

บทที่ 9

กลศาสตร์

เค้าโครงเรื่อง

9.1 ปริมาณและหน่วย

9.1.1 ปริมาณหลักมูล

9.1.2 ปริมาณอนุพันธ์

9.2 แรงแรง

9.3 สภาพการเคลื่อนที่

9.3.1 การเคลื่อนที่ของวัตถุ

9.3.2 การหมุนของวัตถุ

9.3.3 งาน

9.4 พลังงาน

9.4.1 พลังงานจลน์

9.4.2 พลังงานศักย์

9.5 ของไหล

9.5.1 ความหนาแน่น

9.5.2 ความดัน

9.5.3 เครื่องมือวัดความดัน

9.5.4 หลักของปาสคาล

9.5.5 หลักของอาร์คิเมเดส

9.5.6 หลักของเบอร์นูลลี

สาระสำคัญ

1. ปริมาณทางฟิสิกส์แบ่งออกเป็นปริมาณหลักมูลและปริมาณอนุพันธ์หน่วยที่ใช้กับปริมาณต่าง ๆ จะใช้หน่วยในระบบเอสไอ
2. เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุ จะทำให้เกิดการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ที่เกิดขึ้น ซึ่งสามารถอธิบายสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุได้โดยใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
3. เมื่อวัตถุมีการเคลื่อนที่ ลักษณะการเคลื่อนที่มีหลายรูปแบบ เช่น เคลื่อนที่เป็นเส้นตรงเกิดการหมุน และจะมีปริมาณต่าง ๆ เกิดขึ้นหลายอย่างเช่น โมเมนตัม งาน พลังงานจลน์ เป็นต้น

4. การเปลี่ยนแปลงของพลังงานจะมีค่าเท่ากับงานที่เกิดขึ้น การเปลี่ยนแปลงของพลังงานนั้นเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน
5. ของไหล หมายถึง สสารในสถานะของเหลวและก๊าซ ความดันของของเหลวจะมีค่าขึ้นอยู่กับความลึก เราสามารถนำความรู้ในเรื่องความดันของของเหลวมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ เครื่องกล หรือยานพาหนะบางประเภท ที่สร้างขึ้นก็อาศัยความรู้ในเรื่องของความดันของของไหล ความหนาแน่นของสาร และใช้หลักของปาสคาล หรือหลักของอาร์คิมิดีสหรือหลักของเบอร์นูลลี

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. สามารถบอกหน่วยของปริมาณต่าง ๆ โดยใช้หน่วยระบบเอสไอได้
2. สามารถอธิบายการเคลื่อนที่ของวัตถุ และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันได้
3. บอกผลที่เกิดจากแรงได้ และคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุได้
4. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างงานและพลังงานได้
5. สามารถบอกสมบัติของของไหลได้ และคำนวณหาค่าของปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับความดันของของไหลได้ พร้อมทั้งสามารถอธิบายหลักการของเครื่องมือวัดความดันของของไหล นำหลักการที่เกี่ยวข้องกับของไหลไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับสิ่งรอบๆตัวเรา ฟิสิกส์เป็นสาขาหนึ่งของวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติต่างๆที่เกิดขึ้น วิชาฟิสิกส์นั้นจะประกอบด้วยวิชาต่างๆมากมาย เช่น กลศาสตร์ ความร้อน แสง เสียง ไฟฟ้า แม่เหล็ก นิวเคลียร์ ฟิสิกส์ของแข็ง ฯลฯ แต่ในปัจจุบันนั้นฟิสิกส์จะมีความหมายเฉพาะว่าเป็นวิชาที่ประกอบด้วย **ฟิสิกส์ดั้งเดิม** (classical physics) คือ วิชากลศาสตร์ ความร้อน แสง เสียง แม่เหล็กไฟฟ้า และ **ฟิสิกส์ยุคใหม่** (modern physics) ซึ่งเป็นวิชาที่เกี่ยวกับโครงสร้างอะตอมและนิวเคลียส สมบัติของสสาร การศึกษาทางฟิสิกส์นั้นส่วนใหญ่จะเป็นการศึกษาเชิงปริมาณ จะต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐาน

ส่วนความรู้ทางฟิสิกส์นั้นก็ถือว่าเป็นพื้นฐานของวิทยาศาสตร์แขนงอื่นๆ เช่น เคมี ชีววิทยา วิทยาศาสตร์ประยุกต์ และเทคโนโลยีเป็นต้น

9.1 ปริมาณ และหน่วย

ปริมาณที่ใช้ในชีวิตประจำวันมีจำนวนมากมาย เช่น มวล ความยาว ความเร็ว ซึ่งปริมาณเหล่านี้จะมีนิยามเฉพาะและมีหน่วยกำกับ แต่เนื่องจากมนุษย์มีความแตกต่างกันทางด้านภาษาและวัฒนธรรม ทำให้การใช้หน่วยการวัดปริมาณต่างกันไปด้วย ปริมาณประเภทเดียวกันมีหน่วยการวัดหลายหน่วย จึงลำบากต่อการสื่อความหมาย ได้มีการตกลงที่จะใช้หน่วยร่วมกันเป็นหน่วยมาตรฐานสากล เรียกว่า ระบบหน่วยระหว่างชาติ (International System of Units) หรือเรียกย่อๆว่า ระบบเอสไอ (SI) ซึ่งหน่วยของปริมาณที่จะกล่าวถึงต่อไปจะใช้หน่วยระบบเอสไอ

ปริมาณทางฟิสิกส์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

9.1.1 ปริมาณหลักมูล (fundamental quantities) มีอยู่ 7 ปริมาณ ดังแสดงในตาราง

ตาราง 9-1 ปริมาณหลักมูล

ปริมาณ	ชื่อหน่วยมาตรฐาน	สัญลักษณ์
ความยาว	เมตร (metre)	m
มวล	กิโลกรัม (kilogram)	kg
เวลา	วินาที (second)	s
กระแสไฟฟ้า	แอมแปร์ (ampere)	A
อุณหภูมิ	เคลวิน (kelvin)	K
ความเข้มแห่งการส่องสว่าง	แคนเดลา (candela)	cd
ปริมาณสาร	โมล (mole)	mol

9.1.2 ปริมาณอนุพันธ์ (derived quantities) เป็นปริมาณที่นิยามขึ้นมาจากปริมาณหลักมูล ปริมาณหลักมูลเป็นปริมาณที่ไม่มีนิยาม ดังนั้นจึงต้องกำหนดมาตรฐานและหน่วย เพื่อให้จะได้เข้าใจตรงกัน ได้มีการนิยามหน่วยของปริมาณหลักมูล ดังนี้

เมตร (m) คือ หน่วยความยาวที่เท่ากับ 1,650,763.73 เท่าของความยาวคลื่นในสุญญากาศของแสงสีส้มแดงที่แผ่รังสีออกมาจากไอโซโทปของธาตุคริปทอน 86

กิโลกรัม (kg) คือ หน่วยของมวลซึ่งเท่ากับมวลของแท่งโลหะผสม platinum-iridium รูปทรงกระบอกที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 3.9 cm และสูง 3.9 cm

วินาที (s) คือ หน่วยของระยะเวลา 9,192,631,770 เท่าของคาบการแผ่รังสีระหว่างพลังงานสองระดับชั้นของอะตอมธาตุซีเซียม 133

แอมแปร์ (A) คือ หน่วยของกระแสไฟฟ้า ซึ่งกระแสคงที่เมื่อให้อยู่ในตัวนำตรงที่ขนานกันสองเส้น มีความยาวไม่จำกัด พื้นที่หน้าตัดน้อยจนไม่ต้องนำมาคิด และอยู่ห่างกัน 1 เมตรในสุญญากาศ แล้วจะทำให้เกิดแรงระหว่างตัวนำทั้งสองนี้เท่ากับ 2×10^{-7} นิวตันต่อความยาว 1 เมตร

เคลวิน (K) คือ หน่วยของอุณหภูมิอุณหพลศาสตร์ มีค่าเท่ากับเศษส่วน $1/273.16$ ของอุณหภูมิอุณหพลศาสตร์ของจุดรวมสามของน้ำ

แคนเดลา (cd) คือ หน่วยของความเข้มแสงในทิศตั้งฉากของผิววัตถุดำที่มีพื้นที่ $1/600,000$ ตารางเมตร ณ อุณหภูมิซึ่งธาตุปรอทแข็งตัว ภายใต้ความดัน 101,325 นิวตันต่อตารางเมตร

โมล (mol) คือ จำนวนของสารในระบบซึ่งประกอบด้วยอนุภาคมูลฐาน ที่เทียบเท่ากับอะตอมของธาตุคาร์บอน 12 จำนวน 0.012 กิโลกรัม อนุภาคมูลฐานนี้ต้องระบุว่าเป็นอะไร ซึ่งอาจเป็นอะตอม โมเลกุล ไอออน อิเล็กตรอน อนุภาคอื่น หรือกลุ่มของอนุภาค

ในการวัดปริมาณต่าง ๆ นั้นจะต้องเลือกใช้เครื่องมือให้เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัด และทำการวัดหลายๆ ครั้ง ในการบันทึกผลการวัดนั้นถ้าใช้เครื่องมือแบบซิคสเกล ผลที่อ่านได้ประกอบด้วยค่าที่อ่านได้จริงและค่าที่ได้จากการประมาณ (ตัวเลขตัวสุดท้าย) การวัดปริมาณต่างๆ ย่อมมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นได้ ซึ่งอาจจะเกิดจาก ตัวผู้วัด วิธีการวัด เครื่องมือที่ใช้ และสภาพแวดล้อมในขณะที่ทำการวัด

การกำหนดหน่วยของปริมาณต่างๆ ในบางครั้งต้องมีการปรับหน่วยให้มีขนาดใหญ่ขึ้นหรือเล็กลง เพื่อให้เหมาะสมกับขนาดของปริมาณที่วัด ซึ่งจะมีการใช้คำอุปสรรคหน้าหน่วยแทนตัวพหุคูณ

ตาราง 9-2 คำอุปสรรคที่ใช้แทนตัวพหุคูณ

ตัวพหุคูณ	คำอุปสรรค	สัญลักษณ์	ตัวพหุคูณ	คำอุปสรรค	สัญลักษณ์
10^{-18}	atto	A	10^{-1}	deci	d
10^{-15}	femto	F	10^1	deca	da
10^{-12}	pico	P	10^2	hecto	h
10^{-9}	nano	N	10^3	kilo	k
10^{-6}	micro	μ	10^6	mega	M
10^{-3}	milli	M	10^9	giga	G
10^{-2}	centi	C	10^{12}	tera	T

9.2 แรง

แรง (force) เป็นปริมาณที่ทำให้วัตถุเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ วัตถุต่างๆที่อยู่ในเอกภพ จะมีแรงกระทำอยู่ตลอดเวลา มีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของแรงที่กระทำ แรงที่กระทำต่อวัตถุมีขนาดและมีทิศทาง ปริมาณในลักษณะนี้ เรียกว่า ปริมาณเวกเตอร์ ส่วนปริมาณที่มีแต่ขนาดเพียงอย่างเดียว เรียกว่า ปริมาณสเกลาร์

แรงมีหน่วย เป็น นิวตัน (N) เราสามารถอธิบายการเคลื่อนที่ของวัตถุที่ถูกแรงกระทำได้ โดยใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 3 ข้อ

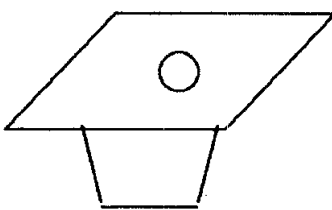
กฎข้อที่ 1 ของนิวตัน หรือกฎของความเฉื่อย

“ วัตถุจะรักษาสภาพการเคลื่อนที่เดิม ซึ่งอาจจะหยุดนิ่ง หรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว นอกจากจะมีแรงภายนอกมากระทำ”

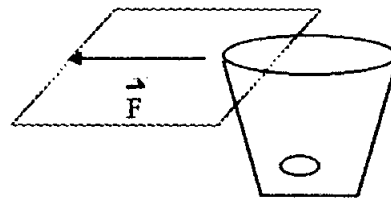
$$\sum \vec{F} = 0$$

$\sum \vec{F}$ คือ ผลรวมของแรง หรือแรงลัพธ์

สภาพที่วัตถุพยายามรักษาสภาพการเคลื่อนที่เดิม เรียกว่า ความเฉื่อย ดังรูป 9-1 ภาพ (a) มีเหรียญบาทวางบนกระดาษแข็งที่วางอยู่บนปากแก้ว ส่วนภาพ (b) แสดงถึงความเฉื่อยของเหรียญบาทที่อยู่บนกระดาษแข็ง หลังจากที่มีแรงกระทำต่อกระดาษแข็งทำให้กระดาษเคลื่อนที่ไปทางซ้าย



(a)



(b)

รูป 9-1 ภาพแสดงความเฉื่อยของวัตถุ

(a) ภาพเหรียญบาทวางอยู่บนกระดาษแข็งบนปากแก้ว

(b) ภาพของเหรียญบาทเมื่อออกแรงผลักกระดาษให้เคลื่อนที่

กฎข้อที่ 2 ของนิวตัน

“ เมื่อมีแรงลัพธ์ที่ไม่เป็นศูนย์กระทำต่อวัตถุ วัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง ซึ่งความเร่งจะเป็นสัดส่วนตรงกับแรง และเป็นสัดส่วนผกผันกับมวลของวัตถุ ”

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

m คือ มวลของวัตถุ

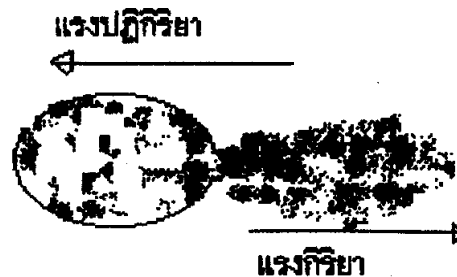
\vec{a} คือ ความเร่งของวัตถุ

กฎข้อที่ 3 ของนิวตัน

“ เมื่อมีแรงกิริยาจะต้องมีแรงปฏิกิริยา ซึ่งมีขนาดเท่ากันแต่ทิศทางตรงกันข้าม ”

$$\vec{F}_{act} = -\vec{F}_{react}$$

ในการเคลื่อนที่ของวัตถุบางอย่างเกิดจากแรงปฏิกิริยา เช่น การเคลื่อนที่ของจรวด ซึ่งจะมีหลักการคล้ายกับการเคลื่อนที่ของลูกโป่งที่เป่าให้พองแล้วปล่อยก๊าซออก ดังรูป 9-2 หรือ การเคลื่อนที่ของเรือ การเดินของคน ฯลฯ



รูป 9-2 ภาพแสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุที่เกิดจากแรงปฏิกิริยา

นอกจากกฎการเคลื่อนที่ทั้งสามข้อแล้ว นิวตันยังได้ตั้งกฎเกี่ยวกับแรงดึงดูดระหว่างมวลของวัตถุขึ้น มีใจความว่า

“วัตถุต่างๆย่อมมีแรงดึงดูดซึ่งกันและกัน โดยขนาดของแรงจะเป็นสัดส่วนตรงกับผลคูณของมวลของวัตถุทั้งสองและเป็นสัดส่วนผกผันกับกำลังสองของระยะห่างระหว่างมวล”

$$\vec{F} \propto m_1 m_2 / R^2$$

$$\vec{F} = G m_1 m_2 / R^2$$

\vec{F} - แรงดึงดูดระหว่างมวล มีหน่วยเป็น นิวตัน

G - ค่าคงที่โน้มถ่วงสากล = $6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2 / \text{kg}^2$

m_1, m_2 - มวลวัตถุ มีหน่วยเป็น kg

R - ระยะห่างระหว่างวัตถุ m

น้ำหนัก (weigh) หมายถึง แรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อวัตถุ มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)



รูป 9-3 ภาพแสดงทิศทางของน้ำหนักของวัตถุ

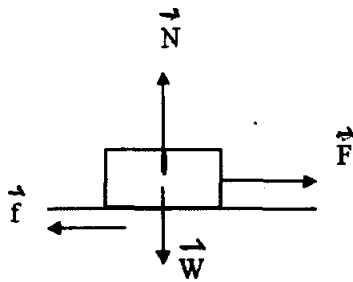
$$\vec{W} = m\vec{g}$$

\vec{W} - น้ำหนักของวัตถุ มีหน่วยเป็น kg.m/s^2 หรือ N

m - มวลวัตถุ มีหน่วยเป็น kg

\vec{g} - ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก = 9.8 m/s^2 หรือ 10 m/s^2

แรงเสียดทาน (friction) เป็นแรงที่ต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ ซึ่งขนาดของแรงเสียดทาน หาได้จากสูตร



รูป 9-4 ภาพแสดงทิศทางของแรงเสียดทานของวัตถุกับพื้นผิว

$$\vec{f} = \mu \vec{N}$$

\vec{f} - แรงเสียดทาน มีหน่วยเป็น N

\vec{N} - แรงปฏิกิริยาในแนวตั้งฉากกับผิวสัมผัส มีหน่วยเป็น N

μ - สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน

แรงเสียดทานของวัตถุชนิดต่างๆ จะมีค่าขึ้นอยู่กับน้ำหนักของวัตถุและชนิดของผิวสัมผัส แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นในเครื่องกลต่างๆ จะทำให้ต้องสูญเสียพลังงานในการทำงานเครื่องกลมากขึ้น ดังนั้นจึงต้องมีการลดแรงเสียดทาน โดยใช้น้ำมันหล่อลื่นหรือใช้ลูกปืน แต่ถ้าเป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุ เช่น การเคลื่อนที่ของรถยนต์ การเดิน จะต้องอาศัยแรงเสียดทานมาก เพื่อให้ไม่ลื่นไถล จึงต้องเพิ่มแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัส

9.3 สภาพการเคลื่อนที่

แรงเป็นสาเหตุที่ทำให้วัตถุเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุผลที่เกิดขึ้นอาจเป็นดังนี้

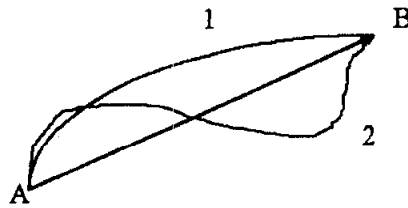
1. เกิดการเคลื่อนที่
2. เกิดการหมุน
3. เกิดงาน

ถ้าพิจารณาแรงที่กระทำต่อวัตถุนั้น จะพบว่าจะมีแรงกระทำมากกว่า 1 แรง อาจจะมีทิศทางไปทางเดียวกัน หรือตรงกันข้าม หรือทำมุมต่อกัน ซึ่งการเคลื่อนที่ของวัตถุที่ถูกแรงเหล่านั้นกระทำนั้นจะอยู่ในทิศทางเดียวกันกับแรงลัพธ์ของแรงทั้งหมด

9.3.1 การเคลื่อนที่ของวัตถุ วัตถุที่ถูกแรงกระทำแล้วมีการเปลี่ยนตำแหน่งเกิดขึ้น เรียกว่ามีการเคลื่อนที่ เมื่อพิจารณาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ แรงลัพธ์อาจมีค่าเป็นศูนย์ วัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว แต่ถ้าแรงลัพธ์ไม่เป็นศูนย์ วัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง ปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้องกับวัตถุเมื่อมีการเคลื่อนที่ที่เกิดขึ้นที่เราควรระวัง มีดังนี้

การกระจัด (d) หมายถึง การเปลี่ยนตำแหน่งในหนึ่งหน่วยเวลา เป็นปริมาณ เวกเตอร์ มีหน่วยเป็น เมตร (m)

ระยะทาง (S) หมายถึง ระยะทางที่เคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา เป็นปริมาณ สเกลาร์ มีหน่วยเป็น m



รูป 9-5 ภาพแสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุ

จากรูป 9-5 วัตถุมีการเปลี่ยนตำแหน่งจาก A ไป B สังเกตจากหัวลูกศร ซึ่งจะบอกถึงทิศทางการเคลื่อนที่ การเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุนั้นอาจจะเป็นไปตามเส้นทางที่ 1 หรือ 2 ก็ได้ ถ้าต้องการทราบการกระจัดก็วัดได้จากระยะ AB แต่ถ้าต้องการระยะทางก็วัดตามเส้นทางการเคลื่อนที่จริง

ความเร็ว (v) หมายถึง การกระจัดที่เปลี่ยนแปลงในหนึ่งหน่วยเวลา เป็นปริมาณ เวกเตอร์ มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที (m/s) $\text{ความเร็ว} = \text{การกระจัด} / \text{เวลา}$

อัตราเร็ว (v) หมายถึง ระยะทางที่เคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา เป็นปริมาณสเกลาร์ $\text{อัตราเร็ว} = \text{ระยะทางที่เคลื่อนที่ได้} / \text{เวลา}$

ความเร่ง (a) หมายถึง ความเร็วที่เปลี่ยนแปลงในหนึ่งหน่วยเวลา เป็นปริมาณเวกเตอร์ มีหน่วยเป็น m/s^2

$$\text{ความเร่ง} = \text{ความเร็วที่เปลี่ยนแปลง} / \text{เวลา}$$

เมื่อสังเกตการเคลื่อนที่ของวัตถุ โดยพิจารณาความเร็วที่เคลื่อนที่ จะพบว่ามียู่ด้วยกัน 2 ลักษณะ คือ มีความเร็วคงตัว และมีความเร่ง ซึ่งสามารถคำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องได้ดังนี้

- ในกรณีที่วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว สามารถหาปริมาณที่สัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ได้จากสูตร

$$S = vt$$

S - ระยะทางที่เคลื่อนที่

v - อัตราเร็ว

t - เวลา

- ในกรณีที่วัตถุมีความเร่ง ความเร็วของวัตถุจะเปลี่ยนไปตลอดเวลา ซึ่งสามารถหาค่าต่างๆ ได้ดังนี้

- กำหนดให้
- S - ระยะทาง
 - u - ความเร็วที่จุดเริ่มต้น
 - v - ความเร็วที่จุดปลาย
 - a - ความเร่งของวัตถุ
 - t - เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่

$$v = u + at$$

$$v^2 = u^2 + 2aS$$

$$S = ut + (1/2)at^2$$

ถ้าเป็นการเคลื่อนที่ในแนวตั้ง วัตถุจะถูกแรงโน้มถ่วงของโลกกระทำ และจะมีความเร่งคงตัว แทนด้วย g ซึ่งมีค่าประมาณ 9.8 m/s^2 วัตถุที่มีความเร่ง อาจจะมีค่าความเร็วเพิ่มหรือลดลง จากความเร็วเดิม ขึ้นอยู่กับทิศของความเร่ง เช่น ความเร่งมีทิศเดียวกับการเคลื่อนที่ความเร็วของวัตถุก็จะเพิ่มขึ้น

โมเมนตัม (P) เป็นปริมาณที่บอกสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ จะมีค่าขึ้นอยู่กับมวลของวัตถุกับความเร็วของวัตถุ เป็นปริมาณแวกเตอร์ มีหน่วยเป็น $\text{kg}\cdot\text{m/s}$

P - โมเมนตัม

m - มวลวัตถุ

v - ความเร็ว

$$P = mv$$

วัตถุที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวจะมีโมเมนตัมคงตัว วัตถุที่มีความเร่ง โมเมนตัมจะเปลี่ยนแปลง ซึ่งอัตราการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม ก็คือ แรง นั่นเอง

$$\vec{F} = (\vec{p}_2 - \vec{p}_1) / (t_2 - t_1) = \Delta \vec{p} / \Delta t$$

\vec{F} - แรง

\vec{p}_2, t_2 - โมเมนตัม, เวลา ที่จุดปลาย

\vec{p}_1, t_1 - โมเมนตัม, เวลา ที่จุดเริ่มต้น

แรงที่กระทำต่อวัตถุในช่วงเวลาสั้นๆ เช่น แรงที่ไม่ป้องกันกระทำต่อลูกปิงปอง แรงที่เกิดขึ้นนี้ เรียกว่า แรงคล ผลคูณของแรงคลกับเวลา เรียกว่า การคล (Impulse: I) มีหน่วยเป็น N.s

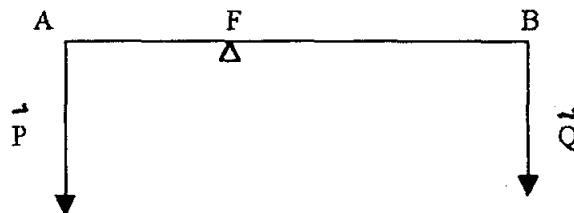
$$\vec{I} = \vec{F} \Delta t = m\vec{v}_2 - m\vec{v}_1$$

เมื่อวัตถุชนกัน จะมีการถ่ายเทโมเมนตัมและพลังงาน การเคลื่อนที่ของวัตถุที่ชนกัน นั้นอาจจะอยู่ในทิศทางเดิม หรือตรงกันข้าม หรืออาจจะเคลื่อนที่ท่ามูมกัน ก็ขึ้นอยู่กับลักษณะของการชนกัน แต่โมเมนตัมของวัตถุจะต้องเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม คือ โมเมนตัมรวมก่อนชนและหลังชน มีค่าคงตัว

9.3.2 การหมุนของวัตถุ ถ้าแรงกระทำต่อวัตถุ โดยแนวแรงไม่ผ่านจุดๆ หนึ่ง วัตถุจะเกิดการหมุน แต่ถ้าแนวแรงผ่านจุดนี้ วัตถุจะเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง จุดๆนี้เรียกว่า **จุดศูนย์กลางมวล (C.M.)** ผลของการหมุนที่เกิดขึ้น เรียกว่า **โมเมนต์** ซึ่งมีขนาดเท่ากับ ผลคูณระหว่างแรงกับระยะทางตั้งฉากจากจุดหมุนไปยังแนวแรง

$$\vec{M} = \vec{F}l$$

M - โมเมนต์ มีหน่วยเป็น N.m



รูป 9-6 ภาพแสดงแนวแรงที่กระทำต่อคาน

จากรูป 9-6 มีแรง P และแรง Q กระทำต่อคาน ที่ปลาย A และปลาย B จุด F เป็นจุดหมุนของคาน โมเมนต์ของแรงทั้งสองคือ

$$\text{โมเมนต์ของแรง P} = P \times FA$$

$$\text{โมเมนต์ของแรง Q} = Q \times FB$$

แรง P จะทำให้เกิดการหมุนในทิศทวนเข็มนาฬิกา และแรง Q ทำให้เกิดการหมุนในทิศตามเข็มนาฬิกา การหมุนที่เกิดขึ้นจะมีทิศทางขึ้นกับแรงที่กระทำ จึงสรุปได้ว่า โมเมนต์เป็นปริมาณเวกเตอร์ และมีอยู่ 2 ประเภท คือ

1. โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา
2. โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา

ถ้าแรงที่กระทำต่อวัตถุมีหลายแรง และทำให้เกิดโมเมนต์ได้ทั้ง 2 อย่าง วัตถุจะหมุนไปทางไหนก็ขึ้นอยู่กับผลรวมของโมเมนต์ของแรง แต่ถ้าโมเมนต์ทั้งสองมีค่าเท่ากัน วัตถุก็จะไม่หมุน ความรู้ในเรื่องของโมเมนต์นี้สามารถนำไปใช้ในการพิจารณาเลือกใช้เครื่องกลประเภทคาน เพื่อช่วยในการผ่อนแรงได้ เช่น การเลือกใช้คีมตัดลวด การใช้คานหามวัตถุ ฯ

เมื่อพิจารณาสภาพของวัตถุ เช่น กานที่แขวนไว้ในแนวระดับโดยไม่เอียง แสดงว่า กานนั้น สมดุล ซึ่งในขณะที่วัตถุอยู่ในสภาพสมดุลนั้น จะเห็นว่าวัตถุไม่เปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่คือจะหยุดนิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ สภาพสมดุลที่เกิดขึ้นมีอยู่ 2 ประเภท คือ

1. สมดุลต่อการเคลื่อนที่ จะเกิดเมื่อแรงลัพธ์บนวัตถุมีค่าเป็นศูนย์
2. สมดุลต่อการหมุน จะเกิดเมื่อผลรวมโมเมนต์รอบจุดหมุนมีค่าเป็นศูนย์

โดยทั่วไปวัตถุอาจจะมีสมดุลเพียงแบบใดแบบหนึ่ง หรืออาจจะมีสมดุลทั้งสองแบบก็ได้ ถ้าวัตถุมีสมดุลทั้งสองแบบพร้อมกัน เรียกว่า วัตถุนั้นอยู่ในสภาพสมดุลสมบูรณ์

9.3.3 งาน

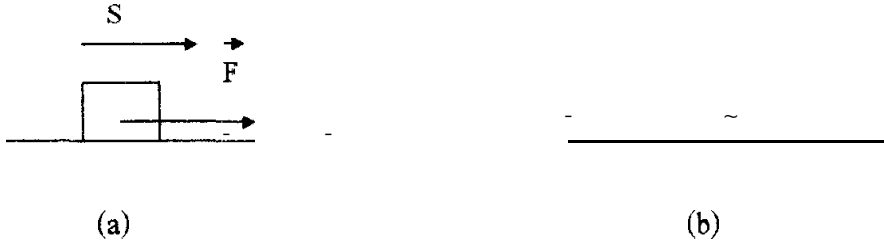
ความหมายของงาน (work) ในชีวิตประจำวัน กับงานในความหมายทางฟิสิกส์ จะมีความหมายต่างกันมาก งานทางฟิสิกส์นั้นจะเกิดได้ต้องมีแรงกระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปตามแนวแรง ดังนั้นสามารถหาค่าของงานได้จากผลคูณระหว่างแรงกับระยะทาง

$$W = FS$$

W - งาน มีหน่วยเป็น N.m หรือ จูล (J)

F - แรงที่กระทำต่อวัตถุ มีหน่วยเป็น N

S - ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ไปตามแนวแรง มีหน่วยเป็น m



รูป 9-7 ภาพแสดงทิศทางของแรงที่กระทำต่อวัตถุและทิศทางการเคลื่อนที่

(a) ภาพของวัตถุที่เคลื่อนที่ด้วยแรงกระทำในแนวราบ

(b) ภาพของวัตถุที่เคลื่อนที่ด้วยแรงกระทำที่ทำมุมกับแนว

จากรูป 9-7 วัตถุถูกแรงกระทำและเคลื่อนที่ แนวแรงที่กระทำกับระยะทางในรูป (a) และ (b) มีมุมต่างกัน จะมีงานเกิดขึ้นทั้งสองรูป ถึงแม้ว่าในรูป (b) แรงจะไม่อยู่ในแนวเดียวกับระยะทาง แต่สามารถหาแรงในแนวของระยะทางได้ งานจะมีค่าหรือไม่ก็ขึ้นอยู่กับทิศทางของแรงกับระยะทาง ซึ่งถ้าแรงและระยะทางทำมุมกันเป็นมุมฉาก ก็จะไม่มีการเกิดงาน มีหน่วยเป็น N.m หรือ จูล (J) และเป็นปริมาณสเกลาร์

กำลัง (Power; P) หมายถึง งานที่ทำได้ในหนึ่งหน่วยเวลา หรืออัตราการทำงาน ซึ่งสามารถหาค่าได้จาก อัตราส่วนระหว่างงานกับเวลา

$$P = W/t$$

P - กำลัง

W - งาน

t - เวลา

กำลังเป็นปริมาณสเกลาร์ มีหน่วยเป็น J/s หรือ วัตต์ (W) หน่วยของกำลังที่ใช้กันอยู่อย่างแพร่หลาย นอกจากจะใช้หน่วยเป็น วัตต์ แล้วยังมีหน่วยเป็น กิโลวัตต์ และ แรงม้า (HP)

$$1 \text{ kW} = 1,000 \text{ W} \quad \text{และ} \quad 1 \text{ HP} = 746 \text{ W}$$

9.4 พลังงาน

พลังงาน (Energy) เป็นความสามารถในการทำให้เกิดงาน พลังงานเป็นปริมาณ

สเกลาร์ ในการทำกิจกรรมต่างๆของสิ่งมีชีวิตจะต้องอาศัยพลังงาน ซึ่งแหล่งพลังงานที่สำคัญต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก ก็คือ ดวงอาทิตย์ พลังงานที่มนุษย์นำมาใช้ประโยชน์นั้น ไม่ได้สร้างขึ้นใหม่ แต่ได้จากการใช้ เครื่องมือหรือเครื่องใช้ต่างๆ เพื่อเปลี่ยนพลังงานจากรูปหนึ่งไปเป็นอีกรูปหนึ่ง เช่น การต้มน้ำด้วยเตาไฟฟ้า จะเห็นว่าเตาไฟฟ้าจะให้ความร้อนได้ต้องใช้พลังงานไฟฟ้า และขลวดความร้อนในเตานั้นจะเปลี่ยนรูปของพลังงานไฟฟ้าไปเป็นพลังงานความร้อน พลังงานมีอยู่หลายรูป เช่น พลังงานแสง พลังงานความร้อน พลังงานกล พลังงานนิวเคลียร์ ฯ ในหัวข้อนี้จะศึกษาเกี่ยวกับ พลังงานกล ซึ่งเป็นพลังงานที่สัมพันธ์กับการเคลื่อนที่และตำแหน่งของวัตถุ ในการเคลื่อนไหวของสิ่งมีชีวิตหรือแม้แต่การหายใจก็ต้องใช้พลังงานกล พลังงานกล จะอยู่ในรูปผลรวมของพลังงานจลน์และพลังงานศักย์ พลังงานมีหน่วยเป็นจูลเช่นเดียวกับหน่วยของงาน

9.4.1 พลังงานจลน์ (Kinetic energy; K.E.) คือ พลังงานที่สะสมอยู่ในวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ ขนาดของพลังงานจะขึ้นอยู่กับมวลและความเร็วของวัตถุ

$$K.E. = (1/2)mv^2$$

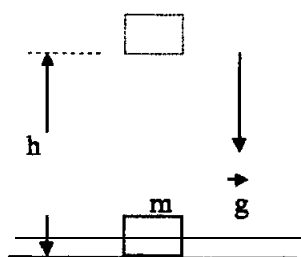
m - มวลของวัตถุ

v - ความเร็วของวัตถุ

ถ้าวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง จะมีการเปลี่ยนแปลงพลังงานจลน์ ซึ่งพลังงานจลน์ที่เปลี่ยนแปลงนี้จะมีค่าเท่ากับงานที่เกิดขึ้น

9.4.2 พลังงานศักย์ (Potential energy; P.E.) คือ พลังงานที่สะสมในวัตถุที่หยุดนิ่ง มีค่าขึ้นอยู่กับตำแหน่งของวัตถุ พลังงานศักย์ที่จะกล่าวถึงในหัวข้อนี้ คือพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานศักย์ยืดหยุ่น

พลังงานศักย์โน้มถ่วง มีค่าขึ้นอยู่กับตำแหน่งความสูงของวัตถุจากจุดอ้างอิง เป็นพลังงานที่สะสมอยู่ในวัตถุที่หยุดนิ่งในสนามความโน้มถ่วงของโลก หากค่าได้จากสูตร



รูป 9-8 ภาพแสดงการเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุที่อยู่ในสนามความโน้มถ่วงของโลก

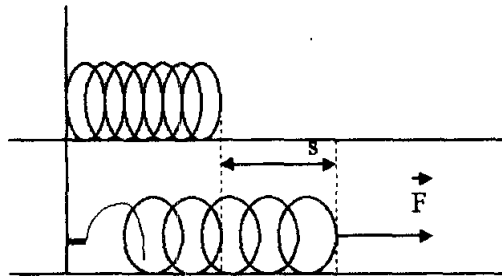
$$P.E. = mgh$$

m - มวลของวัตถุ

g - ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก

h - ระดับความสูงจากจุดอ้างอิง

พลังงานศักย์ยืดหยุ่น เป็นพลังงานศักย์ที่สะสมในวัตถุยืดหยุ่น มีค่าขึ้นอยู่กับระยะที่วัตถุยืดออกหรือหดเข้าจากตำแหน่งสมดุล



รูป 9-9 ภาพแสดงลักษณะของสปริงที่ถูกดึงด้วยแรง F

$$P.E. = (1/2)kS^2$$

$$k = F/S$$

k - ค่านิจสปริง มีหน่วยเป็น N/m

S - ระยะยืดหรือหดของสปริง

F - แรงที่กระทำต่อสปริง

วัตถุที่ตกอย่างอิสระจะมีทั้งพลังงานจลน์และพลังงานศักย์ แต่พลังงานทั้งสองจะมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเส้นทางที่เคลื่อนที่ เมื่อพลังงานจลน์มีค่าน้อย พลังงานศักย์จะมีค่ามาก แต่ถ้าพิจารณาพลังงานรวมของพลังงานทั้งสอง ซึ่งก็คือพลังงานกลนั่นเอง พลังงานกลที่ตำแหน่งต่าง ๆ จะมีค่าคงที่เสมอ เป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน จะเห็นว่าพลังงานไม่สามารถทำลายหรือสร้างขึ้นใหม่ได้ แต่สามารถทำให้พลังงานเปลี่ยนรูปได้ ดังนั้นการใช้พลังงานในชีวิตประจำวันจะต้องมีแหล่งที่ให้พลังงาน แล้วจึงนำพลังงานนั้นมาเปลี่ยนรูปไปเป็นพลังงานรูปอื่น ซึ่งเมื่อนำ

พลังงานมาใช้แล้วพลังงานจากแหล่งเดิมย่อมจะลดน้อยลง มนุษย์จึงต้องหาแหล่งพลังงานใหม่ มาทดแทน ดังนั้นควรใช้พลังงานอย่างประหยัด เพื่อลดปัญหาเรื่องการขาดแคลนพลังงาน

9.5 ของไหล

ของไหล (fluid) หมายถึง สสารที่อยู่ในสถานะของเหลวและก๊าซ ซึ่งเป็นสสารที่มีรูปร่าง ไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับรูปร่างของภาชนะ และสามารถไหลได้

ความหนาแน่น

ความหนาแน่น (density; ρ) คือ อัตราส่วนระหว่างมวลกับปริมาตร

$$\rho = m / V$$

ความหนาแน่นมีหน่วยเป็น kg/m^3

ความถ่วงจำเพาะ (specific gravity) คือ อัตราส่วนระหว่างความหนาแน่นของสารกับความหนาแน่นของน้ำ ความหนาแน่นจำเพาะ (ถ.พ) ไม่มีหน่วย และในปัจจุบันนิยมเรียกว่า ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (relative density)

ความดัน

ความดัน (pressure) หมายถึง แรงที่กระทำต่อพื้นที่หนึ่งตารางหน่วยในแนวตั้งฉาก

$$P = F/A$$

P - ความดัน

F - แรงที่กระทำต่อวัตถุ

A - พื้นที่

ความดันมีหน่วยเป็น นิวตัน/ ตารางเมตร ถ้าพิจารณาความดันของของเหลวที่บรรจุอยู่ภายในภาชนะ โดยพิจารณาบริเวณใดบริเวณหนึ่งที่กั้นภาชนะ จะเห็นว่าแรงที่กระทำต่อพื้นที่ของภาชนะก็คือน้ำหนักของของเหลวที่อยู่เหนือพื้นที่นั้น ดังนั้นความดันจะหาได้จาก

$$P = W/A = mg / A$$

จาก สูตร $\rho = m / V$

$$m = \rho V = \rho Ah$$

ดังนั้น $P = \rho gh$

จากสมการของความดัน จะเห็นว่า ความดันมีค่าขึ้นอยู่กับชนิดของของเหลวและความลึกของตำแหน่งที่จะหาความดันจากผิวของเหลว ซึ่งจะไม่ขึ้นกับรูปร่างของภาชนะที่บรรจุ ดังนั้นถ้าเราหาความดันของของเหลวชนิดหนึ่ง ที่ระดับความลึกเดียวกันก็จะมีค่าเท่ากัน แต่ถ้าความลึกมากขึ้นความดันก็จะมีค่ามากขึ้น เช่นเมื่อเราดำน้ำลงไปลึกๆ ความดันภายนอกจะมีค่ามาก ทำให้รู้สึกปวดแก้วหู

ในการวัดความดันของของเหลวที่บรรจุในภาชนะเปิด ค่าความดันที่วัดได้ จะรวมค่าความดันของบรรยากาศที่อยู่เหนือผิวของเหลวด้วย ดังสมการ

$$P = P_a + \rho gh$$

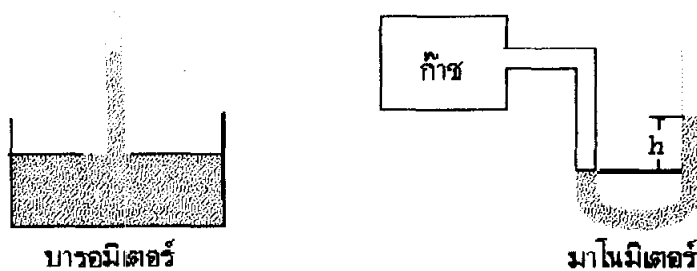
P คือ ความดันสัมบูรณ์

P_a คือ ความดันบรรยากาศ

ρgh คือ ความดันของของไหล หรือ เรียกว่า ความดันเกจ

เครื่องมือวัดความดัน

ในการวัดความดันบรรยากาศ จะใช้เครื่องมือที่เรียกว่า **บารอมิเตอร์** ซึ่งทอร์ริเชลลี ได้สร้างขึ้น โดยบรรจุปรอทจนเต็มหลอดแก้วแล้วคว่ำไว้ในอ่างปรอท ปรอทในหลอดแก้วจะมีระดับลดลง ซึ่งความดันบรรยากาศจะมีค่าเท่ากับความดันของปรอทในหลอดแก้วที่อยู่สูงจากระดับปรอทในอ่าง ถ้าต้องการจะวัดความดันเกจของของไหล จะใช้เครื่องมือ ที่เรียกว่า **มาโนมิเตอร์** ซึ่งเป็นหลอดแก้วรูปตัวยู บรรจุด้วยของเหลว

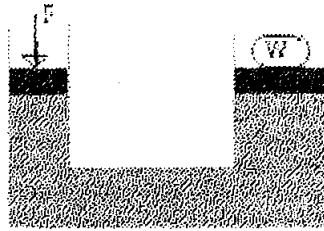


รูป 9-9 เครื่องมือวัดความดันของของไหล

หลักของปาสคาล

มีใจความว่า “ เมื่อเพิ่มความดันให้กับของเหลวในภาชนะปิด ความดันที่เพิ่มนั้นจะถูกส่งผ่านไปยังทุกส่วนของเหลว และที่ผนังของภาชนะซึ่งบรรจุของเหลว ด้วยขนาดเท่ากันตลอด ”

ตัวอย่างการประยุกต์หลักของปาสคาล เช่น เครื่องอัดไฮดรอลิก แก้อีหมอฟัน แก้อีตัดผม ห้ามล้อรถยนต์



รูป 9-10 เครื่องอัดไฮดรอลิกอย่างง่าย

หลักของอาร์คิมิดีส

วัตถุที่อยู่ในของไหล ของไหลข่มมีแรงกระทำในทิศต้านกับน้ำหนักของวัตถุ ซึ่งถ้าชั่งวัตถุในของไหลจะได้น้ำหนักของวัตถุน้อยกว่าชั่งในอากาศ แรงที่เกิดขึ้นนี้ เรียกว่า **แรงลอยตัว** ซึ่งอาร์คิมิดีส ได้อธิบายไว้ว่า

“ เมื่อวัตถุทั้งก้อนหรือเพียงบางส่วนจมในของไหล ของไหลจะออกแรงต่อวัตถุในทิศขึ้น ซึ่งแรงนี้จะมีขนาดเท่ากับ น้ำหนักของของไหลที่ถูกแทนที่ ”

ถ้าพิจารณาวัตถุที่อยู่ในของไหล จะพบว่าวัตถุบางอย่างลอยได้ในของไหล บางอย่างก็จม ในการที่จะบอกว่าวัตถุใดจะลอยหรือจมนั้น สามารถดูได้จากค่าความหนาแน่นของวัตถุและความหนาแน่นของของไหล ซึ่งถ้าวัตถุมีความหนาแน่นน้อยกว่า ของไหลก็จะลอยในของไหลนั้น แต่ถ้ามีค่ามากกว่าก็จะจม

หลักของเบอร์นูลลี

เบอร์นูลลีได้อธิบายเกี่ยวกับของไหลที่เคลื่อนที่ ความดันของของไหลที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วต่างกันจะมีค่าต่างกันด้วย โดยที่บริเวณของของไหลที่มีความเร็วต่ำจะมีความดันสูง และในบริเวณที่มีความเร็วสูง ความดันจะมีค่าต่ำ ซึ่งหลักการนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ เช่น การสร้างปีกเครื่องบินเพื่อให้เกิดแรงยกตัวขึ้นได้

สรุป

ปริมาณอนุพันธ์ได้จากความสัมพันธ์ของปริมาณหลักมูลตั้งแต่ 2 ปริมาณขึ้นไป หน่วยที่ใช้สำหรับปริมาณทั้งสอง ใช้หน่วยในระบบเอสไอ ปริมาณบางประเภท จะมีความหมายสมบูรณ์จะต้องประกอบด้วยขนาดและทิศทาง เรียกว่า ปริมาณเวกเตอร์ แต่ปริมาณที่มีขนาดเพียงอย่างเดียว เรียกว่า ปริมาณสเกลาร์ แรงเป็นปริมาณเวกเตอร์ ที่ทำให้วัตถุเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ ซึ่งอธิบายการเคลื่อนที่ของวัตถุได้โดยใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน แรงที่กระทำต่อวัตถุจะสัมพันธ์กับอัตราการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมของวัตถุ วัตถุที่อยู่ในสภาพสมดุลสมบูรณ์จะต้องมีเงื่อนไขอยู่ 2 ข้อ คือ แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเป็นศูนย์ และผลรวมของโมเมนต์รอบจุดหมุนมีค่าเป็นศูนย์ วัตถุที่เคลื่อนที่จะมีพลังงานจลน์ ซึ่งมีค่าขึ้นอยู่กับอัตราเร็วของวัตถุ ส่วนพลังงานที่มีค่าขึ้นกับตำแหน่งของวัตถุ คือ พลังงานศักย์ การเปลี่ยนแปลงของพลังงานจะมีค่าเท่ากับงานที่เกิดขึ้น และการเปลี่ยนแปลงพลังงานจะเป็นไปตามกฎทรงพลังงาน สสารที่อยู่ในสภาพของของไหลจะมีรูปร่างตามภาชนะบรรจุ ความดันภายในของของไหลจะเกิดจากน้ำหนักของของไหลนั้นๆ ความดันที่ตำแหน่งต่างๆในของไหลจะมีค่าขึ้นอยู่กับระดับความลึก เครื่องมือที่ใช้วัดความดันของของไหล คือ บารอมิเตอร์ และมานอมิเตอร์ น้ำหนักของวัตถุที่ชั่งในของไหลจะมีค่าน้อยกว่าน้ำหนักที่ชั่งในอากาศ ซึ่งอธิบายได้โดยใช้หลักของอาร์คิมิดีส จากหลักของปาสคาล สามารถนำไปประยุกต์สร้างเครื่องอัดไฮดรอลิกได้ และหลักของเบอร์นูลลี สามารถอธิบายเกี่ยวกับการเกิดแรงยกของเครื่องบินได้

แบบฝึกหัด

- ปริมาณในข้อใดคือปริมาณหลักมูล
 - 1) แรง
 - 2) มวล
 - 3) พื้นที่
 - 4) ปริมาตร
- ความยาว 4.9 mm มีค่าเท่ากับข้อใด
 - 1) 4.9×10^{-9} km
 - 2) 4.9×10^{-11} km
 - 3) 4.9×10^{-12} km
 - 4) 4.9×10^{-13} km
- นายแดง เดินเป็นเส้นตรงจาก X ไป Y แล้วกลับจาก Y มา X โดยใช้เวลาขาไปและขากลับเท่ากัน ข้อความใดต่อไปนี้เป็นข้อที่ต้องที่สุด
 - 1) อัตราเร็วเฉลี่ยของนายแดงตอนขาไปและขากลับเท่ากัน
 - 2) ความเร็วเฉลี่ยของนายแดงตอนขาไปและขากลับเท่ากัน
 - 3) ความเร็วเฉลี่ยของนายแดงตลอดเส้นทางที่เคลื่อนที่เป็นศูนย์
 - 4) ข้อ 1) และ 3) ถูกแต่ข้อ 2) ผิด
- เมื่อวัตถุอยู่ในสภาพสมดุล ข้อใดถูกต้องที่สุด
 - 1) วัตถุไม่มีความเร็ว
 - 2) วัตถุไม่มีความเร่ง
 - 3) ไม่มีแรงกระทำบนวัตถุ
 - 4) ไม่มีโมเมนต์กระทำบนวัตถุ
- การเคลื่อนที่ของวัตถุภายใต้แรงกระทำจะสอดคล้องกับข้อใด
 - 1) ความเร็วคงที่
 - 2) ความเร่งแปรผันตรงกับแรง
 - 3) แรงแปรผันตรงกับมวลและความเร่ง
 - 4) เส้นทางการเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงเสมอ
- ข้อใดแสดงว่าวัตถุมีความเฉื่อย
 - 1) วัตถุเคลื่อนที่เมื่อมีแรงกระทำ
 - 2) วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง
 - 3) วัตถุเคลื่อนที่ช้าลงจนหยุดนิ่ง
 - 4) วัตถุพยายามรักษาสภาพการเคลื่อนที่เดิม
- ออกแรงผลักวัตถุชิ้นหนึ่งโดยที่แนวแรงไม่ผ่านจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุจะเกิดผลเช่นไร
 - 1) วัตถุไม่เคลื่อนที่
 - 2) วัตถุเกิดการหมุน
 - 3) วัตถุเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง
 - 4) วัตถุจะมีความเร่ง
- เมื่อมีการเปรียบเทียบ กำลัง เป็นปริมาณที่บอกให้ทราบเกี่ยวกับปริมาณใด
 - 1) แรง
 - 2) งาน
 - 3) เวลา
 - 4) ระยะทาง

9. ชายคนหนึ่งยกวัตถุหนัก 100 นิวตัน สูงจากพื้น 1.2 เมตร ใช้เวลา 2 วินาที ชายคนนี้ทำงานกี่จูล
- 1) 60 2) 120 3) 240 4) 1200
10. จากข้อ 9. กำลังมีค่ากี่วัตต์
- 1) 600 2) 120 3) 60 4) 30
11. พลังงานศักย์โน้มถ่วงของวัตถุต่างๆที่ระดับความสูงเดียวกันมีค่าเป็นเช่นไร
- 1) เท่ากัน 2) ขึ้นกับค่ามวล
- 3) ขึ้นกับขนาดวัตถุ 4) ขึ้นกับชนิดของวัตถุ
12. รถยนต์มวล 1200 kg มีความเร็ว 40 m/s จะมีพลังงานจลน์กี่จูล
- 1) 24,000 2) 48,000
- 3) 960,000 4) 1,920,000
13. ปริมาณใดเป็นสมบัติเฉพาะของสสารแต่ละชนิด
- 1) มวล 2) น้ำหนัก
- 3) ปริมาตร 4) ความหนาแน่น
14. เครื่องมือที่ใช้วัดความดันบรรยากาศ คืออะไร
- 1) มาโนมิเตอร์ 2) ไฮโกรมิเตอร์
- 3) บารอมิเตอร์ 4) มาตรแวนทูรี
15. แรงลอยตัวของวัตถุในของเหลวใดๆ มีค่าเท่ากับข้อใด
- 1) น้ำหนักวัตถุ 2) ปริมาตรวัตถุ
- 3) น้ำหนักของของเหลว 4) น้ำหนักของของเหลวที่ถูกแทนที่
16. ภาชนะ 2 ใบ บรรจุของเหลวอยู่ ถ้าวางทราบว่าเป็นของเหลวในภาชนะทั้งสองเป็นของเหลวชนิดเดียวกัน หรือไม่ โดยพิจารณาจากค่าความดันของของเหลว ซึ่งจะใช้เกณฑ์ในข้อต่อไป นี้ ยกเว้น ข้อใด
- 1) ความดันที่ทุกๆจุด ในของเหลวมีค่าเท่ากัน
- 2) ที่ความลึกเท่ากัน ความดันเท่ากัน ของเหลวจะเป็นชนิดเดียวกัน
- 3) ที่ความลึกเท่ากัน ของเหลวที่มีค่าความดันมากกว่า จะมีความหนาแน่นมากกว่า
- 4) ของเหลวที่มีความหนาแน่นมาก จะมีความลึกน้อยกว่าของเหลวที่มีความหนาแน่นน้อย เมื่อวัดความดันได้เท่ากัน

17. ข้อใดไม่สอดคล้องกับหลักของปาสกาล

- 1) ของเหลวอยู่ในระบบเปิด
- 2) นำหลักการไปใช้เป็นเครื่องผ่อนแรง
- 3) ความดันที่ให้กับของไหลที่ลูกสูบเล็กเท่ากับความดันที่ลูกสูบใหญ่
- 4) ออกแรงที่ลูกสูบเล็กจะขกวัดดูที่มีน้ำหนักมากที่อยู่ทางลูกสูบใหญ่ได้

18. แรงยกที่ปีกเครื่องบินจะสอดคล้องกับข้อใด

- 1) อัตราเร็วอากาศเหนือปีกสูงกว่าใต้ปีก ความดันอากาศเหนือปีกสูงกว่าใต้ปีก
- 2) อัตราเร็วอากาศเหนือปีกสูงกว่าใต้ปีก ความดันอากาศเหนือปีกต่ำกว่าใต้ปีก
- 3) อัตราเร็วอากาศเหนือปีกน้อยกว่าใต้ปีก ความดันอากาศเหนือปีกสูงกว่าใต้ปีก
- 4) อัตราเร็วอากาศเหนือปีกน้อยกว่าใต้ปีก ความดันอากาศเหนือปีกต่ำกว่าใต้ปีก

!!

เอกสารอ้างอิง

Richard, M. Harbeck – Loyd, and K. Johnson, Physical Science, Holt Rinchart and Winston, Inc., New York, 1965.

Clarence E. Bennett, Physics without Mathematics, Bames & Noble books, Inc., U.S.A., 1970.

อาจารย์จ่านงค์ นายเชิด และคณะ, Modern Physics Test , ห้างหุ้นส่วนจำกัด สำนักพิมพ์
ภูมิบัณฑิต, กรุงเทพมหานคร.