



สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

การสอนเสริมครั้งที่ 1
หน่วยที่ 1 - 5

เอกสารโสตทัศนชุดวิชา

50101

วิทยาศาสตร์พื้นฐาน

Integrated Basic Sciences



สงวนลิขสิทธิ์

เอกสารโสตทัศนศึกษา 50101 วิทยาศาสตร์พื้นฐาน การสอนเสริมครั้งที่ 1

จัดทำขึ้นเพื่อเป็นบริการแก่นักศึกษาในการสอนเสริม

จัดทำต้นฉบับ : คณะกรรมการกลุ่มผลิตชุดวิชา

บรรณาธิการ/ออกแบบ : หน่วยผลิตสื่อสอนเสริม ศูนย์โสตทัศนศึกษา

สำนักเทคโนโลยีการศึกษา

จัดพิมพ์ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช

พิมพ์ที่ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช

พิมพ์ครั้งที่ 1 ภาค 1/2557 (พิมพ์ใหม่)

แบบประเมินผลตนเองของนักศึกษาก่อนรับการสอนเสริม

ครั้งที่ 1

ชุดวิชา 50101 วิทยาศาสตร์พื้นฐาน

คำชี้แจง เขียนวงกลมรอบอักษรหน้าข้อความที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ข้อใด คือ ความชันของเส้นตรงที่ผ่านจุด A (-1 , 1) และ B (2 , 4)
 - ก. - 3
 - ข. -1
 - ค. $\frac{1}{3}$
 - ง. 1
 - จ. 3

2. จงหาพื้นที่ใต้กราฟของ $f(x) = 4x^3$ กับแกน x บนช่วง $x = 1$ ถึง $x = 2$
 - ก. 14
 - ข. 15
 - ค. 16
 - ง. 17
 - จ. 18

3. ข้อใดเป็นปริมาณ เวกเตอร์
 - ก. ระยะทาง
 - ข. น้ำหนัก
 - ค. มวล
 - ง. อัตราเร็ว
 - จ. พลังงาน

4. ลากกล่องมวล 5 กิโลกรัม ไปตามพื้นราบด้วยแรงคงที่ 100 นิวตัน ทำมุม 0 องศา กับพื้นราบ ถ้ากล่องเคลื่อนที่ไปตามพื้นราบได้ 10 เมตร จงหางานที่กระทำโดยแรงดังกล่าว (กำหนดให้พื้นราบไร้แรงเสียดทาน และขณะลากกล่องเคลื่อนที่ติดไปตามพื้นราบ)

- ก. 0 นิวตัน
- ข. 500 นิวตัน
- ค. 0 จูล
- ง. 500 จูล
- จ. 1,000 จูล

5. ขณะเห็นฟ้าแลบแต่ไม่ได้ยินเสียงฟ้าร้องเป็นการแสดงสมบัติในข้อใด

- ก. การหักเหของเสียง
- ข. การหักเหของแสง
- ค. การสะท้อนของเสียง
- ง. การสะท้อนของแสง
- จ. การเลี้ยวเบนของเสียง

6. เมื่อน้ำเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลวโดยที่อุณหภูมิคงที่ จัดเป็นการเกิดความร้อนตามข้อใด

- ก. ความร้อนแฝง
- ข. ความร้อนขึ้น
- ค. ความร้อนแฝง
- ง. ความร้อนสัมผัส
- จ. ความร้อนสะสม

7. การถ่ายเทประจุระหว่างก้อนเมฆ ทำให้เกิดปรากฏการณ์ในข้อใด

- ก. ฟ้าแลบ
- ข. ฟ้าร้อง
- ค. ฟ้าผ่า
- ง. ฟ้าครีมีฝน
- จ. ฟ้าขณะเกิดฝนตก

8. ความจุไฟฟ้าของรูปร่างตัวนำข้อใด เป็นสัดส่วนกลับกับระยะห่างระหว่างตัวนำ

- ก. แบบแผ่นตัวนำขนาน
- ข. แบบทรงกลมซ้อนกัน
- ค. แบบทรงกระบอกซ้อนกัน
- ง. แบบทรงกระบอกซ้อนร่วมแกน
- จ. แบบทรงกลมซ้อนร่วมจุดศูนย์กลาง

9. ข้อใดเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ ทำงานได้ โดยไม่ต้องใช้ไฟเลี้ยง ไม่ต้องไบแอส และไม่ต้องกำหนดจุดทำงาน

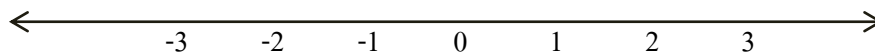
- ก. ตัวเหนี่ยวนำ
- ข. ไอซี
- ค. ไดโอด
- ง. ทรานซิสเตอร์
- จ. ถูกทุกข้อ

10. เครื่องอิเล็กทรอนิกส์ข้อใดที่ใช้หลักการของการตรวจวัดความเข้มของลำแสงเลเซอร์ เป็นส่วนประกอบ

- ก. เครื่องวัดความดันโลหิตและตรวจจับการเต้นของชีพจรระบบดิจิทัล
- ข. รีโมทคอนโทรลไออาร์ที่ใช้กับเครื่องรับโทรทัศน์
- ค. เครื่องเล่นซีดี
- ง. เครื่องคอมพิวเตอร์โทโมกราฟ
- จ. เครื่องอัลตราซาวด์

โสตทัศน์ # 1.1 ระบายพิกัดฉาก

- จำนวนเต็ม ประกอบด้วย จำนวนนับหรือจำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบและจำนวนศูนย์
- จำนวนจริง ประกอบด้วย จำนวนตรรกยะซึ่งเป็นจำนวนที่สามารถเขียนในรูป เศษส่วน $\frac{a}{b}$ เมื่อ a, b เป็นจำนวนเต็ม และ $b \neq 0$ และจำนวนอตรรกยะซึ่งเป็นจำนวนที่ทราบเพียงค่าประมาณ
- จำนวนจริงสามารถเขียนแทนได้ด้วยจุดบนเส้นจำนวน ซึ่งเป็นเส้นตรงที่มีจุดที่แทน 0 เป็น **จุดกำเนิด** จำนวนจริงที่มากกว่า 0 หรือ **จำนวนจริงบวก** แทนได้ด้วยจุดทางขวามือของ 0 จำนวนจริงที่น้อยกว่า 0 หรือ **จำนวนจริงลบ** แทนได้ด้วยจุดทางซ้ายมือของ 0



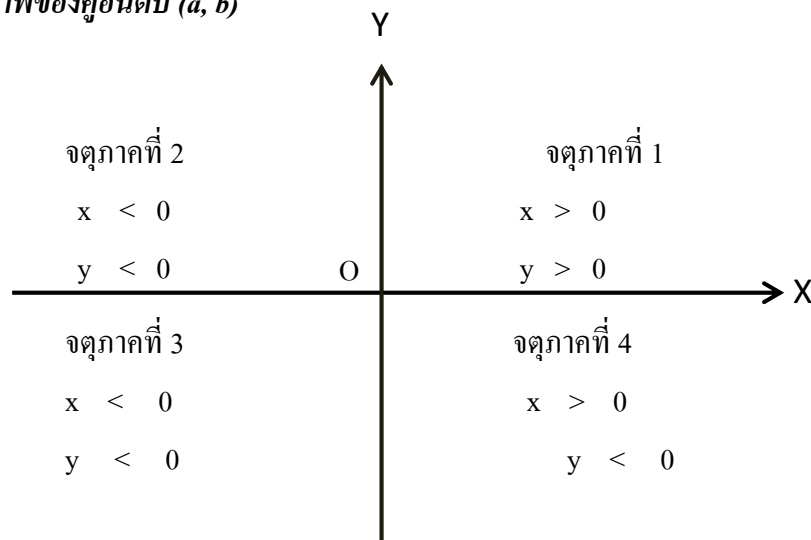
ค่าสัมบูรณ์ (absolute value) สามารถหาได้จากค่าจำนวนจริง เมื่อ a เป็นจำนวนจริงใด ๆ ค่าสัมบูรณ์ของ a เขียนแทนด้วย $|a|$ กำหนดดังนี้

$$|a| = \begin{cases} a & \text{เมื่อ } a \geq 0 \\ -a & \text{เมื่อ } a < 0 \end{cases}$$

เช่น $|2| = 2$ หมายถึง ระยะห่างระหว่างจุดที่แทน 2 กับจุดที่แทน 0

$|-3| = 3$ หมายถึง ระยะห่างระหว่างจุดที่แทน -3 กับจุดที่แทน 0

- **จุดกำเนิด** คือ จุดที่นิยมแทนด้วย จุด O หรือตำแหน่ง 0 ของเส้นตรงทั้งสองเส้นที่ตัดกันเป็นมุมฉาก โดยเส้นตรงหนึ่งเป็นเส้นจำนวนในแนวนอนซึ่งเรียกว่า **แกน X** และเส้นตรงอีกเส้นหนึ่งเป็นเส้นจำนวนในแนวตั้งซึ่งเรียกว่า **แกน Y**
- **ระนาบ XY หรือ ระบายพิกัดฉาก** คือ ระนาบที่เกิดจากการตัดกันของแกน X และแกน Y ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ส่วน แต่ละส่วนเรียกว่า **จตุภาค** และจุดทั้งหลายบนระนาบ XY สามารถบอกตำแหน่งหรือพิกัดได้ด้วยคู่อันดับ (a, b) เมื่อ a, b เป็นจำนวนจริง จะได้ว่า จุดกำเนิดแทนคู่อันดับ $(0, 0)$ จุดบนแกน X กำหนดด้วยคู่อันดับในรูป $(a, 0)$ และจุดบนแกน Y กำหนดด้วยคู่อันดับในรูป $(0, b)$ ซึ่งจุดที่แทนคู่อันดับ (a, b) เรียกว่า **กราฟของคู่อันดับ (a, b)**



โสตทัศน # 1.2 ความชันและเส้นตรง

ความชันของเส้นตรงบนระนาบพิกัดฉาก คือ อัตราการเปลี่ยนแปลงของระยะทางในแนวตั้งเทียบกับระยะทางในแนวนอน โดยให้ $P_1(x_1, y_1)$ และ $P_2(x_2, y_2)$ เป็นจุดบนระนาบ โดยที่เส้นตรง $P_1 P_2$ ไม่ขนานกับแกน Y ดังนั้น ความชันของเส้นตรง $P_1 P_2$ ซึ่งใช้สัญลักษณ์ m หาได้จาก

$$\text{ความชัน } m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \text{ โดยที่ } x_1 \neq x_2$$

เมื่อกำหนดให้ m เป็นความชันของเส้นตรงแล้ว จะพบว่า

- 1) เส้นตรงจะขนานกับแกน X ก็ต่อเมื่อ $m = 0$
- 2) เส้นตรงจะทำมุมแหลมกับแกน X ก็ต่อเมื่อ $m > 0$
- 3) เส้นตรงจะทำมุมป้านกับแกน X ก็ต่อเมื่อ $m < 0$

ตัวอย่าง จงหาความชันของเส้นตรงที่ผ่านจุด A (-2, 1) และ B (2, 4)

$$\begin{array}{ll} \text{วิธีทำ} & m = \frac{4-1}{2-(-2)} = \frac{3}{4} \\ \text{ดังนั้น} & \text{เส้นตรง AB มีความชันเท่ากับ } \frac{3}{4} \end{array}$$

ถ้าจุด $P(x, y)$ เป็นจุดใด ๆ บนเส้นตรงนั้นซึ่งผ่านจุด $P_1(x_1, y_1)$ และมีความชันเป็น m จะสามารถหาสมการเส้นตรงได้จากความสัมพันธ์ $y - y_1 = m(x - x_1)$

ตัวอย่าง จงหาสมการของเส้นตรง ซึ่งผ่านจุด A (1, 3) และมีความชันเป็น 2

$$\begin{array}{ll} \text{วิธีทำ} & y - 3 = 2(x - 1) \\ & y - 3 = 2x - 2 \\ \text{ดังนั้น} & 2x - y - 1 = 0 \text{ เป็นสมการเส้นตรงที่ต้องการ} \end{array}$$

ตัวอย่าง จงหาสมการของเส้นตรง ซึ่งผ่านจุด A (2, 1) และ B (4, 7)

$$\begin{array}{ll} \text{วิธีทำ} & \text{เส้นตรงนี้มีความชันเป็น } m = \frac{7-1}{4-2} = 3 \\ & \text{เส้นตรงนี้มีสมการเป็น } y - 1 = 3(x - 2) \\ & 3x - y - 5 = 0 \\ & \text{จัดรูปสมการใหม่ให้อยู่ในรูป } y = mx + b \text{ จะได้ } y = 3x - 5 \end{array}$$

โสตทัศน์ # 1.3 ฟังก์ชันเชิงเส้น

สมการประกอบด้วยตัวแปร 2 ตัว คือ

- ตัวแปร x เรียกว่า **ตัวแปรอิสระ** หรือ **ตัวแปรต้น**
- ตัวแปร y เรียกว่า **ตัวแปรตาม**
- **ฟังก์ชัน** คือ ความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นเมื่อกำหนดค่าของตัวแปรอิสระ x แต่ละค่า จะสามารถหาค่าของตัวแปรตาม y ได้เพียงค่าเดียวเท่านั้น ซึ่งฟังก์ชัน $f(x) = 3x + 200$ จะให้เซตหรือกลุ่มของค่าทั้งหมดของ x ที่ทำให้หาค่าของ $f(x)$ ได้ เรียกว่า **โดเมน (domain)** ของฟังก์ชัน f และเซตหรือกลุ่มของค่าของ $f(x)$ ที่เกิดขึ้นได้ทั้งหมดเรียกว่า **เรนจ์ (range)** ของ ฟังก์ชัน f
- ฟังก์ชัน f ที่มีเส้นกราฟเป็นเส้นตรง เรียกฟังก์ชันนี้ว่า **ฟังก์ชันเชิงเส้น (linear function)**
- ฟังก์ชันเชิงเส้น มีสมการเป็น $f(x) = mx + b$ ซึ่ง m และ b เป็นค่าคงตัว เป็นสมการใช้แทน **กลุ่มของฟังก์ชัน (family of functions)** ที่มีสมบัติบางประการร่วมกัน ค่าคงตัว m และ b มีชื่อเฉพาะในที่นี้ว่า **พารามิเตอร์ (parameters)**

ตัวอย่าง จงหาฟังก์ชันเชิงเส้นและเขียนกราฟจากข้อมูลการบันทึกผลระดับน้ำที่ท่วมหมู่บ้าน ณ เวลาต่าง ๆ

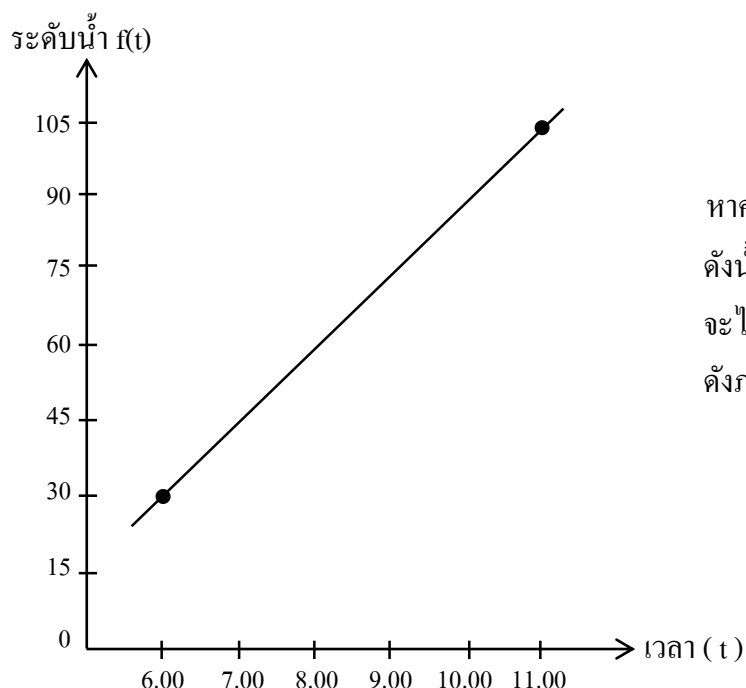
เวลา	6.00 น.	7.00 น.	8.00 น.	9.00 น.	10.00 น.	11.00 น.
ระดับน้ำ (ซม.)	30	45	60	75	90	105

วิธีทำ กำหนดให้ $f(t)$ คือ ฟังก์ชันเชิงเส้น แสดงระดับน้ำมีหน่วยเป็นเซนติเมตร

t คือ เวลาหลังจาก 6.00 น. มีหน่วยเป็นชั่วโมง

จากโจทย์ ถ้า $t = 0$ จะได้ $f(0) = 30$ เป็นระดับน้ำ ณ เวลา 6.00 น.

ถ้า $t = 3$ จะได้ $f(3) = 75$ เป็นระดับน้ำ ณ เวลา 9.00 น.



หาความชัน ได้จาก $m = \frac{75-30}{3-0} = 15$

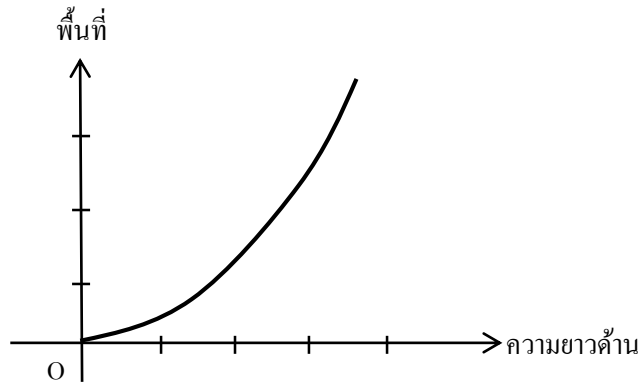
ดังนั้น จะได้ฟังก์ชัน $f(t) = 15t + 30$

จะได้กราฟของฟังก์ชันของระดับน้ำ

ดังภาพซ้ายมือ

โสตทัศน์ # 1.4 ฟังก์ชันที่ไม่เป็นเชิงเส้น

ฟังก์ชันที่ไม่เป็นเชิงเส้น คือ ฟังก์ชันที่เป็นความสัมพันธ์ของปริมาณสองปริมาณบางอย่างที่สามารถแสดงด้วยกราฟที่ไม่เป็นเส้นตรงหรือกราฟที่มีลักษณะเป็นเส้นโค้งลักษณะต่าง ๆ โดยฟังก์ชันนี้มีชื่อเฉพาะว่า **ฟังก์ชันกำลังสอง** ที่มีกราฟเป็นรูปพาราโบลา (*parabola*) เช่น กราฟของสมการ $y = x^2$ มีลักษณะเป็นเส้นโค้งรูประฆังหงาย



โสตทัศน์ # 1.5 เลขยกกำลัง

เลขยกกำลัง หมายถึง เมื่อ a เป็นจำนวนจริงใด ๆ คูณกันจำนวน n ตัว ซึ่ง n เป็นจำนวนเต็มบวก สามารถเขียนแทนด้วย a^n อ่านว่า "a ยกกำลัง n" หรือ "a กำลัง n" ซึ่งเลขยกกำลังนั้นมี a เป็นฐาน และ n เป็นเลขชี้กำลัง และเลขยกกำลังมีสมบัติ ดังนี้

สมบัติของเลขยกกำลัง	ตัวอย่างการคำนวณ
สำหรับการกำหนดให้ a เป็นจำนวนจริงใด ๆ ซึ่ง $a \neq 0$ และ n เป็นจำนวนเต็มบวก	
$a^0 = 1$	$4^0 = 1$
$a^{-n} = \frac{1}{a^n}$	$4^{-2} = \frac{1}{4^2}$
สำหรับการกำหนดให้ a, b เป็นจำนวนจริงบวก และ m, n เป็นจำนวนจริงใด ๆ	
$a^m a^n = a^{m+n}$	$4^2 4^1 = 4^{2+1}$
$\frac{a^m}{a^n} = a^{m-n}$	$\frac{4^2}{4^1} = 4^{2-1}$
$(a^m)^n = a^{mn}$	$(4^2)^1 = 4^{2 \times 1}$
$(ab)^n = a^n b^n$	$(2 \times 3)^2 = 2^2 3^2$
$\left(\frac{a}{b}\right)^n = \frac{a^n}{b^n}$	$\left(\frac{2}{3}\right)^2 = \frac{2^2}{3^2}$

สำหรับเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะที่อยู่ในรูปเศษส่วน เมื่อกำหนดให้ a เป็นจำนวนจริง และ n เป็นจำนวนคี่บวก โดยที่ $n \neq 1$ และ m เป็นจำนวนเต็ม

$$(1) \quad b^n = \sqrt[n]{a} \quad \text{อ่านว่า "รากที่ } n \text{ ของ } a"$$

$$(2) \quad a^{\frac{m}{n}} = \sqrt[n]{a^m} \quad \text{อ่านว่า "รากที่ } n \text{ ของ } a \text{ ยกกำลัง } m"$$

โสตทัศน์ # 1.6 ฟังก์ชันเอกซ์โปเนนเชียล (Exponential Function)

ฟังก์ชันเอกซ์โปเนนเชียลหรือฟังก์ชันเลขชี้กำลัง คือ ฟังก์ชันเอกซ์โปเนนเชียลฐาน a เป็นฟังก์ชันที่อยู่ในรูป

$$y = f(x) = a^x \quad \text{โดยที่ } a > 0, a \neq 1 \text{ เมื่อ } x \text{ เป็นจำนวนจริงใดๆ}$$

หรือ $f(x) = c(a^{bx})$ โดยที่ $a > 0, a \neq 1, b$ และ c เป็นจำนวนจริง ซึ่ง $b \neq 0, c \neq 0$

สมบัติที่สำคัญของฟังก์ชันเอกซ์โปเนนเชียล f

1. f เป็นฟังก์ชันหนึ่งต่อหนึ่ง มีโดเมนเป็นเซตของจำนวนจริง มีเรนจ์เป็นเซตของจำนวนจริงบวก
2. $a^m = a^n$ ก็ต่อเมื่อ $m = n$

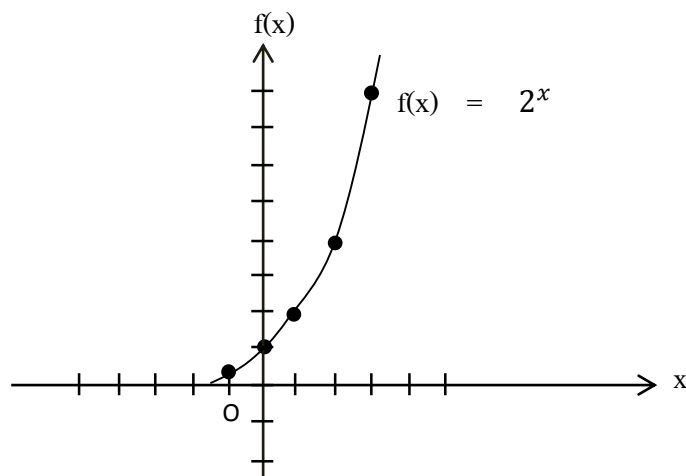
ตัวอย่าง จงหาค่าและเขียนกราฟของฟังก์ชันเอกซ์โปเนนเชียล $f(x) = 2^x$

วิธีทำ จากโจทย์กำหนดฟังก์ชันเอกซ์โปเนนเชียล $f(x) = 2^x$

สมมุติค่า x แล้วหาค่า $f(x)$ จากสมการได้ดังนี้

x	-1	0	1	2	3	...
$f(x)$	0.5	1	2	4	8	...

จะได้ว่าเส้นตรงนี้ผ่านจุด $(-1, 0.5)$, $(0, 1)$, $(1, 2)$, $(2, 4)$ และ $(3, 8)$ เมื่อหาดำแหน่งของจุดเหล่านี้บนระนาบพิกัดจาก แล้วลากเส้นตรงผ่านก็จะได้กราฟของฟังก์ชันเอกซ์โปเนนเชียล ดังภาพ



โสตทัศน์ # 1.7 ฟังก์ชันเอกซ์โปเนนเชียลฐาน e

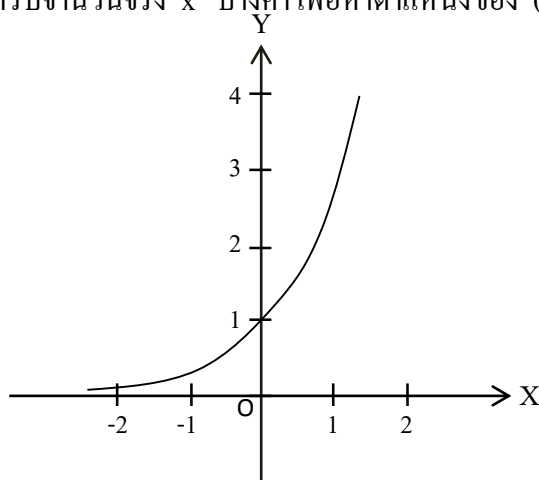
การประมาณค่าของ $(1 + \frac{1}{x})^x$ แทนได้ด้วยสัญลักษณ์ e หมายถึงว่าเมื่อ x มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างไม่มีขอบเขต แล้วค่าของ $(1 + \frac{1}{x})^x$ จะมีค่าเข้าใกล้จำนวนจริง e เขียนแทนด้วย $e = \lim_{x \rightarrow \infty} (1 + \frac{1}{x})^x$

ถ้ากำหนดให้ f เป็นฟังก์ชันโดยที่ $y = f(x) = a(e^{bx})$ เมื่อ a และ b เป็นจำนวนจริง โดยที่ $a \neq 0$ และ $b \neq 0$ เรียก f ว่า ฟังก์ชันเอกซ์โปเนนเชียลฐาน e

ตัวอย่าง จงเขียนกราฟของฟังก์ชัน f จาก $y = f(x) = e^x$

วิธีทำ จากการเปิดตารางหาค่าของ e^x สำหรับจำนวนจริง x บางค่าเพื่อหาดำแหน่งของ (x, e^x) ช่วยในการร่างกราฟ จะได้กราฟของ f ดังนี้

x	e^x
-2	0.1353
-1	0.3679
-0.5	0.6065
0	1
0.5	1.6487
1	2.7183



โสตทัศน์ # 1.8 ฟังก์ชันลอการิทึม

ลอการิทึมฐาน a ของจำนวนจริงบวก x เขียนแทนด้วย $y = \log_a x$ อ่านสั้น ๆ ว่า ลอจฐาน a ของ x ซึ่งเป็นเลขชี้กำลังของ a ที่ทำให้ $a^y = x$ กล่าวคือ

$y = \log_a x$ ก็ต่อเมื่อ $a^y = x$ สำหรับทุก ๆ จำนวนจริงบวก x โดยที่ $a > 0$ และ $a \neq 1$

ลอการิทึมมีสมบัติที่สำคัญดังนี้

กำหนดให้ a, M และ N เป็นจำนวนจริงบวก $a \neq 1$ และ p เป็นจำนวนจริงใด ๆ

สมบัติของลอการิทึม	ตัวอย่างการคำนวณ
$\log_a MN = \log_a M + \log_a N$	$\log_{10} 4 \times 5 = \log_{10} 4 + \log_{10} 5$
$\log_a \frac{M}{N} = \log_a M - \log_a N$	$\log_{10} \frac{4}{5} = \log_{10} 4 - \log_{10} 5$
$\log_a M^p = p \log_a M$	$\log_{10} 4^5 = 5 \log_{10} 4$
$\log_a M = \log_a N$ ต่อเมื่อ $M = N$	$\log_{10} 4 = \log_{10} 4$
$a \log_a p = p$ ต่อเมื่อ $p > 0$	$10 \log_{10} 7 = 7$
$\log_a 1 = 0$ เพราะว่า $a^0 = 1$	$\log_{10} 1 = 0$
$\log_a a = 1$ เพราะว่า $a^1 = a$	$\log_{10} 10 = 1$

ไฮโดรเจน # 1.9 ลอการิทึมสามัญและลอการิทึมธรรมชาติ

- ฟังก์ชันลอการิทึม คือ ฟังก์ชันลอการิทึมฐาน a เป็นฟังก์ชันที่อยู่ในรูป $y = f(x) = \log_a x$ โดยที่ $a > 0$ และ $a \neq 1$ เมื่อ x เป็นจำนวนจริงบวก
- ลอการิทึมสามัญ (*common logarithm*) คือ ลอการิทึมที่มีฐานเป็น 10 และเขียนแทน $\log_{10} x$ ด้วย $\log x$ ซึ่งเป็นฟังก์ชันที่อยู่ในรูป

$$y = \log_{10} x = \log x$$

- ลอการิทึมธรรมชาติ (*natural logarithm*) คือ ลอการิทึมที่มีฐานเป็น e และเขียนแทน $\log_e x$ ด้วย $\ln x$ ซึ่งเป็นฟังก์ชันที่อยู่ในรูป

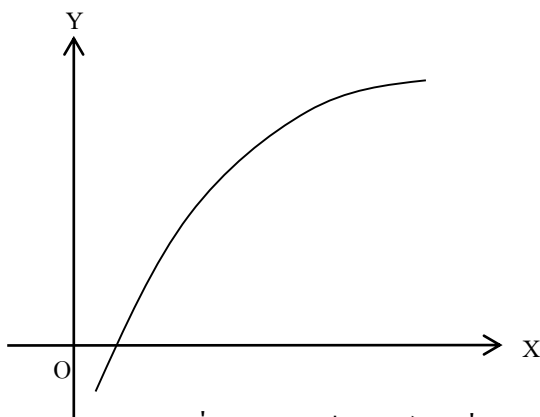
$$y = \log_e x = \ln x$$

- ความสัมพันธ์ของลอการิทึมสามัญและลอการิทึมธรรมชาติกับเลขยกกำลัง คือ

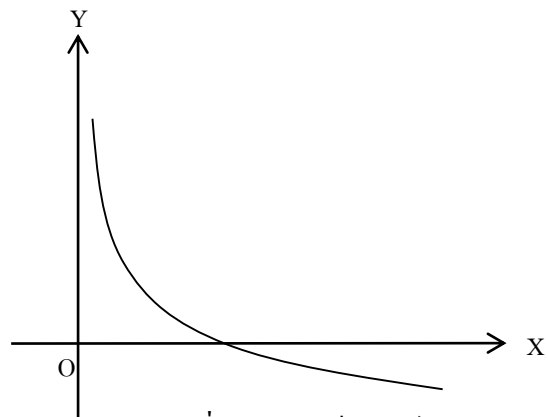
$$y = \log x \quad \text{ก็ต่อเมื่อ} \quad 10^y = x \quad \text{และ} \quad y = \ln x \quad \text{ก็ต่อเมื่อ} \quad e^y = x$$

สมบัติที่สำคัญของฟังก์ชันลอการิทึม $f(x) = \log_a x$

- 1) f เป็นฟังก์ชันหนึ่งต่อหนึ่ง มีโดเมนเป็นเซตของจำนวนจริงบวก มีเรนจ์เป็นเซตของจำนวนจริง และ $\log_a M = \log_a N$ ก็ต่อเมื่อ $M = N$
- 2) ถ้า $a > 1$ แล้ว f จะเป็นฟังก์ชันเพิ่ม แต่ถ้า $0 < a < 1$ แล้ว f จะเป็นฟังก์ชันลด
- 3) กราฟของ f ตัดแกน x ที่จุด $(1,0)$ กล่าวคือ $f(1) = \log_a(1) = 0$



กราฟที่มีลักษณะเป็นฟังก์ชันเพิ่ม



กราฟที่มีลักษณะเป็นฟังก์ชันลด

โสตทัศน์ # 1.10 ความสัมพันธ์ของฟังก์ชันลอการิทึมกับฟังก์ชันเอกซ์โปเนนเชียล

ฟังก์ชันลอการิทึม เป็นฟังก์ชันผกผันของฟังก์ชันเอกซ์โปเนนเชียล โดยฟังก์ชันเอกซ์โปเนนเชียล $y = a^x$ จะเขียนในรูปลอการิทึมได้เป็น $y = \log_a x$ ซึ่งกราฟของ $y = a^x$ และ $y = \log_a x$

ตัวอย่าง จงหาค่าและเขียนกราฟของฟังก์ชันลอการิทึม $y = f(x) = \log_2 x$

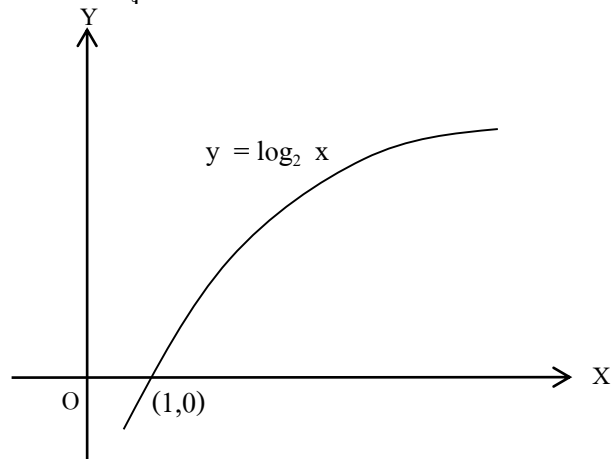
วิธีทำ จากโจทย์กำหนดฟังก์ชันลอการิทึม $y = f(x) = \log_2 x$

สมมติค่า x แล้วหาค่า $f(x)$ จากสมการได้ดังนี้

x	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	1	2	4	8	16
f(x)	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4

นำคู่อันดับ $(x, f(x))$ มาลงจุดบนกราฟและลากเส้นเชื่อมจุดเหล่านี้จะได้กราฟของ f ดังนี้

จะได้ว่า $y = f(x)$ เป็นฟังก์ชันหนึ่ง
ต่อเนื่องจากเซตของจำนวนจริงบวกไปยังเซตของ
จำนวนจริง กราฟตัดแกน x ที่จุด $(1, 0)$ และจะเห็น
ว่าฟังก์ชัน f เป็นฟังก์ชันเพิ่ม



โสตทัศน์ # 1.11 ความชันและอัตราการเปลี่ยนแปลง

ในกรณีทั่วไป ถ้า $y = f(x)$ เป็นฟังก์ชันเชิงเส้น อัตราการเปลี่ยนแปลงของ $f(x_1)$ ไปเป็น $f(x_2)$ เมื่อเทียบกับการเปลี่ยนแปลงของ x_1 ไปเป็น x_2 คือ ความชันของเส้นกราฟ f

$$\text{ความชัน} = \frac{f(x_2) - f(x_1)}{x_2 - x_1}$$

ความชันและอัตราการเปลี่ยนแปลง

ความชันของฟังก์ชันเชิงเส้นหรืออัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของฟังก์ชันที่ไม่เป็นฟังก์ชันเชิงเส้น $y = f(x)$ สามารถหาได้จากค่าของฟังก์ชัน ณ จุดสองจุดใด ๆ สมมติว่าเป็น x_1 และ x_2 โดยมีหน่วยเป็นหน่วย y เทียบกับหน่วยของ x จะได้สูตร

$$\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{f(x_2) - f(x_1)}{x_2 - x_1}$$

อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของฟังก์ชันที่ไม่เป็นเชิงเส้น

$$\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{f(x_2) - f(x_1)}{x_2 - x_1}$$

โสตทัศน์ # 1.12 ความเร็วเฉลี่ยและอัตราการเปลี่ยนแปลงชั่วขณะ

อัตราการเปลี่ยนแปลงชั่วขณะ (Instantaneous Rate of Change)

ความเร็วเฉลี่ย คือ เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ค่าเฉลี่ยของอัตราการเปลี่ยนแปลงระยะทางของวัตถุเมื่อเทียบกับเวลา ถ้าระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่สามารถเขียนได้ในรูป $y = f(t)$ เมื่อ t เป็นเวลาใด ๆ จะได้ว่า

ค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนแปลงระยะทางระหว่างเวลา $t = a$ และเวลา $t = b$ คือ

$$\frac{\Delta y}{\Delta t} = \frac{f(b) - f(a)}{b - a}$$

อัตราการเปลี่ยนแปลงชั่วขณะ

การหาค่าของอัตราการเปลี่ยนแปลงชั่วขณะโดยใช้แนวคิดของอนุพันธ์ของฟังก์ชัน f ที่จุด a มีชื่อเฉพาะว่า "อนุพันธ์ของ f ที่ x " ใช้สัญลักษณ์ $f'(x)$ อ่านว่า " f prime ของ x " ซึ่งในการหาอนุพันธ์หรืออัตราการเปลี่ยนแปลงชั่วขณะที่จุด x เราใช้ช่วงเล็ก ๆ เท่าที่จะเล็กได้ โดยการหาอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยนี้ เมื่อ h มีค่าเข้าใกล้ 0 ซึ่งใช้สัญลักษณ์ $\lim_{h \rightarrow 0}$ ดังนั้นฟังก์ชัน f ใด ๆ จะกำหนดอนุพันธ์ของฟังก์ชัน f เขียนแทนด้วย f' ดังนี้

$$f'(x) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$$

เมื่อหาค่าลิมิตได้ เรากล่าวว่าฟังก์ชัน f หาอนุพันธ์ได้ (differentiable) ณ จุด x ใด ๆ

การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันโดยใช้บทนิยามโดยตรงค่อนข้างมีความยุ่งยาก นักคณิตศาสตร์ได้นำบทนิยามนี้มาสร้างสูตรสำหรับการหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันโดยตรง ซึ่งนำมาใช้ได้สะดวกกว่า

$$f'(x) = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{dy}{dx}$$

โสตทัศน์ # 1.13 อนุพันธ์

อนุพันธ์ของฟังก์ชัน คือ การเปลี่ยนแปลงของฟังก์ชัน เมื่อตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น 1 หน่วย เช่น อัตราเร็วของวัตถุ (v) ณ เวลา t วินาทีจะมีหน่วยเป็น เมตรต่อวินาที, อัตราเร่ง (a) จะมีหน่วยเป็น เมตรต่อวินาที² เป็นต้น

ข้อสรุป

ถ้า $f' > 0$ บนช่วงหนึ่ง	จะได้ f มีค่าเพิ่มบนช่วงนั้น
ถ้า $f' < 0$ บนช่วงหนึ่ง	จะได้ f มีค่าลดบนช่วงนั้น
ถ้า $f' = 0$ บนช่วงหนึ่ง	จะได้ f มีค่าคงตัวบนช่วงนั้น

ขนาดของอนุพันธ์บอกเกี่ยวกับขนาดของอัตราการเปลี่ยนแปลงของ f ถ้าขนาดของอนุพันธ์มีขนาดใหญ่ กราฟของ f ก็ชันมาก (ถ้า $f' > 0$ กราฟจะเฉียงขึ้นและถ้า $f' < 0$ กราฟจะเฉียงลง) ถ้าขนาดของอนุพันธ์มีขนาดน้อย กราฟของ f ก็ชันน้อยเกือบอยู่ในแนวที่ขนานกับแกน X

โสตทัศน์ # 1.14 สูตรสำหรับหาอนุพันธ์

ที่	สูตรการหาอนุพันธ์ของฟังก์ชัน	ตัวอย่างการคำนวณ
1	ถ้า $y = k$ เมื่อ k เป็นค่าคงตัว จะได้ $\frac{dy}{dx} = \frac{d(k)}{dx} = 0$ (กราฟจะเป็นเส้นตรงขนานกับแกน X)	ถ้า $y = 7$ จะได้ $\frac{dy}{dx} = \frac{d(7)}{dx} = 0$
2	ถ้า $y = x$ จะได้ $\frac{dy}{dx} = \frac{dx}{dx} = 1$ (กราฟจะเป็นเส้นตรงทำมุมขนาด 45° กับแกน X)	ถ้า $y = x$ จะได้ $\frac{dy}{dx} = \frac{dx}{dx} = 1$
3	ถ้า $y = c f(x)$ เมื่อ c เป็นค่าคงตัว จะได้ $\frac{dy}{dx} = \frac{d(c f(x))}{dx} = \frac{cd(f(x))}{dx} = c f'(x)$	ถ้า $y = 3x$ จะได้ $\frac{dy}{dx} = \frac{3 d(x)}{dx} = 3$
4	ถ้า $y = x^n$ เมื่อ n เป็นจำนวนจริงใดๆ จะได้ $\frac{dy}{dx} = \frac{d(x^n)}{dx} = n x^{n-1}$	ถ้า $y = x^7$ จะได้ $\frac{dy}{dx} = \frac{d(x^7)}{dx} = 7 x^{7-1} = 7 x^6$
5	ถ้า $y = f(x) + g(x)$ จะได้ $\frac{dy}{dx} = \frac{d(f(x))}{dx} + \frac{d(g(x))}{dx}$	ถ้า $y = x^7 + 3$ จะได้ $\frac{dy}{dx} = \frac{d(x^7 + 3)}{dx} = \frac{d(x^7)}{dx} + \frac{d(3)}{dx} = 7 x^6$
6	ถ้า $y = f(x) - g(x)$ จะได้ $\frac{dy}{dx} = \frac{d(f(x))}{dx} - \frac{d(g(x))}{dx}$	ถ้า $y = x^5 - x$ จะได้ $\frac{dy}{dx} = \frac{d(x^5 - x)}{dx} = \frac{d(x^5)}{dx} - \frac{d(x)}{dx} = 5x^4 - 1$
7	ถ้า $y = v^n$ จะได้ $\frac{dy}{dx} = n v^{n-1} \frac{dv}{dx}$	ถ้า $y = (x+3)^2$ จะได้ $\frac{dy}{dx} = \frac{d(x+3)^2}{dx} = \frac{2(x+3)^1 d(x+3)}{dx} = (2(x+3)^1)(1+0) = 2x+6$
8	ถ้า $y = uv$ เมื่อ u และ v เป็นฟังก์ชันของ x จะได้ $\frac{duv}{dx} = \frac{udv}{dx} + \frac{vdu}{dx}$	ถ้า $y = x^2 (x+3)^2$ จะได้ $\frac{duv}{dx} = \frac{x^2 d(x+3)^2}{dx} + \frac{(x+3)^2 d(x^2)}{dx} = \frac{x^2 2(x+3)^1 d(x+3)}{dx} + \frac{(x+3)^2 2x d(x)}{dx} = (x^2)(2x+6) + (x+3)^2 (2x)$

โสตทัศน์ # 1.15 อินทิกรัล สูตรการหาอินทิกรัลและการหาพื้นที่ใต้กราฟของฟังก์ชัน

อินทิกรัล เป็นการหาผลรวมของผลบวก ซึ่งเป็นส่วนกลับของอนุพันธ์ โดยอินทิกรัลมีความสัมพันธ์กับอนุพันธ์ ดังนี้

1. อินทิกรัลกับอนุพันธ์มีความสัมพันธ์ตามทฤษฎีบทหลักมูลบทที่หนึ่งของแคลคูลัส ดังนี้

ถ้า F เป็นอินทิกรัลไม่จำกัดเขตของ f คือ $F(x) = \int_a^x f(t)dt$

จะได้ว่า $F'(x) = f(x)$ สำหรับทุก x ซึ่ง f มีความต่อเนื่อง

2. การหาอินทิกรัลของฟังก์ชันเป็นไปตามทฤษฎีบทหลักมูลบทที่สองของแคลคูลัส ดังนี้

ถ้า F เป็นฟังก์ชันต่อเนื่องบนช่วง $x = a$ ถึง $x = b$ และ $F'(x) = f(x)$

จะได้ว่า $\int_a^b f(x)dx = F(b) - F(a)$

สูตรการหาอินทิกรัล

ที่	สูตรการหาอินทิกรัล	ตัวอย่าง
1	$\int x^n dx = \frac{x^{n+1}}{n+1} + c$ เมื่อ c เป็นค่าคงตัวใด ๆ และ $n \neq -1$	ถ้า $x^n = x^7$ จะได้ $\int x^7 dx = \frac{x^{7+1}}{7+1} + c$
2	$\int (u(x) + v(x))dx = \int u(x)dx + \int v(x)dx$ เมื่อ u, v เป็นฟังก์ชันของ x และ c เป็นค่าคงตัวใด ๆ	ถ้า $u(x) = x^7, v(x) = x^4$ จะได้ $\int (x^7 + x^4)dx = \int (x^7)dx + \int (x^4)dx$
3	$\int (u(x) - v(x))dx = \int u(x)dx - \int v(x)dx$ เมื่อ u, v เป็นฟังก์ชันของ x และ c เป็นค่าคงตัวใด ๆ	ถ้า $u(x) = x^7, v(x) = x^4$ จะได้ $\int (x^7 - x^4)dx = \int (x^7)dx - \int (x^4)dx$
4	$\int c u(x)dx = c \int u(x)dx$ เมื่อ u, v เป็นฟังก์ชันของ x และ c เป็นค่าคงตัวใด ๆ	ถ้า $u(x) = x^7$ จะ $\int 8x^7 dx = 8 \int x^7 dx$

การหาพื้นที่ใต้กราฟของฟังก์ชัน

การใช้แนวคิดพื้นฐานของอินทิกรัลหาผลรวมของพื้นที่ใต้กราฟของฟังก์ชันดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่าง จงหาพื้นที่ใต้กราฟของ $f(x) = 3x^2$ กับแกน x บนช่วง $x = 1$ ถึง $x = 2$

วิธีทำ

$$A = \int_1^2 f(x)dx = \int_1^2 3x^2 dx$$

$$= x^3 \Big|_1^2 = 2^3 - 1^3 = 7$$

อนุพันธ์ของฟังก์ชันในเชิงเรขาคณิต คือ ความชันของกราฟของฟังก์ชัน ดังนั้นเมื่อทราบค่าความชันของฟังก์ชัน จะสามารถใช้การอินทิเกรตหาฟังก์ชันดั้งเดิมได้ โดยจะต้องทราบเงื่อนไขบางประการเพิ่มเติมด้วย สูตรสำหรับการหาอินทิกรัลเกี่ยวกับฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ดังนี้

$$1. \int e^{kx} dx = \frac{1}{k} e^x + c \quad \text{เมื่อ } k \neq 0$$

$$2. \int e^x dx = e^x + c$$

$$3. \int \frac{1}{x} dx = \ln x + c \quad \text{เมื่อ } x > 0$$

โสตทัศน์ # 2.1 ปริมาณเวกเตอร์และปริมาณสเกลาร์

ปริมาณทางฟิสิกส์สามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภทคือ

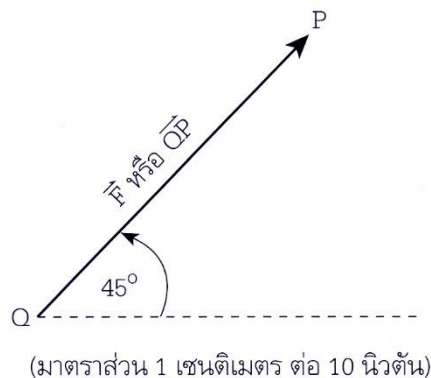
1. ปริมาณเวกเตอร์ (vector quantities) เป็นปริมาณที่มีทั้งขนาด (magnitude) และทิศทาง (direction)

ตัวอย่างของปริมาณเวกเตอร์ เช่น การกระจัดหรือระยะกระจัด ความเร็ว ความเร่ง แรง น้ำหนัก สนามไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก เป็นต้น

2 ปริมาณสเกลาร์ (scalar quantities) เป็นปริมาณที่มีแต่เพียงขนาดอย่างเดียว ไม่มีทิศทาง ตัวอย่างของปริมาณสเกลาร์ เช่น ระยะทาง อัตราเร็ว มวล ความหนาแน่น งาน กำลังงาน อุณหภูมิ เป็นต้น

โสตทัศน์ # 2.2 การเขียนรูป และสัญลักษณ์เวกเตอร์

การเขียนรูปปริมาณเวกเตอร์ สามารถเขียนแทนได้ด้วยเส้นตรง ที่มีทิศทางโดยใช้ความยาวของเส้นตรงแทนขนาดของเวกเตอร์ เริ่มจากจุดเริ่มต้น (บริเวณหัวของเวกเตอร์) ไปยังจุดสิ้นสุด (บริเวณปลายหรือหาง) และใช้หัวลูกศรบริเวณปลายเวกเตอร์บอกทิศทางของเวกเตอร์



ภาพ เวกเตอร์ของแรงขนาด 50 นิวตัน มีทิศทางทำมุม 45° กับแนวราบ

นอกจากนี้ สามารถใช้สัญลักษณ์แทนปริมาณเวกเตอร์ได้ด้วย ซึ่งสามารถเขียนได้หลายรูปแบบ คือ อาจใช้ตัวอักษรที่มีเครื่องหมาย $\rightarrow$ หรือ $\longrightarrow$ หรือ - กำกับไว้ข้างบนตัวอักษร หรือใช้ตัวพิมพ์หนาก็ได้ ในที่นี้จะขอใช้สัญลักษณ์ $\mathbf{QP}$ ซึ่งหมายถึงแรงที่มีขนาดเท่ากับความยาวของเส้น QP และมีทิศทางจาก Q ไปยัง P เรียกจุด Q ว่าเป็นจุดเริ่มต้นและเรียกจุด P ว่าเป็นจุดสิ้นสุด

หรืออาจใช้ตัวอักษรเดียวที่มีเครื่องหมายดังกล่าวข้างต้นกำกับแทนปริมาณเวกเตอร์ได้ ปริมาณเวกเตอร์ QP อาจแทนด้วย F

สำหรับการบอกเฉพาะขนาดของเวกเตอร์สามารถเขียนสัญลักษณ์คือ $|\mathbf{F}|$ แทนขนาดของเวกเตอร์ ดังนั้น $|\mathbf{F}|$ จึงเท่ากับ 50 นิวตัน

โสตทัศน # 2.3 การรวมเวกเตอร์

การรวมเวกเตอร์(addition vectors)สามารถกระทำได้ 2 วิธีการ คือ

- การรวมเวกเตอร์โดยใช้แผนภาพ(graphical method)

เป็นการหาเวกเตอร์ลัพธ์ซึ่งเกิดจากการรวมเวกเตอร์หลาย ๆ อันด้วยวิธีการเขียนแผนภาพ โดยกำหนดมาตราส่วน และทิศทางของเวกเตอร์ให้ถูกต้อง จากนั้นให้นำหัวเวกเตอร์อันถัดไปมาต่อกับปลายของเวกเตอร์ที่มาก่อนไปเรื่อย ๆ จะได้เวกเตอร์ลัพธ์ คือ เวกเตอร์ที่ลากจากจุดเริ่มต้น (ด้านหัวของเวกเตอร์อันแรก) เป็นเส้นตรงไปจุดสิ้นสุด (ปลายของเวกเตอร์อันสุดท้าย) ตัวอย่างการรวมเวกเตอร์ดังภาพที่ 2.5-2.7 ในเอกสารการสอนชุดวิชา

- การรวมเวกเตอร์โดยใช้องค์ประกอบ(component method)

สรุปขั้นตอนการดำเนินการรวมเวกเตอร์โดยใช้องค์ประกอบมีดังนี้

- 1) ให้เขียนภาพ แกนโคออร์ดิเนต x และ y ขึ้นมาก่อน
- 2) นำเวกเตอร์ที่ต้องการจะรวมมาเขียนลงในแนวแกน x และแกน y ในข้อ 1)
- 3) แยกองค์ประกอบของเวกเตอร์แต่ละตัวตามองค์ประกอบทางแกน x และแกน y

โดยขนาดของเวกเตอร์แต่ละตัวในแนวแกน x จะได้ $|A_x| = |A| \cos \theta$

และ ขนาดของเวกเตอร์แต่ละตัวในแนวแกน y จะได้ $|A_y| = |A| \sin \theta$

- 4) รวมองค์ประกอบของเวกเตอร์ทุกตัวในแกน x เป็นผลรวมเวกเตอร์ทางแกน x ($\Sigma |A_x|$) และรวมองค์ประกอบทางแกน y เป็นผลรวมเวกเตอร์ทางแกน y ($\Sigma |A_y|$) (เครื่องหมาย Σ อ่านว่า ซิกมา หมายถึง ผลรวม)

- 5) คำนวณหาขนาดและทิศทางของเวกเตอร์ลัพธ์โดยใช้สมการต่อไปนี้

ขนาดของเวกเตอร์ลัพธ์

ทิศทางของเวกเตอร์ลัพธ์

* รายละเอียดของฟังก์ชันตรีโกณมิติศึกษาเพิ่มเติม ได้ที่ภาคผนวก ก ในเอกสารการสอนชุดวิชา

โสตทัศน์ # 2.4 ผลคูณของเวกเตอร์

การคูณเวกเตอร์(multiplication of vectors)ที่สำคัญแบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ

- **การคูณเวกเตอร์ด้วยปริมาณสเกลาร์**(multiplying a vector by a scalar) ถ้าคูณเวกเตอร์ด้วยปริมาณสเกลาร์ จะได้ผลลัพธ์ที่ยังคงเป็นเวกเตอร์ เพียงแต่นำขนาดของเวกเตอร์จะเปลี่ยนไปตามผลลัพธ์ที่ได้จากการคูณระหว่างเวกเตอร์ กับปริมาณสเกลาร์นั้นๆ ส่วนทิศทางของเวกเตอร์ผลลัพธ์ที่ได้จะขึ้นอยู่กับปริมาณสเกลาร์ที่มาคูณ ถ้าปริมาณสเกลาร์เป็นบวกทิศทางจะยังคงเหมือนเดิม ถ้าปริมาณสเกลาร์เป็นลบ ทิศทางของเวกเตอร์ผลลัพธ์ที่ได้จะตรงกันข้ามกับเวกเตอร์เดิม

- **ผลคูณแบบสเกลาร์ หรือผลคูณแบบดอต** (the scalar product) ผลคูณแบบสเกลาร์ของเวกเตอร์ 2 อันมีค่าเท่ากับผลคูณของขนาดของเวกเตอร์ทั้งสองกับค่าโคไซน์ (cos) ของมุมระหว่างเวกเตอร์ทั้งสอง ผลคูณแบบสเกลาร์นี้จะได้ผลลัพธ์เป็นปริมาณสเกลาร์ ซึ่งมีแต่ขนาดเท่านั้น

- **ผลคูณแบบเวกเตอร์ หรือผลคูณแบบครอส**(the vector product) ผลคูณแบบนี้จะได้ผลลัพธ์เป็นปริมาณเวกเตอร์ และสามารถหาขนาดของเวกเตอร์ผลลัพธ์ได้จากผลคูณของขนาดของเวกเตอร์ทั้งสองกับค่าไซน์ (sin) ของมุมระหว่างเวกเตอร์ทั้งสอง สำหรับทิศทางของเวกเตอร์ผลลัพธ์ให้ใช้กฎมือขวาในการพิจารณา

โสตทัศน์ # 2.5 ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับจลนศาสตร์

อัตราเร็ว (speed) หมายถึง ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในช่วงเวลาที่พิจารณา อัตราเร็วเป็นปริมาณสเกลาร์

ความเร็ว (velocity) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงการกระจัดในช่วงเวลาที่พิจารณา ความเร็วเป็นปริมาณเวกเตอร์ที่มีทั้งขนาดและทิศทาง

ความเร่ง (acceleration) เป็นปริมาณที่วัดการเปลี่ยนแปลงของความเร็วเทียบกับเวลา ความเร่งเป็นปริมาณเวกเตอร์ที่มีทั้งขนาดและทิศทาง

โสตทัศน # 2.6 รูปแบบการเคลื่อนที่ของวัตถุ

การเคลื่อนที่ตามแนวเส้นตรงหรือ การเคลื่อนที่มีมิติเดียว เป็นการเคลื่อนที่รูปแบบง่ายที่สุด โดยสมมติให้การเคลื่อนที่ของวัตถุต่างๆ เป็นเสมือนการเคลื่อนที่ของอนุภาคหนึ่งที่มีขนาดเล็กเกือบเป็นจุด ไม่มีการหมุนการสั่น หรือการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง และการเคลื่อนที่นั้นเป็นเส้นตรงอยู่บนแกนเดียว (มิติเดียว) เท่านั้น

การเคลื่อนที่ตามแนวเส้นตรงที่สำคัญมี 2 รูปแบบ คือ การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงด้วยความเร่งคงที่ และการเคลื่อนที่ของวัตถุตกอย่างอิสระ

การเคลื่อนที่บนระนาบ หรือการเคลื่อนที่ใน 2 มิติ เป็นการพิจารณาการเคลื่อนที่ของวัตถุบนแนวแกน

2 แกนหรือ 2 มิติ ตัวอย่างของการเคลื่อนที่รูปแบบนี้ที่สำคัญคือการเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์ (projectile motion)

การเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์ เป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุในอากาศบนระนาบ (2 มิติ คือ แกน x และ y) โดยในขณะที่เคลื่อนที่อยู่ในอากาศนั้น ไม่มีแรงขับเคลื่อนอื่นใดมาขับเคลื่อน ยกเว้นแรงโน้มถ่วงของโลก และเราถือว่าแรงต้านจากอากาศมีน้อยมาก สามารถตัดออกจากการพิจารณาได้ ตัวอย่างของการเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์ เช่น การตีกอล์ฟ การพุ่งแหลน การทุ่มน้ำหนัก การทิ้งระเบิดจากเครื่องบิน การยิงปืนใหญ่ เป็นต้น

โสตทัศน์ # 2.7 สรุปสมการที่ใช้ในการคำนวณการเคลื่อนที่รูปแบบต่าง ๆ

1. การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง (แกน x) ด้วยความเร่งคงที่	$v = v_0 + at$ $x = \left(\frac{v_0+v}{2}\right) t$ $x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$ $v^2 = v_0^2 + 2ax$	เมื่อ x คือ ระยะกระจัดในแนวแกน x t คือ ระยะเวลาในการเคลื่อนที่ a คือ ความเร่ง v คือ ความเร็ว v ₀ คือความเร็วต้น y คือ ระยะกระจัดในแนวแกน y
2. การเคลื่อนที่ของวัตถุตกอย่างอิสระ	$v = v_0 - gt$ $y = \left(\frac{v_0+v}{2}\right) t$ $y = v_0 t - \frac{1}{2} gt^2$ $v^2 = v_0^2 - 2gy$	g คือ ค่าแรงโน้มถ่วงของโลก
3. การเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์ -ระดับสูงสุดที่วัตถุลอยไปถึง -เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่จากจุดเริ่มต้น ถึงจุดสูงสุด -เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ทั้งหมด -ระยะทางไกลที่สุด (ตามแนวราบ) ที่วัตถุตก	$h = \frac{v_0^2 \sin^2 \theta_0}{2g}$ $t = \frac{v_0 \sin \theta_0}{g}$ $t = \frac{2v_0 \sin \theta_0}{g}$ $R = \frac{v_0^2 \sin 2\theta_0}{g}$	

การคำนวณการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง (แกน x) ด้วยความเร่งคงที่ศึกษาจากตัวอย่างที่ 2.3 การเคลื่อนที่ของวัตถุตกอย่างอิสระศึกษาจากตัวอย่างที่ 2.4 และการเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์ ศึกษาจากตัวอย่างที่ 2.7 ในเอกสารการสอนชุดวิชา

โสตทัศน # 2.8 ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับพลศาสตร์

มวล (mass) ความหมายในวิชาฟิสิกส์ หมายถึง "ปริมาณที่แสดงถึงคุณสมบัติเฉพาะของสสารหรือวัตถุที่ต่อต้านการเคลื่อนที่" ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า มวลเป็น "ปริมาณที่วัดความเฉื่อยของวัตถุ" โดยทั่วไปจะใช้สัญลักษณ์ m แทน มวล ทั้งนี้ มวลเป็นปริมาณสเกลาร์ และในระบบเอสไอ มวลจะมีหน่วยเป็นกิโลกรัม

น้ำหนัก (weight) หมายถึง "แรงที่เกิดจากแรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำต่อวัตถุ หรือดึงวัตถุ" สามารถเขียนสมการทางคณิตศาสตร์ได้ คือ $W = mg$ น้ำหนักเป็นปริมาณเวกเตอร์ ในระบบเอสไอ มีหน่วยเช่นเดียวกับแรง คือ กิโลกรัม . เมตร ต่อวินาที² หรือเรียกว่า นิวตัน (N)

แรง (force) แรงในความหมายในวิชาฟิสิกส์ หมายถึง "สิ่งที่เปลี่ยน หรือพยายามเปลี่ยน สถานการณ์เคลื่อนที่ของวัตถุ" โดยทั่วไปเราใช้สัญลักษณ์ F แทนแรง ซึ่งเป็นปริมาณเวกเตอร์ ในระบบเอสไอ แรงมีหน่วยเป็นกิโลกรัม . เมตร ต่อวินาที² หรือเรียกว่า นิวตัน (N)

โสตทัศน # 2.9 กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

กฎข้อที่ 1 ของนิวตัน (Newton's first law) กล่าวว่า "หากปราศจากแรงกระทำใดๆ ที่มากระทำกับวัตถุแล้ว วัตถุจะคงสภาพเดิม คือ หยุดนิ่งอยู่กับที่ หรือเคลื่อนที่เป็นแนวตรงด้วยความเร็วคงที่" ดังนั้น เมื่อวัตถุหยุดนิ่งอยู่กับที่ คือ ความเร็วเป็นศูนย์ และเมื่อวัตถุมีความเร็วคงที่ นั่นคือ ความเร่งเป็นศูนย์

กฎข้อที่ 2 ของนิวตัน (Newton's second law) กล่าวว่า "ถ้ามีแรงลัพธ์ที่มีค่าไม่เป็นศูนย์มากระทำต่อวัตถุ วัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่งในทิศทางเดียวกับแรงลัพธ์ โดยมีขนาดความเร่งเป็นปฏิภาคโดยตรงกับแรงลัพธ์ และเป็นปฏิภาคผกผันกับมวลของวัตถุ"

กฎข้อที่ 3 ของนิวตัน (Newton's third law) กล่าวว่า "เมื่อวัตถุอันหนึ่งออกแรงกระทำต่อวัตถุอีกอันหนึ่ง วัตถุอันที่สองย่อมออกแรงกระทำตอบด้วยขนาดเท่ากันแต่อยู่ในทิศทางตรงกันข้ามกับอันแรก" หรือกล่าวอย่างสั้นๆ ว่า แรงกิริยา (action force) เท่ากับแรงปฏิกิริยา (reaction force)

โสตทัศน์ # 2.10 การประยุกต์ใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

สรุปแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันได้ดังนี้

1 เขียนแรงหรือแสดงแรงต่าง ๆ ที่กระทำต่อวัตถุออกมาในรูปของแผนภาพ Free-Body Diagram (FBD) ซึ่งเป็นแผนภาพของเวกเตอร์ที่แสดงแรงต่าง ๆ ที่มีแนวกระทำผ่านวัตถุหรือจุดเดียวกัน เช่น แรงกิริยา และแรงปฏิกิริยา

2 แยกองค์ประกอบของแรงตามแนวแกน x และ แกน y (เนื่องจากแรงเป็นปริมาณเวกเตอร์ ดังนั้นการแยกองค์ประกอบของแรงสามารถดำเนินการได้เช่นเดียวกับการแยกองค์ประกอบของเวกเตอร์) จากนั้นเขียนสมการในรูปของแรงลัพธ์ที่สภาวะสมดุล

3 แก้สมการหาค่าที่ต้องการ ในกรณีที่มีตัวแปรไม่ทราบค่ามากกว่า 1 ตัวแปรอยู่ในสมการเดียวกัน อาจต้องพยายามลดตัวแปรที่ไม่ทราบค่าด้วยวิธีการนำไปบวกหรือลบสมการกับสมการอื่น ๆ ก่อน

การคำนวณเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันศึกษาจากตัวอย่างที่ 2.9 ในเอกสารการสอนชุดวิชา

โสตทัศน์ # 2.11 แรงเสียดทาน

แรงเสียดทาน (friction force) เป็นแรงที่กระทำในทิศทางต้านกับการเคลื่อนที่ของวัตถุและเกิดที่ผิวสัมผัสระหว่างวัตถุ 2 อัน แรงเสียดทานแบ่งได้เป็น แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นขณะวัตถุยังไม่เคลื่อนที่นี้เรียกว่า แรงเสียดทานสถิตย์ (force of static friction ; f_s) และแรงเสียดทานขณะวัตถุกำลังเคลื่อนที่เรียกว่า แรงเสียดทานจลน์ (force of kinetics friction ; f_k) สามารถเขียนเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ได้ ดังนี้

$$f = \mu N$$

เมื่อ f คือ แรงเสียดทาน ; นิวตัน

μ คือ สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะพื้นผิวที่สัมผัส เป็นค่าคงที่ที่หาได้จากการทดลอง ; ไม่มีหน่วย

N คือแรงปฏิกิริยาที่พื้นกระทำต่อวัตถุในแนวตั้งฉาก ; นิวตัน

การคำนวณเกี่ยวกับแรงเสียดทานศึกษาจากตัวอย่างที่ 2.10 ในเอกสารการสอนชุดวิชา

โสตทัศน # 2.12 งาน

งาน (work) คือ "แรงที่กระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุเกิดการเคลื่อนที่ไปตามแนวแรง" ดังภาพ
สามารถเขียนเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ได้คือ

ภาพ งานที่เกิดจากแรงที่กระทำต่อวัตถุ

$$W = F S \cos \theta$$

เมื่อ W คือ งาน ; จูล

F คือ แรงที่กระทำต่อวัตถุ ; นิวตัน

S คือ ระยะกระจัดของวัตถุ ; เมตร

θ คือ มุมระหว่างแรงที่กระทำต่อวัตถุกับระยะกระจัดของวัตถุ

งานเป็นปริมาณสเกลาร์ ซึ่งมีแต่ขนาด ไม่มีทิศทาง แต่งานมีค่าทั้งค่าบวก ค่าลบ และเป็นศูนย์ได้ ถ้าแรงที่กระทำต่อวัตถุกับระยะกระจัดของวัตถุไปในทิศทางเดียวกัน งานจะเป็นบวก ถ้าแรงที่กระทำต่อวัตถุกับระยะกระจัดของวัตถุเป็นทิศทางตรงกันข้ามงานจะเป็นลบ และถ้าแรงกระทำต่อวัตถุตั้งฉากกับระยะกระจัดของวัตถุ งานจะเป็นศูนย์

การคำนวณเกี่ยวกับงานศึกษาจากตัวอย่างที่ 2.11 ในเอกสารการสอนชุดวิชา

โสตทัศน # 2.13 กำลังงาน

กำลังงาน (power) คือ ปริมาณงานที่ทำต่อหนึ่งหน่วยเวลา จากนั้นสามารถเขียนสมการทางคณิตศาสตร์ของกำลังงานเฉลี่ย (average power) ได้

$$P = \frac{W}{t}$$

เมื่อ P คือ กำลังงานเฉลี่ย ; วัตต์

W คือ งานที่ได้ทั้งหมด ; จูล

t คือ เวลาทั้งหมดในช่วงที่พิจารณา ; วินาที

โสตทัศน # 2.14 พลังงานกลและพลังงานจลน์

ในทางกลศาสตร์ จะกล่าวถึงเฉพาะพลังงานกล (mechanical energy) ซึ่งประกอบด้วยพลังงานจลน์และพลังงานศักย์

พลังงานจลน์ (kinetic energy) เป็นพลังงานรูปแบบหนึ่งซึ่งวัดความสามารถในการทำงานของวัตถุต่างๆ จากการเคลื่อนที่ พลังงานจลน์ มีค่าเท่ากับครึ่งหนึ่งของผลคูณระหว่างมวล กับความเร็วของมวลนั้นยกกำลังสอง เขียนเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ได้ คือ
$$K = \frac{1}{2} mv^2$$

เมื่อ K คือ พลังงานจลน์ ; จูล

m คือ มวล ; กิโลกรัม

v คือความเร็ว ; เมตรต่อวินาที

โสตทัศน # 2.15 พลังงานศักย์

พลังงานศักย์ เป็นพลังงานที่สะสมอยู่ในวัตถุ ณ ขณะใดขณะหนึ่ง พลังงานศักย์จะขึ้นอยู่กับตำแหน่งของวัตถุอยู่ภายใต้อิทธิพลของสนามชนิดใดชนิดหนึ่ง สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทหลักๆ คือ

พลังงานศักย์โน้มถ่วง (gravitational potential energy) เป็นพลังงานที่สะสมอยู่ในวัตถุ เมื่อวัตถุมีมวล m อยู่ ณ ตำแหน่งหนึ่งภายใต้อิทธิพลของสนามแรงโน้มถ่วงโน้มถ่วง (g) เขียนเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ได้

$$U_g = mgh$$

เมื่อ U_g คือ พลังงานศักย์โน้มถ่วง ; จูล

m คือ มวล ; กิโลกรัม

g คือ ค่าแรงดึงดูดหรือแรงโน้มถ่วงของโลก ; เมตรต่อวินาที²

h คือ ตำแหน่งที่วัตถุอยู่ในแนวดิ่งหรือแนวแกน y ; เมตร

พลังงานศักย์ยืดหยุ่น (elastic potential energy) เป็นพลังงานที่สะสมอยู่ในวัตถุที่มีคุณสมบัติยืดหยุ่น โดยเปรียบเทียบได้กับสนามของความยืดหยุ่น ตัวอย่างที่สำคัญ คือ สปริง และสามารถเขียนเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ได้

$$U_e = \frac{1}{2} kx^2$$

เมื่อ U_e คือ พลังงานศักย์ยืดหยุ่น ; จูล

k คือ ค่าคงที่ของสปริง ; นิวตันต่อเมตร

x คือ ระยะกระจัด ; เมตร

การคำนวณเกี่ยวกับพลังงานศักย์ ศึกษาจากตัวอย่างที่ 2.15 ในเอกสารการสอนชุดวิชา

โสตทัศน์ # 2.16 กฎการอนุรักษ์พลังงาน

กฎการอนุรักษ์พลังงาน(law of conservation of energy) กล่าวโดยสรุปได้คือ "พลังงานสามารถเปลี่ยนจากรูปหนึ่งไปอีกรูปหนึ่งได้ แต่ไม่สามารถถูกสร้างขึ้นใหม่หรือถูกทำลายลงไปได้" หรือกล่าวอย่างสั้นๆ ว่า "พลังงานไม่มีการสูญหาย" ในการพิจารณากฎการอนุรักษ์พลังงานสามารถแยกพิจารณาได้ 2 กรณี คือ

1. กรณีที่วัตถุอยู่ภายใต้อิทธิพลของแรงอนุรักษ์ เมื่อวัตถุอยู่ภายใต้อิทธิพลของแรงอนุรักษ์หรือกล่าวได้ว่า แรงที่กระทำต่อวัตถุเป็นแรงอนุรักษ์เพียงอย่างเดียวเท่านั้น เราสามารถรวมงานในรูปของการเปลี่ยนพลังงานศักย์ (ΔU) ให้เข้ากับงานในรูปของการเปลี่ยนพลังงานจลน์ (ΔK) ได้เป็นสมการทางคณิตศาสตร์คือ

$$\Delta K + \Delta U = 0$$

2. กรณีที่วัตถุอยู่ภายใต้อิทธิพลของแรงอนุรักษ์และแรงไม่อนุรักษ์ เมื่อวัตถุอยู่ภายใต้อิทธิพลของแรงอนุรักษ์และแรงไม่อนุรักษ์หรือกล่าวได้ว่าแรงทั้งหมดที่กระทำต่อวัตถุมีทั้งแรงอนุรักษ์และแรงไม่อนุรักษ์ สมการทางคณิตศาสตร์คือ

$$\Delta K + \Delta U + \Delta E_{nc} = 0$$

เมื่อ ΔE_{nc} คือ พลังงานที่เปลี่ยนไปในรูปแบบอื่นๆ

การคำนวณเกี่ยวกับกฎการอนุรักษ์พลังงานศึกษาจากกิจกรรม 2.2.2 ข้อ 1. ในเอกสารการสอนชุดวิชา

โสตทัศน์ # 2.17 ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับสถิติศาสตร์ของไหล

ความหนาแน่น (density ; ρ) คือ "อัตราส่วนของมวล (m) ต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร(V)" เขียนเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ได้คือ $\rho = \frac{m}{V}$

น้ำหนักจำเพาะ (specific weight ; γ) คือ "อัตราส่วนระหว่างน้ำหนักต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร" สามารถเขียนเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ได้คือ $\gamma = \rho g$ เมื่อ g คือแรงโน้มถ่วงของโลก

ความถ่วงจำเพาะ (specific gravity:SG) คือ อัตราส่วนของน้ำหนักจำเพาะของสารต่อน้ำหนักจำเพาะของสารที่ใช้เป็นมาตรฐาน หรืออัตราส่วนของความหนาแน่นของสารต่อความหนาแน่นของสารที่ใช้เป็น

มาตรฐาน สามารถเขียนเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ได้คือ $SG = \frac{\rho_{วัตถุ}}{\rho_{น้ำ}}$

โสตทัศน # 2.18 ความดัน

ความดัน(pressure) คืออัตราส่วนของแรงที่กระทำตั้งฉากต่อหน่วยพื้นที่ที่ถูกแรงกระทำ เขียนเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ได้คือ

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

เมื่อ P คือ ความดัน ; ปาสคาล

F คือ แรงที่กระทำในแนวตั้งฉากกับพื้นที่ ; นิวตัน

A คือ พื้นที่ที่ถูกแรงกระทำ ; ตารางเมตร

ความดันที่เกิดจากน้ำหนักของของไหลหรือความดันเกจ (gauge pressure) = ρgh

ในกรณีที่เป็นภาชนะเปิดความดันที่เกิดขึ้นจริงนอกจากน้ำหนักของของไหลที่บรรจุอยู่แล้วยังมีความดันของบรรยากาศที่กดทับลงมาด้วย ดังนั้น $P = P_a + \rho gh$

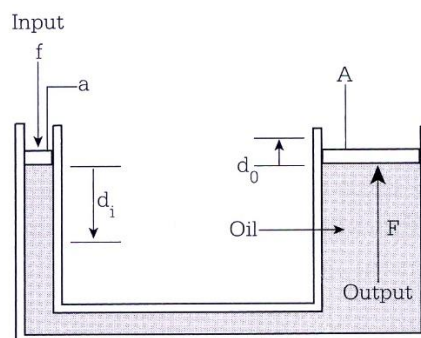
เมื่อ P คือ ความดันทั้งหมดหรือความดันสัมบูรณ์ (absolute pressure)

P_a คือ ความดันบรรยากาศ

การคำนวณเกี่ยวกับความดันศึกษาจากตัวอย่างที่ 2.17 ในเอกสารการสอนชุดวิชา

โสตทัศน # 2.19 หลักของปาสคาล

หลักของปาสคาล(Pascal's principle) กล่าวโดยสรุปได้ว่า "ถ้าเราเพิ่มความดันให้กับของไหลที่บรรจุอยู่ในภาชนะปิด ความดันจะส่งผ่านไปยังทุกส่วนของของไหลรวมทั้งผนังของภาชนะที่บรรจุด้วยขนาดเท่ากันตลอด" เขียนเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ได้คือ $P = \frac{f}{a} = \frac{F}{A}$ เมื่อ f คือแรงกระทำบนลูกสูบเล็กพื้นที่หน้าตัด a และ F คือแรงกระทำบนลูกสูบใหญ่พื้นที่หน้าตัด A ดังภาพ



ภาพ หลักของปาสคาล

การคำนวณเกี่ยวกับหลักของปาสคาล ศึกษาจากกิจกรรม 2.3.1 ข้อ 2 ในเอกสารการสอนชุดวิชา

โสตทัศน์ # 2.20 พลศาสตร์ของไหล เกี่ยวกับอัตราการไหล

อัตราการไหล (flow rate) เมื่อของไหลเกิดการเคลื่อนที่หรือเกิดการไหลขึ้น เราสามารถหาอัตราการไหลของของไหลนั้นได้ จากสมการทางคณิตศาสตร์ได้คือ $Q = \frac{V}{t}$

เมื่อ Q = อัตราการไหล ; ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง

V = ปริมาตรของของไหล ; ลูกบาศก์เมตร

t = เวลาที่เราพิจารณา ; ชั่วโมง

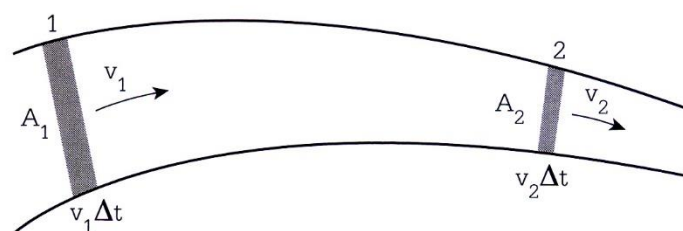
การคำนวณเกี่ยวกับอัตราการไหล ศึกษาจากตัวอย่างที่ 2.18 ในเอกสารการสอนชุดวิชา

โสตทัศน์ # 2.21 พลศาสตร์ของไหล เกี่ยวกับเส้นกระแสและสมการต่อเนื่อง

เส้นกระแสและสมการต่อเนื่อง (streamlines and the equation of continuity)

ถ้าของไหลไหลในท่อที่มีพื้นที่หน้าตัดไม่คงที่ ดังภาพเมื่อของไหลไหลผ่านเข้าพื้นที่หน้าตัด A_1 ด้วยความเร็ว v_1 และไหลออกผ่านพื้นที่หน้าตัด A_2 ด้วยความเร็ว v_2 ในช่วงเวลาสั้น ๆ และความหนาแน่นของของไหลไม่เปลี่ยนแปลงจะได้

$$Q = A_1 v_1 = A_2 v_2$$



ภาพ การไหลของของไหลผ่านท่อ

การคำนวณเกี่ยวกับเส้นกระแสและสมการต่อเนื่อง ศึกษาจากตัวอย่างที่ 2.19 ในเอกสารการสอนชุดวิชา

โสตทัศน์ # 2.22 พลศาสตร์ของไหล เกี่ยวกับสมการแบร์นูลลี

สมการแบร์นูลลี (Bernoulli's equation)

ณ จุดใดๆ ในลำกระแสการไหลที่เคลื่อนที่ ผลบวกของความดันกับพลังงานศักย์ต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร และพลังงานจลน์จะมีค่าคงที่ เขียนเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ได้คือ

$$P + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho g y = \text{ค่าคงที่}$$

และในกรณีที่ทำกรเปรียบเทียบที่จุด 2 จุด จะได้

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g y_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g y_2$$

เมื่อ P_1 , v_1 และ y_1 คือ ความดัน ความเร็ว และความสูงที่จุดๆหนึ่งในลำกระแสการไหล

P_2 , v_2 และ y_2 คือ ความดัน ความเร็ว และความสูงที่จุดอีกจุดหนึ่ง

ρ คือ ความหนาแน่นของของไหล ; g คือ แรงโน้มถ่วงของโลก

..

โสตทัศน # 3.1 แสงและชนิดของวัตถุ

แสงมีพฤติกรรมเป็นสองลักษณะ คือ เป็นได้ทั้งอนุภาคและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้านี้แบ่งเป็น 3 ย่าน คือย่านของคลื่น ย่านการมองเห็นและย่านของรังสี

- แสงของดวงอาทิตย์ที่เรามองเห็นเป็นแสงสีขาวนั้นประกอบด้วยสีของรังสีต่าง ๆ ถึง 7 สี โดยเรียงจากความยาวของคลื่นต่ำไปสูงได้แก่ สีม่วง สีคราม สีนํ้าเงิน สีเขียว สีเหลือง สีแดงและสีแดง
- แสงของดวงอาทิตย์ประกอบด้วยสีพื้นฐาน 3 สี คือ สีแดง สีนํ้าเงิน และสีเขียว

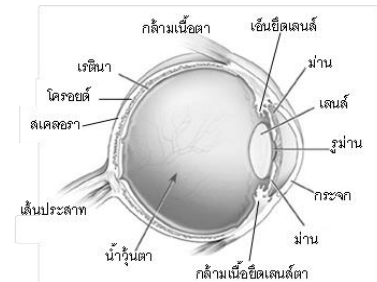
การแบ่งชนิดของวัตถุตามปริมาณแสงและลักษณะที่แสงผ่านวัตถุได้ คือ

1. วัตถุโปร่งใส คือ วัตถุที่แสงทะลุผ่านไปได้เกือบทั้งหมดอย่างเป็นระเบียบ ทำให้เราสามารถมองทะลุผ่านวัตถุนั้นไปได้อย่างชัดเจน เช่น กระดาษใส พลาสติกใส แก้วใส เป็นต้น
2. วัตถุโปร่งแสง คือ วัตถุที่แสงทะลุผ่านไปได้อย่างไม่เป็นระเบียบ ทำให้เราไม่สามารถมองทะลุผ่านวัตถุนั้นไปได้อย่างชัดเจน เช่น กระดาษฝ้า กระดาษชุบไข แผ่นกรองแสง เป็นต้น
3. วัตถุทึบแสง คือ วัตถุที่แสงไม่สามารถทะลุผ่านไปได้เลย ทำให้เราไม่สามารถมองทะลุผ่านวัตถุนั้นไปได้เลย เช่น แผ่นไม้ ผนังปูนซีเมนต์ เป็นต้น

โสตทัศน # 3.2 ส่วนประกอบของตา

"ตา" มีส่วนประกอบดังนี้

1. **กระจกตา (Cornea)** มีลักษณะผิวโค้งนูนใสและเป็นทางผ่านของแสงเข้าสู่ภายในลูกตา
2. **ม่านตา (Iris)** จะควบคุมขนาดและปริมาณแสงที่ผ่านรูม่านตา (Pupil) โดยการหดและขยาย
3. **เลนส์ตา (Lens)** จะควบคุมให้ภาพที่มองอยู่ในจุดโฟกัส โดยเลนส์จะปรับให้แบนลงและนูนขึ้น
4. **กล้ามเนื้อยึดเลนส์ (Ciliary Muscle)** จะควบคุมความโค้งนูนของเลนส์ตา
5. **น้ำวุ้นตา (Vitreous Gel)** จะทำให้ลูกตาคงรูปลักษณะกลมตลอดเวลา
6. **เรตินา (Retina)** เป็นจอรับแสงที่สะท้อนมาจากวัตถุที่กำลังมอง ซึ่งมีเซลล์รับแสง 2 ชนิด คือ
 - ชนิดเซลล์รูปแท่ง ซึ่งมีความไวเฉพาะแสงที่มีความเข้มน้อยและไม่สามารถแยกสีของแสงได้
 - ชนิดเซลล์รับแสงรูปกรวย ซึ่งมีความไวเฉพาะแสงที่มีความเข้มสูง และสามารถแยกสีของแสง ซึ่งมี 3 ชนิด คือ ชนิดที่มีความไวสูงสุดต่อแสงสีนํ้าเงิน แสงสีเขียวและแสงสีแดง
7. **โคโรอยด์ (Choroid)** ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้แสงทะลุผ่านชั้นเรตินา
8. **สเคลอรา (Sclera)** ทำหน้าที่ป้องกันอันตรายและช่วยรักษารูปร่างและป้องกันโครงสร้างภายในลูกตา
9. **เส้นประสาท (Optic Nerve)** จะส่งผ่านการกระตุ้นการมองเห็นจากจอประสาทตามายังสมอง
10. **กล้ามเนื้อตา** จะควบคุมการเคลื่อนไหวของตาและยึดลูกตาให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมต่อการมองตามความต้องการของสมอง



โสตทัศน # 3.3 กลไกการมองเห็นและองค์ประกอบของวัตถุที่ทำให้เกิดการมองเห็น

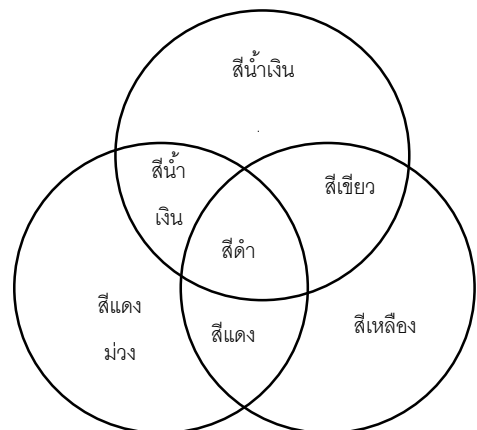
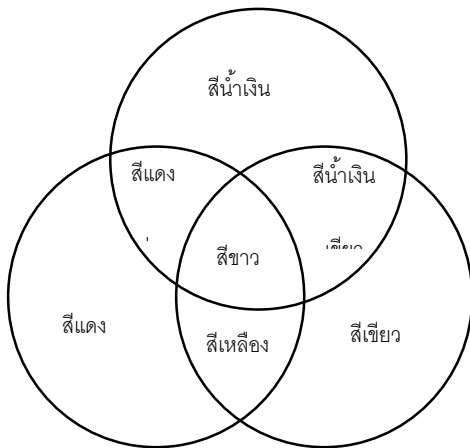
กลไกการมองเห็น

- แสงเดินทางจากแหล่งกำเนิดแสงไปยังวัตถุและสะท้อนจากวัตถุไปยังดวงตา
- แสงผ่านกระจกตา โดยม่านตาจะหดและขยายตัวเพื่อปรับแสงที่ผ่านไปยังรูม่านตา
- เลนส์ตาจะทำหน้าที่ปรับโฟกัสให้แสงไปตกบริเวณเรตินาอย่างพอเหมาะ
- เซลล์รับแสงถูกกระตุ้นให้เกิดกระแสประสาทและถ่ายทอดสัญญาณประสาทไปยังเส้นประสาทคู่ที่ 2
- กระแสประสาทถูกส่งไปยังสมองส่วนเซรีบรัมเพื่อแปลเป็นภาพตามที่ตามองเห็น

องค์ประกอบของวัตถุที่ทำให้เกิดการมองเห็น คือ ขนาดของวัตถุ ความสว่างของวัตถุ
คอนทราสต์ ระยะเวลาในการมองเห็น และสีของวัตถุ

โสตทัศน # 3.4 การมองเห็นสารสีและแสงสี

สารสีปฐมภูมิ คือ สีเหลือง สีแดงม่วง และสีน้ำเงินเขียว เมื่อนำสารสีปฐมภูมิมารวมในปริมาณที่เท่ากัน จะได้**สารสีดำ** แต่ถ้าผสมด้วยสัดส่วนต่าง ๆ จะทำให้เกิดสารผสมได้หลาย**สี**
ยกเว้นสีขาว



แสงสีปฐมภูมิ คือ แสงสีแดง แสงสีเขียว และแสงสีน้ำเงิน เมื่อนำแสงสีปฐมภูมิมารวมในปริมาณที่เท่ากัน จะได้**สารสีขาว** แต่ถ้าผสมด้วยสัดส่วนต่าง ๆ จะทำให้เกิดสารผสมได้หลาย**สี**
ยกเว้นสีดำ

ตัวอย่าง

การมองเห็นวัตถุสารสีแดง เกิดจากเมื่อแสงจากดวงอาทิตย์ซึ่งเป็นแสงสีขาวไปตกกระทบกับวัตถุนั้นแล้ว จะทำให้แสงสีอื่นถูกดูดกลืนไว้แล้วสะท้อนแสงสีแดงออกมา ซึ่งเมื่อสะท้อนเข้าตาของเรา แสงนี้จะไปกระตุ้นเซลล์รับแสงรูปกรวยชนิดที่มีความไวสูงสุดต่อแสงสีแดงที่บริเวณเรตินาจะถูกกระตุ้น ทำให้เกิดกระแสประสาทส่งสัญญาณไปยังเส้นประสาทคู่ที่ 2 และส่งไปยังสมองเพื่อแปลเป็นภาพตามที่ตามองเห็นวัตถุที่มีสีแดงนั้นได้

โสตทัศน # 3.5 พารามิเตอร์และหน่วยของแสง

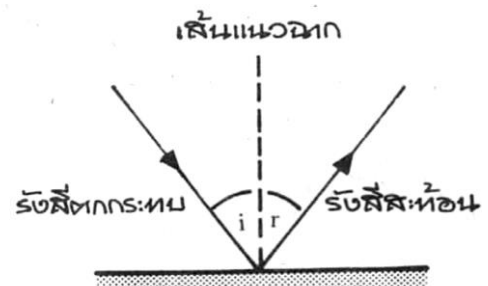
1. มุมตัน คือ มุมจากจุดศูนย์กลางทรงกลมที่โยงไปยังพื้นที่ผิวของทรงกลมมีหน่วย เป็น **สเตอรัเรเดียน**
2. กำลังเทียน เป็นหน่วยของกำลังส่องสว่างของดวงไฟ
3. ปริมาณแสง คือ ปริมาณแสงที่เปล่งออกมาจากดวงไฟที่มีกำลังส่องสว่าง 1 กำลังเทียนส่องไปตกในมุม 1 สเตอรัเรเดียนในเวลา 1 วินาที มีหน่วยเป็น **ลูเมน**
4. ความเข้มของการส่องสว่าง คือ ปริมาณแสงที่เปล่งออกมาจากดวงไฟหรือจากวัตถุที่ให้กำเนิดแสงต่อมุม 1 สเตอรัเรเดียน โดยมีหน่วยเป็น **ลูเมน/สเตอรัเรเดียน** หน่วยในระบบสากล คือ **แคนเดลา**
5. กำลังเทียนเฉลี่ย คือ กำลังเทียนที่เปล่งออกมาจากดวงไฟในทุกทิศทางหารด้วย 4π
6. กำลังส่องสว่าง คือ ปริมาณแสงที่ตกกระทบวัตถุที่มีพื้นที่หนึ่งหน่วย มีหน่วยเป็น **ลูเมน/ตารางเมตร** หรือ **ลูเมน/ตารางฟุต**

โสตทัศน # 3.6 สมบัติของแสง : การสะท้อนของแสง

แสงมีสมบัติ 4 ประการ คือ การสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบนและการแทรกสอดของแสง ดังนี้

การสะท้อนของแสง คือ การที่รังสีของแสงเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงผ่านตัวกลางเนื้อเดียวไปตกกระทบบนวัตถุที่มีพื้นผิวสะท้อนแล้วทำให้รังสีของแสงนั้นสะท้อนกลับออกมายังตัวกลางเดิม โดยกฎการสะท้อนของแสงซึ่งมี 2 ข้อ คือ

- 1) รังสีตกกระทบ รังสีสะท้อนและเส้นแนวฉากจะอยู่ในระนาบเดียวกันเสมอ
- 2) มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน ณ ตำแหน่งที่แสงตกกระทบ

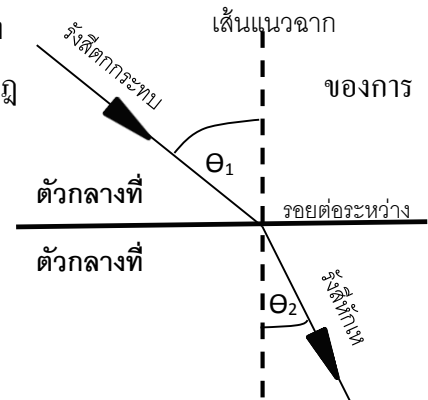


- การสะท้อนของแสงบนผิวสะท้อนราบ จะพบว่าระยะภาพเท่ากับระยะวัตถุเสมอและขนาดของภาพขนาดเท่ากับของวัตถุ
- การสะท้อนของแสงบนกระจกเงาแบนนำมาใช้ติดส่องดูรถที่ตามมาข้างหลัง โดยภาพรถที่เห็นจะใกล้กว่า และติดตรงทางโค้งหรือทางเลี้ยว เพื่อช่วยให้สามารถเห็นรถที่วิ่งสวนทางมาได้
- การสะท้อนของแสงบนกระจกเงาเว้า นั้น เห็นได้จากกระจกส่องดูฟันคนไข้ของทันตแพทย์เพื่อทำให้เห็นภาพของฟันมีขนาดใหญ่ขึ้นกว่าปกติ เพื่อการทำงานที่สะดวกขึ้น

โสตทัศน # 3.7 สมบัติของแสง : การหักเหของแสง

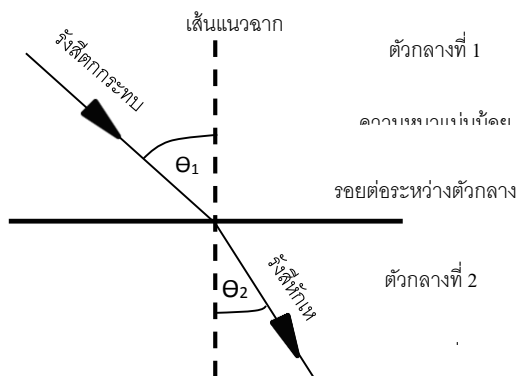
การหักเหของแสง คือ การที่แสงเคลื่อนที่จากตัวกลางหนึ่งผ่านรอยต่อระหว่างตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่ง ซึ่งถ้าตัวกลางทั้งสองนั้นมีความหนาแน่นแตกต่างกันก็จะเกิดการหักเหของแสงขึ้นได้ โดยกฎหักเหของแสงมีกฎ 2 ข้อ คือ

1. รังสีตกกระทบ เส้นแนวฉาก และรังสีหักซึ่งเรียกค่านี้ว่าเหยอยู่บนระนาบเดียวกัน
2. ตามกฎของสเนลล์ ที่กล่าวว่า “อัตราส่วนระหว่างไซน์ของมุมตกกระทบกับไซน์ของมุมหักเหมีค่าคงตัวเสมอ”

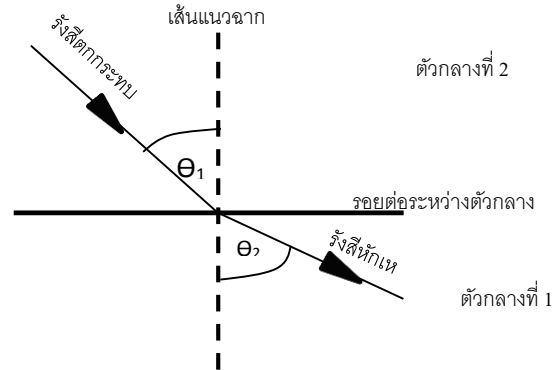


กรณีหักเหของตัวกลาง

ถ้าแสงมีการเคลื่อนที่จากตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อย เข้าสู่ตัวกลางที่มีความหนาแน่นมาก จะเกิดการหักเหของแสงเข้าหาเส้นปกติ แต่ถ้าแสงเคลื่อนที่จากตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากเข้าสู่ตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อย จะเกิดการหักเหของแสงออกจากเส้นปกติ



การหักเหของแสงเข้าหาเส้นปกติ



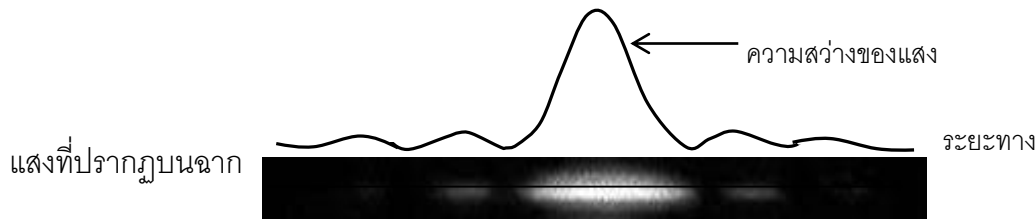
การหักเหของแสงออกจากเส้นปกติ

- **เลนส์เว้า** ที่มีสมบัติในการช่วยกระจายแสงซึ่งใช้แก้ไขปัญหาลำไส้สำหรับคนที่มีสายตาสั้นเพื่อช่วยกระจายแสงให้ภาพไปตกบนเรตินาได้พอดี
- **เลนส์นูน** ที่มีสมบัติในการช่วยรวมแสง ซึ่งใช้แก้ไขปัญหาลำไส้สำหรับคนที่มีสายตายาว เพื่อช่วยรวมแสงให้ภาพไปตกที่เรตินาได้พอดี
- หลักการทำงานของอุปกรณ์ที่ใช้การหักเหของแสง เช่น แว่นขยาย กล้องถ่ายรูป กล้องจุลทรรศน์ กล้องส่องทางไกล กล้องโทรทรรศน์ เป็นต้น

โสตทัศน # 3.8 สมบัติของแสง: การเลี้ยวเบนและการแทรกสอดของแสง

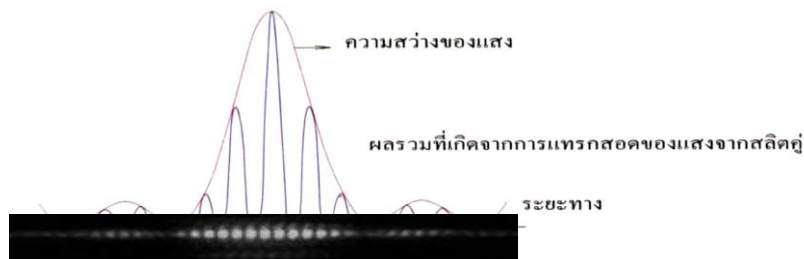
การเลี้ยวเบนของแสง คือ การที่แสงเคลื่อนที่จากแหล่งกำเนิดแสงอาพันธ์ ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดแสงที่ทำให้คลื่นแสงความถี่เดียวกันและความยาวคลื่นเท่ากันมากระทบสิ่งกีดขวางที่มีช่องเปิดหรือสลิต จึงทำให้แสงบางส่วนไม่สามารถผ่านสิ่งกีดขวางนั้นไปได้ แต่มีแสงบางส่วนที่สามารถลอดผ่านช่องเปิดหรือสลิต

- คลื่นแสงเกิดการซ้อนทับกันแบบเสริมเป็นแถบสว่าง และเกิดการซ้อนทับกันแบบหักล้างเป็นแถบมืด
- แถบสว่างกลาง จะมีความสว่างและความกว้างที่สุด และจะมีแถบมืดและแถบสว่างสลับกันออกไป



การแทรกสอดของแสง คือ การที่แหล่งกำเนิดแสง 2 แหล่งเคลื่อนที่มาซ้อนทับกัน จนเกิดเป็น

- การแทรกสอดของแสงแบบเสริม ทำให้เกิดแถบสว่างขึ้นได้
- การแทรกสอดของแสงแบบหักล้าง จึงทำให้เกิดแถบมืดขึ้นได้



โสตทัศน # 3.9 เสียงและกลไกการได้ยินเสียง

เสียงเกิดจากการสั่นสะเทือนอนุภาคของสสารหรือวัตถุ ซึ่งแบ่งคลื่นเสียงตามเกณฑ์ ดังนี้

- **มิติการเกิดเสียง** แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ คลื่นระนาบ คลื่นทรงกระบอก และคลื่นทรงกลม
- **ลักษณะการเกิดคลื่นเสียง** แบ่งเป็น 4 ประเภท คือ เสียงที่ดังสม่ำเสมอ เสียงที่เปลี่ยนแปลงระดับเสมอ เสียงที่ดังเป็นระยะและเสียงกระแทก
- **ช่วงความถี่ของเสียง** แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ คลื่นเสียงที่ได้ยิน คลื่นอินฟราโซนิกและคลื่นอัลตราโซนิก

กลไกการได้ยินเสียง

- คลื่นเสียงเดินทางจากแหล่งกำเนิดเสียงผ่านตัวกลางไปยังใบหูผ่านรูหูไปยังเยื่อแก้วหู
- คลื่นเสียงถูกขยายโดยกระดูกหู และทะลุผ่านเยื่อช่องเปิดรูปไข่ไปยังคลอเคลียที่มีเซลล์ขนอยู่
- เซลล์ขนจะแปลงสัญญาณเสียงเป็นสัญญาณประสาทส่งเข้าสู่สมอง

การได้ยินเสียงมี 3 ส่วน คือ แหล่งกำเนิดเสียง ตัวกลางที่คลื่นเสียงผ่านและอวัยวะรับเสียง โดยเสียงดังส่งผลกระทบต่ออวัยวะรับเสียงจนทำให้เกิดการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยิน

โสตทัศน # 3.10 พารามิเตอร์และหน่วยของเสียง

1. ความยาวคลื่นของเสียง คือ ระยะทางระหว่างจุดใดจุดหนึ่งบนคลื่นไปยังอีกจุดหนึ่งของคลื่นถัดไปเป็นระยะทางที่คลื่นเสียงเดินทางไป 1 รอบ มีหน่วยเป็น **ความยาว** เช่น เมตร
2. ความถี่ของเสียง คือ จำนวนรอบของการเปลี่ยนแปลงความดันบรรยากาศตามการอัดและขยายของโมเลกุลอากาศใน 1 วินาที มีหน่วยเป็น **รอบต่อวินาที หรือ เฮิรตซ์**
3. ความเร็วของเสียง คือ ระยะทางที่คลื่นเสียงเคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา มีหน่วยเป็น **ความยาวต่อวินาที** เช่น เมตรต่อวินาที
4. ความดันเสียง คือ ค่าความดันของอากาศที่เป็นตัวกลางของคลื่นเสียงที่เปลี่ยนแปลงไปจากความดันบรรยากาศปกติขณะที่ไม่มีคลื่นเสียง มีหน่วยเป็น **นิวตันต่อตารางเมตรหรือปาสคาล** ซึ่งระดับความดันเสียงเพื่อบอกค่าระดับความดังของเสียง มีหน่วยเป็น **เดซิเบล**
5. ความเข้มเสียง คือ กำลังของเสียงจากแหล่งกำเนิดที่ตกกระทบบนพื้นที่หนึ่งตารางหน่วย มีหน่วยเป็น **วัตต์/ตารางเมตร** โดยจะวัดความเข้มของเสียงในรูปของระดับความเข้มของเสียง มีหน่วยเป็น **เดซิเบล**
6. กำลังของเสียง คือ พลังงานเสียงที่เกิดขึ้นที่แหล่งกำเนิดเสียงต่อวินาที มีหน่วยเป็น **วัตต์** โดยจะวัดกำลังเสียงในรูปของระดับกำลังของเสียง มีหน่วยเป็น **เดซิเบล**

โสตทัศน # 3.11 สมบัติของเสียง: การสะท้อน

เสียงมีสมบัติ 4 ประการ คือ การสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบนและการแทรกสอดของเสียง

การสะท้อนของเสียง คือ คลื่นเสียงเคลื่อนที่จากแหล่งกำเนิดเสียง

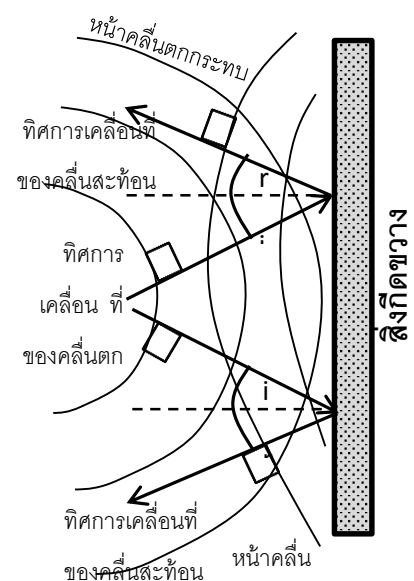
ออกไปกระทบกับสิ่งกีดขวางแล้วเกิดการสะท้อนกลับมามีตัวกลางเดิม

- **เสียงก้อง** คือ การสะท้อนของเสียงกลับไปกลับมาหลายครั้ง

- กฎการสะท้อนของเสียงมี 2 ข้อ คือ

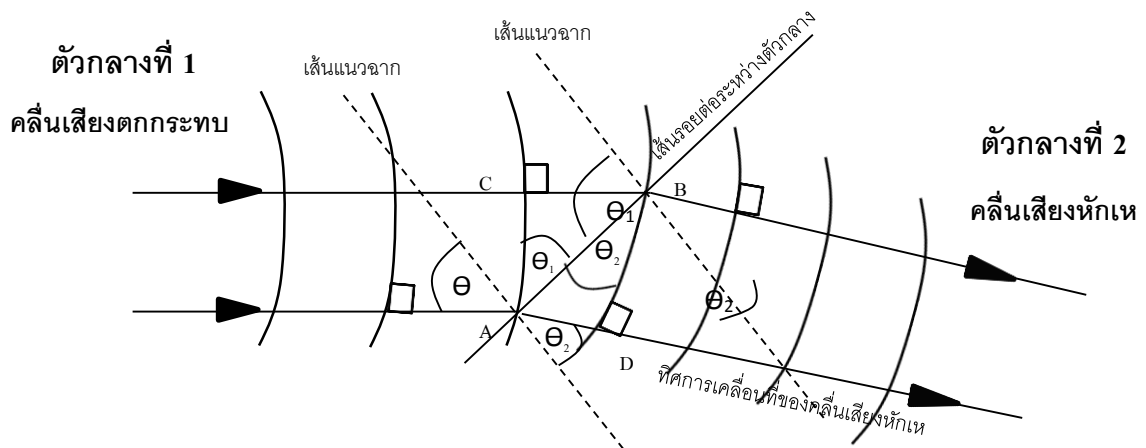
- 1) มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน
- 2) รังสีตกกระทบ รังสีสะท้อนและเส้นปกติต้องอยู่บนระนาบเดียวกันเสมอ

- ประโยชน์จากการสะท้อนของเสียง เช่น การตรวจอวัยวะภายในทางการแพทย์ การตรวจสอบรอยร้าวในเนื้อโลหะ การหาตำแหน่งฝูงปลา การสำรวจแร่และด้านการออกแบบเพื่อลดการสะท้อนของเสียง



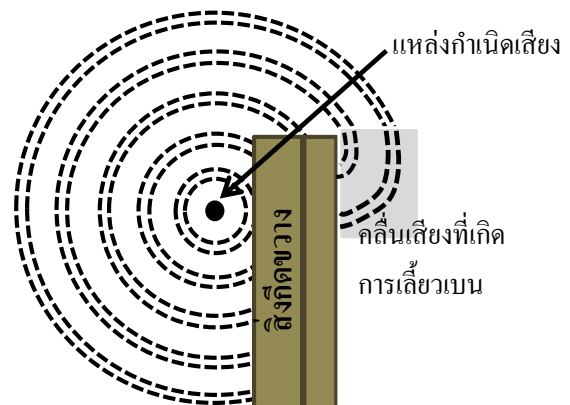
โสตทัศน # 3.12 สมบัติของเสียง: การหักเห การเลี้ยวเบนและการแทรกสอดของเสียง

การหักเหของเสียง คือ การเคลื่อนที่ของคลื่นเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงผ่านจากตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่งซึ่งมีความหนาแน่นแตกต่างกัน จะทำให้คลื่นเสียงเกิดการเปลี่ยนแปลงทิศทาง ความเร็ว และความยาวของคลื่นเสียง โดยที่ความถี่ของคลื่นเสียงนั้นไม่เปลี่ยนแปลงไป



- **คลื่นเสียงหักเหจะเบนเข้าหาเส้นปกติ** เมื่อคลื่นเสียงเดินทางจากตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อยไปมาก
- **คลื่นเสียงหักเหจะเบนออกจากเส้นปกติ** เมื่อคลื่นเสียงเดินทางจากตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากไปน้อย
- **ปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดจากการหักเหของเสียง** คือ การเห็นฟ้าแลบแต่ไม่ได้ยินเสียงฟ้าร้องในตอนกลางวัน

การเลี้ยวเบนของเสียง คือ การเคลื่อนที่ของคลื่นเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงไปยังสิ่งกีดขวาง ทำให้คลื่นเสียงโค้งอ้อมไปด้านหลังของสิ่งกีดขวางนั้นได้ โดยที่ระดับความดังเสียงจะลดลงกว่าระดับเสียงที่เกิดขึ้นจากแหล่งกำเนิดเพราะพลังงานของเสียงลดลง



การแทรกสอดของเสียง คือ การเคลื่อนที่ของคลื่นเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงตั้งแต่ 2 แหล่งขึ้นไปเคลื่อนที่มาซ้อนทับ ณ ตำแหน่งเดียวกันในตัวกลางหนึ่งๆ ซึ่งแบ่งการแทรกสอดเป็น 2 ประเภท คือ

- **การแทรกสอดแบบเสริม** ตำแหน่งนั้นได้ยินระดับเสียงดังที่สุด
- **การแทรกสอดแบบหักล้าง** ตำแหน่งนั้นได้ยินระดับเสียงเบาที่สุดหรือไม่ได้ยินเสียงนั้นเลย ดังนั้น ทำให้ได้ยินเสียงที่เกิดขึ้นมีลักษณะดัง-ค่อยสลับกันไป

โสตทัศน # 3.13 ความหมาย ประเภท แหล่งกำเนิด ผลกระทบจากการสั่นสะเทือน

การสั่นสะเทือน หมายถึง พลังงานกลที่เกิดจากอนุภาคของวัตถุหนึ่งเคลื่อนที่กลับไป – กลับมาในรูปแบบที่ง่าย ๆ จนถึงซับซ้อนมาก และการสั่นสะเทือนแบ่งประเภทตามเกณฑ์ดังนี้

- ลักษณะรูปร่างของการสั่นสะเทือน ได้ 2 ประเภท คือ การสั่นสะเทือนที่มีลักษณะรูปร่างที่แน่นอน และรูปร่างไม่แน่นอน
- การได้รับผลกระทบของร่างกายจากการสั่นสะเทือน ได้ 2 ประเภท คือการสั่นสะเทือนทั่วร่างกาย และเฉพาะบางส่วนของร่างกาย

แหล่งกำเนิดของการสั่นสะเทือน คือ มาจากธรรมชาติและจากกิจกรรมมนุษย์

ผลกระทบจากการสั่นสะเทือน แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

- ผลกระทบของความสั่นสะเทือนต่อร่างกายมนุษย์ เป็นอันตรายที่เกิดจากการสั่นสะเทือนทั่วร่างกาย และการสั่นสะเทือนเฉพาะบางส่วนของร่างกาย
- ผลกระทบของความสั่นสะเทือนต่อโครงสร้าง ทำให้เกิดปรากฏการณ์ได้ 2 ลักษณะ คือ
 - 1) การสั่นซึ่งจะมีขนาดความรุนแรงของการสั่นสะเทือนต่ำ
 - 2) การสั่นพ้องหรือเรโซแนนซ์ ซึ่งทำให้เกิดปรากฏการณ์การสั่นสะเทือนที่ทวีความรุนแรงมากขึ้น

โสตทัศน # 3.14 พารามิเตอร์และหน่วยของการสั่นสะเทือน

1. คาบ คือ ช่วงเวลาที่อนุภาคของตัวกลางเคลื่อนที่กลับไป – กลับมาครบ 1 รอบ มีหน่วยเป็นวินาที
2. ค่ายอด คือ ค่าการสั่นสะเทือนสูงสุดในการเคลื่อนที่ของอนุภาคตัวกลาง
3. ความยาวคลื่น คือ ระยะห่างจากสันคลื่นลูกหนึ่งถึงสันคลื่นลูกหนึ่งที่อยู่ติดกันมีหน่วยเป็นเมตร
4. ค่าเฉลี่ย คือ ค่าเฉลี่ยของผลรวมความสั่นสะเทือนในขณะหนึ่ง
5. ค่ารากกำลังสองเฉลี่ย คือ ค่าจากค่ารากที่สองของผลบวกยกกำลังสองของขนาดความสั่นสะเทือน
6. ระยะกระจัด คือ ระยะทางการเคลื่อนที่ของอนุภาคตัวกลางที่เกิดการสั่นจากตำแหน่งเริ่มต้นไปยังอีกตำแหน่งหนึ่งที่เป็นตำแหน่งสุดท้าย มีหน่วยเป็นเมตร
7. ความถี่ คือ จำนวนรอบในการเคลื่อนที่ของอนุภาคตัวกลางที่สั่นสะเทือนในเวลา 1 วินาที มีหน่วยเป็นรอบต่อวินาทีหรือเฮิรตซ์
8. ความถี่ธรรมชาติ คือ การสั่นสะเทือนตามธรรมชาติของวัตถุที่สั่นได้ในสภาวะปกติ มีหน่วยเป็นเฮิรตซ์
9. ความเร็ว คือ ระยะทางการเคลื่อนที่ของอนุภาคตัวกลางที่เกิดการสั่นในหนึ่งหน่วยเวลา หน่วยเป็นเมตรต่อวินาที
10. ความเร่ง คือ อัตราการเปลี่ยนแปลงความเร็วในการสั่นของอนุภาคตัวกลางต่อหนึ่งหน่วยเวลา มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาทีกำลังสอง

โสตทัศน # 3.15 ลักษณะของการสั่นสะเทือน

สำหรับลักษณะของการสั่นสะเทือนออกเป็น 2 กรณี คือ

- 1) การสั่นแบบเสรี
- 2) การสั่นแบบบังคับ

1. การสั่นแบบเสรี แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ การสั่นสะเทือนแบบไม่ถูกหน่วง และการสั่นสะเทือนแบบถูกหน่วง รายละเอียดดังนี้

1.1 การสั่นสะเทือนแบบไม่ถูกหน่วง ซึ่งมี 3 แบบ คือ

- **การสั่นสะเทือนเสรีพลวัต** เป็นระบบการสั่นสะเทือนที่ธรรมดาที่สุด ซึ่งประกอบด้วยมวลและส่วนยืดหยุ่น เช่น สปริง เป็นต้น ซึ่งจากกฎข้อที่สองของนิวตันสรุปได้ว่า ความเร่งแปรผันตรงกับแรงและแปลผกผันกับมวล”
- **การสั่นสะเทือนแบบบิด** เครื่องจักรกลจะประกอบด้วยชิ้นส่วนจำนวนมากชิ้นส่วนบางชิ้นอาจเกิดการสั่นสะเทือนเนื่องจากการบิดตัวของชิ้นส่วนนั้น ลักษณะของชิ้นส่วนเหล่านั้นอาจมีลักษณะเป็นแผ่นกลมและเพลลา
- **การแกว่งของลูกตุ้ม** ซึ่งขึ้นอยู่กับแรงดึงดูดของโลก

1.2 การสั่นสะเทือนแบบถูกหน่วง ซึ่งตัวหน่วงจะดึงพลังงานออกจากระบบ จึงทำให้แอมพลิจูดของการเคลื่อนที่ค่อย ๆ ลดลง โดยแบ่งตัวหน่วงเป็น 3 ชนิด คือ

- **ตัวหน่วงชนิดของเหลวหนืด** ซึ่งการหน่วงเกิดจากแรงต้านการเคลื่อนที่ขณะที่วัตถุเคลื่อนด้วยความเร็วต่ำผ่านของเหลวซึ่งจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเร็วของวัตถุ ตัวหน่วงชนิดนี้ได้แก่ชอกเอบชอบเบอร์แบบธรรมดาและไฮดรอลิก แดชพ็อต เป็นต้น
- **ตัวหน่วงชนิดความเสียดทานแห้ง** เป็นการหน่วงการเคลื่อนที่ในขณะที่พื้นผิวของวัตถุสัมผัสซึ่งกันและกัน
- **ตัวหน่วงชนิดความเสียดทานภายในของแข็งหรือโครงสร้าง** หรือเรียกว่า ฮิสเทอรีซิส เป็นการหน่วงการเคลื่อนที่ที่เกิดจากการเสียดทานภายในเนื้อของวัตถุในขณะที่วัตถุเกิดการผิดรูป การหน่วงชนิดนี้จะเป็นสัดส่วนกับแอมพลิจูดของการกระจัดและไม่ขึ้นอยู่กับความถี่ของระบบ

2. การสั่นสะเทือนแบบบังคับ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ แบบบังคับที่ไม่มีตัวหน่วง และแบบบังคับที่มีตัวหน่วง รายละเอียดดังนี้

2.1 การสั่นสะเทือนแบบบังคับที่ไม่มีตัวหน่วง เป็นการสั่นสะเทือนที่มีแรงมากระทำและไม่มีตัวหน่วง

2.2 การสั่นสะเทือนแบบบังคับที่มีตัวหน่วง แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

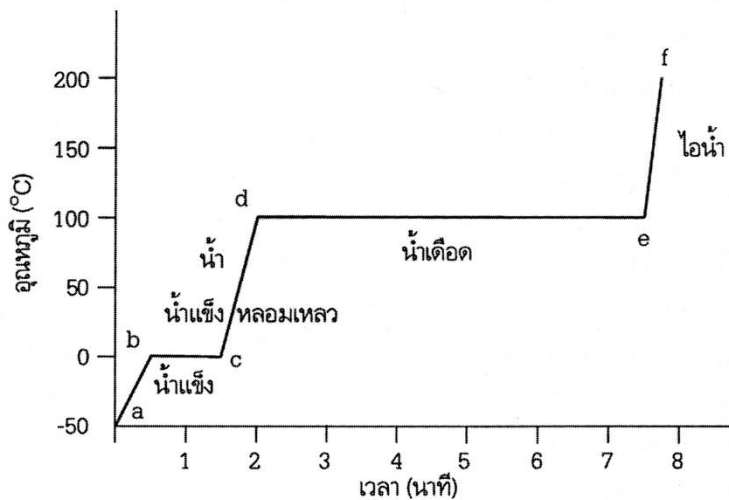
- แบบบังคับที่มีตัวหน่วงชนิดของเหลวหนืด
- แบบบังคับที่ประกอบด้วยตัวหน่วงชนิดความเสียดทานแห้ง

โสตทัศน # 3.16 ความหมาย ประเภทและผลกระทบของความร้อน

ความร้อน คือ พลังงานรูปหนึ่งที่ทำให้วัตถุหรือระบบร้อนขึ้น โดยเกิดจากแหล่งจาก 2 แหล่ง คือ ความร้อนที่เกิดขึ้นจากภายในร่างกายและจากสิ่งแวดล้อมภายนอกในร่างกาย

ประเภทความร้อน แบ่งตามเกณฑ์

1. ลักษณะความร้อนที่ร่างกายได้รับจากสิ่งแวดล้อมภายนอกร่างกายได้ 2 ประเภท คือ
 - 1.1 ความร้อนแห้ง ซึ่งมีสภาพไอน้ำในอากาศต่ำ
 - 1.2 ความร้อนชื้น ซึ่งมีสภาพไอน้ำในอากาศสูง
2. การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสารได้ 2 ประเภท คือ ความร้อนสัมผัสและความร้อนแฝง



กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงสถานะต่างๆ ของน้ำ

- 2.1 ความร้อนสัมผัส คือ ปริมาณความร้อนจำนวนหนึ่งที่ทำให้สารหนึ่งๆ มีอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงโดยไม่ทำให้สถานะของสารนั้นเปลี่ยนแปลง คือ เส้นกราฟช่วง ab, cd, ef
- 2.2 ความร้อนแฝง คือ ปริมาณความร้อนจำนวนหนึ่งที่ทำให้สารหนึ่งๆ แล้วทำให้สารนั้นเปลี่ยนแปลงสถานะภายใต้อุณหภูมิคงที่ คือ เส้นกราฟช่วง bc, de ซึ่งแบ่งได้ 3 ช่วง ดังนี้
 - ความร้อนแฝงของการหลอมเหลว คือ การเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว
 - ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ คือ การเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นแก๊ส
 - ความร้อนแฝงของการระเหิด คือ การเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นแก๊ส
 - หน่วยของความร้อนแฝงในระบบซีจีเอส คือ แคลอรี/กรัมและในระบบ SI คือ จูล/กิโลกรัม

ผลกระทบของความร้อน แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1. ผลกระทบต่อร่างกายมนุษย์ ได้แก่ การเป็นตะคริวจากความร้อน การอ่อนเพลียจากความร้อน การเป็นลม การเกิดผดผื่นขึ้นตามบริเวณผิวหนัง การขาดน้ำและผลกระทบต่อการจิตใจของผู้ปฏิบัติงาน
2. ผลกระทบต่อวัตถุและโครงสร้าง วัตถุแต่ละชนิดดูดกลืนพลังงานความร้อนได้ไม่เท่ากัน ทำให้การขยายตัวของวัตถุไม่เท่ากัน จึงเกิดปัญหาต่อระบบโครงสร้างได้ เช่น การเสียรูป การเสียความแข็งแรง การพังทลาย การถล่ม ฯ

โสตทัศน # 3.17 พารามิเตอร์และหน่วยของความร้อน

1. อุณหภูมิ เป็นปริมาณทางฟิสิกส์และเป็นสมบัติอย่างหนึ่งของระบบ มาตรฐานที่นิยมใช้ มีดังนี้

1.1 **มาตราส่วนอุณหภูมิเคลวิน (K)** เป็นมาตราส่วนอุณหภูมิที่มีจุดเยือกแข็งของน้ำ 273.15 **เคลวิน(K)** และจุดเดือดของน้ำ 373.15 **เคลวิน(K)** ที่ความดัน 1 บรรยากาศ

$$1.2 \text{ มาตราส่วนอุณหภูมิเซลเซียส } (^{\circ}\text{C}) \quad t_c = T - 273.15 \text{ K}$$

$$1.3 \text{ มาตราส่วนอุณหภูมิฟาเรนไฮต์ } (^{\circ}\text{F}) \quad t_F = 32^{\circ}\text{F} + \frac{9}{5}t_c$$

$$1.4 \text{ มาตราส่วนอุณหภูมิโรเมอร์ } (^{\circ}\text{R}) \quad t_R = \frac{4}{5}t_c$$

2. ปริมาณความร้อน เป็นพลังงานที่สามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานรูปอื่นได้ หน่วยในระบบซีจีเอส เป็น **แคลอรี** ระบบเอสไอ เป็น **จูล** และระบบอังกฤษ เป็น **บีทียู**

3. ความจุความร้อน คือ ปริมาณความร้อนที่ทำให้ระบบมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 หน่วยองศา หน่วยในระบบซีจีเอส เป็น **แคลอรี/องศาเซลเซียส** ระบบเอสไอ เป็น **จูล/องศาเคลวิน**

4. ความจุความร้อนจำเพาะ คือ ปริมาณความร้อนที่มวล 1 หน่วยมีอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไป 1 หน่วยองศา หน่วยในระบบซีจีเอส เป็น **แคลอรี/กรัม-องศาเซลเซียส** ระบบเอสไอ เป็น **จูล/กิโลกรัม-องศาเคลวิน**

โสตทัศน # 3.18 สมบัติทางความร้อน : การถ่ายเทความร้อน

สมบัติทางความร้อนของระบบมี 2 ประการ คือ

- 1) การถ่ายเทความร้อน
- 2) การขยายตัวเนื่องจากความร้อน

การถ่ายเทความร้อน เกิดขึ้นเมื่อระบบมีอุณหภูมิแตกต่างกัน โดยระบบที่มีอุณหภูมิสูงกว่าถ่ายเทความร้อนไปสู่ระบบที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าเสมอจนกระทั่งระบบทั้งสองร้อนเท่ากัน โดยมีกระบวนการถ่ายเทความร้อน 3 วิธี คือ

1. **การนำความร้อน** ต้องอาศัยตัวกลางนำความร้อนจากระบบหนึ่งไปสู่อีกระบบหนึ่ง โดยที่ตัวกลางไม่ได้เคลื่อนที่ไปด้วย ได้แก่ การเผาเหล็กให้ร้อนเพื่อการตีเหล็ก การขึ้นรูปโลหะ เป็นต้น

2. **การพาความร้อน** ต้องใช้ตัวกลางถ่ายเทความร้อนจากบริเวณหนึ่งไปยังอีกบริเวณหนึ่ง โดยที่ตัวกลางนั้นเคลื่อนที่ไปกับปริมาณความร้อนที่ถูกถ่ายเทไปด้วย แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

- การพาความร้อนที่ถูกบังคับให้เกิดขึ้น ใช้สำหรับการระบายความร้อนในตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ การส่งไอน้ำตามท่อเพื่อใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น
- การพาความร้อนที่เกิดขึ้นเองในธรรมชาติ เช่น การเกิดลมพัดเอาความร้อนจากบริเวณหนึ่งไปยังอีกบริเวณหนึ่ง เป็นต้น

3. **การแผ่รังสีความร้อน** เป็นกระบวนการถ่ายเทความร้อนที่ไม่ต้องอาศัยตัวกลาง เช่น ความร้อนจากดวงอาทิตย์ เตาหลอมโลหะ เป็นต้น

โสตทัศน # 3.19 สมบัติทางความร้อน : การขยายตัวเนื่องจากความร้อน

การขยายตัวเนื่องจากความร้อน ในแต่ละสถานะมีลักษณะดังนี้

1. การขยายตัวของของแข็งเนื่องจากความร้อน เกิดขึ้นได้กับวัตถุทุกชนิดและขึ้นอยู่กับค่าประสิทธิ์การขยายตัวของวัตถุนั้นเมื่อได้รับความร้อน โดยแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ
 - การขยายตัวตามเส้น ขยายตัวได้อย่างอิสระเมื่อมีอุณหภูมิสูงขึ้นโดยไม่มีสิ่งใดขวางกั้น
 - การขยายตัวตามพื้นผิวและตามปริมาตร กรณีที่ของแข็งที่มีรูปร่างเป็นแผ่นจะมีขนาดเพิ่มขึ้นทั้งด้านกว้างและด้านยาวหรือมีขนาดของพื้นที่เพิ่มขึ้น

2. การขยายตัวเนื่องจากความร้อนของของเหลวและแก๊ส จะวัดในรูปของการขยายตัวปรากฏเท่านั้น เพราะถ้าของเหลวหรือแก๊สมีอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น ภาชนะที่ใช้บรรจุก็มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นด้วย

โสตทัศน์ # 4.1 สนามแม่เหล็กและแรงแม่เหล็ก

สนามแม่เหล็ก คือ อำนาจแม่เหล็กบริเวณรอบๆแท่งแม่เหล็ก

- บริเวณขั้วแม่เหล็กทั้งสองมีความหนาแน่นของสนามแม่เหล็กมาก

เส้นแรงแม่เหล็ก คือ เป็นเส้นสมมติที่แสดงให้เห็นทั้งขนาดและทิศทางของสนามแม่เหล็ก

- เส้นแรงแม่เหล็กแสดงทิศทางของสนามแม่เหล็กพุ่งออกจากขั้วเหนือเข้าสู่ขั้วใต้ของแท่งแม่เหล็ก

แรงแม่เหล็ก คือ แรงกระทำระหว่างขั้วแม่เหล็ก มี 2 ประเภท คือ

- แรงดูดกัน แรงกระทำระหว่างขั้วแม่เหล็กต่างชนิดกัน
- แรงผลักกัน แรงกระทำระหว่างขั้วแม่เหล็กชนิดเดียวกัน

ความสัมพันธ์ของเส้นแรงแม่เหล็กและสนามแม่เหล็ก

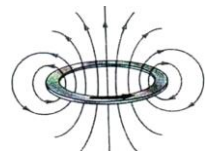
1. ทิศของสนามแม่เหล็กที่ตำแหน่งใด ณ บริเวณรอบแท่งแม่เหล็ก หาได้จากทิศทางตามแนวเส้นสัมผัสบนเส้นแรงแม่เหล็ก ณ จุดที่ต้องการหาทิศ
2. ความหนาแน่นของเส้นแรงแม่เหล็กเป็นสัดส่วนโดยตรงกับขนาดของสนามแม่เหล็ก

โสตทัศน์ # 4.2 สนามแม่เหล็กที่เกิดจากขดลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน

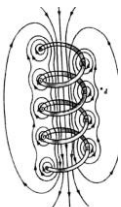
ขนาดและทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดจากขดลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขึ้นอยู่กับรูปแบบของขดลวด ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านและทิศทางของกระแสไฟฟ้า ดังนี้

1. สนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าไหลผ่านลวดตัวนำตรงยาวมาก ขนาดของสนามแม่เหล็กแปรผันตรงกับกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านเส้นลวดนั้นและแปรผกผันกับระยะห่างจากเส้นลวด เช่น สายไฟฟ้าที่วิ่งตามเสาไฟ ฯ

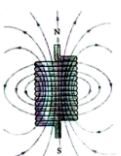
2. สนามแม่เหล็กจากกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านลวดวงกลม ขนาดของสนามแม่เหล็กบริเวณระนาบของขดลวดแปรผันตรงกับกระแสไฟฟ้าที่ไหลในลวดวงกลมและแปรผกผันกับรัศมีของขดลวดวงกลมนั้น



3. สนามแม่เหล็กในขดลวดโซลินอยด์



- ขดลวดโซลินอยด์ที่วงเกลียวไม่ได้พันชิดกัน เส้นแรงแม่เหล็กภายในเกือบเป็นเส้นตรงขนานและชิดกัน แต่บริเวณภายนอกเป็นเส้นโค้งกระจายห่างกัน ทำให้สนามแม่เหล็กภายในขดลวดมีค่ามากกว่าภายนอกขดลวดมาก



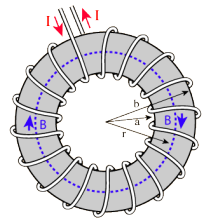
- ขดลวดโซลินอยด์พันชิดกันแต่ไม่ยาวนัก เส้นแรงแม่เหล็กจะมีคล้ายกันที่เกิดจากแท่งแม่เหล็ก โดยขนาดสนามแม่เหล็กภายในขดลวดแปรผันตรงกับจำนวนรอบของขดลวดและกระแสที่ไหลผ่านขดลวดนั้น

โสตทัศน # 4.2 สนามแม่เหล็กที่เกิดจากขดลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน

4. สนามแม่เหล็กในขดลวดทอรรอยด์

สนามแม่เหล็กภายในขดลวดทอรรอยด์ไม่สม่ำเสมอจึงมีขนาด

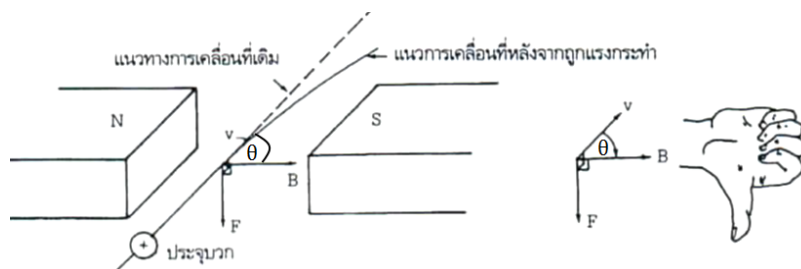
แปรผันตรงกับจำนวนรอบของขดลวดที่พันและแปรผกผันกับระยะห่างจากจุดศูนย์กลางของทอรรอยด์ และหาทิศของสนามแม่เหล็กนั้นหาได้จากกฎมือขวา โดยเส้นแรงแม่เหล็กมีทิศวนทวนเข็มนาฬิกา



โสตทัศน # 4.3 แรงแม่เหล็กบนประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็ก

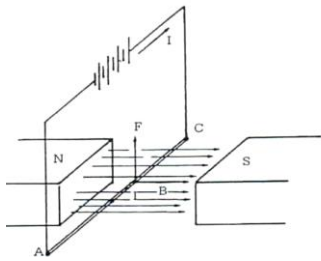
เมื่อมีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่อยู่ในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก จะมีแรงกระทำกับประจุไฟฟ้านั้น มีข้อสรุป ดังนี้

- 1.1 แรงแม่เหล็ก F ที่กระทำต่อประจุเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณประจุ q และความเร็ว v ของประจุไฟฟ้า
- 1.2 ขนาดและทิศทางของแรงแม่เหล็กขึ้นอยู่กับความเร็วของประจุไฟฟ้า ขนาดและทิศทางของสนามแม่เหล็ก
- 1.3 ไม่มีแรงแม่เหล็กกระทำบนประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ในแนวขนานกับสนามแม่เหล็ก
- 1.4 เมื่อความเร็ว v ของประจุไฟฟ้ามีทิศทำมุม θ กับสนามแม่เหล็ก B แรงแม่เหล็กจะกระทำในทิศตั้งฉากกับทั้ง v และ B นั่นคือ มีทิศตั้งฉากกับระนาบของ v และ B
- 1.5 แรงแม่เหล็กบนประจุไฟฟ้าลบมีทิศตรงข้ามกับแรงแม่เหล็กบนประจุไฟฟ้าบวกที่เคลื่อนที่ในทิศเดียวกัน
- 1.6 ขนาดของแรงแม่เหล็กเป็นสัดส่วนโดยตรงกับค่า $\sin \theta$ (เมื่อ θ เป็นมุมระหว่าง v กับ B)

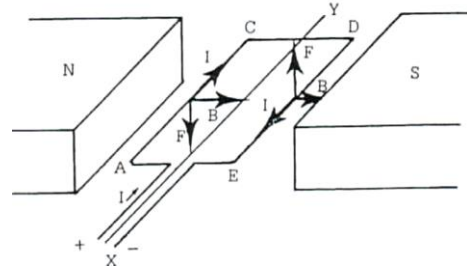
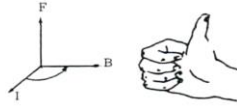


โสตทัศน # 4.4 แรงกระทำบนขดลวดตัวนำที่มีไฟฟ้ากระแสตรงไหลผ่านและอยู่ในสนามแม่เหล็ก

แรงกระทำบนขดลวดตัวนำที่มีไฟฟ้ากระแสตรงไหลผ่านและอยู่ในสนามแม่เหล็กมี 2 กรณี คือ



ขดลวดตัวนำตรง



ขดลวดสี่เหลี่ยมในสนามแม่เหล็ก

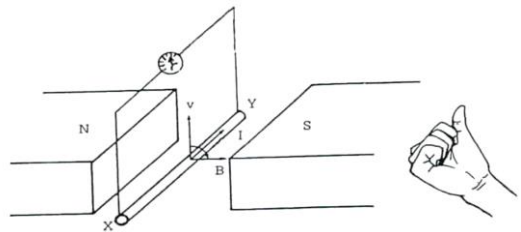
1. แรงกระทำบนเส้นลวดตัวนำตรงที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านและอยู่ในสนามแม่เหล็ก ลวดตัวนำ AC อยู่ในสนามแม่เหล็ก กระแสไฟฟ้าผ่านจาก C ไปยัง A ตามกฎมือขวาใช้นิ้วทั้งสี่ออกไปทางทิศของสนามแม่เหล็กนิ้วหัวแม่มือจะชี้ขึ้นจะเป็นทิศของแรงกระทำ ดังนั้นทิศของแรงกระทำจะพุ่งขึ้นด้านบนตามทิศ F แสดงว่ามีแรงผลักให้เส้นลวด AC ลอยขึ้น

2. แรงกระทำบนขดลวดสี่เหลี่ยมที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านและอยู่ในสนามแม่เหล็ก กระแสไฟฟ้าตรงไหลผ่านขดลวดสี่เหลี่ยมที่อยู่ในสนามแม่เหล็ก โดยมีกระแสไฟฟ้า I ผ่านจาก A ไป C ทิศของแรงกระทำพุ่งลงด้าน CD ทิศของกระแสอยู่ในแนวเดียวกับทิศสนามแม่เหล็กจึงไม่มีแรงกระทำ ส่วนด้าน DE กระแสผ่านจาก D ไป E มีแรงกระทำทิศพุ่งขึ้น แรงรวมที่กระทำกับขดลวดจึงเหมือนกับมีแรงหมุนขดลวดเป็นวงกลมรอบแกน XY ทิศทวนเข็มนาฬิกาแรงที่กระทำกับขดลวดจะแปรผันตามปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผ่านในขดลวด ความยาวของขดลวดและความเข้มของสนามแม่เหล็ก เมื่อนำเส้นลวดมาดเป็นรูปสี่เหลี่ยมหลายชุดซ้อนกัน การไหลของกระแสไฟฟ้าในขดลวดแต่ละเส้นอยู่ในทิศเสริมกัน หลักการนี้นำมาทำเป็นมอเตอร์

โสตทัศน # 4.5 การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า

กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ คือ กระแสไฟฟ้าที่เกิดจากการที่สนามแม่เหล็กเคลื่อนที่ผ่านขดลวด ซึ่งการเคลื่อนที่ของแท่งแม่เหล็กเข้าหรือออกจากขดลวด จะทำให้เกิดกระแส ไฟฟ้าเหนี่ยวนำในทิศทางที่ก่อให้เกิดแรงแม่เหล็กต้านการเคลื่อนที่ของแท่งแม่เหล็ก และในทางตรงกันข้าม

ถ้าเราเคลื่อนที่ขดลวดผ่านสนาม แม่เหล็กที่อยู่นิ่งการเคลื่อนที่ทั้งขดลวดและสนามแม่เหล็กพร้อมกันก็จะทำให้เกิดกระแส ไฟฟ้าไหลในขดลวดได้ ซึ่งเป็นหลักการทำเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และด้านการแพทย์ได้นำความรู้เรื่องสนามแม่เหล็กมาใช้ในการถ่ายภาพแม่เหล็กไฟฟ้า(MRI)



โสตทัศน # 4.6 ไฟฟ้าสถิตและปรากฏการณ์ธรรมชาติ

ไฟฟ้าสถิต เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจากประจุไฟฟ้าซึ่งมีประจุ 2 ชนิด คือ ประจุบวกและประจุลบ โดยแรงระหว่างประจุมี 2 ชนิด คือ แรงดูด และแรงผลัก

- **แรงระหว่างประจุไฟฟ้า** ที่กระทำต่อกันขึ้นอยู่กับปริมาณและตำแหน่งของประจุและไม่ขึ้นอยู่กับ การเคลื่อนที่ของประจุ
- **วัตถุที่อยู่ในสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้า** คือ วัตถุที่มีจำนวนโปรตอนและจำนวนอิเล็กตรอนเท่ากัน แรงกระทำจากประจุไฟฟ้าบวกและประจุไฟฟ้าลบจึงหักล้างกันพอดีจึงไม่มีแรงระหว่างประจุ ไฟฟ้ากระทำระหว่างกัน
- **วัตถุที่อยู่ในสภาพทางไฟฟ้า** คือ วัตถุที่มีโปรตอนและอิเล็กตรอนไม่เท่ากัน โดยวัตถุจะแสดง อำนาจของประจุบวกและประจุลบเพียงชนิดเดียวตามจำนวนประจุที่มากกว่า
- **การเกิดไฟฟ้าสถิตบนวัตถุ** คือ การที่วัตถุที่อยู่ในสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้าถูกกระตุ้นอิเล็กตรอน โดยการขัดถูกัน จนทำให้วัตถุนั้นสามารถแสดงอำนาจของประจุไฟฟ้าออกมาได้
- **การเหนี่ยวนำไฟฟ้า** คือ การทำให้เกิดประจุไฟฟ้าบนวัตถุขึ้นและแสดงอำนาจไฟฟ้าออกมา โดยใช้วัตถุที่อยู่ในสภาพทางไฟฟ้ามาเหนี่ยวนำ

ปรากฏการณ์ฟ้าแลบ ฟ้าร้องและฟ้าผ่า เกิดจากการถ่ายเทประจุไฟฟ้าระหว่างก้อนเมฆ

- **ฟ้าแลบ** คือ การถ่ายเทประจุระหว่างก้อนเมฆซึ่งเกิดจากความเสียดทานระหว่างการเคลื่อนที่ของ อากาศขึ้นลงอย่างรวดเร็ว ทำให้ก้อนเมฆมีประจุที่มีความต่างศักย์ระหว่างประจุทั้งสองชนิด บนก้อนเมฆมากพอ
- **ฟ้าผ่า** คือ การถ่ายเทประจุระหว่างก้อนเมฆและพื้นดินซึ่งเกิดจากความเสียดทานระหว่างการ เคลื่อนที่ของอากาศขึ้นลงอย่างรวดเร็ว เมื่ออนุภาคในก้อนเมฆและพื้นดินมีประจุ ซึ่งมีความ ต่างศักย์มากพอ
- **ฟ้าร้อง** เกิดจากการเคลื่อนที่ของอากาศเข้ากระแทกกันหลังจากที่เกิดฟ้าแลบหรือฟ้าผ่าจึงทำให้เกิด เสียงดังรุนแรงมาก แต่เสียงเดินทางช้ากว่าแสง เราจึงได้ยินเสียงฟ้าร้องหลังจากเห็นฟ้าแลบหรือ ฟ้าผ่า

โสตทัศน # 4.7 การนำไฟฟ้าสถิตมาประยุกต์ใช้

1) **เครื่องดักฝุ่นไฟฟ้าสถิต** ทำงานโดยทำให้โมเลกุลของอากาศเกิดประจุขึ้นและเหนี่ยวนำให้อนุภาคมวลสารเกิดประจุไฟฟ้าด้วย เมื่อแก๊สและฝุ่นละอองที่มีประจุไฟฟ้าจะเคลื่อนที่ไปยังแผ่นดักฝุ่นที่มีประจุตรงกันข้ามและเกาะติดกับแผ่นนั้น

2) **เครื่องถ่ายเอกสาร** ทำงานโดยภาพต้นฉบับรับแสงสะท้อนจากกระจกซึ่งสร้างภาพลงบนลูกกลิ้งอะลูมิเนียมได้รับประจุบวกจากหลอดและบริเวณที่เป็นสีขาวของกระดาษจะสะท้อนแสงลงบนพื้นผิวลูกกลิ้ง ทำให้บริเวณนั้นนำประจุไฟฟ้า ส่วนบริเวณที่เป็นสีดำของกระดาษจะไม่สะท้อนแสงลงไปบนลูกกลิ้ง ทำให้บริเวณนั้นมีสภาพเป็นประจุบวกซึ่งมีลักษณะเหมือนกับรูปภาพของต้นฉบับ เมื่อลูกกลิ้งหมุนต่อมาจะได้รับผงหมึกดำที่เป็นประจุลบเคลื่อนที่ไปเกาะติดกับลูกกลิ้งตามรูปภาพที่มีประจุ บริเวณที่ไม่มีประจุผงหมึกไม่เกาะติดและหมุนต่อไปสร้างภาพลงบนกระดาษ สุดท้ายแผ่นกระดาษที่ผงหมึกเกาะติดอยู่ตามรูปภาพที่ต้องการผ่านเครื่องทำความร้อนให้หมึกติดกระดาษแบบถาวร

3) **เครื่องทำกระดาษทราย** โดยเริ่มจากนำแผ่นกระดาษที่เคลือบกาวบนผิวเคลื่อนที่อย่างต่อเนื่องผ่านเครื่องที่มีศักย์ไฟฟ้าเป็นลบอยู่ด้านล่าง เม็ดทรายถูกปล่อยอยู่ด้านบนโดยทำให้เป็นประจุไฟฟ้าบวกก่อนตกลงมายังแผ่นกระดาษที่มีการเคลื่อนที่อยู่ ทำให้เม็ดทรายเกาะบนพื้นผิวกระดาษด้านบนอย่างสม่ำเสมอเป็นกระดาษทราย

4) **อุปกรณ์สร้างภาพ** ทำงานโดยหยดหมึกหรือผงหมึกที่มีประจุไปเกาะติดกับกระดาษแทน อุปกรณ์สร้างภาพที่อาศัยหลักไฟฟ้าสถิต แบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ **แบบอิเล็กทรอนิกส์ไดนามิก** เป็นระบบที่ทำให้เป็นหยดหมึกเล็ก ๆ ที่มีประจุ จะถูกนำไปสร้างภาพบนกระดาษโดยอาศัยสนามไฟฟ้าบังคับให้หมึกไปตกเป็นรูปที่ต้องการ **แบบอิเล็กทรอนิกส์กราฟิก** เป็นระบบที่สารไดอิเล็กทริกจะดึงดูดอนุภาคผงหมึกที่มีประจุให้ไปเกาะติดกับตัวกลางทำให้มองเห็นภาพได้ และ**แบบอิเล็กทรอนิกส์โฟโตกราฟิก** เป็นระบบที่ทำให้เกิดภาพเนื่องจากประจุไฟฟ้าบนผิวโฟโตคอนดักเตอร์แล้วจึงถูกสร้างภาพโดยให้มีผงหมึกไปเกาะเป็นรูปภาพที่ต้องการ

5) **เครื่องพิมพ์แบบพ่นหมึก** ทำงานโดยการสร้างละอองหยดหมึกที่มีประจุโดยการเหนี่ยวนำจึงถูกเบี่ยงเบนไปในรูปแบบต่าง ๆ โดยผ่านลำหยดหมึกเข้าไปในสนามไฟฟ้าที่สม่ำเสมอ เมื่อหยดหมึกที่มีประจุผ่านเข้ามาก็จะได้รับประจุมากขึ้น ส่วนหยดหมึกที่ไม่มีประจุก็จะเคลื่อนที่ตรงไปตามแนวเดิมแล้วเข้าไปที่ดักหมึกเพื่อนำไปใช้ใหม่ได้

โสตทัศน # 4.7 กฎของคูลอมบ์

กฎของคูลอมบ์ คือ "แรงระหว่างวัตถุเล็ก ๆ สองอันมีขนาดแปรผันโดยตรงกับปริมาณประจุบนแต่ละวัตถุ และแปรผกผันกับกำลังสองของระยะห่างระหว่างวัตถุทั้งสอง" ซึ่งวางอยู่ในสุญญากาศหรืออวกาศอิสระ ซึ่งมีข้อสังเกตเกี่ยวกับแรงทางไฟฟ้าตามกฎของคูลอมบ์ ดังนี้

1. แรงไฟฟ้าจะเป็นไปตามกฎของคูลอมบ์สำหรับจุดประจุไฟฟ้าเท่านั้น
2. แรงไฟฟ้าระหว่างจุดประจุหนึ่ง ๆ จะอยู่ในแนวเส้นตรงที่เชื่อมต่อระหว่างจุดประจุนั้น ๆ
3. แรงไฟฟ้าระหว่างจุดประจุหนึ่ง ๆ จะส่งแรงกระทำต่อกันด้วยแรงขนาดเท่ากัน และทิศตรงกัน

ข้ามเสมอ

สำหรับกรณีที่มีประจุไฟฟ้ามากกว่า 2 ประจุ การหาแรงลัพธ์ทางไฟฟ้าหรือแรงไฟฟ้าสุทธิที่กระทำต่อประจุหนึ่งจะหาได้จากผลบวกของแรงไฟฟ้าที่เกิดจากประจุอื่น ๆ กระทำต่อประจุที่เรา กำลังพิจารณา

โสตทัศน # 4.8 สนามไฟฟ้าและศักย์ไฟฟ้า

สนามไฟฟ้า เกิดจากการนำประจุไฟฟ้าไปวางที่ตำแหน่งใดแล้วมีแรงระหว่างประจุกระทำต่อประจุนั้น แสดงว่า ตำแหน่งนั้นมีสนามไฟฟ้า ทิศทางของสนามไฟฟ้านั้นกำหนดให้อยู่ในทิศทางเดียวกับทิศของแรงที่กระทำต่อประจุบวก ดังนั้นทิศของสนามไฟฟ้าเนื่องจากประจุบวกมีทิศพุ่งออกจากประจุ และทิศของสนามไฟฟ้าเนื่องจากประจุลบก็จะมีทิศพุ่งเข้าหาประจุ ซึ่งสามารถเขียนแทนด้วยเส้นแรงของสนามไฟฟ้า โดยความหนาแน่นเส้นแรงของสนามไฟฟ้าเป็นสัดส่วน โดยตรงกับความเข้มของสนามไฟฟ้า ซึ่งหน่วยของแรง คือ นิวตัน(N) หน่วยของประจุ คือ คูลอมบ์(C) ดังนั้นหน่วยของสนามไฟฟ้า คือ นิวตันต่อคูลอมบ์ (N/C)

ศักย์ไฟฟ้า เป็นพลังงานที่ขึ้นอยู่กับตำแหน่งของวัตถุ โดยที่พลังงานศักย์โน้มถ่วงนั้นขึ้นอยู่กับตำแหน่งของวัตถุที่อยู่สูงจากผิวโลก ดังนั้นพลังงานศักย์ไฟฟ้าเป็นพลังงานที่ขึ้นอยู่กับตำแหน่งของวัตถุอันเนื่องมาจากแรงของไฟฟ้า

โสตทัศน์ # 4.9 ความจุไฟฟ้าและค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุแบบต่าง ๆ

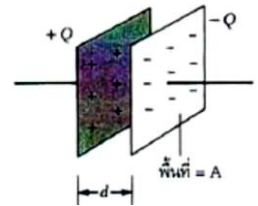
ตัวเก็บประจุไฟฟ้า คือ อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้เก็บสะสมพลังงานไฟฟ้า

ความจุไฟฟ้า เป็นความสามารถของตัวเก็บประจุที่สามารถเก็บประจุไฟฟ้าไว้ในตัวได้และมีค่าเป็นบวกเสมอ ซึ่งความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุเป็นอัตราส่วนระหว่างปริมาณประจุบนตัวนำใดตัวนำหนึ่งกับความต่างศักย์ระหว่างตัวนำทั้งสองดังสมการ $C = Q/V$

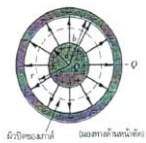
หน่วยในระบบ SI เป็น คูอมบ์ต่อโวลต์หรือฟารัด แต่ทางปฏิบัติใช้หน่วยเป็น ไมโครฟารัดหรือพิโกฟารัด

การคำนวณค่าความจุไฟฟ้า จะทำได้ง่าย ถ้ารูปร่างของตัวนำเป็นรูปทรงเรขาคณิตง่าย ๆ ดังนี้

- **ตัวเก็บประจุแบบแผ่นตัวนำขนาน** ถ้าแผ่นตัวนำทั้งสองอยู่ใกล้กันมาก เมื่อเทียบกับความกว้างและความยาวของแผ่นตัวนำ สนามไฟฟ้าจะเกิดเฉพาะบริเวณระหว่างตัวนำเท่านั้น โดยสนามไฟฟ้าระหว่างแผ่นตัวนำจะเป็นสนามสม่ำเสมอ ส่วนบริเวณอื่นจะไม่มีสนามไฟฟ้าหรือสนามไฟฟ้าเป็นศูนย์ ดังนั้นความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุแบบแผ่นตัวนำขนานมีขนาดของความจุเป็นสัดส่วนโดยตรงกับพื้นที่ของแผ่นตัวนำแต่เป็นสัดส่วนกลับกับระยะห่างระหว่างแผ่นตัวนำทั้งสอง



- **ตัวเก็บประจุแบบทรงกระบอกซ้อนร่วมแกน** ถ้าความยาว 1 มีค่ามากเมื่อเทียบกับ a และ b อาจไม่พิจารณาผลที่ปลายของทรงกระบอกได้และอาจพิจารณาได้ว่าสนามไฟฟ้ามีทิศตั้งฉากกับแกนของทรงกระบอก และมีอยู่เฉพาะบริเวณระหว่างทรงกระบอกทั้งสองเท่านั้น ดังนั้นความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุแบบทรงกระบอกซ้อนร่วมแกนเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความยาวของทรงกระบอก และรัศมีของทรงกระบอกทั้งสอง



- **ตัวเก็บประจุแบบทรงกลมซ้อนร่วมจุดศูนย์กลาง** จะสามารถเก็บประจุไฟฟ้าได้มาก เมื่อรัศมีของทรงกลมลูกในกับลูกนอกไม่ห่างกันมาก และถ้าทรงกลมมีขนาดใหญ่มากก็ยิ่งเก็บประจุได้มาก



โสตทัศน # 4.10 ไดอิเล็กทริก

ไดอิเล็กทริก เป็นสารที่ไม่นำไฟฟ้า แต่สามารถเพิ่มความจุไฟฟ้าให้กับตัวเก็บประจุไฟฟ้าได้

- เมื่อมีสารไดอิเล็กทริกคั่นอยู่ระหว่างเพลตของตัวเก็บประจุ ความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุจะมีค่าเพิ่มขึ้น K เท่า เมื่อ K คือ ค่าคงที่ไดอิเล็กทริก
ความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุจะเพิ่มได้มากโดยการลดค่าระยะห่างระหว่างเพลต
- แรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่จ่ายให้ตัวเก็บประจุโดยไม่เกิดการถ่ายเทประจุขึ้นอยู่กับการค่าความเข้มสนามไฟฟ้าสูงสุดของไดอิเล็กทริก ซึ่งมีค่าต่างกันไปตามชนิดของไดอิเล็กทริก

ข้อดีของไดอิเล็กทริกที่คั่นอยู่ระหว่างเพลตของตัวเก็บประจุ คือ

- (1) ไดอิเล็กทริกจะช่วยเพิ่มค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุ ซึ่งจะมากกว่าเมื่อใช้สุญญากาศหลายเท่า
 - (2) ไดอิเล็กทริกจะช่วยเพิ่มค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่ใช้กับตัวเก็บประจุโดยไม่ทำให้ประจุเสียหาย
- จากหลักการของความจุไฟฟ้าและไดอิเล็กทริกได้นำมาใช้ในการทำตัวเก็บประจุแบบต่างๆ ซึ่งตัวเก็บประจุหรือ คาปาซิเตอร์ เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อย่างหนึ่งทำหน้าที่เก็บพลังงานในสนามไฟฟ้าที่สร้างขึ้นระหว่างแผ่นคู่ตัวนำที่มีไดอิเล็กทริกคั่นอยู่ โดยมีค่าประจุไฟฟ้าเท่ากัน แต่มีชนิดของประจุตรงข้ามกัน เป็นอุปกรณ์พื้นฐานสำคัญในงานอิเล็กทรอนิกส์แทบทุกวงจร

โสตทัศน # 4.11 กระแสไฟฟ้าและความต้านทานไฟฟ้า

กระแสไฟฟ้า คือ การเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุหรือกระแสของไอออน มีหน่วยเป็นคูลอมบ์ต่อวินาทีหรือแอมแปร์(กระแสไฟฟ้า 1 แอมแปร์ คือ ความเข้มของกระแสไฟฟ้าที่มีประจุไฟฟ้า 1 คูลอมบ์ ไหลผ่านตัวนำไปในเวลา 1 วินาที)

- ขนาดของกระแสไฟฟ้า คือ ปริมาณของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านพื้นที่หน้าตัดต่อหนึ่งหน่วยเวลา
- ทิศของกระแสไฟฟ้า กำหนดตามทิศการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าบวกหรือทิศเดียวกับสนามไฟฟ้า
- กระแสไฟฟ้าจะเท่ากับ $I = nqvA$

ความเร็วเฉลี่ยหรือความเร็วลอยเลื่อน คือ ความเร็วของการเคลื่อนที่ของพาหะของตัวนำจะเคลื่อนที่ไปตามทิศของกระแสด้วยความเร็วคงที่ v

ทิศของความเร็วลอยเลื่อนของอนุภาคที่มีประจุบวกเป็นทิศเดียวกับสนามไฟฟ้า และทิศของอนุภาคที่มีประจุลบจะตรงข้ามกับสนามไฟฟ้า

ความต้านทานไฟฟ้า (Resistance; R) เป็นสมบัติของตัวนำไฟฟ้า มีหน่วยวัดเป็น โอห์ม(Ω) โดย R ขึ้นอยู่กับสภาพนำไฟฟ้า (Conductivity; σ) มีหน่วยเป็นซีเมนส์ต่อเมตร ความยาวของลวดตัวนำ L เมตรและพื้นที่หน้าตัด A ตารางเมตร สามารถเขียนความสัมพันธ์ได้ดังสมการ $R = \frac{L}{\sigma A}$

สภาพนำไฟฟ้า เป็นสมบัติในการนำไฟฟ้าของตัวนำซึ่งตรงกันข้ามกับสภาพต้านทาน โดยที่ส่วนกลับของสภาพนำไฟฟ้า คือ สภาพต้านทาน (Resistivity; ρ) มีหน่วยวัดเป็นโอห์ม.เมตร ซึ่งอุณหภูมิเป็นตัวแปรที่สำคัญ

โสตทัศน # 4.12 กฎของโอห์มและกำลังไฟฟ้า

กฎของโอห์ม

ให้ความสัมพันธ์ว่า อัตราส่วนของความต่างศักย์ V ระหว่างสองจุดใด ๆ ในวงจรต่อปริมาณ กระแสไฟฟ้า I ที่ไหลผ่านจุดทั้งสองนั้นจะมีค่าคงที่เมื่ออุณหภูมิคงที่ และค่าคงที่นั้นคือ ค่าความต้านทาน R ระหว่างสองจุดนั้นในวงจรสามารถเขียนเป็นสูตรได้ $V/I = R$ หรือ $V = IR$

กำลังไฟฟ้า

กำลังไฟฟ้ามีค่าเท่ากับผลคูณของความต่างศักย์ไฟฟ้ากับกระแสไฟฟ้า $P = VI$

การพิจารณากำลังไฟฟ้าที่สัมพันธ์กับความต้านทานไฟฟ้า โดยใช้กฎของโอห์มได้ ($V = IR$) สามารถ หาค่าจากความต้านทานไฟฟ้าได้ดังนี้ $P = I^2 R$ หรือ $P = V^2 / R$

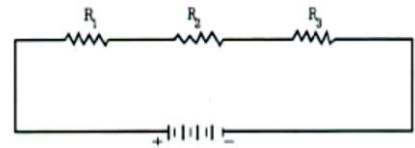
โสตทัศน # 4.13 การต่อความต้านทานไฟฟ้า

การต่อความต้านทานไฟฟ้าในวงจรมีได้ 3 แบบ คือ การต่อแบบอนุกรม การต่อแบบขนาน และการต่อแบบผสม ซึ่งจะมีผลให้ความต้านทานในวงจรต่างกันดังนี้

1. การต่อความต้านทานแบบอนุกรม

ความต้านทานรวม คือ $R_{รวม} = R_1 + R_2 + R_3$

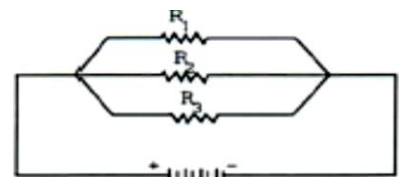
ดังนั้นถ้าเป็นไฟราหรือไฟประดับตกแต่งสถานที่ต้องใช้ หลอดไฟจำนวนมาก การเปิดหรือปิดใช้สวิตช์ทีเดียว การต่อวงจร แบบนี้ใช้ต่อแบบอนุกรม



2. การต่อความต้านทานแบบขนาน

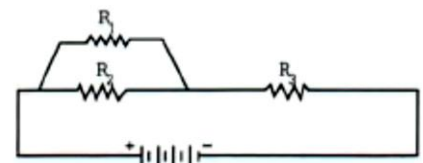
ความต้านทานรวม คือ $\frac{1}{R_{รวม}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$

ดังนั้นถ้าเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าตามบ้านเรือนอาจจะเป็นหลอด ไฟฟ้าหรือปลั๊กไฟโดยทั่วไปใช้ต่อแบบขนาน เพราะเวลาใช้งานเปิด หรือปิดไฟต้องการเปิดหรือปิดเฉพาะดวงไฟที่ต้องการใช้งานเท่านั้น



3. การต่อความต้านทานแบบผสม เป็นการผสมระหว่างแบบอนุกรมกับแบบขนาน

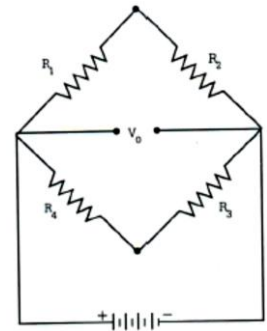
ความต้านทานรวม คือ $R_{รวม} =$ ผลรวมของ R_1 กับ R_2 ที่ ขนานกันแล้วอนุกรมกับ R_3



โสตทัศน์ # 4.14 วงจรวัดสโตนบริดจ์

วงจรวัดสโตนบริดจ์ (Wheatstone Bridge)

- เป็นวงจรที่ประกอบด้วยตัวต้านทาน 4 ตัวต่อกัน โดยที่ขั้วที่ต่อร่วมกันของความต้านทาน R_1 กับ R_4 ต่อเข้ากับขั้วบวกของแบตเตอรี่ และขั้วที่ต่อร่วมกันของความต้านทาน R_2 กับ R_3 ต่อเข้ากับขั้วลบของแบตเตอรี่
- สัดส่วนของความต้านทานในวงจร $R_1/R_2 = R_4/R_3$ มีผลให้ศักย์ไฟฟ้าที่ V_0 เป็นศูนย์ จากสมบัติของวงจรบริดจ์แบบนี้สามารถนำมาใช้ในการตรวจสอบความต้านทานหรือวงจรไฟฟ้าอื่น ๆ ต่อไป เช่น วงจรในเครื่องมือวัดกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้า



โสตทัศน์ # 4.15 การคิดค่าไฟฟ้า

ค่าไฟฟ้าที่การไฟฟ้าคิดค่าใช้จ่ายสำหรับบ้านอยู่อาศัยประกอบด้วยค่าพลังงานไฟฟ้าซึ่งเรียกว่า ค่าไฟฟ้าฐาน ค่าไฟฟ้าผันแปรหรือค่า Ft ค่าบริการของการไฟฟ้าขึ้นอยู่กับประเภทของผู้ใช้ไฟฟ้าและค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม 7% ดังนี้

1. การคิดค่าพลังงานไฟฟ้า สามารถคิดได้จากค่าหน่วยไฟฟ้าซึ่งคำนวณได้จากกำลังไฟฟ้า โดยที่หน่วยไฟฟ้ามีหน่วยเป็นยูนิท (Unit) มีค่าเท่ากับกิโลวัตต์-ชั่วโมง ซึ่งหน่วยไฟฟ้า
$$= \frac{\text{วัตต์} \times \text{ชั่วโมง}}{1000}$$

เช่น บ้านอยู่อาศัยทั่วไปมีเครื่องใช้ไฟฟ้า 2 อย่าง คือ หลอดไฟฟ้าและตู้เย็น คำนวณพลังงานไฟฟ้า ดังนี้ คำนวณ การใช้ได้จากป้ายที่ติดหรือคู่มือของเครื่องใช้ไฟฟ้า

1. มีหลอดไฟฟ้าขนาด 40 วัตต์ จำนวน 10 ดวง เปิดใช้ประมาณวันละ 6 ชั่วโมง

$$\text{หน่วยไฟฟ้าคิดหนึ่งเดือน} = \frac{40 \times 10}{1000} \times 6 \text{ ชั่วโมง} \times 30 \text{ วัน} = 72 \text{ หน่วย}$$

2. ตู้เย็น ขนาด 100 วัตต์ จำนวน 1 ตู้ เปิดตลอด 24 ชั่วโมง สมมุติคอมเพรสเซอร์ทำงาน 8 ชั่วโมง

$$\text{หน่วยไฟฟ้าคิดหนึ่งเดือน} = \frac{100}{1000} \times 8 \text{ ชั่วโมง} \times 30 \text{ วัน} = 24 \text{ หน่วย}$$

จำนวนหน่วยไฟฟ้ารวมใช้ไฟฟ้าทั้ง 2 ชนิดใน 1 เดือน = $72 + 24 = 96$ หน่วย

โดยอัตราปกติปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อเดือน 150 หน่วยแรก หน่วยละ 2.7628 บาท ดังนั้น การคิดค่าไฟฟ้าจากกรณีตัวอย่างที่ใช้พลังงานไฟฟ้า 96 หน่วย เท่ากับ $96 \times 2.7628 = 265.23$ บาท

2. การคิดค่า Ft การปรับค่า Ft อยู่ภายใต้การพิจารณาของคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน (กกพ.) ซึ่งสถิติค่า Ft (สตางค์/หน่วย) ในปี พ.ศ. 2550 – 2557 ดังนั้นเมื่อคำนวณค่า Ft ในการใช้ไฟฟ้าในเดือน มกราคม 2557 ซึ่งค่า Ft เท่ากับ 59.00 สตางค์/หน่วย ดังนั้น ใช้ไฟฟ้า 96 หน่วย เสียค่า Ft = $96 \times 0.59 = 56.64$ บาท

โสตทัศน # 4.15 (ต่อ)

3. ค่าบริการ การไฟฟ้ากำหนดค่าบริการตามประเภทของผู้บริการ

ตามประเภทของผู้บริการกำหนดให้ค่าบริการเป็นเดือนละ 8.19 บาท

4. ค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม 7% จะคิดจากรายการรวมค่าไฟฟ้า 3 รายการข้างต้น ดังนี้

ค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม 7% คิดจากค่าไฟฟ้ารวม = $(265.23 + 56.64 + 8.19) \times 7/100 = 23.104$ บาท

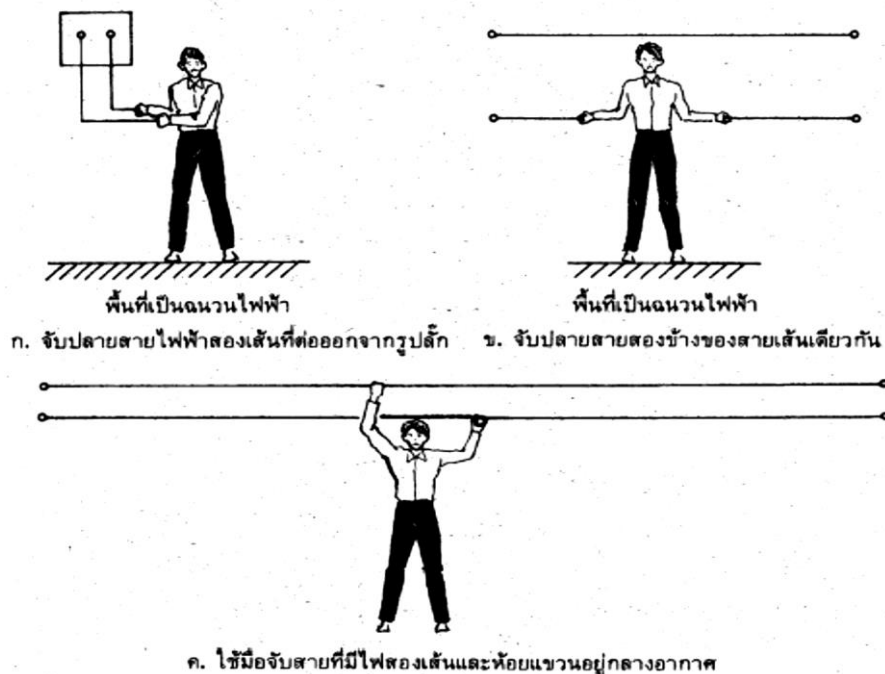
รวม ค่าไฟฟ้ารวม คิดจาก 4 รายการ = $265.23 + 56.64 + 8.19 + 23.104 = 353.164$ บาท

โสตทัศน # 4.16 การได้รับอันตรายจากกระแสไฟฟ้า

กระแสไฟฟ้าเป็นอันตรายต่อชีวิตและร่างกายได้ 3 ลักษณะ ดังนี้

1) เกิดจากการที่กระแสไฟฟ้าใช้ร่างกายเป็นทางผ่านลงดิน ธรรมชาติของไฟฟ้าถ้ามีทางผ่านลงดินได้ จะไหลลงดินทันที กรณีนี้เป็นเหตุให้มนุษย์ได้รับอันตรายจากไฟฟ้ามากที่สุด อาจกล่าวได้ว่ากว่าร้อยละ 90 ของผู้ประสบอันตรายจากไฟฟ้าทั้งหมด

2) เกิดจากการที่ร่างกายเป็นส่วนหนึ่งของวงจรไฟฟ้า หรือกระแสไฟฟ้าแรงดันต่ำไหลผ่านร่างกาย แต่ไม่ผ่านลงดินเช่นกรณีแรกก็สามารถทำให้เกิดอันตรายได้ เช่น บุคคลผู้หนึ่งยืนอยู่บนพื้นที่เป็นฉนวนอย่างดี แล้วใช้มือทั้งสองข้างจับปลายสายไฟฟ้าสองเส้นที่ต่อออกจากรูปลัทธิรูทีนเส้นดังกล่าว ก หรือใช้มือจับปลายสาย 2 ข้างของสายเส้นเดียวกันซึ่งบังเอิญขาดดังภาพ ข หรือใช้มือจับสายที่มีไฟ 2 เส้น ดังภาพ ค



ทั้ง 3 กรณีที่กล่าวมาแล้วจะเห็นได้ว่ากระแสไฟฟ้าไม่ได้ผ่านร่างกายคนลงดินเลย แต่ผ่านอวัยวะของร่างกายไปจนครบวงจร บุคคลผู้นั้นก็อาจจะได้รับอันตรายจนถึงเสียชีวิตได้ เพราะกระแสไฟฟ้าทำอันตรายต่ออวัยวะภายในร่างกายของมนุษย์

3) เกิดจากความร้อนและแสงสว่างที่เกิดขึ้นจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจร เมื่อเกิดการลัดวงจรของกระแสไฟฟ้าขึ้นสิ่งที่เกิดตามมาคือ เสียงดัง ประกายไฟฟ้า ซึ่งให้แสงสว่างมีความเข้มมากและความร้อน

โสตทัศน # 4.17 ปัจจัยที่ก่อให้เกิดความรุนแรงของการประสบนอันตรายจากกระแสไฟฟ้า

1) ความต้านทานของร่างกาย ร่างกายของคนเราประกอบด้วยของเหลวเป็นส่วนใหญ่ซึ่งของเหลวจะทำให้เกิดความชื้นซึ่งเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี ดังนั้นร่างกายมนุษย์จึงมีสมบัติเป็นตัวนำไฟฟ้าและเป็นตัวนำไฟฟ้าที่มีค่าความต้านทานเปลี่ยนแปลงไปตามจุดสัมผัส ดังนั้นผลของการประสบนอันตรายจากการที่ร่างกายไปสัมผัสกับสิ่งที่มีไฟฟ้าจึงแตกต่างกันมาก

2) ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านร่างกาย ปริมาณของกระแสไฟฟ้าที่แตกต่างกันมีผลต่อร่างกายแตกต่างกัน ถ้ากระแสไฟฟ้าผ่านร่างกายเพียงเล็กน้อยเราจะไม่รู้สึก แต่ถ้ามีกระแสไฟฟ้าผ่านในปริมาณมากจนถึงจุดที่กล้ามเนื้อเกิดการได้และผลสุดท้ายอาจหมดสติและเสียชีวิตได้ ซึ่งปฏิกิริยาตอบโต้ของร่างกายที่มีต่อการไหลของกระแสไฟฟ้าสลับแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ

2.1 กระแสไฟฟ้าระดับที่รู้สึกได้หรือร่างกายเกิดปฏิกิริยารับรู้ เป็นกระแสสลับซึ่งทำให้เกิดความรู้สึกจุกจิก หรือชาเล็กน้อย มีผลทำให้เกิดอาการสะดุ้งตกใจ ซึ่งกระแสไฟฟ้าระดับนี้จะไม่ทำอันตรายต่อเนื้อเยื่อภายในร่างกาย

2.2 กระแสไฟฟ้าระดับที่สามารถช่วยตัวเองให้หลุดได้ หรืออาจจะเรียกว่า“กระแสปล่อยหลุด” คือ กระแสปริมาณสูงที่เมื่อผ่านเข้าสู่ร่างกายแล้วผู้ที่ถูกกระแสไฟฟ้าสามารถช่วยตัวเองให้หลุดพ้นออกมาได้ โดยอาศัยผลโดยตรงจากการที่กระแสไฟฟ้าทำให้กล้ามเนื้อหดตัว กระแสไฟฟ้าระดับนี้ยังไม่เป็นอันตรายต่อเนื้อเยื่อ

2.3 กระแสไฟฟ้าระดับที่เป็นอันตราย มีปริมาณมากกว่า“กระแสปล่อยหลุด”เล็กน้อยเท่านั้น คือ เมื่อกระแสไฟฟ้าเกินกว่า 18 มิลลิแอมแปร์ไหลผ่านช่องทรวงอกต่อไปเรื่อยๆ จะทำให้หมดสติและตายในที่สุด ทั้งนี้กระแสไฟฟ้าระดับที่จะทำให้เกิดอาการกล้ามเนื้อหัวใจเต้นถี่เร็วสำหรับมนุษย์นั้นขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่กระแสไฟฟ้าระดับที่ทำให้เกิดช็อคไหลผ่าน น้ำหนักตัว เส้นทาง การไหลของกระแสไฟฟ้าและปริมาณหรืออัตราการไหลของกระแสไฟฟ้า โดยกระแสไฟฟ้าระดับนี้มีอันตรายถึงชีวิต

3) ขนาดของแรงดันไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้าที่ทำให้เกิดกระแสช็อคขึ้นอยู่กับความต้านทานที่จุดสัมผัสกับความต้านทานของวงจร โดยแรงดันไฟฟ้าที่ถือว่าปลอดภัยโดยแท้จริงนั้น เป็นแรงดันที่อยู่ระหว่าง 24-25 โวลต์ เนื่องจากหากร่างกายไปสัมผัส ทำให้ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านร่างกายน้อยกว่าปริมาณที่จะก่อให้เกิดอันตรายได้

4) ความถี่ของแรงดันไฟฟ้า มีผลที่จะเกิดแก่ร่างกายในระดับต่าง ๆ กัน ความถี่สูงทำให้กล้ามเนื้อเต้นเร็วเพิ่มขึ้น และมีผลต่อความรู้สึกของการถูกกระแสไฟฟ้าช็อค

โสตทัศน # 4.17 (ต่อ)

5) **ระยะเวลาที่กระแสไฟไหลผ่านร่างกาย** เนื่องจากผู้ที่ถูกกระแสไฟฟ้าผ่านร่างกายมักจะหมดความสามารถบังคับควบคุมตัวเองให้หลุดพ้นจากไฟฟ้าได้จึงถูกกระแสไฟฟ้าไหลผ่านร่างกายเป็นเวลานาน ดังนั้นถ้าไม่มีบุคคลอื่นช่วยเหลือได้ทันทั่วทั้งที่ก็อาจได้รับอันตรายถึงแก่ชีวิตได้

6) **อวัยวะที่สำคัญของร่างกายที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน** กระแสไฟฟ้าสามารถผ่านอวัยวะของร่างกายได้ทุกส่วน เส้นทางที่การไหลของกระแสไฟฟ้าจะผ่านอวัยวะของร่างกายแตกต่างกันออกไปซึ่งโอกาสที่ทำให้เสียชีวิตได้มากที่สุดคือ การไหลของกระแสไฟฟ้าผ่านกล้ามเนื้อทรวงอก หัวใจ และศีรษะ สำหรับอวัยวะส่วนอื่น ๆ ถ้ากระแสไฟฟ้าไหลผ่านนานเกินไปจะทำลายอวัยวะส่วนนั้น กล้ามเนื้อจะเกร็ง ไหม้ โลหิตจะเปลี่ยนสภาพไปจนใช้ไม่ได้ อวัยวะส่วนนั้นจะกลายเป็นสีดำและในที่สุดก็อาจต้องตัดทิ้งไป

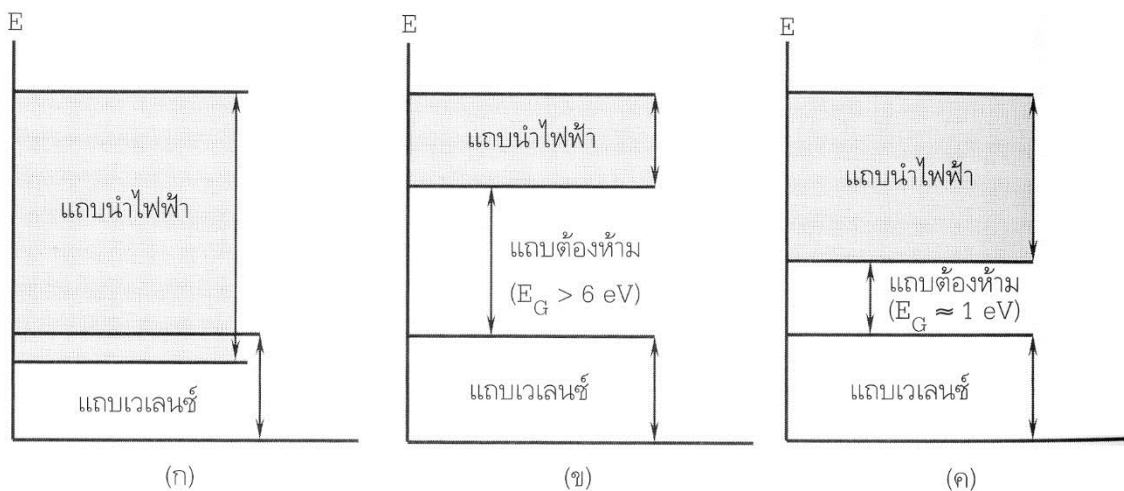
โสตทัศน์ # 5.1 ทฤษฎีแถบพลังงาน

ทฤษฎีแถบพลังงานใช้อธิบายสมบัติด้านการนำไฟฟ้าของสารที่เป็นของแข็ง แถบพลังงานของระบบอะตอมของของแข็งประกอบด้วยแถบเวเลนซ์ แถบนำไฟฟ้า และแถบต้องห้ามหรือช่องว่างพลังงาน

โดยสสารแบ่งตามสมบัติในการนำไฟฟ้าเป็น 3 ชนิด คือ

- ตัวนำเป็นสารที่นำไฟฟ้าได้ดี (มีค่าสภาพความต้านทานไฟฟ้าตั้งแต่ประมาณ $10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$ ลงมา)
- ฉนวนเป็นสารที่นำไฟฟ้าไม่ได้หรือนำไฟฟ้าได้น้อยมากในภาวะปกติ (มีค่าสภาพความต้านทานไฟฟ้าตั้งแต่ประมาณ $10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ ขึ้นไป)
- สารกึ่งตัวนำมีสมบัติในการนำไฟฟ้าดีกว่าฉนวนแต่ไม่ดีเท่าตัวนำ (มีค่าสภาพความต้านทานไฟฟ้าอยู่ระหว่างประมาณ $10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$ ถึง $10^8 \Omega \cdot \text{cm}$)

การที่ตัวนำ ฉนวน และสารกึ่งตัวนำ มีสมบัติในการนำไฟฟ้าแตกต่างกัน เนื่องจากมีระบบอะตอมและลักษณะของแถบพลังงานของระบบอะตอมแตกต่างกัน โดยลักษณะของแถบพลังงานของตัวนำ ฉนวน และสารกึ่งตัวนำ พิจารณาได้จากภาพ



ภาพ ลักษณะของแถบพลังงาน(ก) ตัวนำ (ข)ฉนวน (ค) สารกึ่งตัวนำ

โสตทัศน์ # 5.2 สารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์

สารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ สารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ที่เป็นธาตุและเป็นที่รู้จักกันดี คือ ซิลิคอน (silicon; Si) และ เจอร์เมเนียม (germanium; Ge) ซึ่งมีเลขเชิงอะตอมเป็น 14 และ 32 ตามลำดับ ทำให้อะตอมของซิลิคอนและเจอร์เมเนียมมีอิเล็กตรอนในวงโคจรวงนอกสุดหรือเวเลนซ์อิเล็กตรอน 4 ตัว เท่ากัน

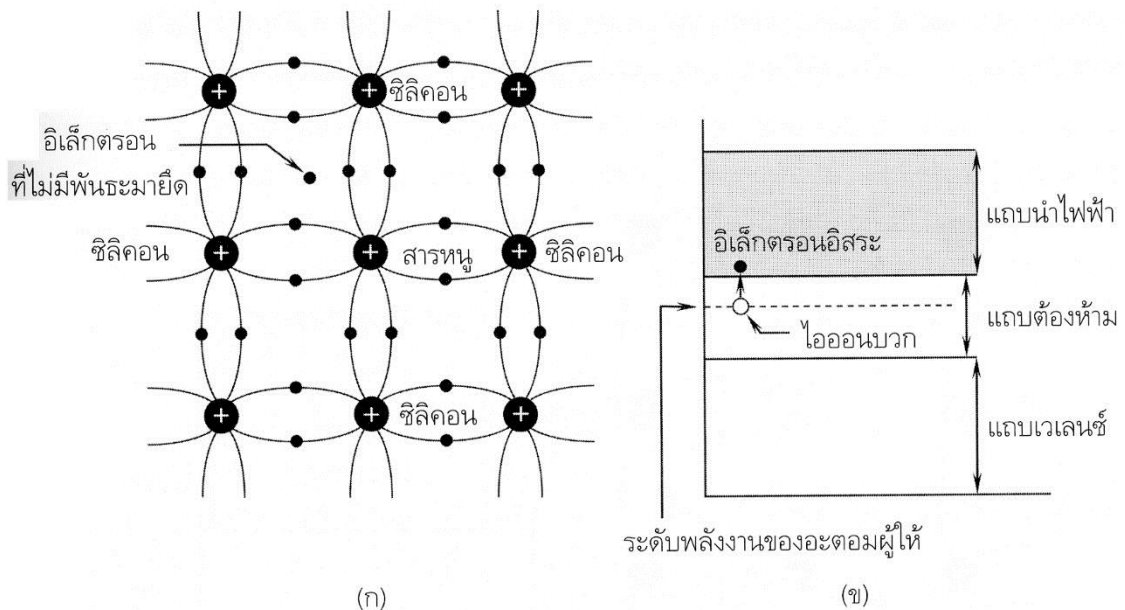
โสตทัศน์ # 5.3 สารกึ่งตัวนำเจือปน

เนื่องจากสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์มีสภาพนำไฟฟ้าค่อนข้างต่ำ แต่อาจทำให้สภาพนำไฟฟ้าของสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์สูงขึ้นได้โดยการเติมสารเจือปนบางอย่างที่เหมาะสมลงไป สารเจือปนที่นิยมใช้กันคือ

- ธาตุที่มีเวเลนซ์อิเล็กตรอน 5 ตัว บางธาตุ เช่น พลวง (Sb) สารหนู (As) และฟอสฟอรัส (P)
- ธาตุที่มีเวเลนซ์อิเล็กตรอน 3 ตัว บางธาตุ เช่น อะลูมิเนียม (Al) โบรอน (B) และอินเดียม (In)

โสตทัศน์ # 5.4 สารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น

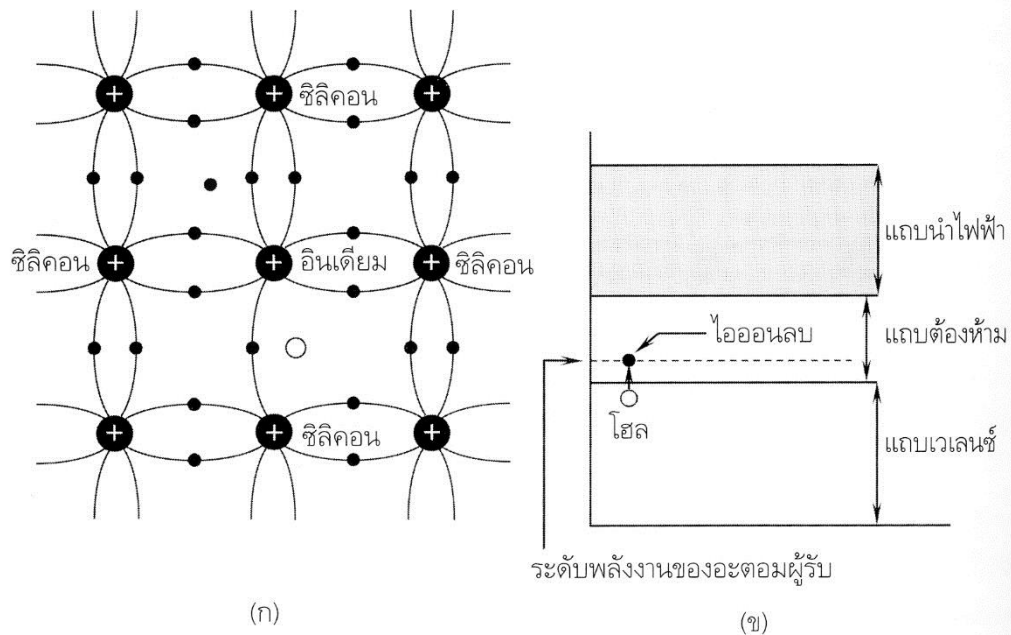
เมื่อเติมสารเจือปนที่มีเวเลนซ์อิเล็กตรอน 5 ตัว ลงไปในสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ จำนวนอิเล็กตรอนอิสระในระบบอะตอมของสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์จะเพิ่มขึ้น จึงเรียกสารเจือปนประเภทนี้ว่า **สารเจือปนผู้ให้** (donor impurity) และเรียกสารกึ่งตัวนำที่เติมสารเจือปนประเภทนี้ว่า **สารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น** (N-type semiconductor) ดังภาพ



ภาพระบบอะตอมและแผนภาพพลังงานของสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น

โสตทัศน์ # 5.5 สารกึ่งตัวนำชนิดพี

เมื่อเติมสารเจือปนที่มีเวเลนซ์อิเล็กตรอน 3 ตัว ลงไปในสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ จำนวนโฮลในระบบอะตอมของสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์จะเพิ่มขึ้น เนื่องจากโฮลรับอิเล็กตรอนอิสระเข้าไปแทนที่ได้ จึงเรียกสารเจือปนประเภทนี้ว่า สารเจือปนผู้รับ (acceptor impurity) และเรียกสารกึ่งตัวนำที่เติมสารเจือปนประเภทนี้ว่า สารกึ่งตัวนำชนิดพี (P-type semiconductor) ดังภาพ



ภาพระบบอะตอมและแผนภาพพลังงานของสารกึ่งตัวนำชนิดพี

โสตทัศน์ # 5.6 กระแสไฟฟ้าในสารกึ่งตัวนำ

กระแสไฟฟ้าที่เกิดจากการไหลเคลื่อนของพาหะนำประจุ เรียกว่า กระแสการนำ ส่วนกระแสไฟฟ้าที่เกิดจากการแพร่ของพาหะนำประจุ เรียกว่า กระแสการแพร่ ในโลหะจึงมีเพียงกระแสการนำเท่านั้น แต่ในสารกึ่งตัวนำจะมีทั้งกระแสการนำและกระแสการพา

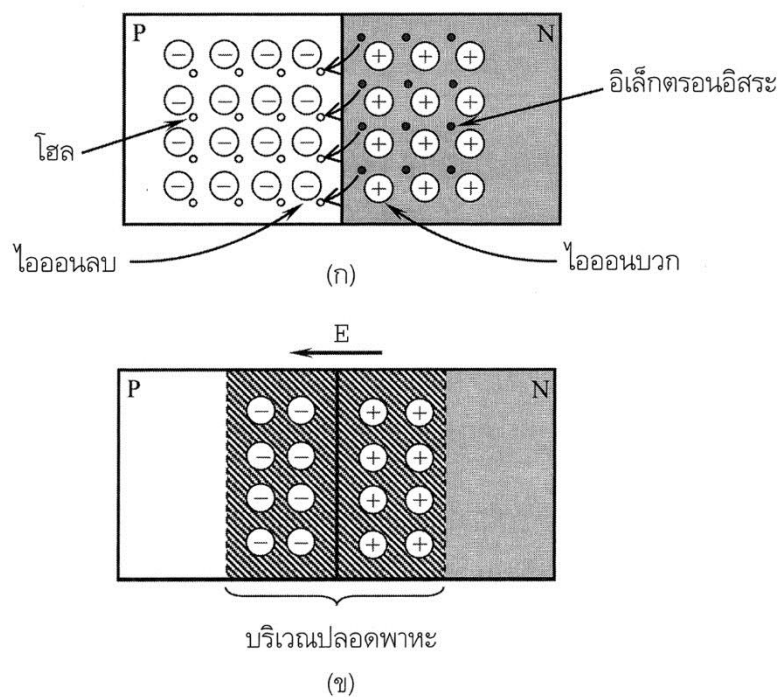
โลหะมีเพียงอิเล็กตรอนอิสระเป็นพาหะนำประจุ โลหะจึงเป็นสารนำไฟฟ้าได้ชนิดพาหะเดียว แต่สารกึ่งตัวนำมีพาหะนำประจุอยู่ 2 ชนิด คือ อิเล็กตรอนอิสระและโฮล สารกึ่งตัวนำจึงเป็นสารที่นำไฟฟ้าได้ชนิดพาหะคู่

โสตทัศน์ # 5.7 การสร้างรอยต่อพีเอ็น

รอยต่อพีเอ็นเป็นรอยต่อระหว่างสารกึ่งตัวนำชนิดพีกับสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น รอยต่อพีเอ็นเกิดจากการสร้างชั้นของสารกึ่งตัวนำชนิดพีสลับกับชั้นของสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็นในแผ่นผลึกสารกึ่งตัวนำ โดยกรรมวิธีในการสร้างรอยต่อพีเอ็นมีหลายแบบที่สำคัญ

- การปลูกผลึก (growing)
- การหลอมเชื่อม (alloying)
- การแพร่ซึม (diffusing)
- การปลูกชั้นผลึก (epitaxial growth)

โสตทัศน์ # 5.8 สมบัติของรอยต่อพีเอ็น

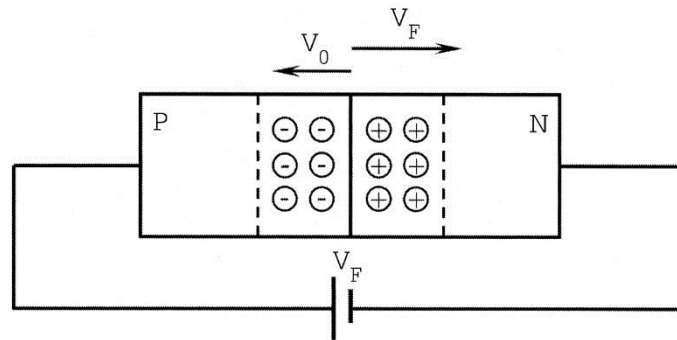


ภาพรอยต่อพีเอ็นในภาวะสมดุล

โสตทัศน์ # 5.9 การจ่ายแรงดันไฟฟ้าผ่านรอยต่อพีเอ็น

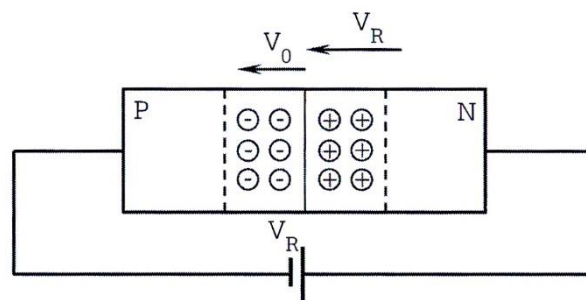
การจ่ายแรงดันไฟฟ้าผ่านรอยต่อพีเอ็นนี้ เรียกว่า การไบแอส โดยการไบแอสมี 2 แบบ คือ

- การไบแอสไปหน้า (forward bias) ดังภาพ



ภาพการให้แรงดันไบแอสไปหน้ากับรอยต่อพีเอ็น

- การไบแอสย้อนกลับ (reverse bias)) ดังภาพ



ภาพการให้แรงดันไบแอสย้อนกลับกับรอยต่อพีเอ็น

โสตทัศน์ # 5.10 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบพาสซีฟ

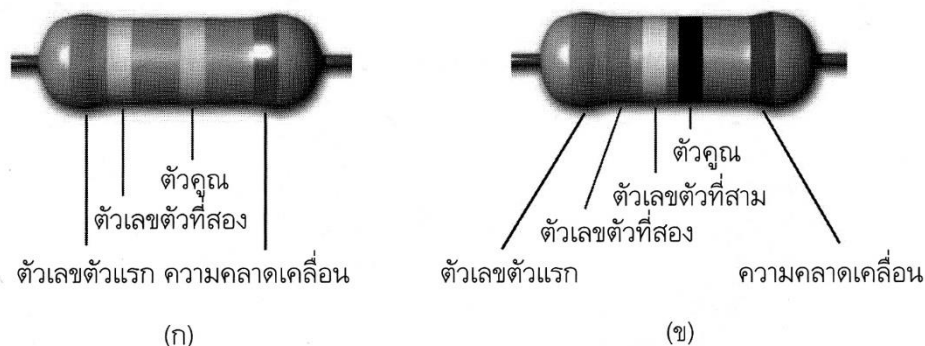
อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบพาสซีฟเป็นอุปกรณ์ที่ทำงานได้โดยไม่ต้องใช้ไฟเลี้ยง ไม่ต้องกำหนดจุดทำงาน ไม่มีสมบัติขยายแรงดันหรือกระแส อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบพาสซีฟที่สำคัญคือตัวต้านทาน ตัวเหนี่ยวนำ และตัวเก็บประจุ

โสตทัศน # 5.11 ตัวต้านทาน

- ตัวต้านทานทำหน้าที่จำกัดปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านวงจรและทำให้เกิดความต่างศักย์ระหว่าง 2 จุด ใด ๆ ในวงจร เป็นหน้าที่หลัก
- สมบัติในการจำกัดปริมาณกระแสไฟฟ้าในวงจรของตัวต้านทาน เรียกว่า ความต้านทาน ซึ่งมีหน่วยเป็นโอห์ม (ohm; Ω) กิโลโอห์ม (k Ω) และเมกะโอห์ม (M Ω) โดย $1 \text{ k}\Omega = 10^3 \Omega$ และ $1 \text{ M}\Omega = 10^6 \Omega$

ตัวต้านทานแบ่งตามการใช้งานออกเป็น 5 แบบ คือ ตัวต้านทานแบบคงที่ ตัวต้านทานแบบแบ่งค่าได้ ตัวต้านทานแบบเปลี่ยนค่าได้ ตัวต้านทานแบบปรับค่าได้ และตัวต้านทานแบบพิเศษ

ในที่นี้ขอกล่าวถึงเฉพาะ ตัวต้านทานแบบค่าคงที่ (fixed resistor) ดังภาพ



ภาพถ่ายตัวต้านทานแบบค่าคงที่

รายละเอียดการอ่านค่าแถบสีศึกษาจากตารางที่ 5.1 ในเอกสารการสอนชุดวิชา

สัญลักษณ์แทนตัวต้านทานแบบค่าคงที่ (ในวงจรไฟฟ้า) ดังภาพ



ภาพสัญลักษณ์แทนตัวต้านทานแบบค่าคงที่ในวงจรไฟฟ้า

ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ตกคร่อมตัวต้านทาน (V) กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน ตัวต้านทาน (I) และความต้านทานของตัวต้านทาน (R) เป็นตามสมการ

$$V = IR$$

โสตทัศน # 5.12 ตัวเหนี่ยวนำ

ตัวเหนี่ยวนำทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กและด้านการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้า โดยอาศัยผลจากการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งเป็นที่มาของชื่อเรียกอุปกรณ์นี้

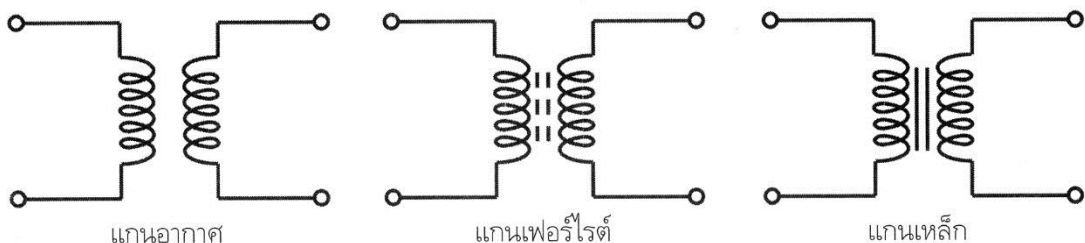
ตัวเหนี่ยวนำแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ใหญ่ ๆ คือ **โช้กหรือคอยล์** (choke or coil) และ **หม้อแปลง** (transformer)

● **โช้กหรือคอยล์** เป็นขดลวดเดี่ยว ประกอบด้วยลวดทองแดงเคลือบน้ำยาฉนวนพันเป็นขดลวดอยู่บนแกนหรือฐานรองต่าง ๆ การเรียกชื่อตัวเหนี่ยวนำชนิดนี้เรียกตามชื่อของแกนที่ทำเป็นฐานขดลวด ได้แก่ ตัวเหนี่ยวนำแกนอากาศ (air core inductor) ตัวเหนี่ยวนำแกนผงเหล็ก (powdered- iron core inductor) ตัวเหนี่ยวนำแกนเฟอร์ไรต์ (ferrite core inductor) ตัวเหนี่ยวนำแกนทอรอยด์ (toroidal core inductor) ตัวเหนี่ยวนำแกนเหล็กแผ่น (laminated-iron core inductor) สัญลักษณ์แทนโช้กแกนอากาศ แกนเหล็ก และแกนเฟอร์ไรต์ ดังภาพ



ภาพ สัญลักษณ์แทนโช้กแกนอากาศ แกนเหล็ก และแกนเฟอร์ไรต์

● **หม้อแปลง** มีขดลวดพันรอบแกนมากกว่า 1 ขด อาจเป็น 2 ขด หรือ 3 ขด หรือ 4 ขด ขดลวดเหล่านี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนทางเข้ากับส่วนทางออก โดยขดลวดทั้งสองส่วนนี้ไม่ได้ต่อกันเป็นวงจรไฟฟ้าเดียวกันขดลวดส่วนทางเข้าเรียกว่า **ขดลวดปฐมภูมิ** ส่วนขดลวดส่วนทางออกเรียกว่า **ขดลวดทุติยภูมิ** การเรียกชื่อหม้อแปลงจะเรียกตามชื่อของวัสดุที่ใช้ทำแกนเช่นเดียวกับโช้ก คือ หม้อแปลงแกนอากาศ (air-core transformer) หม้อแปลงแกนเฟอร์ไรต์ (ferrite-core transformer) และหม้อแปลงแกนเหล็ก (iron-core transformer) สัญลักษณ์แทนหม้อแปลงไฟฟ้าเป็นดังภาพ



ภาพ สัญลักษณ์แทนหม้อแปลงไฟฟ้า

โสตทัศน # 5.13 ตัวเก็บประจุ

ตัวเก็บประจุเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เก็บประจุเมื่อต่อเข้ากับแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าและคายประจุให้กับ

วงจรไฟฟ้าเมื่อแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าหยุดทำงาน

ตัวเก็บประจุมีหลายชนิดและหลายขนาด (ค่าความจุไฟฟ้าต่าง ๆ กัน) แต่ละชนิดเหมาะกับงานที่แตกต่างกันตัวเก็บประจุอาจแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

- ตัวเก็บประจุแบบค่าคงที่ (fixed capacitor) สัญลักษณ์ดังภาพ

ภาพสัญลักษณ์แทนตัวเก็บประจุแบบค่าคงที่

- ตัวเก็บประจุแบบเปลี่ยนค่าได้ (variable capacitor) สัญลักษณ์ ดังภาพ

ภาพสัญลักษณ์แทนตัวเก็บประจุแบบเปลี่ยนค่าได้

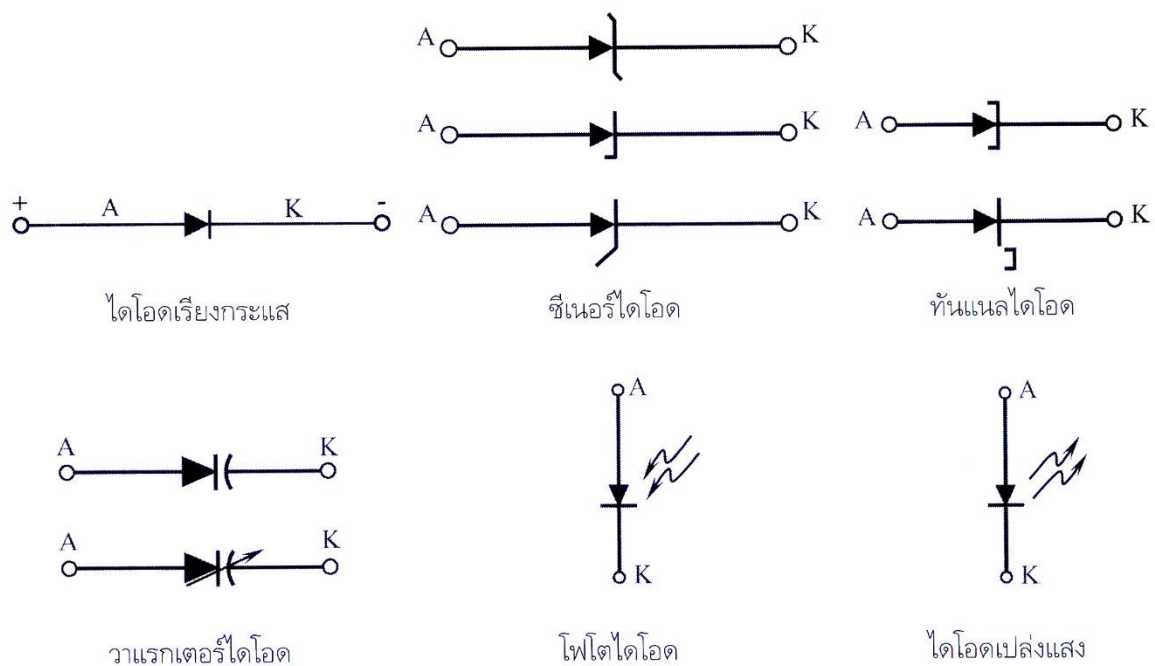
โสตทัศน # 5.14 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบแอคทีฟ

อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบแอคทีฟเป็นอุปกรณ์ที่ต้องใช้ไฟเลี้ยงและได้รับการไบแอสที่ถูกต้องและเหมาะสม จึงจะทำงานได้ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบแอคทีฟที่สำคัญคือ ไดโอด ทรานซิสเตอร์ และไอซี

โสตทัศน์ # 5.15 ไดโอด

ไดโอดเป็นอุปกรณ์ที่มี 2 ขั้ว ซึ่งมีทั้งแบบหลอดสุญญากาศและแบบสารกึ่งตัวนำ ปัจจุบันไดโอดสารกึ่งตัวนำได้เข้ามาแทนที่หลอดไดโอดอย่างสมบูรณ์แล้ว

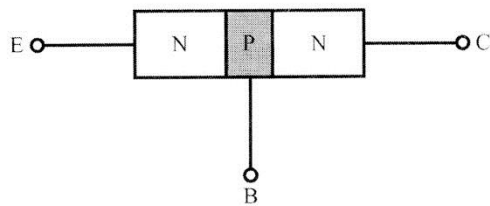
ไดโอดสารกึ่งตัวนำสร้างจากสารกึ่งตัวนำที่มีรอยต่อพีเอ็นเพียงรอยต่อเดียว ไดโอดมีหลายชนิด ไดโอดแต่ละชนิดมีลักษณะพิเศษต่าง ๆ ในการนำกระแส จึงนำไปใช้ในงานเฉพาะทางต่าง ๆ กัน ไดโอดที่ผลิตขึ้นใช้งานเฉพาะทางจะมีชื่อเรียกต่างกันไปตามหน้าที่และปรากฏการณ์ภายในตัวไดโอดชนิดนั้น ได้แก่ ไดโอดเรียงกระแส ซีเนอร์ไดโอด ทันแนลไดโอด วาเรกเตอร์ไดโอด โฟโตไดโอด และไดโอดเปล่งแสง สัญลักษณ์แทนไดโอดชนิดต่าง ๆ ในวงจรไฟฟ้า ดังภาพ



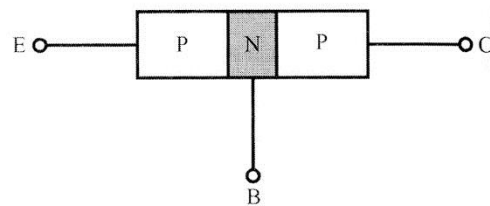
ภาพสัญลักษณ์แทนไดโอดชนิดต่าง ๆ ในวงจรไฟฟ้า

โสตทัศน์ # 5.16 ทรานซิสเตอร์

ทรานซิสเตอร์สร้างจากสารกึ่งตัวนำที่มีรอยต่อพีเอ็น 2 รอยต่อ ทรานซิสเตอร์แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ ทรานซิสเตอร์ชนิดเอ็นพีเอ็น (NPN transistor) และทรานซิสเตอร์ชนิดพีเอ็นพี (PNP transistor) โครงสร้าง และสัญลักษณ์ของทรานซิสเตอร์ดังภาพ

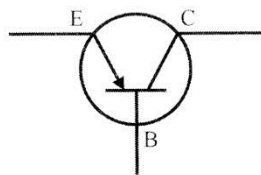


ทรานซิสเตอร์ชนิดเอ็นพีเอ็น

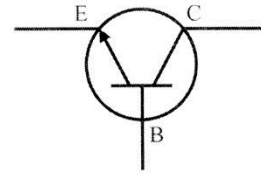


ทรานซิสเตอร์ชนิดพีเอ็นพี

(ก) โครงสร้างของทรานซิสเตอร์



ทรานซิสเตอร์ชนิดเอ็นพีเอ็น



ทรานซิสเตอร์ชนิดพีเอ็นพี

(ข) สัญลักษณ์ของทรานซิสเตอร์

ภาพ โครงสร้างและสัญลักษณ์ของทรานซิสเตอร์

สภาวะการทำงานของทรานซิสเตอร์ได้ 3 สภาวะ ซึ่งเรียกว่า ย่านหยุดทำงาน (cutoff region) ย่านอิ่มตัว (saturation region) และย่านทำงาน (active region)

สรุปได้ว่า ถ้าต้องการให้ทรานซิสเตอร์ทำงานเหมือนเป็นสวิตช์เปิด-ปิดวงจรต้องจัดให้ ทรานซิสเตอร์ทำงานอยู่ระหว่างย่านหยุดทำงานกับย่านอิ่มตัวแต่ถ้าต้องการให้ทรานซิสเตอร์ทำงานเป็น อุปกรณ์ขยายสัญญาณต้องจัดให้ทรานซิสเตอร์ทำงานอยู่ในย่านทำงาน แต่ย่านทำงานค่อนข้างกว้างจึงต้อง กำหนดจุดทำงาน (ค่าแรงดันและกระแส) ให้เหมาะสมซึ่งกำหนดได้ด้วยแรงดันไบแอสที่ให้กับ ทรานซิสเตอร์จากลักษณะสมบัติแรงดัน-กระแสทางด้านออก จุดทำงานที่เหมาะสมควรมีค่าแรงดันและ กระแสอยู่ในช่วงกลางๆ ทั้งนี้เพื่อให้เกิดเสถียรภาพในการทำงานขยายสัญญาณของทรานซิสเตอร์

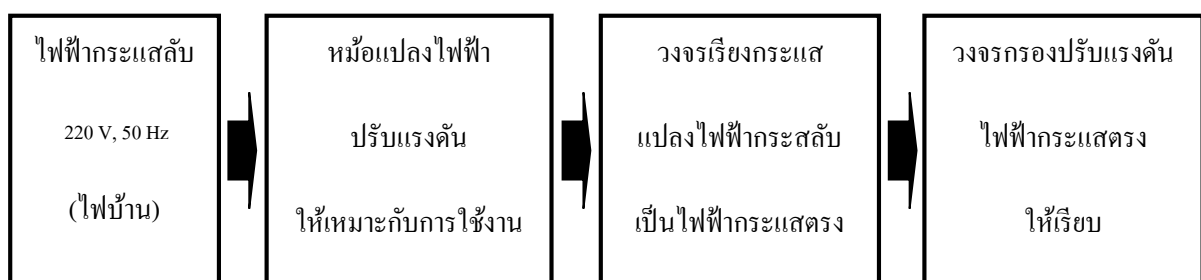
โสตทัศน์ # 5.17 ไอซี

ไอซี (IC) เป็นชื่อย่อของวงจรรวมหรือวงจรประมวล (integrated circuit) ประกอบขึ้นจากแท่งผลึกซิลิคอนขนาดโดยทั่วไปประมาณ 50 มิล $\times$ 50 มิล (มิลเป็นหน่วยที่ใช้ในหมู่ช่างเทคนิค โดย 1 มิล มีค่าเท่ากับ 1/1000 นิ้ว) โดยบรรจุอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทั้งแบบแอคทีฟและแบบพาสซีฟลงไปในแท่งผลึกซิลิคอนแล้วต่อถึงกันตามต้องการ อุปกรณ์แบบแอคทีฟที่บรรจุลงไปในแท่งผลึกซิลิคอนคือ ไดโอด ทรานซิสเตอร์ มอสเฟต เป็นต้น ส่วนอุปกรณ์แบบพาสซีฟที่บรรจุลงไปในแท่งผลึกซิลิคอนคือ ตัวต้านทานและตัวเก็บประจุเป็นส่วนใหญ่ ตัวเหนี่ยวนำซึ่งเป็นอุปกรณ์แบบพาสซีฟอีกอย่างหนึ่งไม่ค่อยทำในไอซีเพราะทำได้ยากมาก

ไอซีแยกออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ ไอซีอนาล็อก (analog integrated circuit) กับ ไอซีดิจิทัล (digital integrated circuit)

- ไอซีอนาล็อก มีลักษณะการทำงานเป็นช่วงต่อเนื่อง ตัวอย่างของไอซีอนาล็อก ได้แก่ ออปแอมป์ วงจรขยาย วงจรควบคุม วงจรที่ใช้ในวิทยุและโทรทัศน์ เป็นต้น
- ไอซีดิจิทัล มีลักษณะการทำงานอยู่ในสถานะเป็นสวิตช์ คือ เปิดกับปิด จึงเหมาะกับวงจรแสดงผลเป็นตัวเลข เช่น นาฬิกาอิเล็กทรอนิกส์ เครื่องคำนวณ เป็นต้น

โสตทัศน์ # 5.18 หน้าที่ของวงจรเรียงกระแสและวงจรกรอง



ภาพ แผนผังแสดงช่วงต่าง ๆ ของการแปลงไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงที่ราบเรียบ

โสตทัศน์ # 5.19 วงจรเรียงกระแส

วงจรเรียงกระแส (rectifier circuit) เป็นวงจรที่ใช้แปลงไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง มีไดโอดเป็นส่วนประกอบสำคัญ วงจรเรียงกระแสมี 2 แบบ คือ

- วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น (half wave rectifier) ประกอบด้วยไดโอดเพียงตัวเดียวต่ออนุกรมกับตัวต้านทานและต่อเข้ากับหม้อแปลงที่ต่อกับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ
- วงจรเรียงกระแสแบบ เต็มคลื่น (full wave rectifier) มี 2 แบบ คือ
 - วงจรเรียงกระแสแบบมีแท็ปกลาง ซึ่งใช้หม้อแปลงที่มีแท็ปกลางร่วมกับไดโอด 2 ตัว กับ
 - วงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ (bridge rectifier) ซึ่งใช้หม้อแปลงที่ไม่ต้องมีแท็ปกลาง ร่วมกับไดโอด 4 ตัว ที่ต่อกันในรูปของบริดจ์

โสตทัศน์ # 5.20 วงจรกรอง

วงจรกรองใช้ลดระลอกคลื่นของแรงดัน (หรือกระแส) ไฟตรงที่ได้จากวงจรเรียงกระแส เพื่อให้ได้แรงดัน (หรือกระแส) ไฟตรงที่ราบเรียบขึ้น

ส่วนประกอบสำคัญในวงจรกรอง คือ ตัวเก็บประจุและ/หรือตัวเหนี่ยวนำ การใช้งานวงจรกรองทำได้โดยต่อตัวเก็บประจุและ/หรือตัวเหนี่ยวนำแทรกเข้าไประหว่างโหลดของวงจรเรียงกระแส

ประเภทของวงจรกรอง

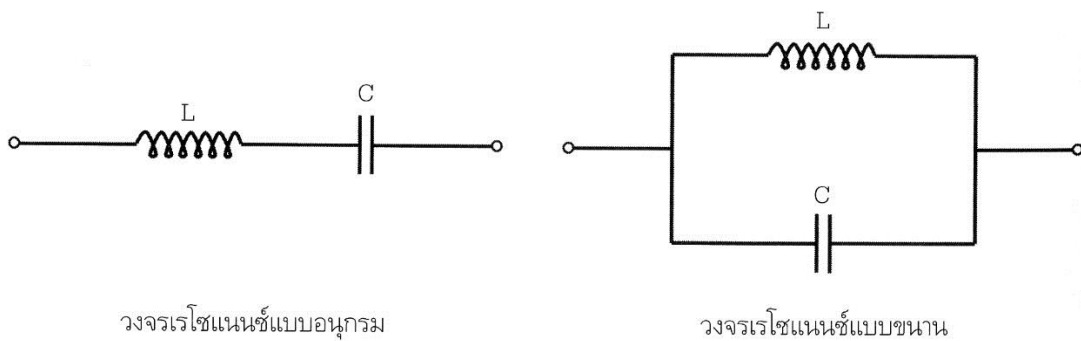
- วงจรกรองแบบตัวเก็บประจุอาศัยหลักการเก็บและคายประจุของตัวเก็บประจุมาทำให้แรงดันที่ได้จากวงจรเรียงกระแสราบเรียบขึ้น การกรองแรงดันด้วยตัวเก็บประจุทำได้โดยการต่อตัวเก็บประจุแบบขนานกับโหลด R ในวงจรเรียงกระแส
- วงจรกรองแบบตัวเหนี่ยวนำอาศัยสมบัติการต้านการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้าของตัวเหนี่ยวนำในวงจรที่มีตัวเหนี่ยวนำต่ออยู่มาทำให้แรงดันหรือกระแสที่ได้จากวงจรเรียงกระแสราบเรียบขึ้น การกรองแรงดันด้วย ตัวเหนี่ยวนำทำได้โดยการต่อตัวเหนี่ยวนำแบบอนุกรมกับโหลด R
- วงจรกรองแบบภาคส่วนแอลมีตัวเก็บประจุและตัวเหนี่ยวนำต่อกันเป็นรูปตัวอักษรแอล แทรกอยู่ระหว่างโหลด R ของวงจรเรียงกระแส
- วงจรกรองแบบภาคส่วนพายมีตัวเก็บประจุ 2 ตัว ต่อกับตัวเหนี่ยวนำเป็นรูปตัวอักษรพาย แทรกอยู่ระหว่างโหลด R ของวงจรเรียงกระแส

โสตทัศน # 5.21 วงจรในการสื่อสารทางวิทยุและโทรทัศน์

วงจรเรโซแนนซ์ วงจรขยาย และวงจรออสซิลเลเตอร์ เป็นวงจรพื้นฐานของเครื่องส่งและเครื่องรับ (วิทยุและโทรทัศน์) โดยวงจรออสซิลเลเตอร์ทำหน้าที่ผลิตคลื่นพาห์เพื่อใช้เป็นสื่อกลางในการส่งข้อมูลข่าวสาร (เครื่องส่ง) วงจรเรโซแนนซ์ทำหน้าที่เลือกสัญญาณที่มีความถี่ที่ต้องการ (เครื่องรับ) วงจรขยายทำหน้าที่เพิ่มขนาดของสัญญาณ (เครื่องรับและเครื่องส่ง) การสื่อสารทางวิทยุและโทรทัศน์เกิดขึ้นได้จากการทำงานของวงจรทั้งสาม

โสตทัศน # 5.22 วงจรเรโซแนนซ์

วงจรเรโซแนนซ์มีตัวเก็บประจุและตัวเหนี่ยวนำเป็นส่วนประกอบสำคัญ โดยนำตัวเก็บประจุและตัวเหนี่ยวนำมาต่อกันแบบอนุกรมหรือแบบขนาน ดังภาพ

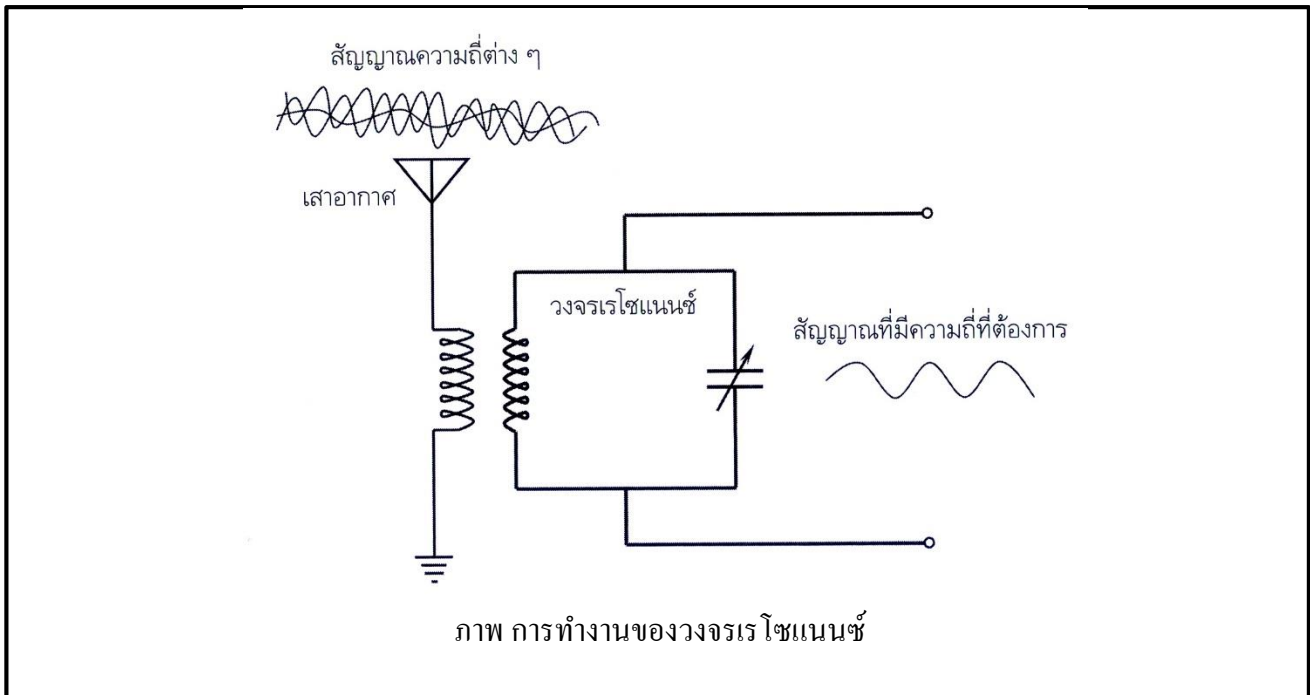


ส่วนประกอบสำคัญของวงจรเรโซแนนซ์

วงจรเรโซแนนซ์เป็นวงจรพื้นฐานของเครื่องส่งและเครื่องรับ การสื่อสารทางวิทยุโทรทัศน์จะเกิดขึ้นไม่ได้ถ้าไม่มีวงจรเรโซแนนซ์

เสาอากาศที่ติดตั้งเพื่อรับสัญญาณวิทยุ/โทรทัศน์ที่แพร่จากสถานีส่งต่าง ๆ นอกจากจะรับสัญญาณจากสถานีส่งในรัศมี 150 กิโลเมตร แล้ว ยังมีสัญญาณจากแหล่งอื่น ๆ ที่สะท้อนมารบกวน เช่น สัญญาณข้อมูลจากเรดาร์และดาวเทียม สัญญาณวิทยุ/โทรทัศน์ทุกความถี่จะเหนี่ยวนำเสาอากาศทำให้เกิดสัญญาณไฟฟ้าที่มีความถี่ต่าง ๆ ผสมกันมากมายหลายค่า วงจรเรโซแนนซ์ในเครื่องรับวิทยุ/โทรทัศน์จะทำหน้าที่เลือกสัญญาณที่มีความถี่ที่ต้องการออกจากสัญญาณที่ไม่เป็นระเบียบและกั้นสัญญาณที่ไม่ต้องการออกไป ทำให้สามารถรับฟัง/ชมการแพร่สัญญาณจากสถานีส่งที่ต้องการได้ ดังภาพ

โสตทัศน # 5.22 วงจรเรโซแนนซ์



โสตทัศน # 5.23 วงจรขยาย

วงจรขยายทำหน้าที่ยกกระดับหรือเพิ่มขนาดของสัญญาณโดยไม่เปลี่ยนแปลงรูปร่างของสัญญาณ กล่าวคือ สัญญาณออกที่ส่งออกทางด้านออกหรือเอาต์พุต (output) ของวงจรขยายจะมีรูปร่างเหมือนกับสัญญาณเข้าที่เข้ามาทางด้านเข้าหรืออินพุต (input) ของวงจรขยายทุกประการ เพียงแต่ว่าขนาดของสัญญาณโตกว่าเท่านั้นดังภาพ



ภาพ หน้าที่ของวงจรขยาย

ความซับซ้อนและชนิดของวงจรขยายขึ้นอยู่กับชนิดของสัญญาณที่ต้องการขยายและสิ่งที่ต้องการขยาย วงจรขยายมีหลายชนิด เช่น วงจรขยายแรงดัน วงจรขยายกระแส วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้า กระแสตรง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับ เป็นต้น อย่างไรก็ตาม วงจรขยายต้องมีลักษณะร่วมกันดังนี้

- ต้องมีทรานซิสเตอร์เป็นส่วนประกอบอย่างน้อย 1 ตัว
- ต้องมีไฟฟ้ากระแสตรงเลี้ยงวงจร
- การทำงานของวงจรกำหนดได้ด้วยอัตราขยาย อินพุตอิมพีแดนซ์ เอาต์พุตอิมพีแดนซ์ และการตอบสนองความถี่

โสตทัศน # 5.24 วงจรออสซิลเลเตอร์

วงจรออสซิลเลเตอร์เป็นวงจรกำเนิดสัญญาณ ทำหน้าที่ผลิตสัญญาณความถี่ต่าง ๆ โดยสัญญาณที่ผลิตจากวงจรออสซิลเลเตอร์ส่วนใหญ่จะเป็นสัญญาณรูปคลื่นไซน์ จึงมักนำวงจรออสซิลเลเตอร์มาใช้งานในวงจรเครื่องส่ง (ผลิตคลื่นพาห์ที่ใช้เป็นสื่อกลางในการส่งข้อมูลข่าวสารในการแพร่สัญญาณของสถานีส่งวิทยุและโทรทัศน์)

วงจรออสซิลเลเตอร์เป็นวงจรขยายชนิดป้อนกลับ (วงจรขยายที่นำสัญญาณด้านนอกป้อนกลับไปยังด้านเข้า ของวงจร) เมื่อป้อนสัญญาณขนาดเล็กเข้ามาทางด้านเข้าของส่วนที่เป็นวงจรขยาย สัญญาณด้านออกที่ได้จะกลับเฟส เมื่อป้อนกลับผ่านส่วนที่เป็นวงจรป้อนกลับไปเสริมกับสัญญาณด้านเข้าของวงจรขยายจะทำให้สัญญาณด้านเข้ามีขนาดใหญ่ขึ้นซึ่งส่งผลให้สัญญาณด้านออกที่ได้มีขนาดใหญ่ขึ้นด้วย เมื่อป้อนกลับมาเสริมอีกครั้งก็จะให้สัญญาณด้านออกที่มีขนาดใหญ่ขึ้นอย่างไม่มีที่สิ้นสุด แต่โดยปกติการเพิ่มขึ้นของสัญญาณจะถูกจำกัดด้วยค่าแรงดันไฟฟ้าค่าหนึ่ง กล่าวคือ เสมือนเป็นการป้อนกลับด้วยแรงดันคงที่ วงจรจึงให้สัญญาณด้านออกได้ที่ระดับแรงดันเสมือนกับคงที่ ซึ่งเป็นลักษณะของการออสซิลเลต

วงจรออสซิลเลเตอร์ทั่วไปมักออสซิลเลตที่ความถี่เดียว (ความถี่ของการออสซิลเลตคำนวณหาได้จากค่าคงตัวของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในวงจร) และเนื่องจากวงจรป้อนกลับที่ป้อนสัญญาณด้านออกกลับมาทางด้านเข้ามักประกอบด้วย ตัวต้านทาน ตัวเหนี่ยวนำ และตัวเก็บประจุ โดยที่ตัวเหนี่ยวนำและตัวเก็บประจุ มีผลต่อเฟสของสัญญาณ ความถี่ของ การออสซิลเลตจึงต้องส่งผลให้เฟสของสัญญาณด้านออกเมื่อป้อนผ่านวงจรป้อนกลับไปทางด้านเข้าไปเสริมกับสัญญาณด้านเข้า เพื่อให้เกิดการออสซิลเลตขึ้น

โสตทัศน # 5.25 วงจรและระบบอิเล็กทรอนิกส์

วงจรอิเล็กทรอนิกส์เป็นวงจรไฟฟ้าที่ประกอบด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบแอคทีฟ (ไดโอด ทรานซิสเตอร์ ไอซี) ต่อร่วมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบพาสซีฟ (ตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ ตัวเหนี่ยวนำ) โดยอุปกรณ์แบบแอคทีฟที่ต่อร่วมกับอุปกรณ์แบบพาสซีฟอาจอยู่ในลักษณะแยกเป็นตัว ๆ เช่นในวงจรเรียงกระแส วงจรกรอง วงจรเรโซแนนซ์ วงจรขยายแบบใช้ทรานซิสเตอร์ และวงจรออสซิลเลเตอร์ หรือรวมกันอยู่แบบวงจรรวม (ไอซี) เช่นในวงจรขยายแบบใช้ออปแอมป์ และวงจรอิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ ที่มีไอซีเป็นส่วนประกอบ

วงจรอิเล็กทรอนิกส์แบ่งตามลักษณะของสัญญาณในวงจรเป็น 2 ประเภท คือ

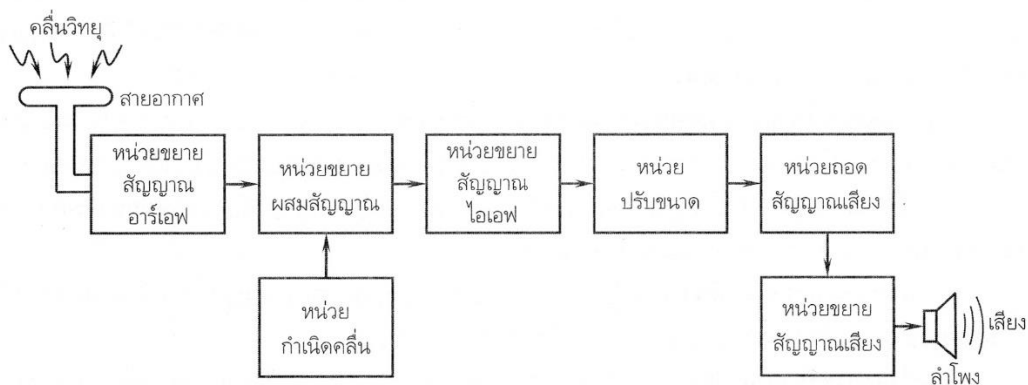
- วงจรอนาล็อก ได้แก่ วงจรขยาย วงจรบวก/ลบสัญญาณ วงจรกรองสัญญาณอนาล็อก วงจรมอดูเลต/ดีมอดูเลต วงจรขับเคลื่อน วงจรแปลงอนาล็อกเป็นดิจิทัลและวงจรแปลงดิจิทัลเป็นอนาล็อก เป็นต้น
- วงจรดิจิทัล ได้แก่ ฟลิปฟลอป วงจรตรรกะแบบจัดหมู่ (combinational logic) (เช่น ดิจิตอลเกตแบบน็อต แอนด์ นอร์ (NOT, NAND, NOR) วงจรตรรกะแบบพลวัต (dynamic logic) หน่วยความจำ (memory) และวงจรกรองสัญญาณดิจิทัล

วงจรอิเล็กทรอนิกส์เหล่านี้สร้างขึ้นจากการเชื่อมต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ บนแผงวงจรพิมพ์ (printed circuit board; PCB)

เมื่อต่อเชื่อมโยงวงจรอิเล็กทรอนิกส์หลาย ๆ วงจรบนแผงวงจรพิมพ์เข้าด้วยกันเป็นระบบ ผลจากการทำงานประสานกันของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ในระบบทำให้ทำงานที่ซับซ้อนได้ ดังจะเห็นได้จากการทำงานของระบบอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ในชีวิตประจำวันและเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ทางการแพทย์

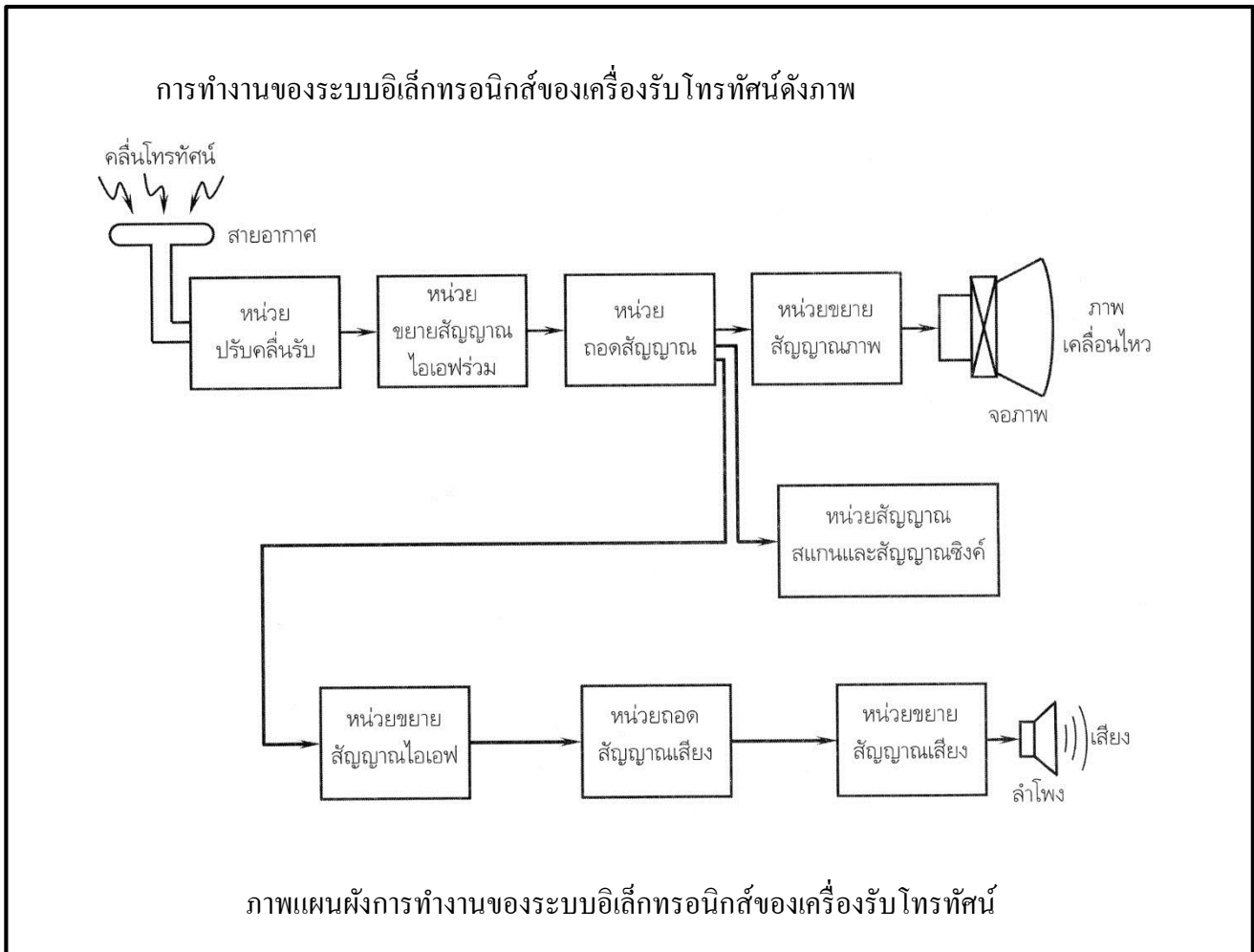
โสตทัศน # 5.26 การทำงานของระบบอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องรับวิทยุระบบเอฟเอ็ม

การทำงานของระบบอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องรับวิทยุระบบเอฟเอ็มดังภาพ

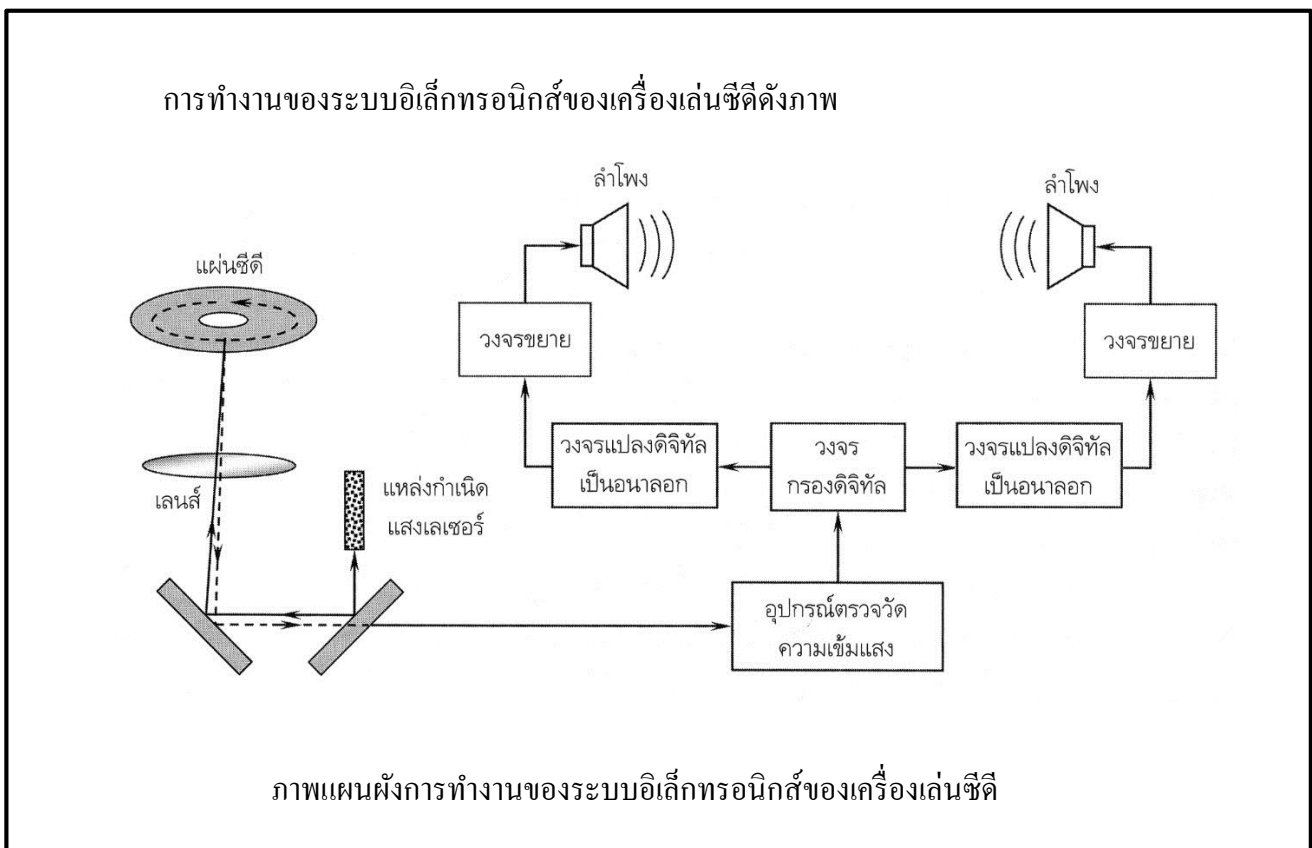


ภาพ แผนผังการทำงานของระบบอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องรับวิทยุระบบเอฟเอ็ม

โสตทัศน # 5.27 การทำงานของระบบอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องรับโทรทัศน์

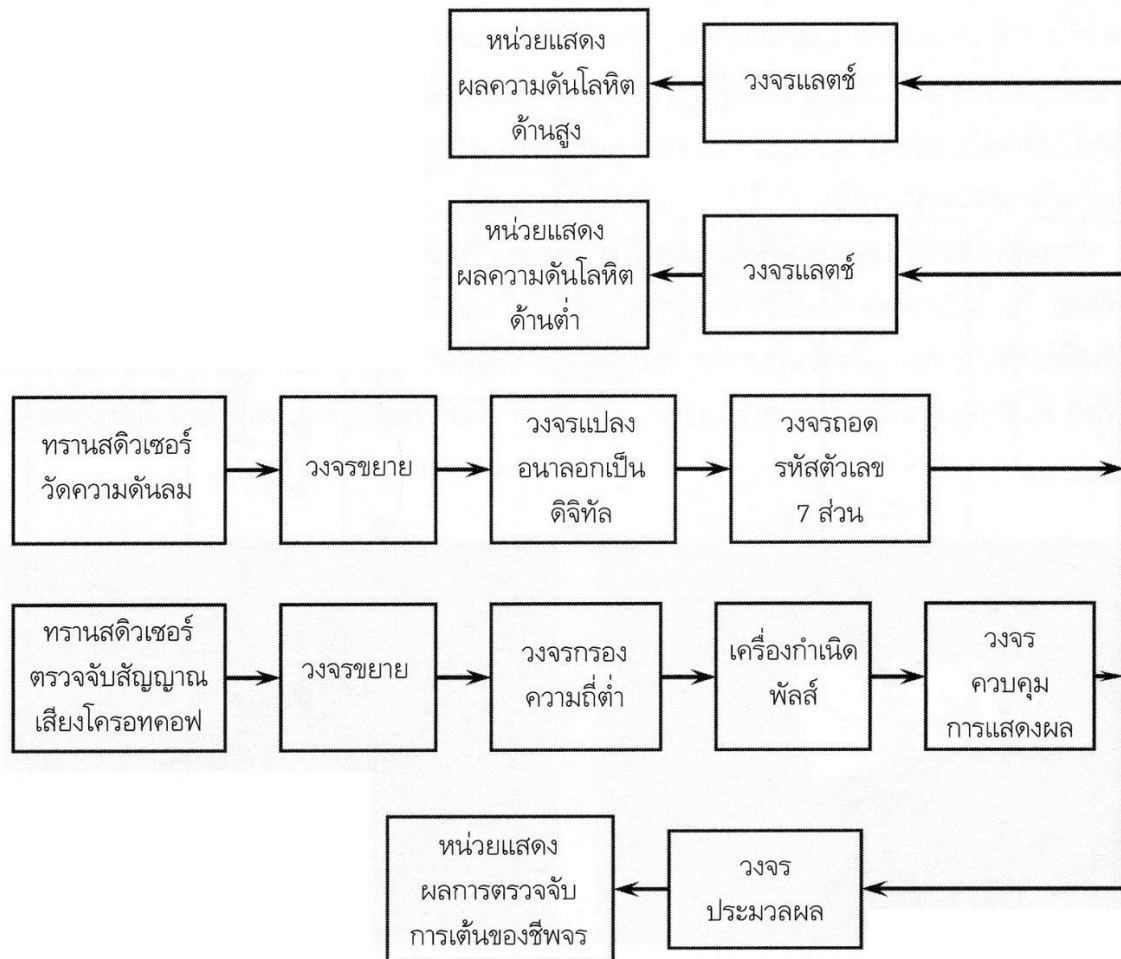


โสตทัศน # 5.28 การทำงานของระบบอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องเล่นซีดี



โสตทัศน # 5.29 การทำงานของระบบอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องวัดความดันโลหิตและตรวจจับการเต้นของชีพจรระบบดิจิทัล

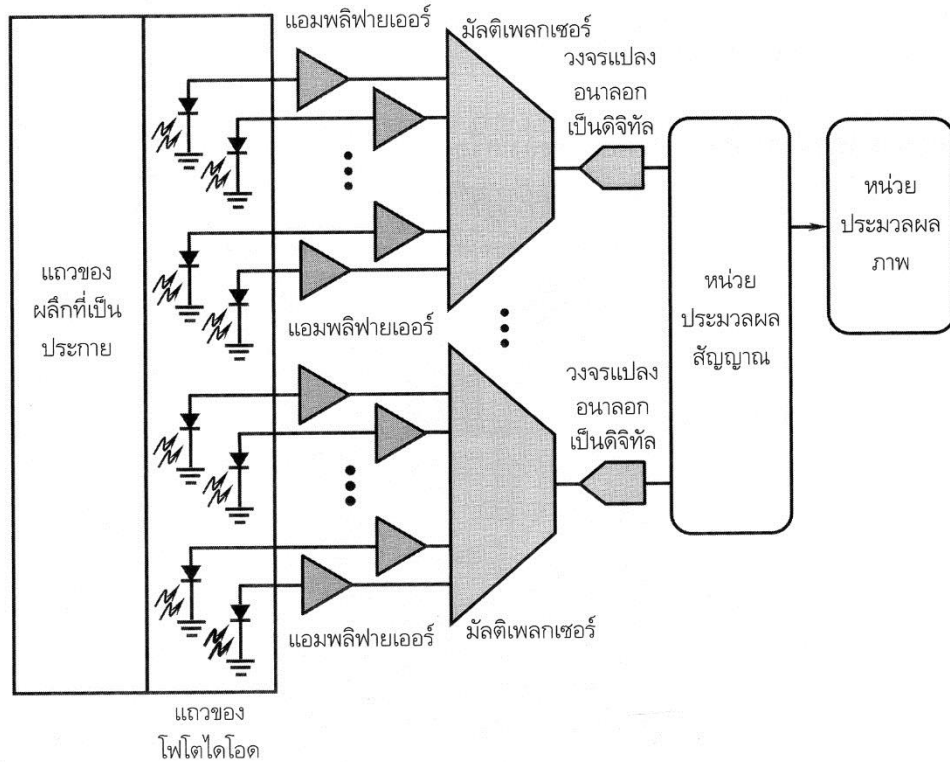
การทำงานของระบบอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องวัดความดันโลหิตและตรวจจับการเต้นของชีพจรระบบดิจิทัล



ภาพแผนผัง การทำงานของระบบอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องวัดความดันโลหิตและตรวจจับการเต้นของชีพจรระบบดิจิทัล

โสตทัศน # 5.30 การทำงานของระบบอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องคอมพิวเตอร์โทโมกราฟ

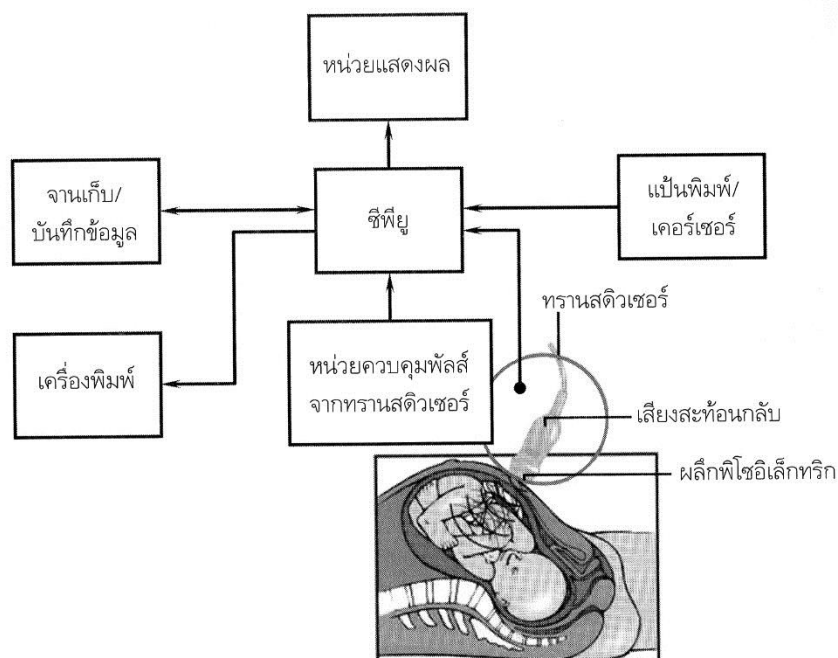
การทำงานของระบบอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องคอมพิวเตอร์โทโมกราฟ ดังภาพ



ภาพแผนผังการทำงานของระบบอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องคอมพิวเตอร์โทโมกราฟ

โสตทัศน # 5.31 การทำงานของระบบอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องอัลตราซาวด์

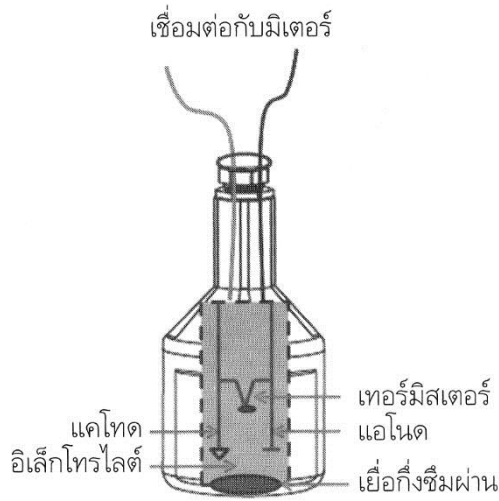
การทำงานของระบบอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องอัลตราซาวด์ ดังภาพ



ภาพแผนผังการทำงานของระบบอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องอัลตราซาวด์

โสตทัศน์ # 5.32 การทำงานของระบบอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องตรวจวัดค่าดีไอของน้ำ

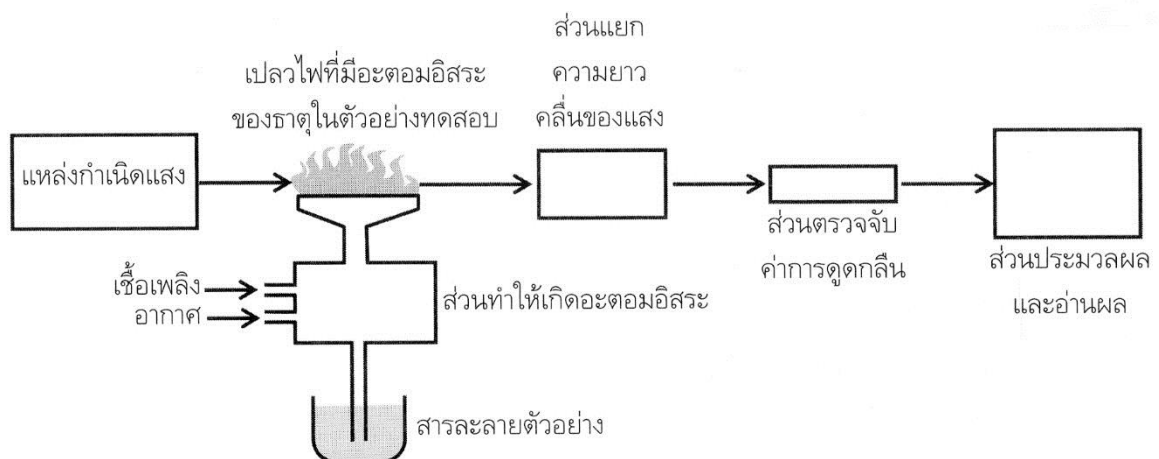
เครื่องตรวจวัดค่าดีไอของน้ำประกอบด้วยหัววัด (Probe) เชื่อมต่อกับมิเตอร์หรืออะนาไลเซอร์ (Analyzer) หัววัดของเครื่องตรวจวัดดีไอดังภาพ



ภาพหัววัดของเครื่องตรวจวัดค่าดีไอ

โสตทัศน์ # 5.33 การทำงานของระบบอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องตรวจวัดโลหะหนัก

เครื่องวิเคราะห์ธาตุด้วยเทคนิคการดูดกลืนแสงของอะตอม (Atomic Absorption Spectroscopy; AAS) มีส่วนประกอบสำคัญดังภาพ



ภาพส่วนประกอบของเครื่องวิเคราะห์ธาตุด้วยเทคนิคการดูดกลืนแสงของอะตอม

แบบประเมินผลตนเองของนักศึกษาหลังรับการสอนเสริม

ครั้งที่ 1

ชุดวิชา 50101 วิทยาศาสตร์พื้นฐาน

คำชี้แจง เขียนวงกลมรอบอักษรหน้าข้อความที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ข้อใด คือ ความชันของเส้นตรงที่ผ่านจุด A (-2 , 4) และ B (1 , 1)

ก. - 3

ข. -1

ค. $\frac{1}{3}$

ง. 1

จ. 3

2. จงหาพื้นที่ใต้กราฟของ $f(x) = 3x^2$ กับแกน x บนช่วง $x = 2$ ถึง $x = 3$

ก. 15

ข. 16

ค. 17

ง. 18

จ. 19

3 ข้อใดเป็นปริมาณ สเกลาร์

ก. ระยะทาง

ข. น้ำหนัก

ค. แรง

ง. ความเร็ว

จ. ความเร่ง

4. ลากกล่องมวล 5 กิโลกรัม ไปตามพื้นราบด้วยแรงคงที่ 100 นิวตัน ทำมุม 0 องศา กับพื้นราบ ถ้ากล่องเคลื่อนที่ไปตามพื้นราบได้ 10 เมตร จงหางานที่กระทำโดยแรงปฏิกิริยาที่พื้นกระทำต่อกล่อง (กำหนดให้พื้นราบไร้แรงเสียดทาน และขณะลากกล่องเคลื่อนที่ติดไปตามพื้นราบ)

- ก. 0 นิวตัน
- ข. 500 นิวตัน
- ค. 0 จูล
- ง. 500 จูล
- จ. 1,000 จูล

5. การหาตำแหน่งศูนย์กลางในการประมง เป็นการแสดงสมบัติในข้อใด

- ก. การหักเหของเสียง
- ข. การหักเหของแสง
- ค. การสะท้อนของเสียง
- ง. การสะท้อนของแสง
- จ. การเลี้ยวเบนของเสียง

6. เมื่อน้ำเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลวโดยที่อุณหภูมิคงที่ จัดเป็นการเกิดความร้อนตามข้อใด

- ก. ความร้อนแฝง
- ข. ความร้อนขึ้น
- ค. ความร้อนแฝง
- ง. ความร้อนสัมผัส
- จ. ความร้อนสะสม

7. การถ่ายเทพลังงานระหว่างก้อนเมฆและพื้นดิน ทำให้เกิดปรากฏการณ์ในข้อใด

- ก. ไฟแลบ
- ข. ไฟร้อง
- ค. ไฟผ่า
- ง. ไฟครีมนฝน
- จ. ไฟขณะเกิดฝนตก

8. ความจุไฟฟ้าของรูปร่างตัวนำข้อใด เป็นสัดส่วนโดยตรงกับพื้นที่ของตัวนำ

- ก. แบบแผ่นตัวนำขนาน
- ข. แบบทรงกลมซ้อนกัน
- ค. แบบทรงกระบอกซ้อนกัน
- ง. แบบทรงกระบอกซ้อนร่วมแกน
- จ. แบบทรงกลมซ้อนร่วมจุดศูนย์กลาง

9. ข้อใดเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ต้องใช้ไฟเลี้ยงและได้รับการไบแอสที่ถูกต้องและเหมาะสม จึงจะทำงานได้

- ก. หม้อแปลงทอรอยด์
- ข. ไซค์หรือคอปป์
- ค. ทันแนลไดโอด
- ง. โฟเทนซิโอมิเตอร์
- จ. เทอร์มิสเตอร์

10. เครื่องอิเล็กทรอนิกส์ข้อใดที่ใช้แถวของผลึกที่เป็นประกายและโฟโตไดโอด เป็นส่วนประกอบ

- ก. เครื่องวัดความดันโลหิตและตรวจจับการเต้นของชีพจรระบบดิจิทัล
- ข. รีโมทคอนโทรลไออาร์ที่ใช้กับเครื่องรับโทรทัศน์
- ค. เครื่องเล่นซีดี
- ง. เครื่องคอมพิวเตอร์โทโมกราฟ
- จ. เครื่องอัลตราซาวด์