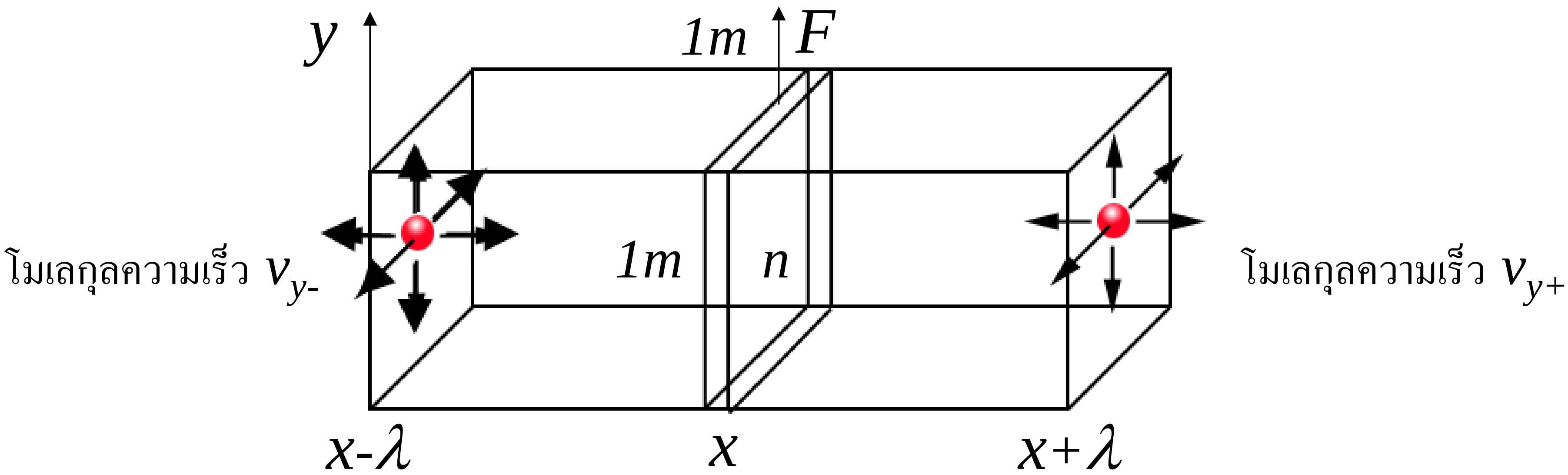
ให้โมเลกุลของสารที่ตำแหน่ง $x-\lambda$ มีโมเมนตัมตามแกน $+y$ ขนาด mv_{y-} และ ให้โมเลกุลของสารที่ตำแหน่ง $x+\lambda$ มีโมเมนตัมตามแกน $+y$ ขนาด mv_{y+}

กำหนดความเข้มข้นของโมเลกุลที่ตำแหน่งต่างๆมีค่าเท่ากับ n ดังรูป



ถ้ามองในมุมของผู้สังเกตที่เคลื่อนที่ไปพร้อมของไหลในทิศทาง $+y$ ด้วยอัตราเร็ว v_y จำนวนโมเลกุลต่อ 1 หน่วยพื้นที่ใน 1 หน่วยเวลาที่เคลื่อนที่มาจากตำแหน่ง $x-\lambda$ และ $x+\lambda$ ไปในทิศทาง $+x$ และ $-x$ ตามลำดับ แล้วผ่านผนัง x ต่างก็มีค่าเท่ากับ $\frac{n}{6}v$ เมื่อ v คืออัตราเร็วเฉลี่ยของโมเลกุลในของไหล (จากการเคลื่อนที่แบบบราวเนียน)

ดังนั้น โมเมนตัมรวมของโมเลกุลที่เคลื่อนที่ผ่านผนัง x ในทิศ $+x$ ต่อหน่วยพื้นที่ใน 1 หน่วยเวลาคือ $\left(mv_{y-}\right)\frac{n}{6}v$ และโมเมนตัมรวมต่อหน่วยพื้นที่ต่อ 1 หน่วยเวลาเคลื่อนที่ผ่านผนัง x ในทิศ $-x$ มีค่าเท่ากับ $\left(mv_{y+}\right)\frac{n}{6}v$



ถ้าให้ $v_{y-} > v_{y+}$ จะได้โมเมนตัมที่ส่งผ่านผนัง x ต่อหน่วยพื้นที่ใน 1 หน่วยเวลา หรือ

$$j_p = m\frac{n}{6}v\left(v_{y-} - v_{y+}\right)$$

ให้ $\frac{\partial v_y}{\partial x}$ เป็นเกรเดียนท์ของความเร็ว

$$\frac{\partial v_y}{\partial x} = \frac{v_{y+} - v_{y-}}{2\lambda} \quad \rightarrow \quad v_{y-} - v_{y+} = -2\lambda\frac{\partial v_y}{\partial x}$$

จะได้

$$j_p = -m\frac{n}{6}v\,2\lambda\frac{\partial v_y}{\partial x} = -\frac{1}{3}nmv\lambda\frac{\partial v_y}{\partial x}$$

ซึ่งจะสรุปได้ว่าค่าสัมประสิทธิ์ความหนืดมีค่าเท่ากับ

$$\boxed{\eta = \frac{1}{3}nmv\lambda}$$

ให้ ρ เป็นความหนาแน่นของสาร จะได้ว่า $\rho = nm$

และ

$$\boxed{\eta = \frac{\rho v \lambda}{3}}$$

สำหรับก๊าซในอุดมคติ อัตราเร็วเฉลี่ยของโมเลกุลแปรตาม $\sqrt{T}$

และระยะทางอิสระเฉลี่ยแปรผกผันกับความเข้มข้นของโมเลกุล $\lambda \propto \dfrac{1}{n}$

เราจะได้ว่า

$$\boxed{\eta \propto \sqrt{T}}$$

ยิ่งอุณหภูมิสูง ค่าสัมประสิทธิ์ความหนืดของก๊าซจะมีค่าสูงขึ้น

ความหนืดของก๊าซเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

http://www.physics.montana.edu/demonstrations/video/4_thermodynamics/demos/gasviscositychangewithtemperature.html

ค่าสัมประสิทธิ์การฟุ้งและค่าสัมประสิทธิ์ความหนืด

เราได้แสดงให้เห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์ความหนืดมีค่าเท่ากับ

$$\eta = \frac{1}{3} nmv\lambda$$

และในเรื่องการฟุ้งเราแสดงให้เห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์การฟุ้งมีค่าเท่ากับ

$$D = \frac{1}{3} v\lambda$$

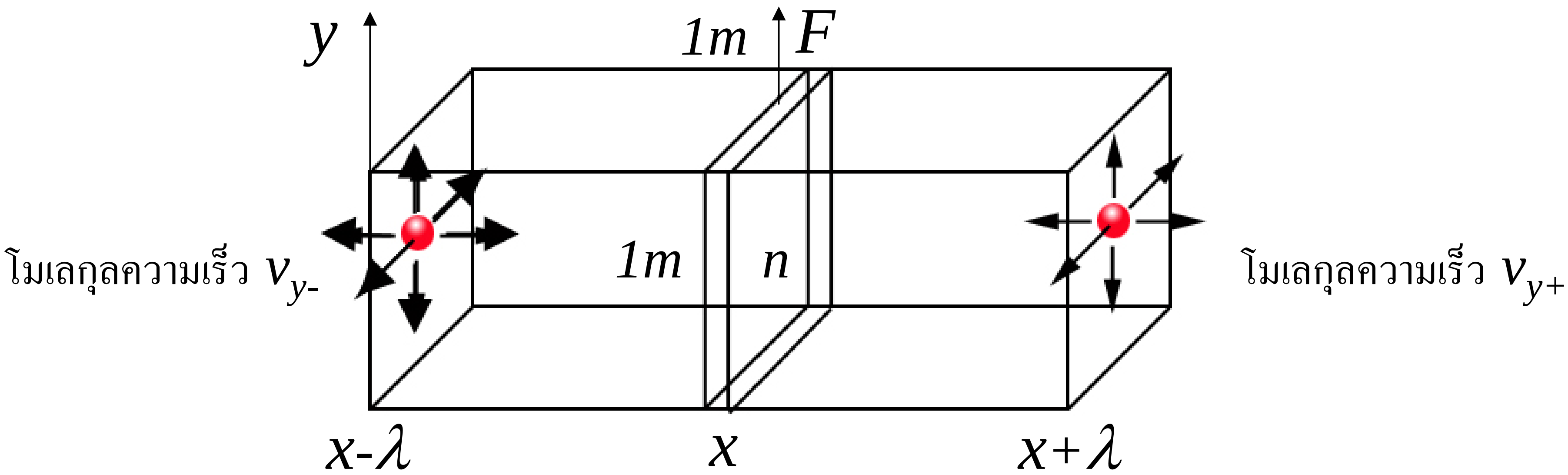
ดังนั้นจะได้ว่า

$$\eta = (nm) D$$

ทฤษฎีโมเลกุลของความหนืดของของไหล

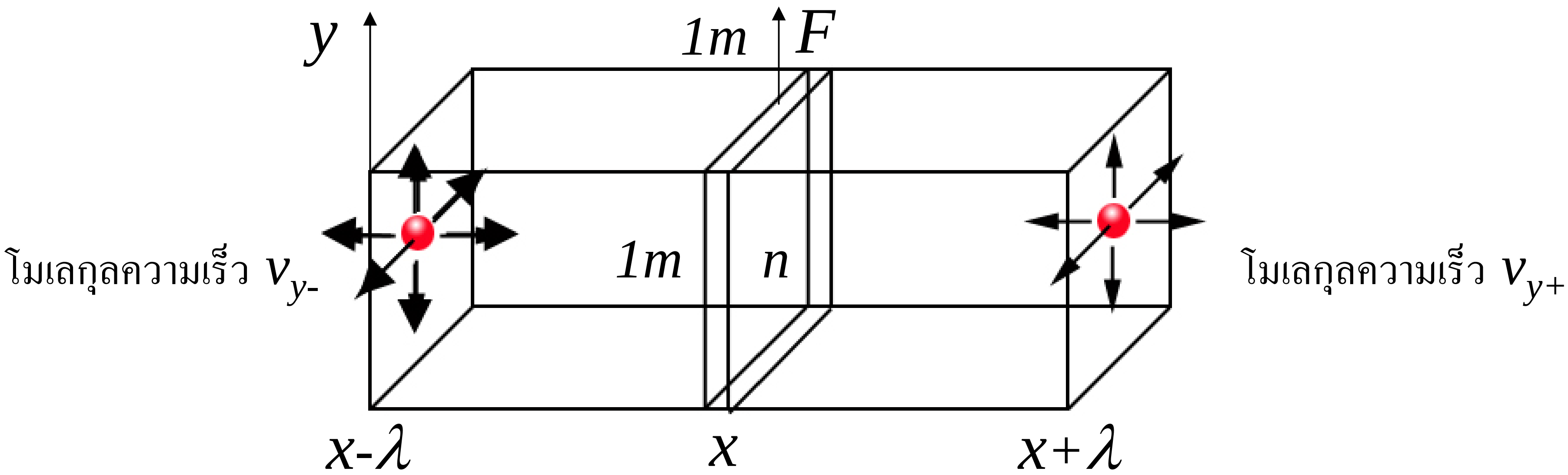
ให้โมเลกุลของสารที่ตำแหน่ง $x\text{-}\lambda$ มีโมเมนตัมตามแกน $+y$ ขนาด mv_{y-} และ ให้โมเลกุลของสารที่ตำแหน่ง $x+\lambda$ มีโมเมนตัมตามแกน $+y$ ขนาด mv_{y+}

กำหนดความเข้มข้นของโมเลกุลที่ตำแหน่งต่างๆมีค่าเท่ากับ n ดังรูป



ถ้ามองในมุมของผู้สังเกตที่เคลื่อนที่ไปพร้อมของไหลในทิศทาง $+y$ ด้วยอัตราเร็ว v_y จำนวนโมเลกุลต่อ 1 หน่วยพื้นที่ใน 1 หน่วยเวลาที่เคลื่อนที่มาจากตำแหน่ง x-λ และ $x+\lambda$ ไปในทิศทาง $+x$ และ $-x$ ตามลำดับ แล้วผ่านผนัง x ต่างก็มีค่าเท่ากับ $\frac{n}{6}v$ เมื่อ v คืออัตราเร็วเฉลี่ยของโมเลกุลในของไหล (จากการเคลื่อนที่แบบบราวเนียน)

ดังนั้น โมเมนตัมรวมของโมเลกุลที่เคลื่อนที่ผ่านผนัง x ในทิศ $+x$ ต่อหน่วยพื้นที่ใน 1 หน่วยเวลาคือ $\left(mv_{y-}\right)\frac{n}{6}v$ และโมเมนตัมรวมต่อหน่วยพื้นที่ต่อ 1 หน่วยเวลาเคลื่อนที่ผ่านผนัง x ในทิศ $-x$ มีค่าเท่ากับ $\left(mv_{y+}\right)\frac{n}{6}v$



ถ้าให้ $v_{y-} > v_{y+}$ จะได้โมเมนตัมที่ส่งผ่านผนัง x ต่อหน่วยพื้นที่ใน 1 หน่วยเวลา หรือ

$$j_p = m\frac{n}{6}v\left(v_{y-} - v_{y+}\right)$$

ให้ $\frac{\partial v_y}{\partial x}$ เป็นเกรเดียนท์ของความเร็ว

$$\frac{\partial v_y}{\partial x} = \frac{v_{y+} - v_{y-}}{2\lambda} \quad \rightarrow \quad v_{y-} - v_{y+} = -2\lambda\frac{\partial v_y}{\partial x}$$

จะได้

$$j_p = -m\frac{n}{6}v\,2\lambda\frac{\partial v_y}{\partial x} = -\frac{1}{3}nmv\lambda\frac{\partial v_y}{\partial x}$$

ซึ่งจะสรุปได้ว่าค่าสัมประสิทธิ์ความหนืดมีค่าเท่ากับ

$$\boxed{\eta = \frac{1}{3}nmv\lambda}$$

ให้ ρ เป็นความหนาแน่นของสาร จะได้ว่า $\rho = nm$

และ

$$\boxed{\eta = \frac{\rho v \lambda}{3}}$$

สำหรับก๊าซในอุดมคติ อัตราเร็วเฉลี่ยของโมเลกุลแปรตาม $\sqrt{T}$

และระยะทางอิสระเฉลี่ยแปรผกผันกับความเข้มข้นของโมเลกุล $\lambda \propto \frac{1}{n}$

เราจะได้ว่า

$$\boxed{\eta \propto \sqrt{T}}$$

ยิ่งอุณหภูมิสูง ค่าสัมประสิทธิ์ความหนืดของก๊าซจะมีค่าสูงขึ้น

ความหนืดของก๊าซเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

http://www.physics.montana.edu/demonstrations/video/4_thermodynamics/demos/gasviscositychangewithtemperature.html

ค่าสัมประสิทธิ์การฟุ้งและค่าสัมประสิทธิ์ความหนืด

เราได้แสดงให้เห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์ความหนืดมีค่าเท่ากับ

$$\eta = \frac{1}{3} nmv\lambda$$

และในเรื่องการฟุ้งเราแสดงให้เห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์การฟุ้งมีค่าเท่ากับ

$$D = \frac{1}{3} v\lambda$$

ดังนั้นจะได้ว่า

$$\boxed{\eta = (nm) D}$$

ตัวอย่าง

จากการทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์ความหนืดของก๊าซฮีเลียม ซึ่งมีความหนาแน่น 0.18 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ภายใต้สภาวะมาตรฐาน ได้ $\eta = 1.97\times10^{-5}$ N-s-m^{-2} จงคำนวณระยะทางอิสระเฉลี่ยระหว่างการชน

วิธีทำ มวลของก๊าซฮีเลียม 1 โมเลกุลเท่ากับ $m = 6.64\times10^{-27}$ Kg

สภาวะมาตรฐาน

T = 0 องศาเซลเซียส

$$v_{avg} = \sqrt{\frac{8kT}{\pi m}}$$

$$= \sqrt{\frac{8\times1.38\times10^{-23}\times273}{3.14\times6.64\times10^{-27}}}$$

$$= 1.2\times10^{3}\ \mathrm{m/s}$$

เนื่องจาก

$$\eta = \frac{1}{3} nmv\lambda = \frac{1}{3} \rho v\lambda$$

ค่าระยะทางอิสระเฉลี่ยสามารถคำนวณได้จาก

$$\lambda = \frac{3\eta}{\rho v_{avg}}$$

$$= \frac{3 \times 1.97 \times 10^{-5}}{0.18 \times 1.2 \times 10^{3}}$$

$$= 2.7 \times 10^{-7}\ \mathrm{m}$$

ตอบ

กฎของสโตก

ในปี ค.ศ. เซอร์จอร์จ สโตก (Sir George Stoke) ได้พิจารณาวัตถุทรงกลมตัน เคลื่อนที่ในของไหลที่มีความหนืด และพบว่า

แรงต้านเนื่องจากความหนืด ที่กระทำต่อวัตถุทรงกลมนั้น
เป็นปฏิภาคโดยตรงกับอัตราเร็ว v ของทรงกลมเทียบกับของไหล

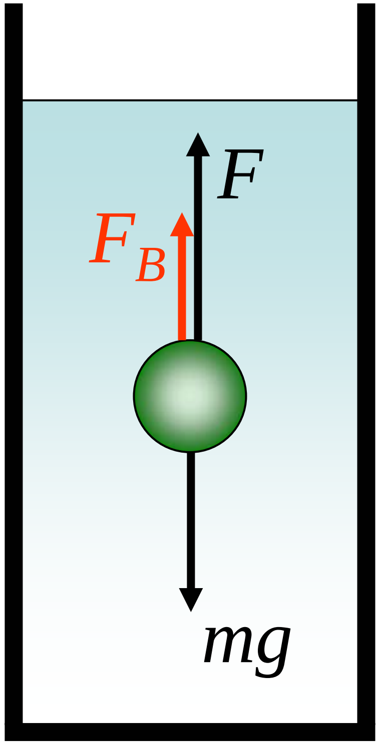
$$F = 6\pi\eta r v$$

กฎของสโตก
(Stoke's law)

เมื่อ r คือรัศมีของทรงกลม

Note สมการนี้ใช้ได้กับเฉพาะทรงกลมตันเท่านั้น

Terminal speed



ลองพิจารณาทรงกลมตันมวล m รัศมี r ความหนาแน่น ρ ที่ตกลงในของไหลซึ่งมีความหนืด η ความหนาแน่น ρ_0 ในตอนเริ่มต้นทรงกลมจะเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร่ง และอัตราเร่งนี้จะมีค่าลดลงเรื่อยๆ จนเป็นศูนย์ ซึ่งในตอนนั้นทรงกลมจะเคลื่อนที่ลงด้วยอัตราเร็วคงที่ ซึ่งเรียกว่า อัตราเร็วปลาย หรือ terminal speed “v_t”

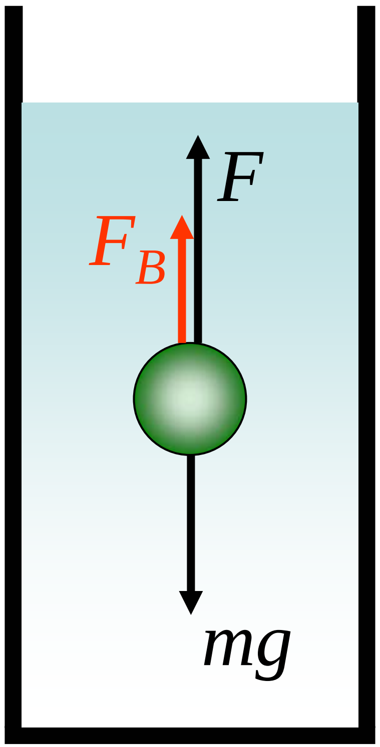
จากกฎข้อที่สองของนิวตัน
$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

ในกรณีที่ความเร่งเป็นศูนย์จะได้ว่า

$$\sum F = 0$$

นั่นคือ $$F_B + F = mg$$

โดย F_B เป็นแรงลอยตัวของๆไหล ซึ่งจากกฎของอคีมิดิส



$$F_B = m_0 g = \rho_0 v g = \rho_0 \left(\frac{4}{3} \pi r^3 \right) g$$

เมื่อแรงลัพธ์เป็นศูนย์

$$\frac{4}{3} \pi r^3 \rho_0 g + 6\pi \eta r v_t = mg$$

$$\frac{4}{3} \pi r^3 \rho_0 g + 6\pi \eta r v_t = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho g$$

นั่นคือ

$$v_t = \frac{2}{9} \frac{r^2 g}{\eta} \left(\rho - \rho_0 \right)$$

หนังสืออิเล็กทรอนิกส์	
ฟิสิกส์ 1(ภาคกลศาสตร์(	ฟิสิกส์ 1 (ความร้อน)
ฟิสิกส์ 2	กลศาสตร์เวกเตอร์
โลหะวิทยาฟิสิกส์	เอกสารคำสอนฟิสิกส์ 1
ฟิสิกส์ 2 (บรรยาย(	แก้ปัญหาฟิสิกส์ด้วยภาษา c
ฟิสิกส์พิศวง	สอนฟิสิกส์ผ่านทางอินเตอร์เน็ต
ทดสอบออนไลน์	วีดีโอการเรียนการสอน
หน้าแรกในอดีต	แผ่นใสการเรียนการสอน
เอกสารการสอน PDF	กิจกรรมการทดลองทางวิทยาศาสตร์
แบบฝึกหัดออนไลน์	สุดยอดสิ่งประดิษฐ์
การทดลองเสมือน	
บทความพิเศษ	ตารางธาตุ)ไทย1) 2 (Eng)
พจนานุกรมฟิสิกส์	ลับสมองกับปัญหาฟิสิกส์
ธรรมชาติมหัศจรรย์	สูตรพื้นฐานฟิสิกส์
การทดลองมหัศจรรย์	ดาราศาสตร์ราชมงคล
แบบฝึกหัดกลาง	
แบบฝึกหัดโลหะวิทยา	แบบทดสอบ
ความรู้รอบตัวทั่วไป	อะไรเอ่ย ?
ทดสอบ)เกมเศรษฐี(	คดีปริศนา
ข้อสอบเอนทรานซ์	เฉลยกลศาสตร์เวกเตอร์
คำศัพท์ประจำสัปดาห์	
ความรู้รอบตัว	
การประดิษฐ์แของโลก	ผู้ได้รับโนเบลสาขาฟิสิกส์
นักวิทยาศาสตร์เทศ	นักวิทยาศาสตร์ไทย
ดาราศาสตร์พิศวง	การทำงานของอุปกรณ์ทางฟิสิกส์
การทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ	

การเรียนการสอนฟิสิกส์ 1 ผ่านทางอินเตอร์เน็ต	
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
การเรียนการสอนฟิสิกส์ 2 ผ่านทางอินเตอร์เน็ต	
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
การเรียนการสอนฟิสิกส์ทั่วไป ผ่านทางอินเตอร์เน็ต	
1. จลศาสตร์)kinematic)	2. จลพลศาสตร์ (kinetics)
3. งานและโมเมนตัม	4. ซิมเปิลฮาร์โมนิก คลื่น และเสียง
5. ของไหลกับความร้อน	6.ไฟฟ้าสถิตกับกระแสไฟฟ้า
7. แม่เหล็กไฟฟ้า	8. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับแสง
9. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ อะตอม และนิวเคลียร์	

ฟิสิกส์ราชมงคล