Blueprint บทที่ 1 ธรรมชาติและพัฒนาการทางฟิสิกส์

ระบบเอสไอ

ปริมาณฐาน			
ชื่อปริมาณ	สัญลักษณ์	ชื่อหน่วย	สัญลักษณ์
1. ความยาว	s, d, l	เมตร	m
2. มวล	m	กิโลกรัม	kg
3. เวลา	t	วินาที	s
4. อุณหภูมิ	T	เคลวิน	K
5. กระแสไฟฟ้า	I	แอมแปร์	A
6. ปริมาณของสาร	n	โมล	mol
7. ความเข้มของการส่องสว่าง	I	แคนเดลา	cd

× ÷ เป็นหน่วยได้

หน่วยอนุพันธ์

หน่วยอนุพันธ์	การรวมหน่วย
1. พื้นที่ (A)	กว้าง × ยาว = m × m = m^2
2. ปริมาณ (V)	กว้าง × ยาว × สูง = m × m × m = m^3
3. ความเร็ว (v)	v = s/t = m/s
4. ความเร่ง (a)	a = Δv/t = m/s^2
5. แรง (F)	F = ma = $kg.m/s^2$ = N

สัญกรณ์ทางวิทยาศาสตร์

รูปทั่วไปคือ A × 10^n เมื่อ $1 \leq |A| < 10$

+

1,000 = 1 × 10^3 (3)

14,000 = 1.4 × 10^4 (4)

−

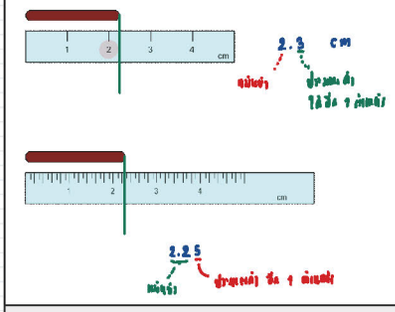
0.025 = 2.5 × 10^{-2} (2)

0.0047 = 4.7 × 10^{-3} (3)

คำนำหน้าหน่วย

คำอุปสรรค	สัญลักษณ์	ตัวคูณ	ปริมาณ
เทระ (tera)	T	10^{12}	1,000,000,000,000
จิกะ (giga)	G	10^9	1,000,000,000
เมกะ (mega)	M	10^6	1,000,000
กิโล (kilo)	K	10^3	1,000
เดซิ (deci)	d	10^{-1}	0.1
เซนติ (centi)	c	10^{-2}	0.01
มิลลิ (milli)	m	10^{-3}	0.001
ไมโคร (micro)	μ	10^{-6}	0.000 001
นาโน (nano)	n	10^{-9}	0.000 000 001
พิโก (pico)	p	10^{-12}	0.000 000 000 001

ความไม่แน่นอนในการวัด



เลขนัยสำคัญ

1. ตัวเลข 1 - 9 นับเป็นเลขนัยสำคัญทุกตัว ✓
2. ตัวเลข 0 ที่อยู่หน้า ตัวเลขอื่นไม่นับเป็นเลขนัยสำคัญ ✗
3. ตัวเลข 0 ที่อยู่ระหว่าง ตัวเลขอื่นนับเป็นเลขนัยสำคัญทุกตัว ✓
4. ตัวเลข 0 ที่หลัง ตัวเลขอื่น และ ที่เป็นเลขทศนิยม นับเป็นเลขนัยสำคัญทุกตัว ✓
5. ตัวเลข 0 ที่หลัง ตัวเลขอื่น และ ที่เป็นเลขจำนวนเต็ม อาจจะนับหรือไม่นับ ขึ้นกับความละเอียดของเครื่องมือ
6. ค่าคงตัว หรือ เลขที่อยู่ในสูตร ไม่นับเป็นเลขนัยสำคัญ ✗

π, e

การบันทึกผลการคำนวณ

1. การ + − บันทึกคำตอบตาม ตำแหน่งทศนิยมน้อยที่สุด
2. การ ×÷ บันทึกคำตอบตาม จำนวนตัวเลขนัยสำคัญที่น้อยที่สุด

ความคลาดเคลื่อนเชิงสถิติ

1. ให้ตัดค่าที่ สูงมาก หรือ ต่ำมาก เมื่อเทียบกับค่าอื่นๆ และไม่ต้องนำมาคำนวณ
2. ระบุความคลาดเคลื่อน โดยรายงานให้มีจำนวนเลขนัยสำคัญ 1 ตัว
3. ค่าที่วัดได้ กับ ค่าความคลาดเคลื่อนต้องมี จำนวนความละเอียดของหลักทศนิยมที่สอดคล้องกัน

$\bar{X} \pm \Delta\bar{X}$

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \ldots + x_N}{N}$$

$$\Delta\bar{x} = \frac{x_{max} - x_{min}}{2}$$

ผลลัพธ์	การบวก +	การลบ −
C ± ΔC	(A ± ΔA) + (B ± ΔB)	(A ± ΔA) − (B ± ΔB)
C ± ΔC	(A + B) ± (ΔA + ΔB)	(A − B) ± (ΔA + ΔB)

*ส่วนของความคลาดเคลื่อนนำมาบวกกันเสมอไม่ว่าจะบวกหรือลบ

การคูณหาร ×÷

ผลลัพธ์	การคูณ ×	ผลหาร ÷
C ± ΔC	(A ± ΔA) × (B ± ΔB)	(A ± ΔA) ÷ (B ± ΔB)
C ± %ΔC	(A × B) ± (%ΔA + %ΔB)	(A ÷ B) ± (%ΔA + %ΔB)
C ± ΔC	(A × B) ± $(\frac{\Delta A}{A} + \frac{\Delta B}{B})C$	(A ÷ B) ± $(\frac{\Delta A}{A} + \frac{\Delta B}{B})C$

*ความคลาดเคลื่อนจะเป็นเปอร์เซ็นต์ที่เกิดจาก ผลรวมของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน

**เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน คำนวณได้จากสมการ $\%\Delta A = \frac{\Delta A}{A} \times 100$

Blueprint บทที่ 2 การเคลื่อนที่แนวตรง

พื้นฐานการเคลื่อนที่แนวตรง

ตัวแปรที่สำคัญ

ตัวแปร	การกระจัด ($\vec{s}$)	ความเร็วต้น ($\vec{u}$)	ความเร็วปลาย ($\vec{v}$)	ความเร่ง ($\vec{a}$)	เวลา (t)
หน่วย	m	m/s	m/s	m/s²	s

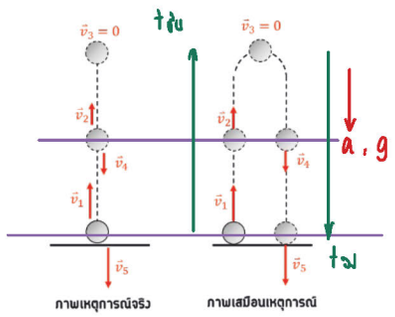
อัตราเร็วคงที่ (v)	อัตราเร็วเฉลี่ย (v_{av})	ความเร็วเฉลี่ย ($\vec{v}$)
$v = \frac{s}{t}$ หรือ $s = vt$	$v_{av} = \frac{s_{ทั้งหมด}}{t_{ทั้งหมด}}$	$\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t}$ หรือ $\vec{s} = \vec{v}t$

ความเร่ง ($\vec{a}$)	ความเร็วสัมพัทธ์
$\vec{a} = \frac{\Delta\vec{v}}{t} = \frac{\vec{v}-\vec{u}}{t}$	$\vec{v}_{สัมพัทธ์} = \vec{v}_{วัตถุ} - \vec{v}_{ผู้สังเกต}$

สมการการเคลื่อนที่แบบ a คงที่

	สูตร	ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง	ตัวแปรที่ไม่มี
#1	$\vec{v} = \vec{u} + \vec{a}t$	u v a t	s
#2	$\lvert\vec{v}\rvert^2 = \lvert\vec{u}\rvert^2 + 2\vec{a}\cdot\vec{s}$	s u v a	t
#3	$\vec{s} = \vec{u}t + \frac{1}{2}\vec{a}t^2$	s u a t	v
#4	$\vec{s} = \vec{v}t - \frac{1}{2}\vec{a}t^2$	s v a t	u
#5	$\vec{s} = (\frac{\vec{u}+\vec{v}}{2})t$	s u v t	a

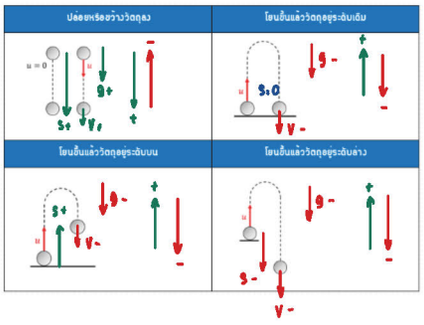
การตกแบบเสรี



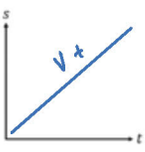
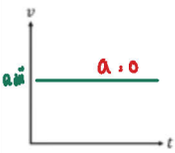
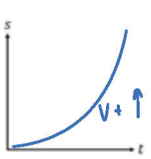
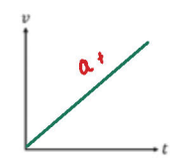
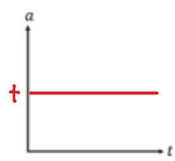
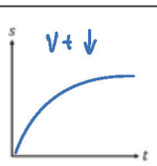
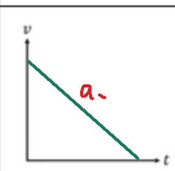
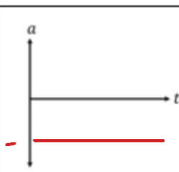
1. ตกแบบเสรี การเคลื่อนที่ของวัตถุจะมีความเร่ง $\vec{a} = \vec{g}$
2. หากวัตถุเคลื่อนที่โดยมีความเร่งของตัวเอง $\vec{a} = \vec{a}_{วัตถุ}$
3. จุดสูงสุดในการโยนวัตถุจะมี $\vec{v} = 0$
4. ที่ระดับเดียวกันวัตถุจะมีขนาดความเร็วเท่ากันแต่ทิศตรงข้าม
5. เวลาขาขึ้น = เวลาขาลง

เทคนิคการแทนเครื่องหมาย

แนะนำให้ทิศตาม ∪ เป็นเครื่องหมาย +
ทิศตรงข้าม ∪ เป็นเครื่องหมาย −

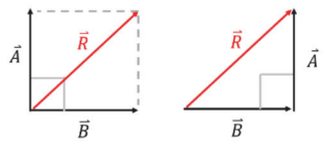


กราฟการเคลื่อนที่แนวตรง

รูปแบบ	กราฟ $s-t$	กราฟ $v-t$	กราฟ $a-t$
ความเร็วคงที่			
ความเร็วเพิ่มขึ้นความเร่งคงที่			
ความเร็วลดลงความหน่วงคงที่			
ความชัน (Slope)	Slope ตัวแปร คือ $\frac{\Delta s}{\Delta t}$ ความเร็ว v	Slope ตัวแปร คือ $\frac{\Delta v}{\Delta t}$ ความเร่ง a	Slope ตัวแปร คือ $\frac{\Delta a}{\Delta t}$ ไม่นิยาม
พื้นที่ใต้กราฟ (Area)	Area ตัวแปร คือ s × t ไม่นิยาม	Area ตัวแปร คือ v × t การกระจัด s	Area ตัวแปร คือ $a \times t$ การเปลี่ยนแปลงความเร็ว Δv

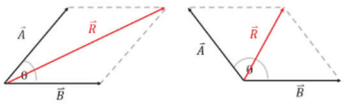
Blueprint บทที่ 3 แรงและกฎการเคลื่อนที่

รวมเวกเตอร์มุมฉาก



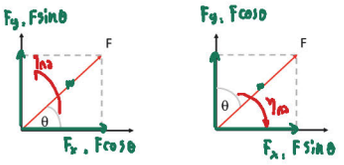
$|\vec{R}^2| = |\vec{A}^2| + |\vec{B}^2|$

รวมเวกเตอร์มุมใดๆ



$|\vec{R}^2| = |\vec{A}^2| + |\vec{B}^2| + 2|\vec{A}||\vec{B}|\cos\theta$

การแตกเวกเตอร์

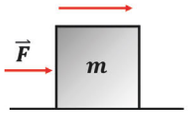


(เทคนิคแตกแรง: ใกล้มุมใช้ cos ใกล้มุมใช้ sin)

มวล (m)

ปริมาณที่มีผลต่อ การต้านสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ หรือเรียกว่า ความเฉื่อย

แรง ($\vec{F}$)



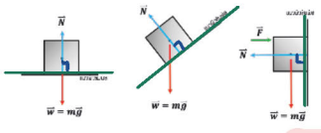
ปริมาณที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุ

น้ำหนัก ($\vec{W}$)

แรงที่โลกดึงดูดวัตถุ หรือ แรงโน้มถ่วง

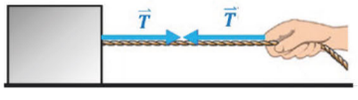
$\vec{W} = m\vec{g}$

แรงแนวฉาก ($\vec{N}$)



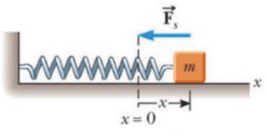
เป็นแรงกระทำระหว่างผิววัตถุสองก้อนที่สัมผัสกันมีทิศตั้งฉากกับแนวผิวสัมผัส

แรงตึงเชือก ($\vec{T}$)



แรงที่เชือกดึงวัตถุ "มีทิศพุ่งออกจากวัตถุ"

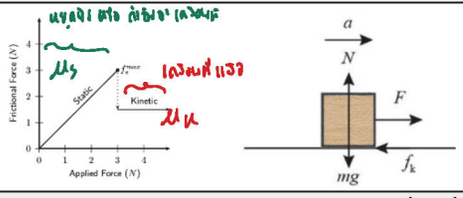
แรงสปริง ($\vec{F}_s$)



แรงที่สปริงพยายามต้านกับแรงที่มากระทำต่อสปริง

มีขนาดขึ้นกับความยาวของสปริงที่เปลี่ยนไป $\vec{F}_s = -k\vec{x}$

แรงเสียดทาน ($\vec{f}$)



วัตถุหยุดนิ่ง หรือ กำลังจะเคลื่อนที่ $f_s \le \mu_s N$

$f_{s\,max}$ คือ แรงเสียดทานสถิตสูงสุด

วัตถุเคลื่อนที่ $f_k = \mu_k N$

กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน (Newton's Law of Motion)

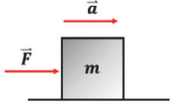
กฎข้อที่ 1 : กฎของความเฉื่อย

ใน "กรอบอ้างอิงเฉื่อย"
(คือ กรอบการสังเกตของผู้สังเกต ที่ไม่มีความเร่ง)
ถ้าไม่มีแรงกระทำต่อวัตถุ (F=0) วัตถุจะยังคงรักษาสภาพการเคลื่อนที่ที่วัตถุนั้น อยู่นิ่ง (u = 0) หรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว (v คงที่)

กฎข้อที่ 2 : กฎของแรง

ความเร่งของวัตถุ (a)
แปรผันตรงกับแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุนั้น ($\propto$ F) และ
แปรผกผันกับมวลของวัตถุ ($\propto \frac{1}{m}$)

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



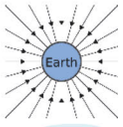
กฎข้อที่ 3 กฎของแรงคู่ปฏิกิริยา

เมื่อมีแรงกระทำระหว่างวัตถุสองก้อน
แรงที่กระต่อกัน จะมีขนาดเท่ากันและมีทิศตรงข้ามกัน
ซึ่งเกิดขึ้นพร้อมกันเสมอ โดยที่แรงทั้งสอง
"มีขนาดเท่ากัน" "ทิศทางตรงข้ามกัน" "เกิดบนวัตถุคนละก้อน"

แรงโน้มถ่วง

$\vec{F} = \frac{GMm}{R^2}$

สนามโน้มถ่วง (ค่า g)

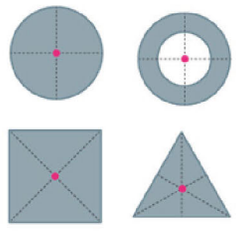
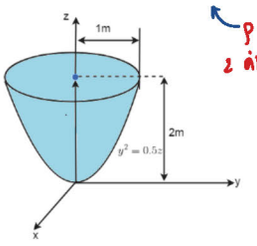
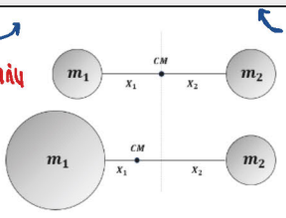
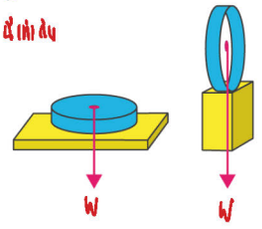


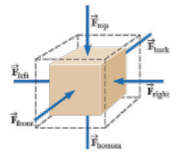
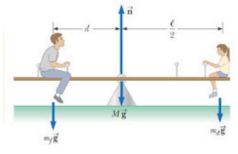
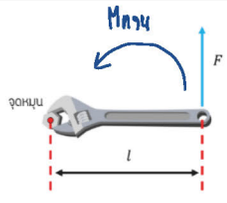
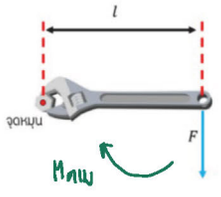
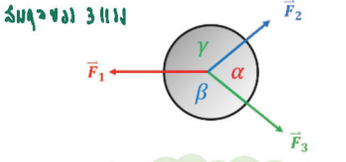
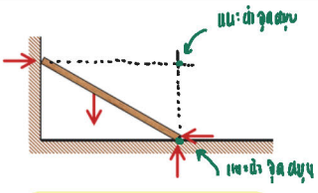
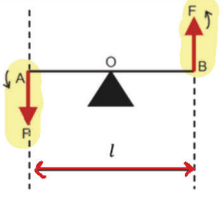
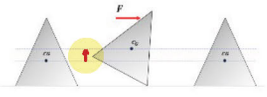
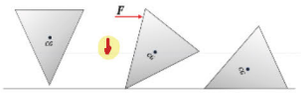
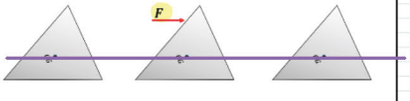
$\vec{g} = \frac{GM}{R^2}$

ดาวเทียม

$\vec{F} = \frac{GMm}{(R+r)^2}$ $\vec{g} = \frac{GM}{(R+r)^2}$

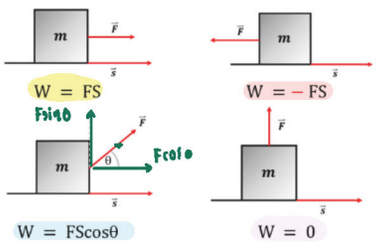
Blueprint บทที่ 4 สมดุลกล

จุดศูนย์กลางพื้นที่ (Center of Area) 2D	จุดศูนย์กลางปริมาตร 3D Center of Volume (CV)	จุดศูนย์กลางมวล Center of Mass (CM)	จุดศูนย์กลางน้ำหนัก Center of Gravity (CG)
			

สมดุลต่อการเลื่อนที่	สมดุลต่อการหมุน	สมดุลสัมบูรณ์
 $\sum\vec{F} = 0$ (แรงขึ้น = แรงลง , แรงซ้าย = แรงขวา)	 $\sum M = 0$ (โมเมนต์ทวน = โมเมนต์ตาม)	การที่วัตถุที่มีสมดุลทั้ง สมดุลต่อการเลื่อนตำแหน่ง $\sum\vec{F} = 0$ สมดุลต่อการหมุน $\sum M = 0$
โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา	**โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา**	**โมเมนต์ จากแรงที่ผ่านจุดหมุน**
 $M_{ทวน} = F \times l$	 $M_{ตาม} = F \times l$	$M = 0$
ทฤษฎีของลามี	**เทคนิคการเลือกจุดหมุน** (กรณีวัตถุไม่มีความเร่ง)	**โมเมนต์ของแรงคู่ควบ**
 $\frac{\vec{F}_1}{\sin\alpha} = \frac{\vec{F}_2}{\sin\beta} = \frac{\vec{F}_3}{\sin\gamma}$	 1. จุดที่มีจำนวนแรงหลายแรงผ่าน 2. จุดที่มีแรงไม่ทราบค่าผ่าน	 $M_c = F \times l$
สมดุลเสถียร	**สมดุลไม่เสถียร**	**สมดุลสะเทิน**
 คือ สภาพสมดุลของวัตถุ ซึ่งมีลักษณะวัตถุ "สามารถกลับสภาพสมดุลที่ตำแหน่งเดิมได้" โดยเมื่อแรงกระทำกับวัตถุ จุดศูนย์ถ่วงจะอยู่สูงกว่าระดับเดิม (CG สูงขึ้น) แต่เมื่อเอาแรงออก วัตถุจะกลับสภาพเดิม	 คือ สภาพสมดุลของวัตถุที่อยู่ในลักษณะที่ "ไม่สามารถกลับสู่สภาพเดิมได้" โดยเมื่อแรงกระทำกับวัตถุ จุดศูนย์ถ่วงจะอยู่ต่ำกว่าระดับเดิม (CG ต่ำลง) และทำให้วัตถุล้มลง	 คือ สภาพสมดุลของวัตถุ ซึ่งมีลักษณะวัตถุ "สามารถยังคงสภาพสมดุลอย่างเดิมได้" โดยเมื่อแรงกระทำกับวัตถุ จุดศูนย์ถ่วงจะยังคงอยู่ระดับเดิม (CG ระดับเดิม)

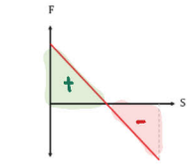
Blueprint บทที่ 5 งานและพลังงาน

งาน (W)



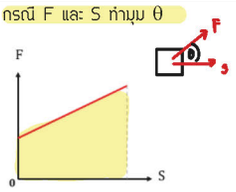
งานจากกราฟ F-S

กรณี F และ S แนวเดียวกัน



W = พื้นที่ใต้กราฟ F-S สุทธิ

กรณี F และ S ทำมุม θ

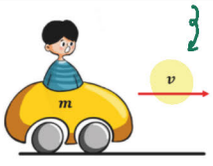


W = พื้นที่ใต้กราฟ F-S สุทธิ × cosθ

กำลัง (Power)

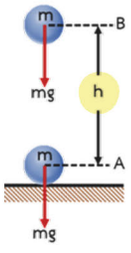
$$P = \frac{W}{t} = FV$$

พลังงานจลน์ (E_k)



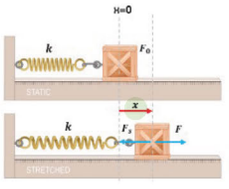
$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

พลังงานศักย์โน้มถ่วง (E_p)



$$E_p = mgh$$

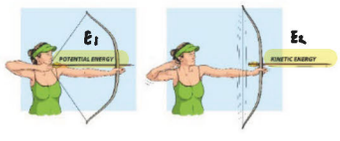
พลังงานศักย์ยืดหยุ่น (E_{ps})



$$E_{ps} = \frac{1}{2}kx^2$$

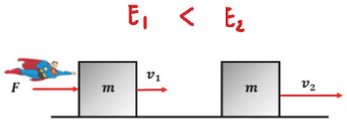
กฎอนุรักษ์พลังงาน

ไม่มีงานภายนอก W = 0



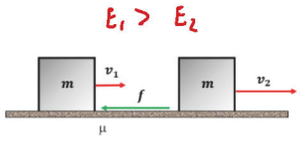
$$E_1 = E_2$$

งานภายนอก แบบเสริม W+



$$E_2 = E_1 + W_{1\to2}$$

งานภายนอก แบบต้าน W−



$$E_2 = E_1 - W_{1\to2}$$

เครื่องกล

ประสิทธิภาพ

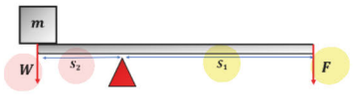
$$\%Eff = \frac{W_{out}}{W_{in}} \times 100$$

การได้เปรียบเชิงกล

$$M.A. = \frac{F_{out}}{F_{in}}$$

$$M.A. = \frac{S_{in}}{S_{out}}$$

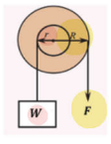
คาน



Work Input = Work Output

$F \cdot S_1 = W \cdot S_2$

ล้อและเพลา

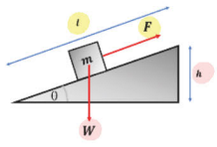


Work Input = Work Output

$F \cdot 2\pi R = W \cdot 2\pi r$

$F \cdot R = W \cdot r$

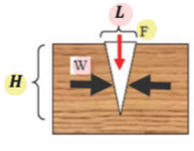
พื้นเอียง



Work Input = Work Output

$F \cdot l = W \cdot h$

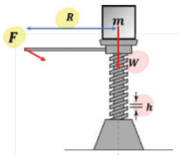
ลิ่ม



Work Input = Work Output

$F \cdot H = W \cdot L$

สกรูหรือแม่แรง



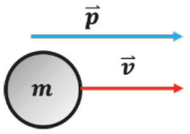
Work Input = Work Output

$F \cdot 2\pi R = W \cdot h$

(แรง × ระยะทาง 1 รอบ) = (นน. × ความสูง 1 เกลียว)

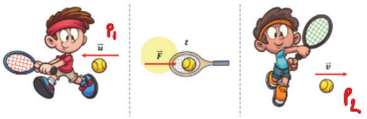
Blueprint บทที่ 6 โมเมนตัมและการชน

โมเมนตัม ($\vec{p}$)



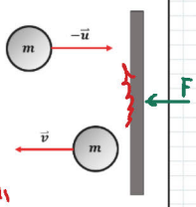
$$\vec{p} = m\vec{v}$$

แรงดล ($\vec{F}$)



$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{\Delta\vec{p}}{\Delta t}$$

การดล ($\vec{I}$)

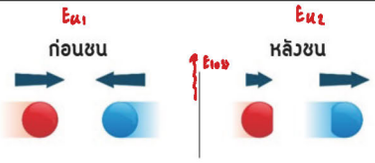


$$\vec{I} = \Delta\vec{p}$$

$$\vec{F}t = m(\vec{v} - \vec{u})$$

Vector ระวังเครื่องหมาย

ชนแบบไม่ยืดหยุ่น

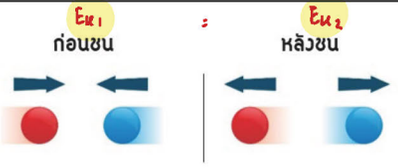


$$E_{k\,ก่อน} > E_{k\,หลัง}$$

ชนแบบไม่ยืดหยุ่นสมบูรณ์

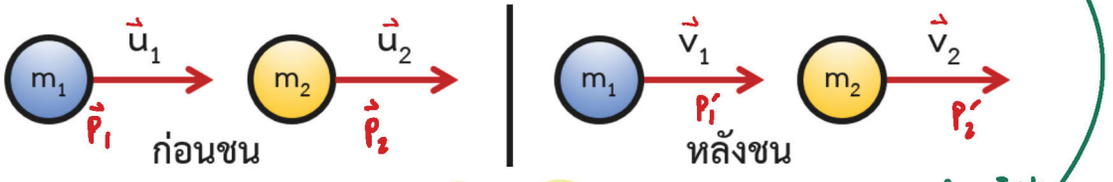
$$E_{k\,ก่อน} > E_{k\,หลัง}$$

ชนแบบยืดหยุ่น



$$E_{k\,ก่อน} = E_{k\,หลัง}$$

การชน 1 มิติ



$$\sum \vec{p}_{ก่อน} = \sum \vec{p}_{หลัง}$$

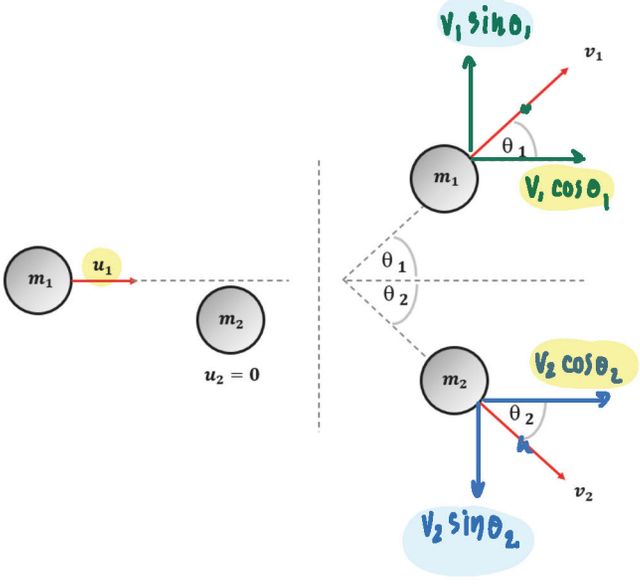
$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}_1' + \vec{p}_2'$$

$$m\vec{u}_1 + m\vec{u}_2 = m\vec{v}_1 + m\vec{v}_2$$

1 มิติ ยังแบบนี้อยู่

$$\vec{u}_1 + \vec{v}_1 = \vec{u}_2 + \vec{v}_2$$

การชน 2 มิติ



แกน x

$$\sum \vec{p}_{x\,ก่อน} = \sum \vec{p}_{x\,หลัง}$$

$$m_1\vec{u}_1 = m_1\vec{v}_1\cos\theta_1 + m_2\vec{v}_2\cos\theta_2$$

แกน y

$$\sum \vec{p}_{y\,ก่อน} = \sum \vec{p}_{y\,หลัง}$$

$$0 = m_1\vec{v}_1\sin\theta_1 - m_2\vec{v}_2\sin\theta_2$$

$$m_1\vec{v}_1\sin\theta_1 = m_2\vec{v}_2\sin\theta_2$$

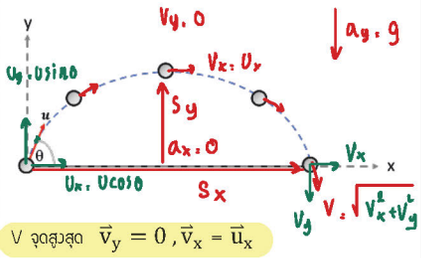
ถ้าเป็นการชนแบบ 2 มิติ ยืดหยุ่น มวลเท่า

$$\theta_1 + \theta_2 = 90^\circ$$

Blueprint บทที่ 7 การเคลื่อนที่แนวโค้ง

การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

รูปแบบการเคลื่อนที่



v จุดสูงสุด $\vec{v}_y = 0, \vec{v}_x = \vec{u}_x$

v ที่จุดใดๆ $\vec{v} = \sqrt{\vec{v}_x^2 + \vec{v}_y^2}$

สมการหลัก

แกน X	แกน Y
$\vec{u}_x = \vec{u}\cos\theta$	$\vec{u}_y = \vec{u}\sin\theta$
	$\vec{v}_y = \vec{u}_y + \vec{a}_y t$
	$\lvert\vec{v}_y\rvert^2 = \lvert\vec{u}_y\rvert^2 + 2\vec{a}_y \cdot \vec{s}_y$
$\vec{s}_x = \vec{u}_x t$	$\vec{s}_y = \vec{u}_y t + \frac{1}{2}\vec{a}_y t^2$
$a_x = 0$	$\vec{s}_y = \vec{v}_y t - \frac{1}{2}\vec{a}_y t^2$
V คงที่	$\vec{s}_y = (\frac{\vec{u}_y + \vec{v}_y}{2})t$

t เชื่อมระหว่าง แกน x และ y

สมการเพิ่มเติม

สำหรับกรณีพื้นถึงพื้น

เวลาขาขึ้น $t = \frac{u_y}{g}$

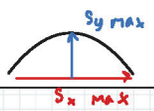
เวลาพื้นถึงพื้น $t = \frac{2u_y}{g}$

$S_{x\,max}$ ไกลสุดที่มุม $\theta = 45^\circ$

$S_{x\,max}$ เท่ากันเมื่อ $\theta_1 + \theta_2 = 90^\circ$

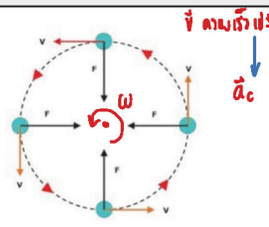
$S_{x\,max} = \frac{u^2\sin 2\theta}{g}$

$\frac{S_{y\,max}}{S_{x\,max}} = \frac{\tan\theta}{4}$



การเคลื่อนที่แบบวงกลม

รูปแบบการเคลื่อนที่



คาบเวลา (T) และ ความถี่ (f)

$T = \frac{1}{f}$ หรือ $f = \frac{1}{T}$

T : 1 รอบ ใช้เวลาเท่าไร

f : 1 วินาที เคลื่อนที่ได้กี่รอบ

อัตราเร็วเชิงเส้น (v) และ อัตราเร็วเชิงมุม (ω)

$v = \omega R$

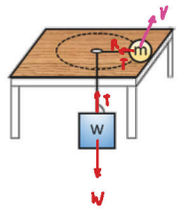
$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$

ความเร่งสู่ศูนย์กลาง (a_c) และ แรงสู่ศูนย์กลาง (F_c)

$a_c = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R$

$F_c = ma_c = \frac{mv^2}{R} = m\omega^2 R$

วงกลมแนวราบบนโต๊ะระดับ ไม่มีแรงเสียดทาน



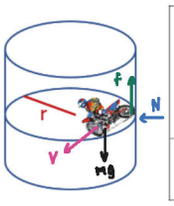
$F_c = ma_c$

$F_c = \frac{mv^2}{R} = m\omega^2 R$

$T = \frac{mv^2}{R} = m\omega^2 R$

$W = \frac{mv^2}{R} = m\omega^2 R$

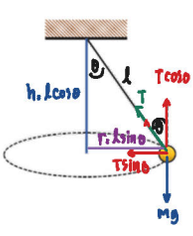
มอเตอร์ไซต์ไต่ถัง



แนวดิ่ง	แนวราบ
$\sum F = 0$	$F_c = \frac{mv^2}{R}$
$\uparrow = \downarrow$	$N = \frac{mv^2}{R}$
$f = mg$	
$\mu N = mg$	

$\mu = \frac{Rg}{v^2}$

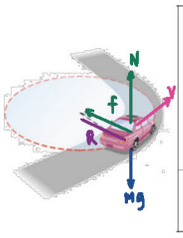
วงกลมแบบกรวยคว่ำ



แนวดิ่ง	แนวราบ
$\sum F = 0$	$F_c = \frac{mv^2}{R}$
$\uparrow = \downarrow$	
$T\cos\theta = mg$	$T\sin\theta = \frac{mv^2}{R}$

$\tan\theta = \frac{v^2}{Rg}$

รถวิ่งบนถนนโค้ง

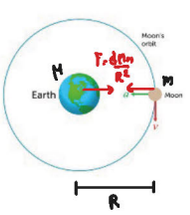


แนวดิ่ง	แนวราบ
$\sum F = 0$	$F_c = \frac{mv^2}{R}$
$\uparrow = \downarrow$	$f = \frac{mv^2}{R}$
$N = mg$	$\mu N = \frac{mv^2}{R}$
	$\mu mg = \frac{mv^2}{R}$

$\mu = \frac{v^2}{Rg}$ *

Jum

การหาความเร็วในวงโคจร



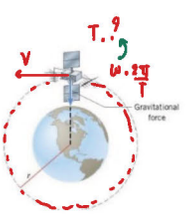
$F_c = \frac{mv^2}{R}$

$\frac{GMm}{R^2} = \frac{mv^2}{R}$

$v^2 = \frac{GM}{R}$

$v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$

คาบเวลาในการโคจร



$F_c = m\omega^2 R$

$\frac{GMm}{R^2} = m\omega^2 R$

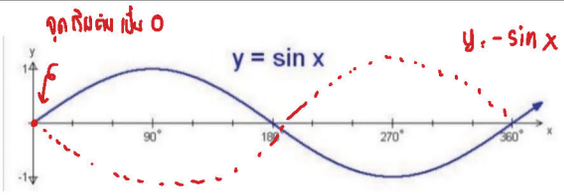
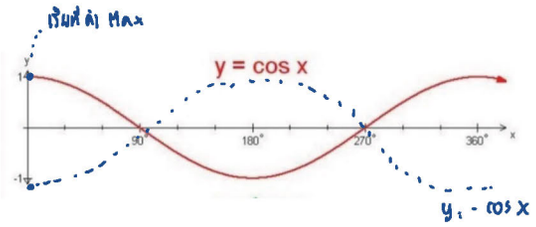
$\omega^2 = \frac{GM}{R^3}$

$(\frac{2\pi}{T})^2 = \frac{GM}{R^3}$

$T^2 \propto R^3$ *

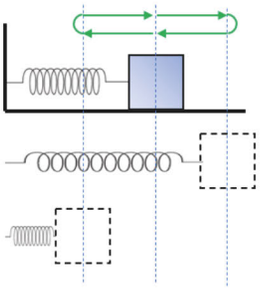
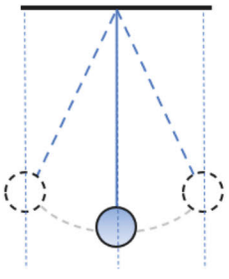
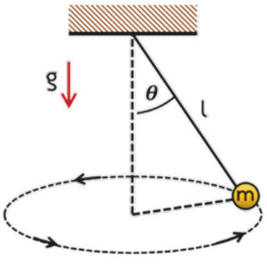
Jum

Blueprint บทที่ 8 การเคลื่อนที่ฮาร์มอนิกอย่างง่าย (SHM)

กราฟ sine	กราฟ cosine
 $x(\theta) = A\sin(\theta)$ $x(t) = A\sin(\omega t)$	 $x(\theta) = A\cos(\theta)$ $x(t) = A\cos(\omega t)$

การกระจัด x	ความเร็ว v	ความเร่ง a
$x(t) = A\sin(\omega t + \phi)$	$v(t) = \omega A\cos(\omega t + \phi)$	$a(t) = -\omega^2 A\sin(\omega t + \phi)$

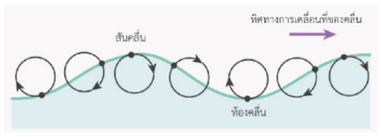
ความเร็ว v	ความเร่ง a
$v(x) = \omega\sqrt{A^2 - x^2}$	$a(x) = -\omega^2 x$
$v_m = \omega A$ $(v = v_m$ เมื่อ $x = 0)$	$a_m = -\omega^2 A$ $(a = a_m$ เมื่อ $x = A)$

รูปแบบ	วัตถุติดสปริง	การแกว่งแบบลูกตุ้มนาฬิกา	การแกว่งแบบกรวยคว่ำ
ภาพแสดงการเคลื่อนที่			
ความเร็วเชิงมุม (ω) ω	$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$	$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$	$\omega = \sqrt{\frac{g}{l\cos\theta}}$
คาบเวลา (T) * T	$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$	$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$	$T = 2\pi\sqrt{\frac{l\cos\theta}{g}}$
ความถี่ (f) f	$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$	$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l}}$	$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l\cos\theta}}$

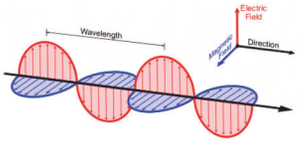
Blueprint บทที่ 9 คลื่น

แบ่งตาม ตัวกลาง

อาศัยตัวกลาง (คลื่นกล)

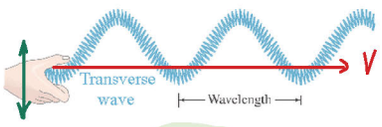


ไม่อาศัยตัวกลาง (คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า)

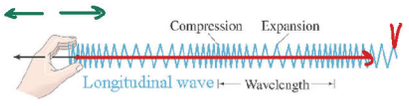


แบ่งตาม ทิศทางการสั่น

คลื่นตามขวาง

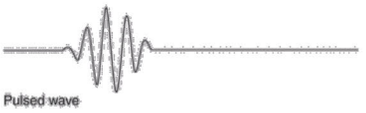


คลื่นตามยาว

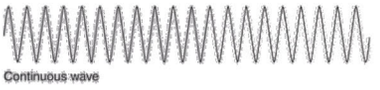


แบ่งตาม ช่วงเวลาที่รบกวน

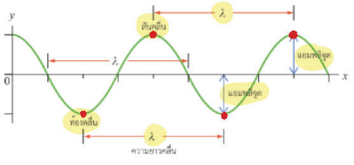
คลื่นดล (เกิดครั้งเดียว)



คลื่นต่อเนื่อง (เกิดหลายครั้ง)



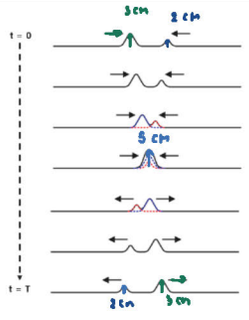
ความเร็วคลื่น ความถี่ คาบเวลา



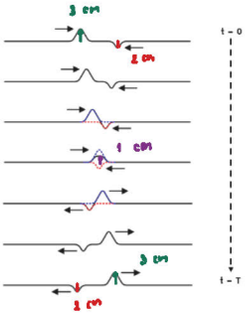
$$v = f\lambda$$

$$f = \frac{1}{T} \text{ หรือ } T = \frac{1}{f}$$

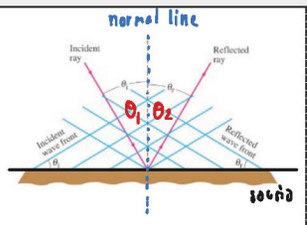
การแทรกสอดแบบเสริม



การแทรกสอดแบบหักล้าง



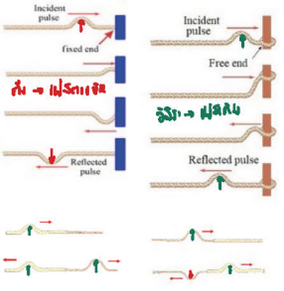
การสะท้อน



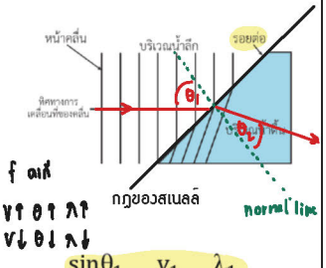
มุมตกกระทบ = มุมสะท้อน

$$\theta_1 = \theta_2$$

การสะท้อนในเส้นเชือก

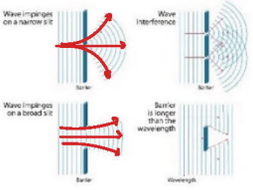


การหักเห



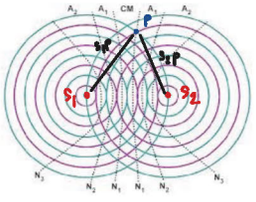
$$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

การเลี้ยวเบน



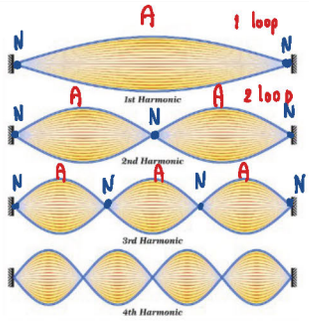
เลี้ยวเบนดี	$d \le \lambda$
เลี้ยวเบนไม่ดี	$d > \lambda$

การแทรกสอด



	แหล่งกำเนิดเฟสตรงกัน
แนวปฏิบัพ (A) (Antinode) เสริม	$\lvert S_1P - S_2P\rvert = n\lambda$ เมื่อ $n = 0, 1, 2, 3, \ldots$
แนวบัพ (N) (Node) หักล้าง	$\lvert S_1P - S_2P\rvert = \left(n - \frac{1}{2}\right)\lambda$ เมื่อ $n = 1, 2, 3, \ldots$

คลื่นนิ่งของเสียง

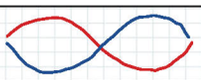


ฮาร์โมนิกที่ 1 : $L = \frac{\lambda}{2}$

ฮาร์โมนิกที่ 2 : $L = \lambda$

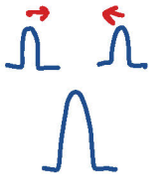
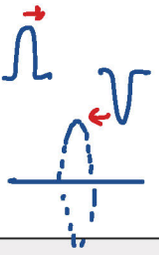
ฮาร์โมนิกที่ 3 : $L = \frac{3\lambda}{2}$

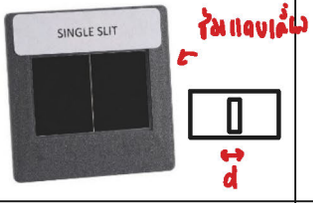
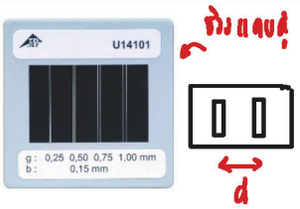
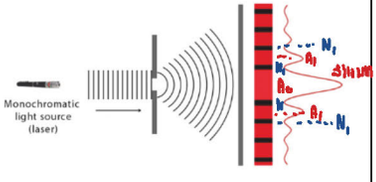
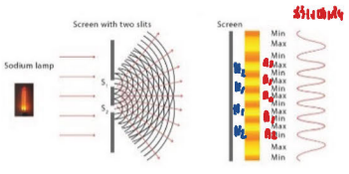
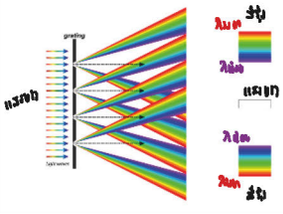
ฮาร์โมนิกที่ 4 : $L = 2\lambda$



: 2 loop : 1 λ

Blueprint บทที่ 10 แสงเชิงคลื่น

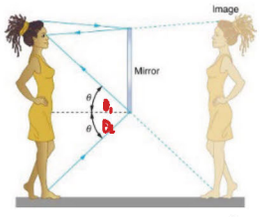
	แนวปฏิบัพ : แถบสว่าง A	แนวบัพ : แถบมืด N
		

ชนิด	สลิตเดี่ยว	สลิตคู่	เกรตติง
แผ่นสลิต			
ปรากฏการณ์			
แนวปฏิบัพ แถบสว่าง (Antinode : A)	ไม่มีสูตรอย่างง่าย	$d\sin\theta = n\lambda$ เมื่อ n = 0, 1, 2, 3, ...	$d\sin\theta = \frac{1}{N}\sin\theta = n\lambda$ เมื่อ n = 0, 1, 2, 3, ...
แนวบัพ แถบมืด (Node : N)	$d\sin\theta = n\lambda$ เมื่อ n = 1, 2, 3, ...	$d\sin\theta = \left(n-\frac{1}{2}\right)\lambda$ เมื่อ n = 0, 1, 2, 3, ...	$d\sin\theta = \frac{1}{N}\sin\theta = \left(n-\frac{1}{2}\right)\lambda$ เมื่อ n = 0, 1, 2, 3, ...

Blueprint บทที่ 11 แสงเชิงรังสี

อัตราเร็วแสงในสุญญากาศ	ดัชนีหักเห (n)	อัตราเร็วคลื่น
$c = 3 \times 10^8$ m/s	$n = \frac{c}{v}$	$v = f\lambda$

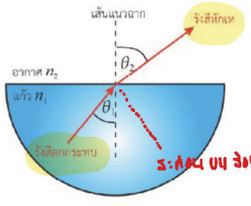
หลักการสะท้อน



มุมตกกระทบ = มุมสะท้อน

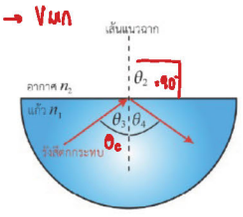
$\theta_1 = \theta_2$

การหักเห



กฎของสเนลล์

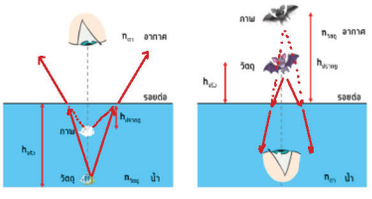
$$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_2}{n_1}$$



มุมวิกฤตการสะท้อนกลับหมด

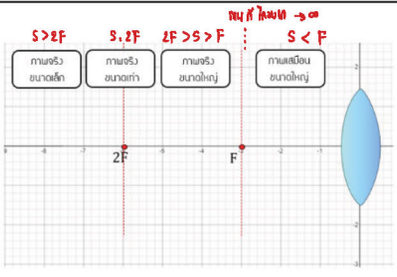
$$\sin\theta_c = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

ลึกจริงลึกปรากฏ

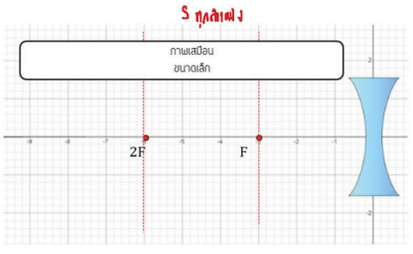


$$\frac{h_{จริง}}{h_{ปรากฏ}} = \frac{n_{วัตถุ}}{n_{ตา}}$$

ภาพที่เกิดจากเลนส์นูน (คล้ายกระจกเว้า)

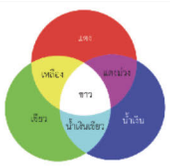


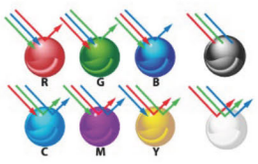
ภาพที่เกิดจากเลนส์เว้า (คล้ายกระจกนูน)



สูตรหาระยะโฟกัส	สูตรหากำลังขยาย
$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$	$m = \frac{y'}{y} = -\frac{s'}{s}$

เครื่องหมาย	ความยาวโฟกัส f	ระยะวัตถุ s	ระยะภาพ s'	กำลังขยาย m
บวก +	เลนส์นูน กระจกเว้า	วางหน้าเลนส์หรือกระจก	ภาพจริง	ภาพเสมือน
ลบ −	เลนส์เว้า กระจกนูน	วางหลังเลนส์หรือกระจก	ภาพเสมือน	ภาพจริง

แสงสี	แสงหลัก	แสงผสม 2 แสง	แสงผสม 3 แสง
	R (Red) = สีแดง G (Green) = สีเขียว B (Blue) = สีน้ำเงิน	Y (Yellow) = สีเหลือง M (Magenta) = สีม่วงแดง C (Cyan) = สีฟ้าน้ำทะเล	W (White) = สีขาว RGB



การดูดกลืนแสงสีต่างๆ

เมื่อให้แสงขาวตกกระทบวัตถุวัตถุจะสะท้อนเฉพาะสีของตัวเองเท่านั้น
ส่วนสีอื่นจะถูกดูดกลืนไว้ไม่สะท้อน ออกมา เราจึงมองเห็นวัตถุเป็นสีเดียวกับสารสีของมัน

Blueprint บทที่ 12 เสียง

อัตราเร็วเสียงในตัวกลางต่างๆ

V ของแข็ง > V ของเหลว > V แก๊ส

อัตราเร็วเสียง สูตรหน่วย K

$$v \propto \sqrt{T}\ (K)$$

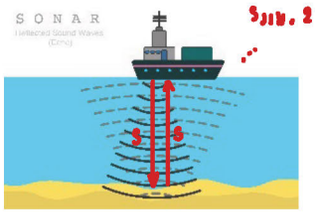
อัตราเร็วเสียง สูตรหน่วย °C

$$v = 331 + 0.6t\ (^{\circ}C)$$

ความถี่เสียง

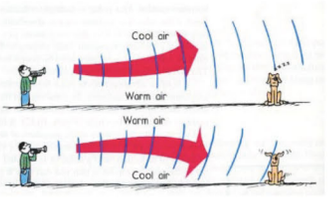
1. ความถี่สูง เสียงจะแหลม เรียกระดับเสียงสูง
2. ความถี่ต่ำ เสียงจะทุ้ม เรียกระดับเสียงต่ำ
3. ช่วงความถี่ของเสียงที่หูคนปกติจะได้ยิน คือช่วง 20 - 20000 เฮิรตซ์ เท่านั้น
4. ความถี่ของเสียงต่ำกว่า 20 Hz เรียกว่า Infrasonic
5. ความถี่ของเสียงสูงกว่า 20,000 Hz เรียกว่า Ultrasonic

การสะท้อน



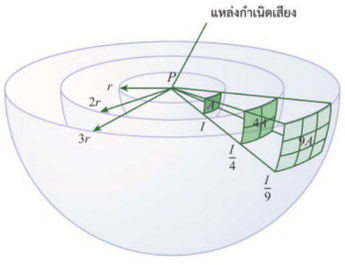
$$s_{รวม} = vt$$

การหักเห



$$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$$

ความเข้มเสียง I



$$I = \frac{P}{A} = \frac{P}{4\pi r^2}$$

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{P_2}{P_1}\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$$

$$I_{สัมพัทธ์} = \frac{I}{I_o} = \frac{I}{10^{-12}}$$

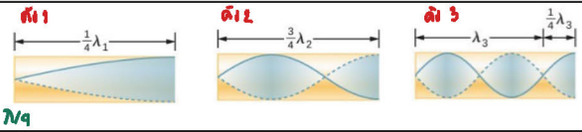
ระดับเสียง β

$$\beta = 10\log\frac{I}{I_o}$$

$$\beta_2 - \beta_1 = 10\log\frac{I_2}{I_1} = 10\log\frac{P_2}{P_1}\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$$

การสั่นพ้องของอากาศในท่อ

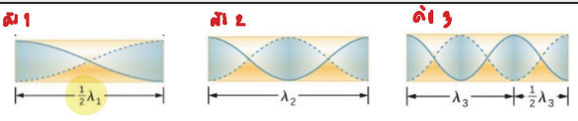
ท่อปลายปิด



$$\Delta L = +\frac{2\lambda}{4} = +0.5\lambda$$

$$L = \frac{\lambda}{4}, \frac{3\lambda}{4}, \frac{5\lambda}{4}, \frac{7\lambda}{4}, \frac{9\lambda}{4}, \ldots$$

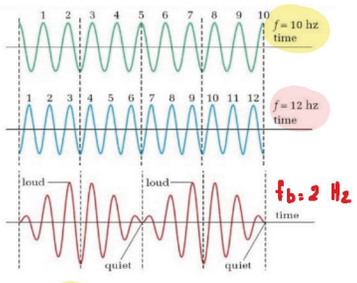
ท่อปลายเปิด



$$\Delta L = +\frac{\lambda}{2} = +0.5\lambda$$

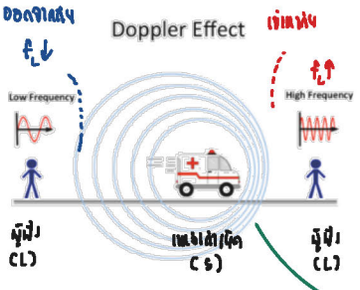
$$L = 0.5\lambda, 1.0\lambda, 1.5\lambda, 2.0\lambda, \ldots$$

บีต



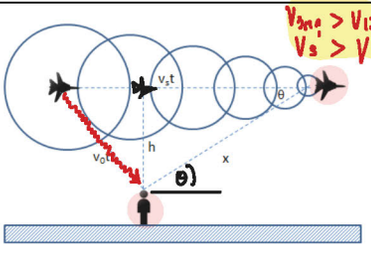
$$f_b = |f_1 - f_2|$$

ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์



เข้าหากัน f_L เพิ่ม ออกจากกัน f_L ลด

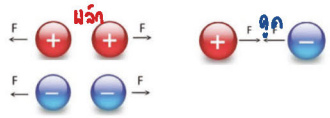
คลื่นกระแทก



$$\sin\theta = \frac{v}{v_s} = \frac{1}{\text{mach number}}$$

Blueprint บทที่ 13 ไฟฟ้าสถิต

กฎของคูลอมบ์ ($\vec{F}$)

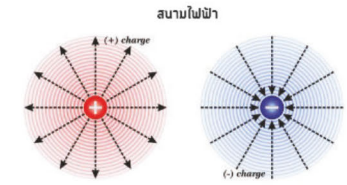


$\vec{F} = \frac{kq_1q_2}{r^2}$ $\vec{F} = q\vec{E}$

$k = 9 \times 10^9 \frac{Nm^2}{c^2}$

(F. ดู NM/r²) (F=mg)

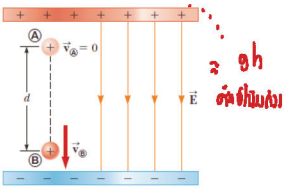
สนามไฟฟ้า ($\vec{E}$)



$\vec{E} = \frac{kq}{r^2}$

g. ดู $\frac{GM}{r^2}$

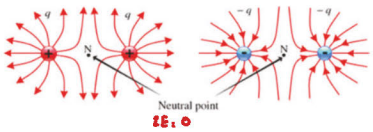
ศักย์ไฟฟ้า (V)



$V = \frac{kq}{r}$ หรือ $\Delta V = Ed$

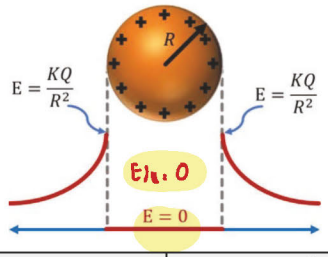
$\Delta V = Ed$ หรือ $E = \frac{\Delta V}{d}$

จุดสะเทินของสนามไฟฟ้า

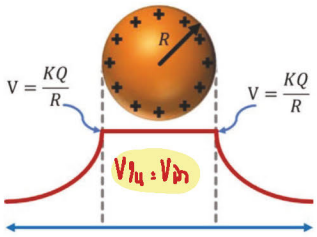


คู่ประจุชนิดเดียวกัน จุดสะเทินอยู่ใน
คู่ประจุต่างชนิดกัน จุดสะเทินอยู่นอก
และอยู่ใกล้ประจุขนาดน้อย

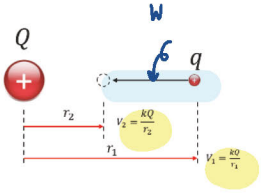
สนามไฟฟ้า (E) ของประจุตัวนำทรงกลม



ศักย์ไฟฟ้า (V) ของประจุตัวนำทรงกลม



งานในการเลื่อนประจุ

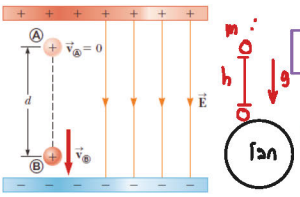


$W = qV$

$W_{1\to2} = q(V_2 - V_1)$

$W_{\infty\to2} = q(V_2 - V_\infty)$
$V_\infty \approx 0$
$W_{\infty\to2} = qV_2$

งานในการเลื่อนประจุ ในแผ่นเหล็กคู่ขนาน

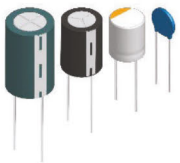


Ep : mgh

$W_{1\to2} = q\Delta V = qEd$

d คือระยะในแนวสนามไฟฟ้า

ความจุไฟฟ้า



$Q = C\Delta V$ $C = \frac{Q}{\Delta V}$

ความจุไฟฟ้าทรงกลม

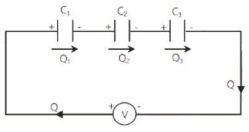
$C = \frac{r}{k}$

พลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ

C. $\frac{Q}{\Delta V}$

$U = \frac{1}{2}C\Delta V^2 = \frac{1}{2}Q\Delta V = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}$

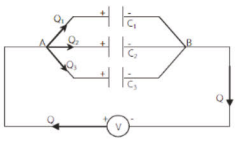
การต่อตัวเก็บประจุ แบบอนุกรม



$\frac{1}{C_{รวม}} = \Sigma\frac{1}{C}$

$\frac{1}{C_{รวม}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$

การต่อตัวเก็บประจุแบบขนาน



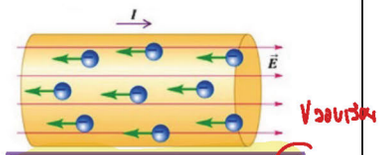
$C_{รวม} = \Sigma C$

$C_{รวม} = C_1 + C_2 + C_3$

รวม C ตรงข้าม รวม R

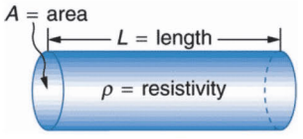
Blueprint บทที่ 14 ไฟฟ้ากระแส

กระแสไฟฟ้า (I)



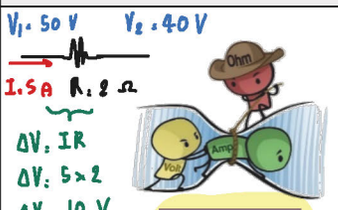
$$I = \frac{Q}{t} \text{ หรือ } I = eVAN$$

ความต้านทาน (R)



$$R = \rho\frac{l}{A}$$

ความต่างศักย์ (ΔV)



$$\Delta V = IR$$

กำลังไฟฟ้า (P)

$$P = I\Delta V = \frac{\Delta V^2}{R} = I^2R$$

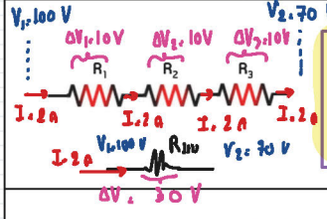
พลังงานไฟฟ้า (W)

W = Pt

$$W = It\Delta V = \frac{\Delta V^2}{R}t = I^2Rt$$

ต่อวงจรแบบอนุกรม

1. อนุกรม I เท่ากัน ตลอดเส้นทาง
2. ΔV สะสมเพิ่มขึ้น เมื่อผ่าน R แต่ละตัว
3. รวมกันแล้ว R เพิ่มขึ้น

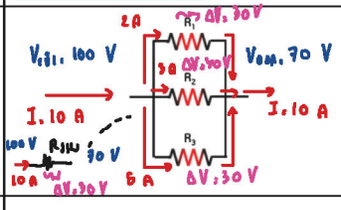


$$R_{รวม} = \Sigma R$$

$$R_{รวม} = R_1 + R_2 + R_3$$

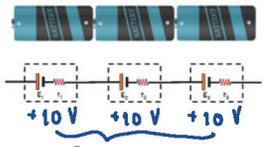
ต่อวงจรแบบขนาน

1. ขนาน ΔV เท่ากันในแต่ละเส้นทาง
2. I ที่แยกทุกสายรวมกัน ต้องเท่ากับ I ก่อนแยก
3. รวมกันแล้ว R ลดลง



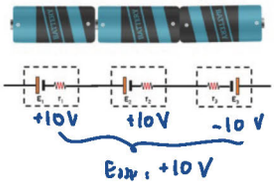
$$\frac{1}{R_{รวม}} = \Sigma\frac{1}{R}$$

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



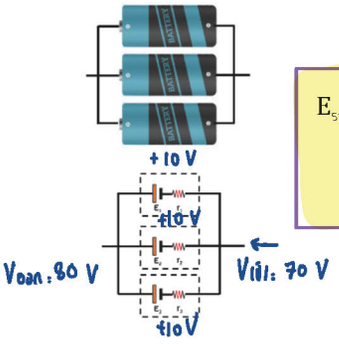
$$E_{รวม} = E_1 + E_2 + E_3$$

$$r_{รวม} = r_1 + r_2 + r_3$$



$$E_{รวม} = E_1 + E_2 - E_3$$

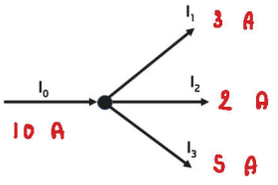
$$r_{รวม} = r_1 + r_2 + r_3$$



$$E_{รวม} = E_1 = E_2 = E_3$$

$$\frac{1}{r_{รวม}} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3}$$

กฎทางด้านกระแสไฟฟ้า I
(Kirchhoff's Current Law, KCL)

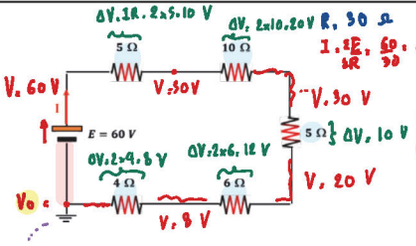


$$\Sigma I_{เข้า} = \Sigma I_{ออก}$$

10 A = 10 A

กระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าจุดใดจุดหนึ่งในวงจรไฟฟ้าจะเท่ากับกระแสไฟฟ้าที่ไหลออกจากจุดนั้น

กฎในเรื่องแรงดันไฟฟ้า V
(Kirchhoff's Voltage Law, KVL)

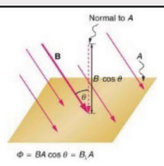


$$\Sigma E = 0$$

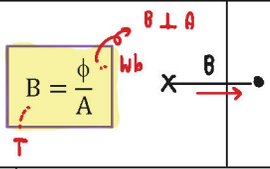
ผลบวกของแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้ในวงจรไฟฟ้าปิดจะมีค่าเท่ากับผลบวกของแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมความต้านทานในวงจรไฟฟ้าปิดนั้น

Blueprint บทที่ 15 แม่เหล็กและไฟฟ้า

ฟลักซ์แม่เหล็ก (ϕ)



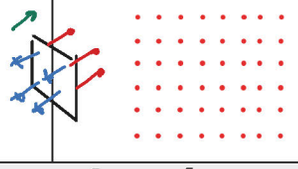
ความเข้มสนามแม่เหล็ก (B)



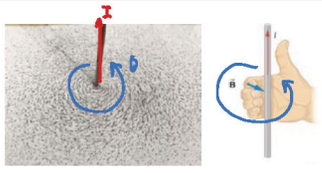
$$B = \frac{\phi}{A}$$

B พุ่งเข้ากระดาษ

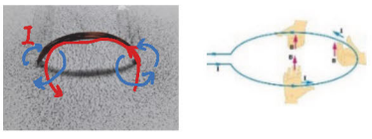
B พุ่งออกกระดาษ



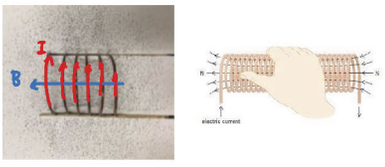
ลวดตัวนำเส้นตรง



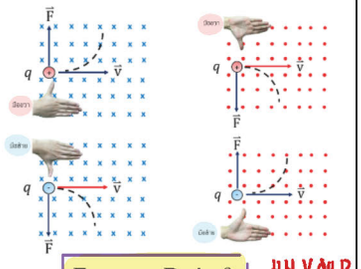
ลวดตัวนำวงกลม



โซเลนอยด์

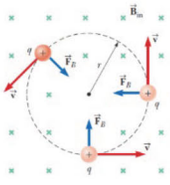


แรงแม่เหล็กกระทำต่ออนุภาคที่มีประจุ



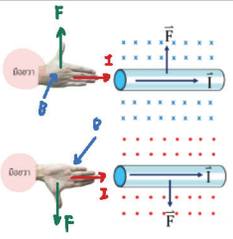
$$F_B = qvB\sin\theta$$

การเคลื่อนที่แบบวงกลม



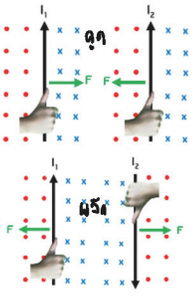
$$r = \frac{mv}{qB}$$

แรงแม่เหล็กกระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน

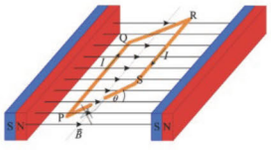


$$F = LIB\sin\theta$$

กระแสตามกัน กระแสสวนกัน

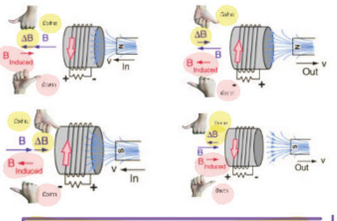


โมเมนต์ของแรงคู่ควบ



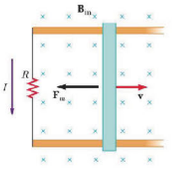
$$M_c = BINA\cos\theta$$

อีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำ



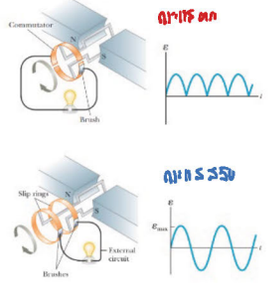
กฎของฟาราเดย์และกฎของเลนซ์

$$\varepsilon = -\frac{\Delta\phi}{\Delta t} \qquad \varepsilon = -N\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

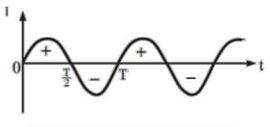


$$\varepsilon = lvB\sin\theta$$

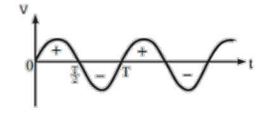
เครื่องกำเนิดไฟฟ้า



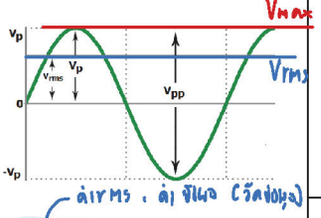
ไฟฟ้ากระแสสลับ



$$I(t) = I_m\sin(\omega t)$$



$$V(t) = V_m\sin(\omega t)$$

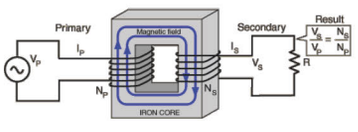


ค่า rms : ค่าที่อ่านได้จากโวลต์มิเตอร์

$$V_{rms} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \quad \text{หรือ} \quad V_m = \sqrt{2}V_{rms}$$

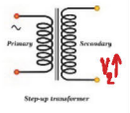
$$I_{rms} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \quad \text{หรือ} \quad I_m = \sqrt{2}I_{rms}$$

หม้อแปลงไฟฟ้า

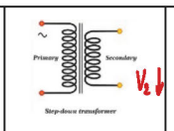


$$V \propto N$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1}$$



$V_2 > V_1$
$N_2 > N_1$



$V_2 < V_1$
$N_2 < N_1$

หม้อแปลงอุดมคติ (Eff 100%)

$$P_1 = P_2$$

หม้อแปลงทั่วไป (Eff < 100%)

$$Eff = \frac{P_2}{P_1} \times 100$$

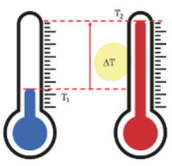
Blueprint บทที่ 16 ความร้อนและแก๊ส

อุณหภูมิ

$$\frac{C}{5}=\frac{K-273}{5}=\frac{F-32}{9}$$

$$T(K) = T(^oC) + 273$$

ความจุความร้อน / ความร้อนจำเพาะ

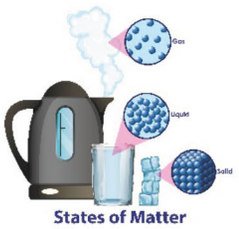


$$Q = mc\Delta T$$

$$Q = C\Delta T$$

$$c = \frac{C}{m}$$

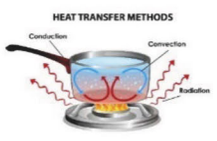
ความร้อนแฝง



$$Q = mL$$

การถ่ายโอนความร้อน

1. การนำความร้อน ตัวกลาง ของแข็ง
2. การพาความร้อน ตัวกลาง ของไหล
3. การแผ่รังสีความร้อน ไม่อาศัยตัวกลาง



สมดุลความร้อน

$$Q_{ลด} = Q_{เพิ่ม}$$

ถ่ายโอนความร้อนจาก อุณหภูมิสูง ไป อุณหภูมิต่ำ $T_{สูง} \rightarrow T_{ต่ำ}$
และหยุดถ่ายโอนเมื่อ อุณหภูมิทั้งสองเท่ากัน

กฎของบอยล์

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

T, n คงที่

กฎของชาร์ล

$$\frac{V_1}{T_1}=\frac{V_2}{T_2}$$

P, n คงที่

กฎของเกย์-ลุคแซค

$$\frac{P_1}{T_1}=\frac{P_2}{T_2}$$

V, n คงที่

กฎของอาโวกาโดร

$$\frac{V_1}{n_1}=\frac{V_2}{n_2}$$

P, T คงที่

$$\frac{P_1V_1}{T_1}=\frac{P_2V_2}{T_2}$$

n คงที่

$$\frac{P_1V_1}{n_1T_1}=\frac{P_2V_2}{n_2T_2} = R$$

ไม่ต้องมีตัวแปรคงที่

กฎของแก๊สอุดมคติ

$$PV = nRT$$
$$PV = Nk_BT$$
$$PM = \rho RT$$

R = 8.31 J/mol.k

อัตราเร็ว rms

$$v_{rms} = \sqrt{\bar{v}^2} = \sqrt{\frac{v_1^2 + v_2^2 + \ldots + v_N^2}{N}}$$

$$v_{rms} = \sqrt{\frac{3k_BT}{m}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{3P}{\rho}}$$

$v_{rms} \propto \sqrt{T}$ $v_{rms} \propto \frac{1}{\sqrt{M}}$

พลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊ส

$$\bar{E}_k = \frac{3}{2}k_BT = \frac{3}{2}\frac{PV}{N} = \frac{3}{2}\frac{nRT}{N}$$

การเปลี่ยนแปลงพลังงานภายใน

$$U = N\bar{E}_k = \frac{3}{2}PV = \frac{3}{2}nRT = \frac{3}{2}Nk_BT$$

$$\Delta U = \frac{3}{2}\Delta PV = \frac{3}{2}nR\Delta T = \frac{3}{2}Nk_B\Delta T$$

งานที่ทำโดยแก๊ส

$$W = P\Delta V$$

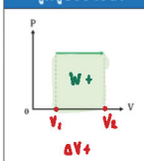
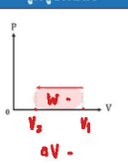
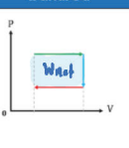
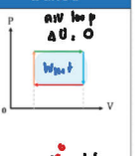
กฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์

$$Q = \Delta U + W$$

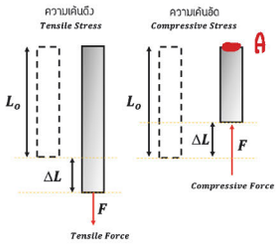
การแทนเครื่องหมาย

ปริมาณ		เครื่องหมาย
Q	ความร้อนเข้าสู่ระบบ (ดูดความร้อน)	+
	ความร้อนออกจากระบบ (คายความร้อน)	−
	ความร้อนไม่เข้าหรือออกจากระบบ	0
ΔU	พลังงานภายในระบบเพิ่มขึ้น (อุณหภูมิเพิ่ม)	+
	พลังงานภายในระบบลดลง (อุณหภูมิลด)	−
	พลังงานภายในระบบไม่เปลี่ยนแปลง (อุณหภูมิคงที่)	0
W	งานที่ทำโดยแก๊สส่งผลให้ ระบบมีปริมาตรแก๊สเพิ่ม (ระบบทำงาน)	+
	งานที่ทำโดยแก๊สส่งผลให้ ระบบมีปริมาตรแก๊สลดลง (ทำงานให้ระบบ)	−
	ระบบมีปริมาตรแก๊สคงที่	0

กราฟ P-V

ลูกสูบขยายตัว	ลูกสูบหดตัว	พื้นที่ไม่ปิด	พื้นที่ปิด
			

Blueprint บทที่ 17 ของแข็งและของไหล



ความเค้น

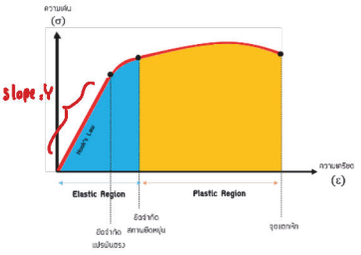
$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$\frac{N}{m^2} : Pa$

ความเครียด

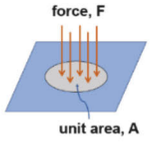
$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_o}$$

มอดุลัสของยัง



$$Y = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{F}{A}\frac{L_o}{\Delta L}$$

ความดัน



$$P = \frac{F}{A} \quad \frac{N}{m^2} : Pa \quad \text{หรือ} \quad F = PA$$

ความดันสัมบูรณ์

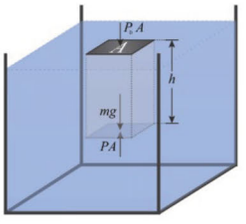
$$P = P_0 + P_g$$

ความดันบรรยากาศ

$$P_0 = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa} \approx 1 \times 10^5 \text{ Pa}$$
$$P_0 = 1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg}$$

ความดันเกจ

$$P_g = P - P_0 = \rho gh$$

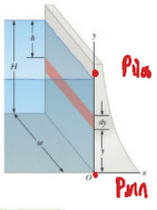


ความดันด้านก้นภาชนะ

$P_{ก้น}$ ที่ก้น

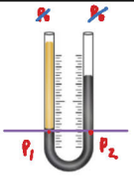
$$P_{ก้น} = \rho gh$$
$$F_{ก้น} = P_{ก้น}A_{ก้น}$$

ความดันด้านข้างภาชนะ

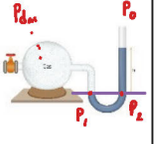


$$P_{ผนัง} = \frac{P_{บน} + P_{ล่าง}}{2}$$

แมนอมิเตอร์

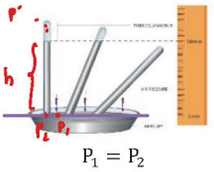


$$P_1 = P_2$$
$$\rho_1 gh_1 = \rho_2 gh_2$$



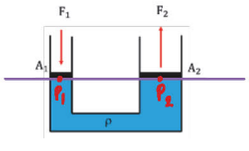
$$P_1 = P_2$$
$$P_{gas} = \rho gh + P_0$$

บารอมิเตอร์



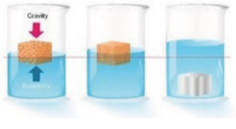
$$P_1 = P_2$$
$$P_0 = \rho gh + P'$$
$$P_0 = \rho gh + 0$$
$$P_0 = \rho gh$$

กฎของปาสคัล



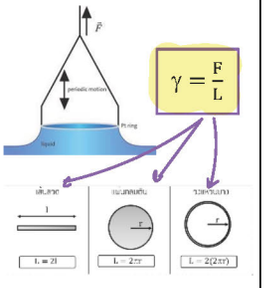
$$P_1 = P_2$$
$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

แรงพยุง

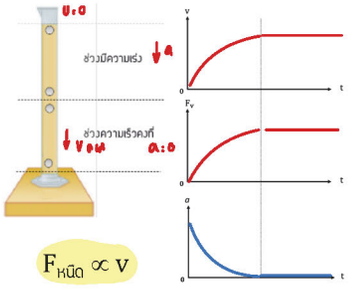


$$F_B = \rho_{ของเหลว} V_{จม} g$$
$$\frac{V_{จม}}{V_{ทั้งหมด}} = \frac{\rho_{วัตถุ}}{\rho_{ของเหลว}}$$

แรงตึงผิว

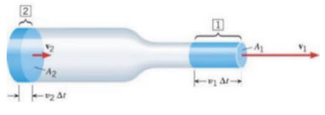


ความหนืด



$$F_{หนืด} \propto v$$

สมการความต่อเนื่อง

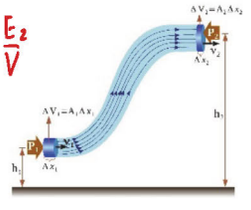


$$Q = \frac{V}{t} = Av$$
$$Q_1 = Q_2$$
$$A_1V_1 = A_2V_2$$

m^3/s

สมการแบร์นูลลี

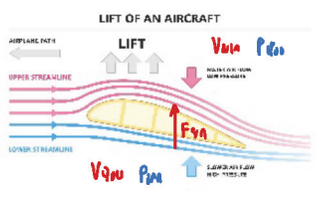
$\frac{E_1}{V} : \frac{E_2}{V}$



$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho gh_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho gh_2$$

W_1 E_{K_1} E_{P_1} W_2 E_{K_2} E_{P_2}

แรงยก



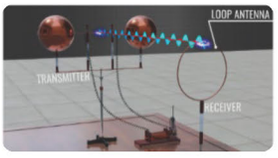
$$F_{ยก} = (P_1 - P_2)A = \frac{1}{2}(\rho(v_2^2 - v_1^2))A$$

Blueprint บทที่ 18 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

เจมส์ คลาร์ก แม็กเวลล์

เป็นผู้ตั้งสมมุติฐานการมีอยู่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เป็นคนแรก ได้รวบรวมสมการที่เกี่ยวกับ สนามไฟฟ้า และ สนามแม่เหล็ก โดยภายหลัง คำทำนายนี้ได้รับการยืนยันว่ามีเป็นจริงจากการ “ทดลองของเฮิร์ตซ์”

ทดลองของเฮิร์ตซ์



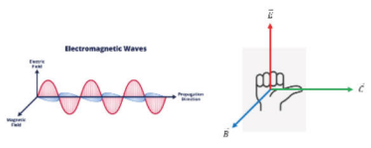
เฮิรตซ์ได้ทดลองพิสูจน์ทฤษฎีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของแมกซ์เวลล์ ยืนยันผลที่ว่า “แม่เหล็กไฟฟ้า” มีสมบัติเป็น “คลื่น” โดยพบว่าเมื่อสร้างเส้นสปาร์คบริเวณตัวส่ง (Transmitter) จะเกิดเส้นสปาร์คที่บริเวณตัวรับ (Receiver) เช่นกัน

การเหนี่ยวนำ

การเปลี่ยนแปลงสนามไฟฟ้า ($\Delta\vec{E}$) เหนี่ยวนำให้เกิดสนามแม่เหล็ก ($\vec{B}$)

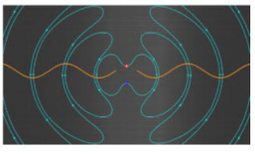
การเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็ก ($\Delta\vec{B}$) เหนี่ยวนำให้เกิดสนามไฟฟ้า ($\vec{E}$)

เฟสของคลื่น



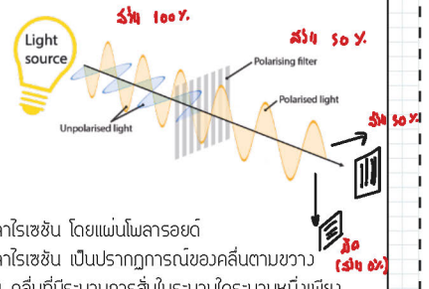
- ΔE และ ΔB เกิดขึ้นพร้อมกัน ดังนั้นจึงมีค่าสูงสุดหรือต่ำสุดพร้อมกัน (เฟสตรงกัน)
- ทิศของ ΔE และ ΔB จะตั้งฉากซึ่งกันและกัน และตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น (v)

การเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า



- อนุภาคที่มีประจุ (บวก หรือ ลบ) เคลื่อนที่ด้วยความเร็วไม่คงที่ (มี a) จะปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
- เกิดจากการเปลี่ยนแปลงระดับพลังงานของ “อิเล็กตรอน” หรือ “นิวเคลียส”
- วัตถุที่มีอุณหภูมิมากกว่า 0 K จะมีการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกมา

การโพลาไรเซชัน

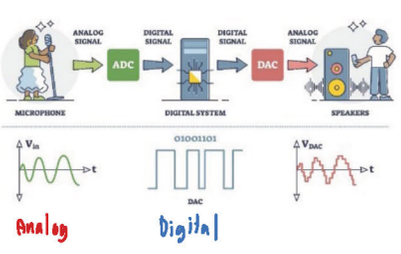


โพลาไรเซชัน โดยแผ่นโพลารอยด์
โพลาไรเซชัน เป็นปรากฏการณ์ของคลื่นตามขวาง เป็น คลื่นที่มีระนาบการสั่นในระนาบใดระนาบหนึ่งเพียงระนาบเดียว

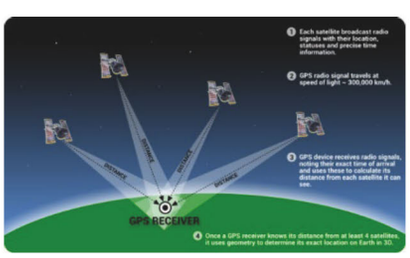
คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

คลื่น	ความยาวคลื่น	การนำไปใช้ประโยชน์
รังสีแกมมา	ตั้งแต่ 10^{-9} m ลงไป	- ใช้ในเตาปฏิกรณ์ - ใช้ในการศึกษาดาวฤกษ์
รังสีเอกซ์	10^{-12} – 10^{-8} m	- ใช้ตรวจอวัยวะภายใน (x-ray) - ใช้วิเคราะห์อัญมณี
รังสียูวี	10^{-8} m – 400 nm	- ได้รับในระดับต่ำ กระตุ้นให้ร่างกายสร้าง vitamin D - Black light - ใช้วิเคราะห์แร่ และฆ่าเชื้อโรค
แสง	400 – 700 nm	- ทำให้มองเห็น - เลเซอร์ (LASER)
อินฟราเรด	700 nm – 10^{-3} m	- รีโมทคอนโทรล - ภาพถ่ายอินฟาเรด
ไมโครเวฟ	10^{-4} – 1 m	- อุ่นอาหาร - สัญญาณทีวีดิจิตอล - สัญญาณ WIFI - เรดาร์ (RADAR) (radio detection and ranging) - ระบุตำแหน่งพื้นโลกด้วย GPS
คลื่นวิทยุ	1 – 10 m	- การสื่อสาร (วิทยุ, มือถือ) ประเภทของคลื่นวิทยุ - Short wave : คลื่นดิน - AM : แอมพลิจูด เปลี่ยนตามสัญญาณคลื่นเสียง - FM : ความถี่ เปลี่ยนตามสัญญาณคลื่นเสียง

Analog Signal และ Digital Signal



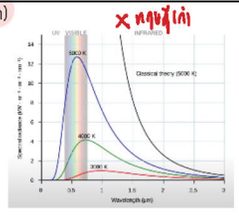
ระบบ GPS



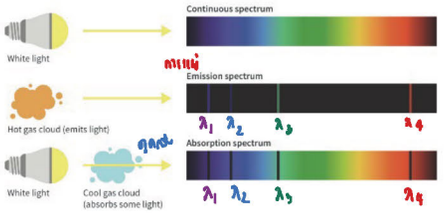
Blueprint บทที่ 19 ฟิสิกส์อะตอม

สมมติฐานของพลังค์ – การแผ่รังสีของวัตถุดำ

- เดิมเชื่อว่า ยิ่งอุณหภูมิสูง วัตถุควรแผ่รังสีคลื่นสั้น (f มาก)
- ผลการทดลองไม่สอดคล้องกับ ทฤษฎีข้างต้น
- มักซ์ พลังค์ (Max Planck) เสนอ "สมการควอนตัมพลังงาน"
- แนวคิด วัตถุดำ Black Body คือ วัตถุที่สามารถดูดกลืน และ แผ่รังสี ได้อย่างสมบูรณ์
- โดยวัตถุดำ สามารถดูดกลืนหรือแผ่พลังงานออกมาได้ "เพียงบางค่าเท่านั้น"

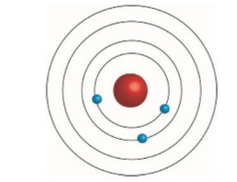


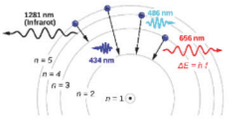
สเปกตัมของแก๊สร้อน

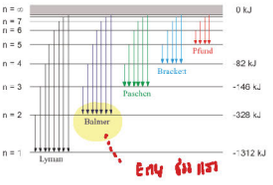


แบบจำลองอะตอมของโบร์

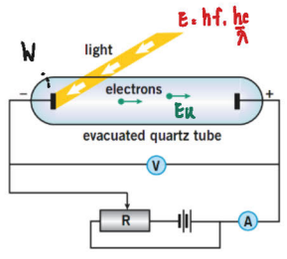
1. อิเล็กตรอนที่โคจรรอบนิวเคลียส์นั้นจะอยู่ในวงโคจร เฉพาะบางวงโคจร โดยมีเงื่อนไขว่าวงโคจรอิเล็กตรอนต้องมีขนาด "โมเมนตัมเชิงมุมคงที่" Angular Momentum
2. อิเล็กตรอนโคจรรอบนิวเคลียส และไม่แผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เพราะวงโคจรอยู่ในสถานะคงที่
3. อะตอมจะดูดหรือคายพลังงานก็ต่อเมื่ออิเล็กตรอนมีการเปลี่ยนชั้นวงโคจร โดยหากเปลี่ยนจากวงโคจรชั้นนอกลงมาวงโคจรชั้นใน จะ **"แผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า"**
4. พลังงานที่โฟตอน คำนวณได้จาก $E = hf = \frac{hc}{\lambda}$
5. พลังงานหน่วย eV คำนวณได้จาก $E(eV) = \frac{E(J)}{1.6 \times 10^{-19}}$
6. พลังงานรวมของ e ของอะตอมไฮโดรเจน $E_n = \frac{E_1}{n^2} = \frac{-13.6}{n^2}$ eV
7. พลังงานที่ e เปลี่ยนระดับชั้นพลังงาน $\Delta E = E_i - E_f$
8. ความยาวคลื่นโฟตอนจากการเปลี่ยนระดับชั้นพลังงาน $\frac{1}{\lambda} = R_H(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2})$

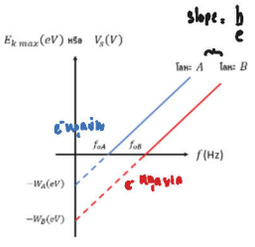


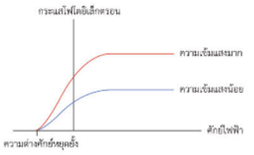




ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก







$E = W + E_k$

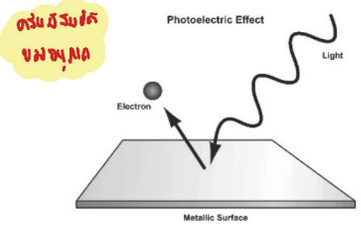
$hf = W + eV_s$

$V_s = \frac{h}{e}f - \frac{W(J)}{e}$

$V_s = \frac{h}{e}f - W(eV)$

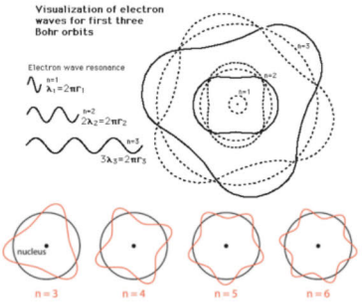
$E_k(eV) = \frac{h}{e}f - W(eV)$

โมเมนตัมของโฟตอน



$p = \frac{h}{\lambda}$

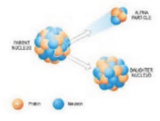
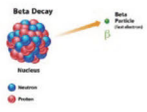
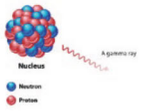
สมมุติฐานของเดอบรอยล์



$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv} = \frac{h}{\sqrt{2mE_k}}$

$L = mvr = n\bar{h} = n\frac{h}{2\pi}$

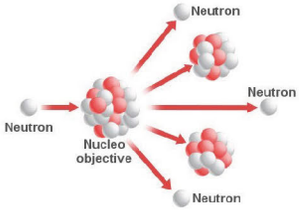
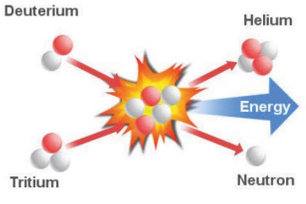
Blueprint บทที่ 20 ฟิสิกส์นิวเคลียร์และฟิสิกส์อนุภาค

สมบัติ	ชนิดรังสี		
	รังสีแอลฟา α	รังสีบีตา β	รังสีแกมมา γ
ภาพตัวอย่าง			
สมการนิวเคลียร์	$^{238}_{92}U \rightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^{4}_{2}He$	$^{14}_{6}C \rightarrow {}^{14}_{7}N + {}^{0}_{-1}e$	$^{210}_{83}Bi^{*} \rightarrow {}^{210}_{83}Bi + \gamma$
องค์ประกอบ	นิวเคลียสฮีเลียม	อิเล็กตรอน	EMW
ประจุไฟฟ้า	+2	-1	ไม่มีประจุ
อำนาจทะลุผ่าน (อากาศ)	3 - 5 cm	1 - 30 m	มากกว่าแอลฟาและบีตา
การเบี่ยงเบนในสนามแม่เหล็ก	เบี่ยงเบน	เบี่ยงเบน	ไม่เบี่ยงเบน

สมการนิวเคลียร์			
	$X(a,b)Y$	$^{A_1}_{Z_1}X + {}^{A_2}_{Z_2}a = {}^{A_3}_{Z_3}Y + {}^{A_4}_{Z_4}b$	บน = บน ล่าง = ล่าง

อนุภาคและรังสีที่สำคัญ	รังสีแอลฟา	รังสีเบต้า	รังสีโพซิตรอน	รังสีแกรมม่า
	α หรือ $^{4}_{2}He$	β หรือ $^{0}_{-1}e$	β^{+} หรือ $^{0}_{1}e$	γ หรือ $^{0}_{0}\gamma$
	นิวตรอน	โปรตอน	ดิวเทอรอน	ทริทรอน
	$^{1}_{0}n$	$^{1}_{1}H$	$^{2}_{1}H$	$^{3}_{1}H$

ค่ากัมมันตภาพ (A)	สมการการสลายตัว		ครึ่งชีวิต
$A = \lambda N$	$A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$ $A(t) = A_0 2^{-\frac{t}{T_{1/2}}}$	$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$ $N(t) = N_0 2^{-\frac{t}{T_{1/2}}}$	$\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = \frac{0.693}{T_{1/2}}$

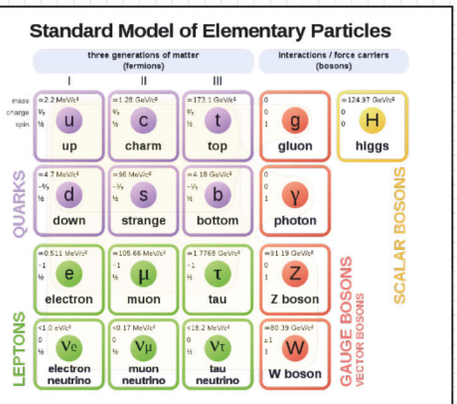
ปริมาณ	ปฏิกิริยา ฟิชชัน (Fission)	ปฏิกิริยา ฟิวชัน (Fusion)
ภาพ		
ตัวอย่าง สมการนิวเคลียร์	$^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{141}_{56}Ba + {}^{92}_{36}Kr + 3{}^{1}_{0}n$	$^{2}_{1}H + {}^{3}_{1}H \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{1}_{0}n$
รูปแบบ	ธาตุหนัก → ธาตุเบา	ธาตุเบา → ธาตุหนัก
ตัวอย่าง ปรากฏการณ์	ปฏิกิริยาในระเบิดปรมาณู, เตาปฏิกรณ์	ปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชันบนดวงอาทิตย์

พลังงานนิวเคลียร์ (Nuclear Energy) หรือ พลังงานยึดเหนี่ยว (Binding Energy)		
$\Delta m = m_{ก่อน} - m_{หลัง}$	$E(J) = (\Delta m)c^2$	$E(MeV) = (\Delta m)(931.5\ MeV/u)$

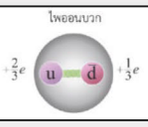
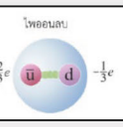
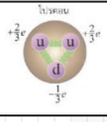
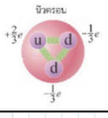
มวลหาย ไป

$E = mc^2$

Fermions	ควาร์ก (Quark) u, c, t, d, s, b	
	อนุภาคมูลฐานของอนุภาคในนิวเคลียส	มีกลูออนทำหน้าที่เป็นสื่อแรงรวมควาร์ก
	กลุ่มที่ประจุ (+2/3)e : $u\ c\ t$	กลุ่มที่ประจุ (-1/3)e : d, s, b
	เลปตอน (Lepton) $e, \mu, \tau, \nu_e, \nu_\mu, \nu_\tau$	
	อนุภาคที่ไม่สามารถย่อยลงไปได้อีก	ไม่อยู่ภายใต้ "แรงเข้ม" (แต่อยู่ภายใต้แรงแบบอื่นได้)
	กลุ่มที่มีประจุ -e : $e\ \mu\ \tau$	กลุ่มเป็นกลางทางไฟฟ้า : ν_e, ν_μ, ν_τ
Bosons	เกจโบซอน (Gauge Bosons) g, γ, Z, W	
	อนุภาคโบซอนที่ทำหน้าที่เป็นอนุภาคนำพาแรงพื้นฐานในธรรมชาติ	
	สเกลาร์โบซอน (Scalar Bosons) H	
	เป็นอนุภาคที่เกี่ยวข้องกับอันตรกิริยาที่ทำให้อนุภาคมูลฐานต่างๆมีมวล	



การรวมตัวของควาร์กที่ควรรู้ *

Meson (เกิดจากควาร์ก 2 ตัว)	ไพออนบวก π^+	ไพออนลบ π^-
		
	$\left(+\frac{2}{3}+\frac{1}{3}\right)e = +1e$	$\left(-\frac{2}{3}-\frac{1}{3}\right)e = -1e$
Baryons (เกิดจากควาร์ก 3 ตัว)	โปรตอน	นิวตรอน
		
	$\left(+\frac{2}{3}+\frac{2}{3}-\frac{1}{3}\right)e = +1e$	$\left(+\frac{2}{3}-\frac{1}{3}-\frac{1}{3}\right)e = 0$

อนุภาค	สัญลักษณ์	ประจุ	ปฏิยานุภาค	สัญลักษณ์	ประจุ
electron	e, e^-	-1	positron	$\bar{e}, e^+$	+1
proton	p	+1	anti-proton	$\bar{p}$	-1
neutron	n	0	anti-neutron	$\bar{n}$	0
neutrino	ν	0	anti-neutrino	$\bar{\nu}$	0
การประลัย (Annihilation) : เมื่ออนุภาค และ ปฏิยานุภาค ของคู่อนุภาคนั้นมาพบกัน มวลทั้งหมดจะกลายเป็นพลังงานในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า					
ตัวอย่าง : $e^- + e^+ \rightarrow \gamma + \gamma$					

แรงพื้นฐานในธรรมชาติ	
แรงโน้มถ่วง (Gravitation Force)	แรงดึงดูดระหว่างมวล
แรงแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Force)	แรงดูดหรือผลักระหว่าง ประจุไฟฟ้า หรือ แม่เหล็ก
แรงเข้ม (Strong Force)	แรงที่ใช้ยึดเหนี่ยวควาร์กให้อยู่รวมกัน
แรงอ่อน (Weak Force)	เป็นแรงที่เกี่ยวข้องกับการสลายให้บีต้าของธาตุกัมมันตรังสี

ชนิด		สื่อแรง	ประจุ	มวล	ระยะในการส่งแรง	อนุภาคที่รับรู้
	gluon	แรงเข้ม	กลาง	0	สั้น	ควาร์ก
	photon	แรงแม่เหล็กไฟฟ้า	กลาง	0	ยาว	อนุภาคที่มีประจุ
	Z boson	แรงอ่อน	กลาง	มีมวล	สั้น	เลปตอน, ควาร์ก
	W boson	แรงอ่อน	บวก, ลบ	มีมวล	สั้น	เลปตอน, ควาร์ก
	Higgs boson	มีมวล แต่ไม่มีประจุ โดยเป็นอนุภาคที่เกี่ยวข้องกับอันตรกิริยาที่ทำให้อนุภาคมูลฐานมีมวล				

การสลายตัวแบบบีต้าลบ (มีการปล่อย W^- boson)	$^1_0n \rightarrow {}^1_1p + {}^0_{-1}e + \bar{\nu}_e$
การสลายตัวแบบบีต้าบวก (มีการปล่อย W^+ boson)	$^1_1p \rightarrow {}^1_0n + {}^0_{+1}e + \nu_e$

May The Success Be With You

Good Luck

ขออวยพรให้น้องๆทุกคน
"ประสงค์สำเร็จ"
ในการสอบฟิสิกส์ A-Level
และมีสิ่งดีๆที่ใช่
มาเฉลยในฝันทุกคนเลยนะครับ

- พี่ตั๊ว Blueprint -