รายวิชาฟิสิกส์5	ใบความรู้ที่ 5 เรื่อง หลักแบร์นูลลี	จำนวน 3 ชั่วโมง
รหัสวิชา ว 33205		ชั่วโมงที่ 10-12
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6		สอนวันที่ พฤษภาคม 2556

พลศาสตร์ของไหล

(Fluid Dynamics)

1. ของไหลอุดมคติ

คุณสมบัติของไหลอุดมคติมี ดังนี้

1. มีการไหลอย่างสม่ำเสมอ (Steady Flow) **หมายถึง ความเร็วของทุกอนุภาค ณ ตำแหน่ง** บนพื้นที่หน้าตัดเดียวกันในของไหลมีค่าคงตัว

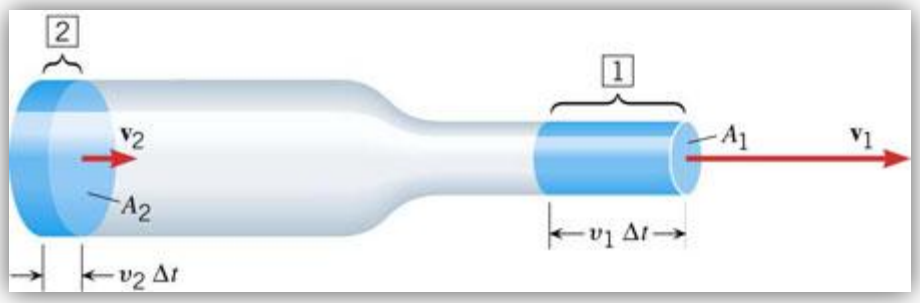
2. เป็นการไหลโดยไม่หมุน (Irrotational flow) **คือ ในบริเวณโดยรอบจุดหนึ่งๆ ในของไหล** จะไม่มีอนุภาคของของไหลเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วเชิงมุมรอบจุดนั้นๆ เลย

3. เป็นการไหลที่ไม่มีแรงต้านเนื่องจากความหนืด (Nonviscous flow) **ไม่มีแรงต้านใดๆ** ภายในเนื้อของไหลมากระทำต่ออนุภาคของไหล

4. ไม่สามารถอัดได้ (Incompressible flow) **ในทุกๆส่วนของของไหลมีความหนาแน่นคงตัว**

2. สมการความต่อเนื่อง (THE EQUETION OF CONTINUNUTY)

เป็นสมการที่ใช้ศึกษาการไหลของของไหลภายในท่อ การไหลของของไหลในท่อที่มีขนาดไม่สม่ำเสมอไหลจากปลาย [2] **ซึ่งมีพื้นที่หน้าตัด** A_2 **ไปยังปลาย** [1] **ซึ่งมีพื้นที่หน้าตัด** A_1 **ดังรูป**



เนื่องจากของไหลไม่สามารถไหลผ่านผนังท่อและไม่มีการสร้างหรือทำลายของไหลในท่อ ดังนั้นมวลของของไหลที่ผ่านแต่ละส่วนของท่อ

การไหลในเวลา Δt เดียวกันจึงมีค่าเท่ากัน

คือ

$$\Delta m_1 = \Delta m_2$$

$$\rho A_1 v_1 \Delta t = \rho A_2 v_2 \Delta t$$

เนื่องจากของไหลอุดมคติไม่สามารถอัดได้ ดังนั้น ความหนาแน่นจึงคงตัว

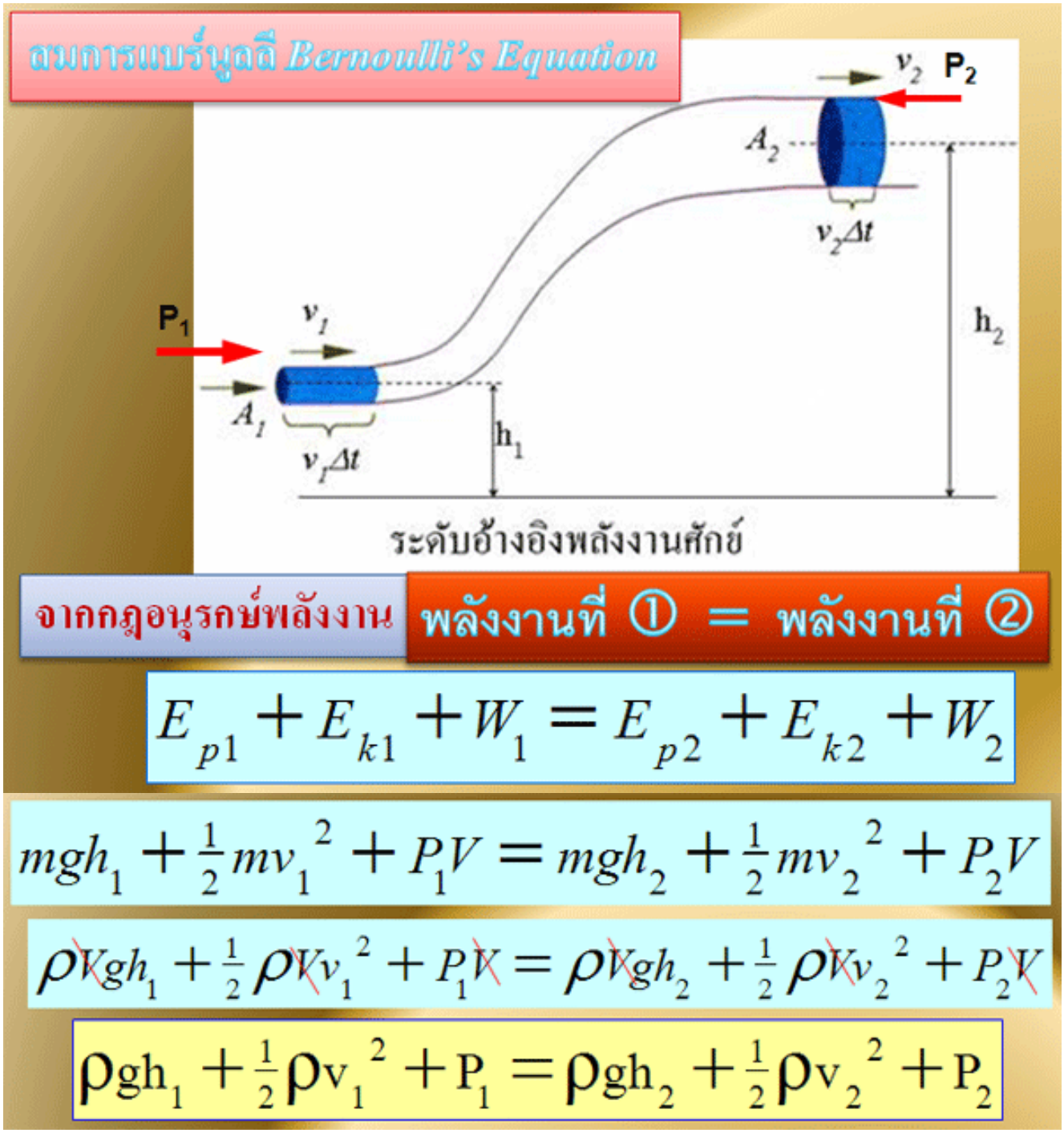
แสดงว่า $\rho_1 = \rho_2$

จะได้ $A_1 v_1 = A_2 v_2$

สมการดังกล่าวเรียกว่า สมการความต่อเนื่อง (The equation of continuity)

สรุปใจความได้ว่า **<u>ผลคูณระหว่างพื้นที่หน้าตัดกับอัตราเร็วของของไหลอุดมคติ ไม่ว่าจะอยู่ที่ตำแหน่งใดในท่อ การไหลจะมีค่าคงตัว</u>**

3. สมการของแบร์นูลลี (Bernoulli's Equetion)



การประยุกต์ สมการแบร์นูลลี

1. การหาอัตราเร็วของของเหลวที่พุ่งออกจากรูเล็กๆ

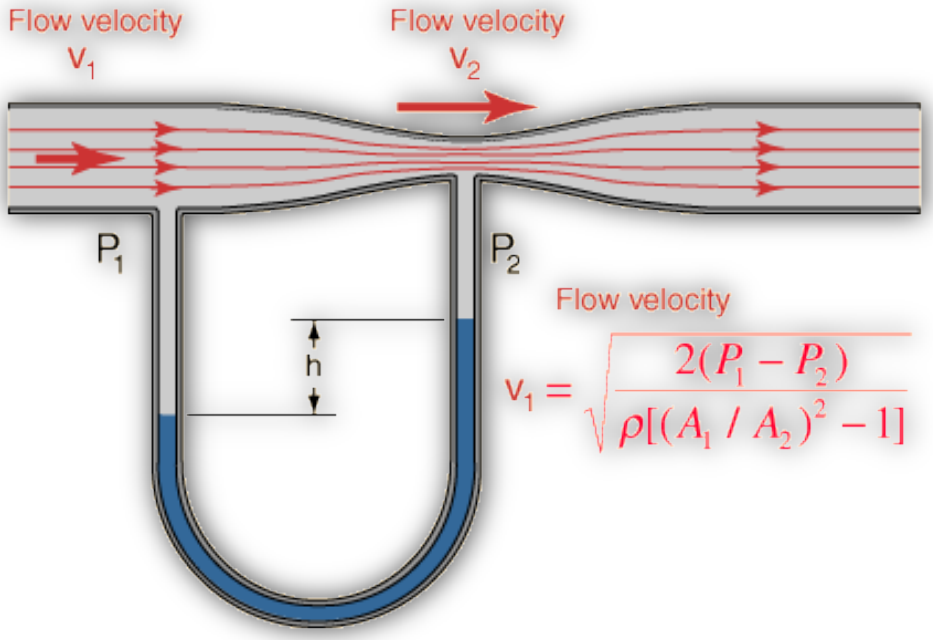
สถานะการณ์จำลอง ความดันของน้ำที่ไหลออกจากถัง ซึ่งพบเห็นได้ในชีวิตประจำวันของเรา โดย **Lisa Denise Murphy (University of Illinois)**

กดปุ่ม Start แล้วสังเกตการไหลของน้ำที่รูข้างล่างแล้วหาคำตอบให้ได้ว่า ความดันกับการไหลของน้ำจาก java applet สัมพันธ์กันอย่างไร

$$v = \sqrt{2gh}$$

2. มาตรเวนจูรี เป็นอุปกรณ์ที่ใชวัดอัตราการไหลของของไหลในท่อ เนื่องจากท่ออยู่ในแนวระดับ สมการของแบร์นูลลี สามารถเขียนได้ว่า

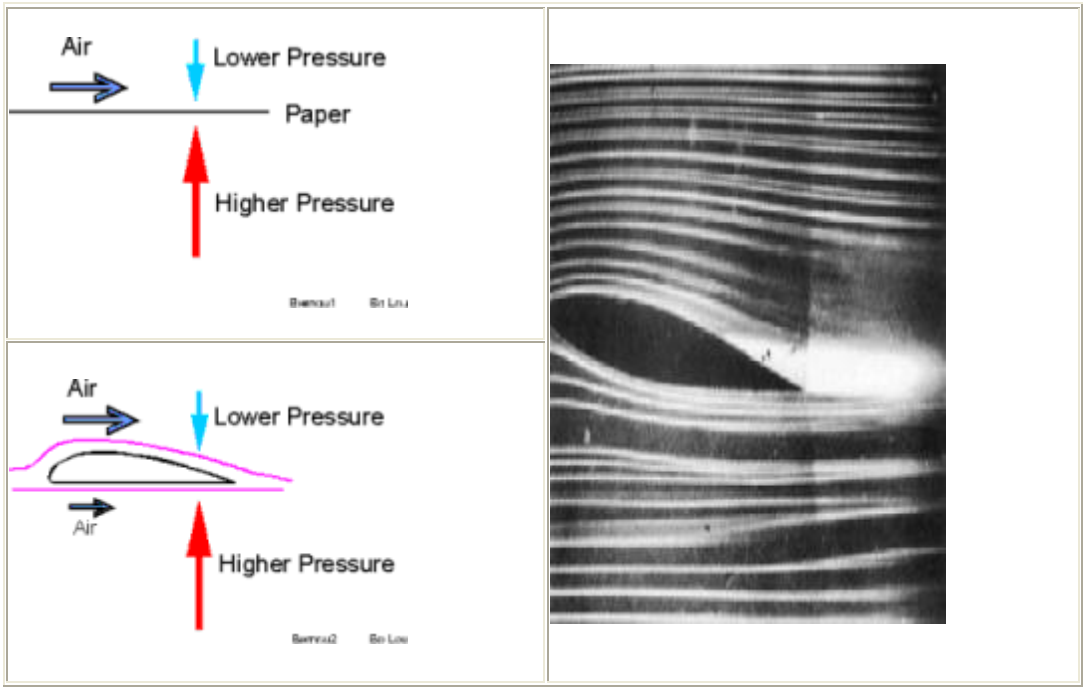
“ผลรวมของความดัน พลังงานจลน์ต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร และพลังงานศักย์ต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร ณ ตำแหน่งใด ๆ ภายในท่อที่ของไหลผ่านมีค่าคงตัวเสมอ”



รูป แสดง**เครื่องมือ เวนจูรี** $P_1 + \rho v_1^2 = P_2 + \rho v_2^2$

แรงยกของปีกเครื่องบิน

ลักษณะปีกเครื่องบินด้านบนของปีกโค้งมน ส่วนด้านล่างของปีกจะราบ เมื่ออากาศเคลื่อนที่ผ่านปีกเครื่องบินจะทำให้อากาศด้านบนปีกมีความเร็วมากกว่าบริเวณใต้ปีก ทำให้ความดันอากาศด้านใต้ปีกมากกว่าความดันอากาศด้านบนของปีกเครื่องบิน จึงทำให้เกิด **แรงยก** ทำให้เครื่องบินสามารถยกตัวขึ้นได้ (ในกรณีนี้เราถือว่าระดับความสูงไม่เปลี่ยนเพราะความสูงแตกต่างกันน้อยมากประกอบกับความหนาแน่นของอากาศมีค่าน้อย) ดังรูป ด้านล่าง เราสามารถนำหลักการนี้ไปอธิบาย เวลาที่เกิดพายุ พายุสามารถพัดพาเอาหลังคาบ้านไปตกที่ไกล ๆ จากตัวบ้านได้ หรือ เวลาที่เราขับรถเร็ว ๆ การบังคับรถจะยากขึ้นเพราะรถเกาะถนนน้อยลง



สมการที่ใช้ในการคำนวณแรงยกของปีกเครื่องบิน หรือหลังคาเมื่อเกิดพายุ $F = \frac{1}{2}\rho(v_1^2 - v_2^2)A$

****