การเคลื่อนที่

การเคลื่อนที่ของวัตถุ แบ่งได้เป็น 3 ลักษณะ คือ

1. การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง
2. การเคลื่อนที่ในแนวเส้นโค้ง
3. การเคลื่อนที่แบบหมุน

<u>การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง</u> แบ่งการเคลื่อนที่ได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

1. การเคลื่อนที่ ในแนวราบ 2. การเคลื่อนที่ ในแนวดิ่ง

สำหรับสูตรการเคลื่อนที่แนวราบและแนวดิ่ง จัดใหม่ได้ดังนี้

สูตร	แนวราบ	ขาด	แนวดิ่ง ($\vec{g} = -10\,m/s^2$)
1	$\vec{S} = \langle\vec{v}\rangle t = \left(\frac{\vec{u}+\vec{v}}{2}\right)t$	a	$\vec{S} = \langle\vec{v}\rangle t = \left(\frac{\vec{u}+\vec{v}}{2}\right)t$
2	$\vec{v} = \vec{u} + \vec{a}t$	S	$\vec{v} = \vec{u} + \vec{g}t$
3	$\vec{S} = \vec{u}t + \frac{1}{2}\vec{a}t^2$	$\vec{v}$	$\vec{S} = \vec{u}t + \frac{1}{2}\vec{a}t^2$
4	$\vec{S} = \vec{v}t - \frac{1}{2}\vec{a}t^2$	$\vec{u}$	$\vec{S} = \vec{v}t - \frac{1}{2}\vec{a}t^2$
5	$v^2 = u^2 + 2aS$	t	$v^2 = u^2 + 2gh$

$$S_t = S(t) - S(t-1) = \vec{u} + \frac{1}{2}\vec{a}(2t-1)$$

สูตรแนวดิ่ง $\vec{g}$ เป็น Vector มีทิศลง $\therefore$ $\vec{g}$ = -10 m/s^2

สำหรับสูตรพิเศษ เป็นสูตรที่ปรับค่า $\vec{g}$ แล้ว $\therefore$ $\vec{g}$ ในสูตรพิเศษ = 10 m/s^2

สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี MK SCG สมศ ร่วมด้วย MBA TNI DPU Kantana SSI

<u>สูตรพิเศษการเคลื่อนที่แนวดิ่งโดยเสรี</u>

1. **โยนวัตถุขึ้นจากพื้นด้วยความเร็วต้น $\vec{v}_0$**

   1.1 นานเท่าใดวัตถุจะขึ้นไปได้สูงสุด $t_{ขึ้น} = \dfrac{\vec{v}_0}{g}$

   1.2 นานเท่าใดวัตถุจะขึ้นไป และตกกลับมาที่เดิม $\therefore$ $t_{ขึ้น} = t_{ลง}$

   และ $t_{ทั้งหมด} = \dfrac{2v_0}{g}$

   1.3 วัตถุขึ้นไปได้สูงสุดเท่าใด $h = \dfrac{v_0^2}{2g}$

2. โยนวัตถุขึ้นจากที่เดียวกัน 2 ก้อนด้วยความเร็วต้นเท่ากัน เท่ากับ v_0 โดยใช้เวลาโยนห่างกัน x วินาที

   2.1 นานเท่าใดที่วัตถุทั้ง 2 จะสวนทางกันกลางอากาศ (นับจากวัตถุก้อนแรก)

$$t_1 = \frac{v_0}{g} + \frac{x}{2}$$

   2.2 นานเท่าใดที่วัตถุทั้ง 2 จะสวนทางกันกลางอากาศ (นับจากวัตถุก้อนหลัง)

$$t_2 = \frac{v_0}{g} - \frac{x}{2}$$

   * เมื่อได้เวลาที่สวนทางกันแล้ว ก็สามารถหาว่าสวนทางกัน ณ ที่สูงเท่าใดจากจุดโยน

3. โยนวัตถุ 2 ก้อน พร้อม ๆ กัน จากที่ห่างกัน h เมตร ในแนวดิ่งนานเท่าใด วัตถุทั้ง 2 จึงจะสวนทางกันในอากาศ

$$t = \frac{h}{\vec{u}_{ล่าง} - \vec{u}_{บน}}$$

   - เมื่อได้เวลาแล้วก็สามารถจะหาว่าชนกัน ณ ที่สูงจากพื้นเท่าใดก็ได้

สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี MK SCG สมศ ร่วมด้วย MBA TNI DPU Kantana SSI

มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่

1. **กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน** (Newton's Law of Motion)

ข้อที่ 1 ถ้า $\sum \vec{F} = 0$ $\therefore$ $\vec{a}$ = O แสดงว่า 1. $\vec{v}$ = O หรือ

2. $\vec{v}$ = ค่าคงที่เป็นเส้นตรง

ข้อที่ 2 ถ้า $\sum \vec{F} \neq 0$ แล้ว

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

ข้อที่ 3 $\sum \vec{F} = 0$ หรือไม่ก็ตาม เมื่อวัตถุถูกแรงที่ไม่เป็นศูนย์มากระทำ วัตถุจะออกแรงตอบโต้ ด้วยแรงขนาดที่เท่ากัน ทิศทางตรงข้ามและเกิดขึ้นพร้อม ๆ กัน

$\therefore$ Action = Reaction

2. **กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน**

เมื่อวัตถุ 2 ก้อนใด ๆ มาวางอยู่ใกล้กัน จะก่อให้เกิดแรงดึงดูดซึ่งกันและกัน เป็นแรงกระทำต่างร่วม (มีขนาดเท่ากัน) = F_G

$$F_G = \frac{GMm}{R^2}$$ ----------* G = ค่าคงที่สากล = 6.67×10^{-11} N-m^2/kg^2

สำหรับการชั่งน้ำหนักวัตถุบนผิวโลก จะได้ $F_g = F_G$

หรือ $mg = \frac{GMm}{R^2}$ $\therefore g = \frac{GM}{R^2}$ ----------*

$$\frac{mg_1}{mg_2} = \frac{(R+h)^2}{R^2}$$ ----------* mg_1 = น้ำหนักที่ผิวโลก, mg_2 = น้ำหนักที่ระดับสูง h

3. **การนำกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันไปใช้งาน เช่น** การชั่งน้ำหนักในลิฟต์

1. ถ้า **ลิฟต์** มี $\vec{a}$ = 0 หรือ $\vec{v}$ คงที่ $\therefore$ น้ำหนักที่อ่านได้ (N) = น้ำหนักจริง (mg)
2. ถ้า **ลิฟต์** ขึ้นด้วยความเร่ง $\vec{a}$ $\therefore$ น้ำหนักที่อ่านได้ (N) = mg + ma

   ถ้า **ลิฟต์** ขึ้นด้วยความหน่วง $\vec{a}$ $\therefore$ น้ำหนักที่อ่านได้ (N) = mg - ma
3. ถ้า **ลิฟต์** ลงด้วยความเร่ง $\vec{a}$ $\therefore$ น้ำหนักที่อ่านได้ (N) = mg - ma

   ถ้า **ลิฟต์** ลงด้วยความหน่วง $\vec{a}$ $\therefore$ น้ำหนักที่อ่านได้ (N) = mg + ma
4. ถ้า **ลิฟต์** ขาด $\therefore$ น้ำหนักที่อ่านได้ = O

สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี MK SCG สมศ ร่วมด้วย MBA TNI DPU Kantana SSI

สมดุล (Equilibrium)

<u>กฎการเคลื่อนที่ของ Newton</u>

1. $\sum \vec{F} = 0$, $\vec{a} = 0$ $\longrightarrow$ 1. $\vec{u} = \vec{v} = 0$ (สมดุลสถิต)
   2. $\vec{u} = \vec{v} =$ ค่าคงที่ (สมดุลจลน์)
2. $\sum \vec{F} \neq 0$, $\therefore \sum \vec{F} = \sum m\vec{a}$ (ไม่สมดุล)
3. $\sum \vec{F} = 0$ หรือ $\sum \vec{F} \neq 0$ $\therefore$ Action = Reaction

เงื่อนไขของการสมดุล

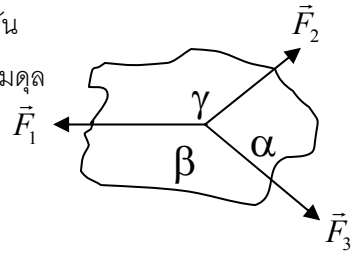
1. $\sum \vec{F} = 0$ $\longrightarrow$ $\sum \vec{F}_X = 0$ ..... ①
   $\sum \vec{F}_Y = 0$ ..... ②
2. $\sum M = 0$ รอบจุดหมุนใดๆ

<u>Moment</u> คือ ผลการกระทำของแรงกระทำต่อวัตถุ ทำให้วัตถุเกิดการหมุนหรือพยายามหมุนรอบจุดหมุนใดๆ

$$M = \vec{F} \cdot \vec{S} = |\vec{F}||\vec{S}|\sin\theta$$ (เป็นปริมาณ Scalar)

ทฤษฎีเสริม สำหรับการสมดุล ด้วยแรง 3 แรง

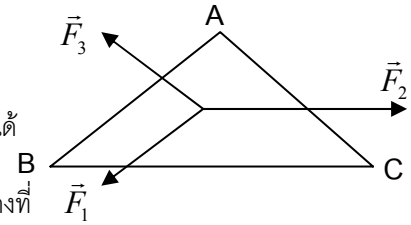
1. Lami's Theorem "เมื่อแรงสามแรงมากระทำร่วมกันบนวัตถุอันเดียวกันแล้ว ทำให้วัตถุนั้นอยู่ในสภาวะสมดุล จะได้แรงต่อ Sin ของมุมตรงมีค่าคงที่"



$$\therefore \frac{F_1}{\sin\alpha} = \frac{F_2}{\sin\beta} = \frac{F_3}{\sin\gamma} = \text{ค่าคงที่}$$

2. **ทฤษฎีสามเหลี่ยมของแรง**

   2.1 เมื่อแรงสามแรงกระทำร่วมกันบนวัตถุ เดียวกันแล้วทำให้วัตถุนั้นสมดุล และแรงทั้งสาม ขนานกับด้านสามด้านของสามเหลี่ยมใดๆ แล้วแรงต่อด้านที่มันขนาน จะมีค่าคงที่

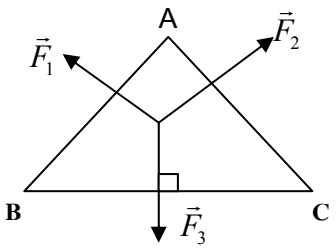


$\vec{F}_1 // AB$, $\vec{F}_2 // BC$, $\vec{F}_3 // AC$ จะได้

$$\frac{\vec{F}_1}{AB} = \frac{\vec{F}_2}{BC} = \frac{\vec{F}_3}{AC} = \text{ค่าคงที่}$$

สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี MK SCG สมศ ร่วมด้วย MBA TNI DPU Kantana SSI

2.1 เมื่อแรงสามแรงกระทำร่วมกันบนวัตถุเดียวกันแล้วทำให้วัตถุนั้นสมดุลและแรงทั้งสามตั้งฉากกับด้านของสามเหลี่ยมใดๆ แรงต้านที่มันตั้งฉากย่อมมีค่าคงที่



$\vec{F}_1 \perp AB$, $\vec{F}_2 \perp AC$, $\vec{F}_3 \perp BC$

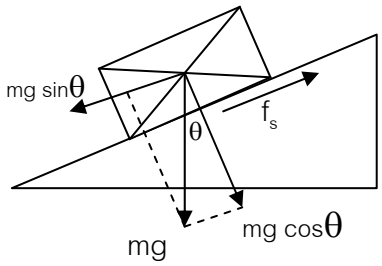
$\therefore \frac{F_1}{AB} = \frac{F_2}{AC} = \frac{F_3}{BC}$ = ค่าคงที่

<u>แรงเสียดทาน</u> (Friction Force) เป็นแรงที่ต่อต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ แบ่งได้ 2 ประเภท คือ

1. **แรงเสียดทานสถิตย์** (Static Frictional Force = f_s) เกิดขึ้นในขณะที่วัตถุยังไม่เคลื่อนที่ (f_s = F ไม่มีสูตรคำนวณ)

   ในกรณีที่ $f_{s\,max}$ = F = $\mu_s N$ โดยปรกติแล้ว 0 $< \mu_s \leq$ 1
2. **แรงเสียดทานจลน์** (Kinetic Frictional Force = f_k) เกิดขึ้นในขณะที่วัตถุกำลังเคลื่อนที่ (f_k = $\mu_k N$ = ค่าคงที่)

การหาค่า ส.ป.ส.แรงเสียดทานจลน์และสถิต



ในกรณีที่วัตถุกำลังจะเสียสมดุลจะได้

$f_{s\,max} = \mu_s N = mg \sin\theta$

$\therefore \mu_s (mg \cos\theta) = mg \sin\theta$

$\mu_s = \frac{mg \sin\theta}{mg \cos\theta} = \tan\theta$

เรียก θ_s ว่า มุมแห่ง ส.ป.ส. แรงเสียดทานสถิตย์

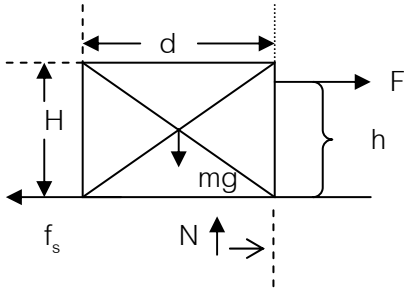
เมื่อวัตถุเคลื่อนแล้วปรับความชั้นใหม่ เพื่อให้วัตถุเคลื่อนที่ลงด้วยความเร็วคงที่จะได้

$\mu_k = \tan\theta_k$

$\therefore \theta_k < \theta_s$ เสมอ

<u>โมเมนต์ของแรงคู่ควบ</u> (Moment of Couple) คือ โมเมนต์ของแรงคู่ขนาน (แรงขนานต่างพวก) เมื่อมีแรง 2 แรงขนาดเท่ากัน ทิศทางตรงข้าม และได้อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน และถ้าจะทำให้วัตถุสมดุลต้องใช้โมเมนต์ของแรงคู่ควบใหม่ที่มีขนาดเท่าเดิม ทิศทางตรงข้ามมากระทำจึงจะสมดุล

สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี MK SCG สมศ ร่วมด้วย MBA TNI DPU Kantana SSI



<u>กรณีที่ 1</u> วัตถุกำลังลื่นไถล

$\therefore$ $F_{\text{ลื่น}} = f_{s\ \max} = \mu_s mg$ ———— *

$F_{]h,} = mg\dfrac{d}{2h}$ ———— *

ถ้า h คงที่และ $h \geq \dfrac{H}{2}$

ถ้า $\mu_s > \dfrac{d}{2h}$ วัตถุจะล้มก่อนลื่น
ถ้า $\mu_s < \dfrac{d}{2h}$ วัตถุลื่นก่อนล้ม
} บนพื้นราบ

ในกรณีวัตถุ ตั้งอยู่บนพื้นเอียง

ถ้า $\theta_s < \theta_{\text{ล้ม}}$ = ลื่นก่อนล้ม

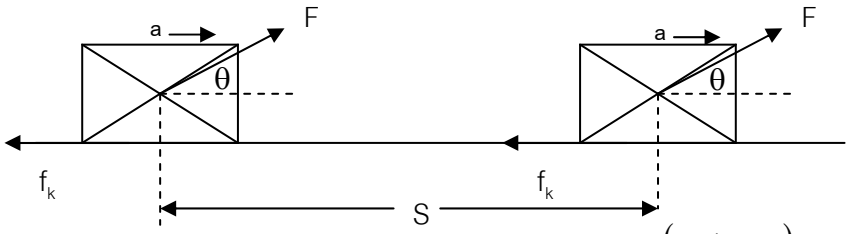
ถ้า $\theta_s > \theta_{\text{ล้ม}}$ = ล้มก่อนลื่น

โดยที่ $\tan\theta_s = \mu_s$ และ $\tan\theta_{\text{ล้ม}} = \dfrac{\text{กว้าง}}{\text{สูง}} = \dfrac{D}{H}$

งานและพลังงาน

<u>งาน</u> (Work) หมายถึงผลการกระทำของแรงต่อวัตถุ แล้วทำให้วัตถุเคลื่อนที่ หรือพยายามจะเคลื่อนที่ใน

ทิศทางของแรง $\therefore$ Work $= \vec{F}\cdot\vec{S} = F\cdot S\cos\theta$ (N – m = j)



Work $= F\cdot S\cos\theta = \dfrac{(ma + \mu mg)S}{1 + \mu\tan\theta}$

ถ้าความเร็วคงที่ Work $= F\cdot S\cos\theta = \dfrac{\mu mgS}{1 + \mu\tan\theta}$

สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี
ร่วมด้วย

<u>พลังงาน</u> (Energy) คืองานที่ถูกสะสมหรือแสดงออกจากการทำงานต่างๆ จำแนกได้เป็น

1. พลังงานศักย์โน้มถ่วง $E_p = mgh$ จะตองมแกนอ้างอิง เพื่อวัดความสูง h
2. พลังงานศักย์ยืดหยุ่น $E_{ps} = \langle F \rangle \cdot S = \frac{1}{2}F_2 S = \frac{1}{2}kS^2$ (หรือ $\frac{1}{2}kx^2$)
3. พลังงานจลน์ $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{|\vec{p}|^2}{2m}$
4. พลังงานรูปอื่นๆ มีทั้ง ความร้อน, แสง, เสียง, เคมี, นิวเคลียร์ อีกมากมาย

กฎการอนุรักษ์พลังงาน

$$\Sigma E_{เริ่ม} - \Sigma E_{ท้าย} = \Sigma W_{นอก}$$

(พลังงานของระบบลดลงหรือเพิ่มขึ้นมาอันเนื่องจากการใช้พลังงาน หรือรับพลังงานนั่นเอง)

<u>กำลัง</u> Power คือ อัตราการทำงานใน 1 หน่วยเวลา

$$\therefore \quad P = \frac{\Delta W}{\Delta t} = \frac{\Delta E}{\Delta t}$$

$$= \frac{F \cdot S}{t} = F \cdot v \quad (\text{หน่วยเป็น } \frac{j}{s} = \text{Watt})$$

โมเมนตัม

<u>นิยาม</u> โมเมนตัม คือ อำนาจในการปะทะของวัตถุ ซึ่งวัดได้จากผลคูณของมวลกับความเร่ง

โมเมนตัมมีหน่วยเป็น kg·m/s หรือ N·s และโมเมนตัมเป็นคุณสมบัติเฉพาะของวัตถุ

จากกฎการเคลื่อนที่ ข้อ 2 ของ Newton

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

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

$$\therefore \quad \vec{F}.t = m\vec{v} - m\vec{u} = \vec{p}_2 - \vec{p}_1$$

$$\therefore \quad \boxed{\vec{F}.t = \Delta\vec{p}} \qquad *$$

เรียก $\vec{F}\Delta t$ ว่า **การดล** และ $\vec{F}$ ว่า **แรงดล** (แรงดลจะมีค่ามากเมื่อ $\Delta t \to 0$)

เรียก $\Delta\vec{p}$ ว่า **การเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม**

สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี MK SCG สมศ ร่วมด้วย MBA TNI DPU Kantana SSI

<u>หลักการคำนวณเกี่ยวกับโมเมนตัม</u> ในการมทำเกี่ยวกับโมเมนตัม หลักการง่ายๆ คือ พิจารณาในการชนนั้นๆ มีแรง ภายนอกหรือไม่

<u>กรณีที่ 1</u> มีแรงภายนอกมาเกี่ยวข้อง หมายความว่าในการชนหรือการปะทะกันของวัตถุเราสามารถหามวลของทั้ง ฝ่าย ได้หรือไม่ ถ้าไม่ได้จัดว่าเป็นการชนกันแบบมีแรงภายนอกมาเกี่ยวข้องเสมอ และสูตรที่ใช้คือ

$$\vec{F}\Delta t = \Delta\vec{p} \qquad \text{อย่างเดียว}$$

เช่น การขว้างลูกบอลกระทบฝาผนัง เราไม่สามารถหามวลของฝาผนังได้ เป็นต้น *

เพื่อให้ง่ายต่อการคำนวณ เราจะคิด Vector ตามกราฟเสมอการปล่อยลูกบอลจากที่สูง h_1 ตกกระทบพื้นแล้วกระดอนกลับขึ้นไปสูง h_2 จะได้

$$\Delta\vec{p} = m\left(\sqrt{2gh_1} + \sqrt{2gh_2}\right)$$

<u>กรณีที่ 2</u> ในกรณีที่ไม่มีแรงภายนอกมาเกี่ยวข้อง จะจัดว่าเป็นการชนกันแบบต่างๆ โดยมีกฎเกณฑ์ ว่า จะชน แบบใดก็ตาม จะได้

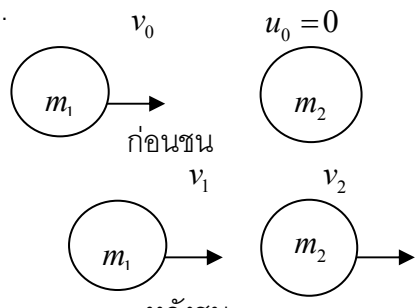
$$\sum \vec{p}_{\text{ก่อนชน}} = \sum \vec{p}_{\text{หลังชน}} \qquad \text{———} \quad *$$

แต่ถ้าเป็นการชนแบบยืดหยุ่นจะได้

$$\sum E_{k\ \text{ก่อนชน}} = \sum E_{k\ \text{หลังชน}} \qquad \text{———} \quad *$$

สำหรับการชนโดยจัดสูตรพิเศษไว้รองรับได้ดังนี้

1.



ในการชนกับแบบยืดหยุ่น มวล m_1 วิ่งด้วยความเร็ว v_0 เข้าชน

มวล m_2 ซึ่งหยุดนิ่งหลังชน m_1 มีความเร็ว $\vec{v}_1$

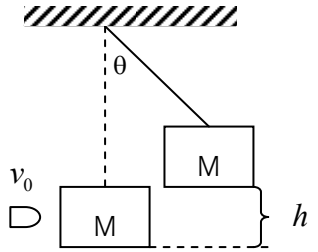
มวล m_2 จะมีความเร็ว $\vec{v}_2$ โดยที่

$$\vec{v}_1 = \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}\right)\vec{v}_0 \qquad \text{———} \quad *$$

$$\vec{v}_2 = \left(\frac{2m_1}{m_1 + m_2}\right)\vec{v}_0 \qquad \text{———} \quad *$$

สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี MK SCG สมศ ร่วมด้วย MBA TNI DPU Kantana The Experienced SSI

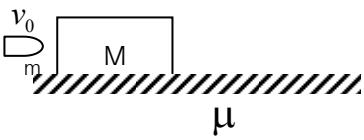
2. Ballastic Pendulum



ยิงลูกปืนมวล m ด้วยความเร็ว $\vec{v}_0$ เข้ากระทบเป้าที่ถูกแขวนไว้ด้วยเชือกในแนวดิ่ง ยาว l l แลมีมวล M จัดว่าเป็นการชนแบบไม่ยืดหยุ่นหลังยิง ลูกปืนอาจฝังใน M หรือทะลุออกมาก็ได้ จะได้

$$v = \frac{|\Delta\vec{p}|}{(M \pm \Delta m)} = \sqrt{2gh} = \sqrt{2gl(1-\cos\theta)}$$

เมื่อ v = ความเร็วหลังชนของ M



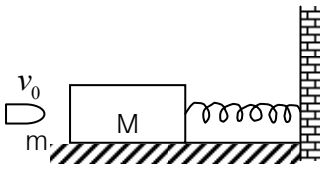
$|\Delta\vec{p}|$ =ปริมาณโมเมนตัมที่ลูกปืนถ่ายเทให้แป้น M

$M \pm \Delta m$ = มวลแป้นหลังชน

ในกรณีที่แป้น M จากข้อ 2 วางอยู่บนโต๊ะ ที่มี ส.ป.ส. แรงเสียดทานจลน์ เป็น μ หลังชน แป้นไม้นี้ เคลื่อนที่ไปบนโต๊ะได้ไกล S เมตร

$$\therefore \quad v = \frac{|\Delta\vec{p}|}{(M \pm \Delta m)} = \sqrt{2\mu g s}$$

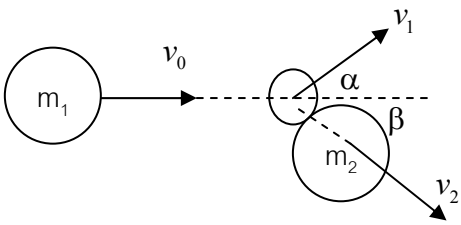
4.



ในกรณีที่แป้น M วาบนพื้นลื่นแต่ติสปริงดังรูป

จะได้ $$v = \frac{|\Delta\vec{p}|}{(M \pm \Delta m)} = x\sqrt{\frac{k}{(m \pm \Delta m)}}$$

5.



ในการชนแบบเฉียด มวล m_1 วิ่งด้วยความเร็ว v_0 เข้าชน มวล m_2 ซึ่งหยุดนิ่งอย่างเฉียด

จะได้ $$\frac{p_0}{\sin(\alpha+\beta)} = \frac{p_1}{\sin\beta} = \frac{p_2}{\sin\alpha}$$

ในกรณีนี้จะใช้ได้ทั้งการ ชนแบบยืดหยุ่นและไม่ ยืดหยุ่น และถ้า $m_1 = m_2$ จะได้

$$\alpha + \beta = 90^0$$

ดังนั้น $$\frac{m_1 v_0}{\sin 90^\circ} = \frac{m_1 v_1}{\sin\beta} = \frac{m_2 v_2}{\sin\alpha}$$

สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี ร่วมด้วย

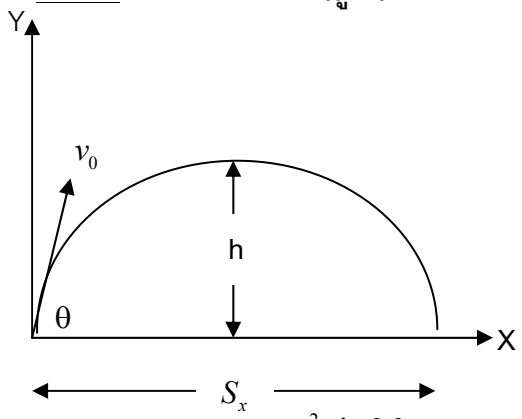
การเคลื่อนที่ใน 2 มิติ

การเคลื่อนที่แบบ PROJECTILE เป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุ 2 มิติ คือมีทั้งการเคลื่อนที่แนวราบและแนวดิ่ง โดยมีข้อกำหนดว่า

1. อากาศไม่มีแรงต้านทานต่ออนุภาค $\therefore \vec{a}_X = 0, \quad \vec{u}_X = \vec{v}_X$
2. ระนาบดิ่ง เป็นการเคลื่อนที่ในสนามความเร่ง g คงที่ (~ + 10 m/s^2)

การเคลื่อนที่แบบ Projectile แบ่งได้ 4 ลักษณะดังนี้

1. <u>แบบที่ 1</u> เรียกว่า "**ยิงจากพื้นสู่พื้น**"

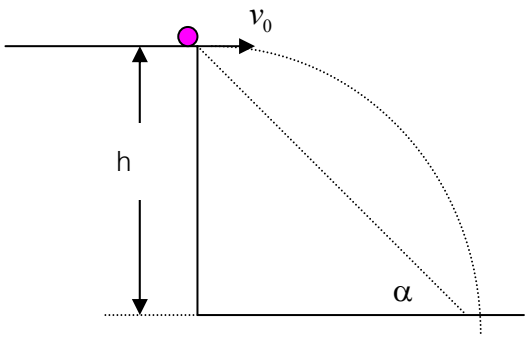


1. $\vec{u}_x = v_0 \cos\theta = \vec{v}_x$
2. $\vec{u}_y = v_0 \sin\theta$
3. $t_{ขึ้น} = t_{ลง} = \dfrac{u_y}{g} = \dfrac{v_0 \sin\theta}{g}$
4. $t_{ตลอดการเดินทาง} = 2t_{ขึ้น} = \dfrac{2v_0 \sin\theta}{g}$
5. $h = \dfrac{u_y^2}{2g} = \dfrac{(v_0 \sin\theta)^2}{2g}$

$S_{x-\max} = \dfrac{v_0^2}{g}$ $\quad \theta = 45^0$

6. $S_x = u_x t = \dfrac{v_0^2 \sin 2\theta}{g}$,
7. $\tan\theta = \dfrac{4h}{S_x}$

2. **แบบที่ 2** เรียกว่า **"เครื่องบินทิ้งระเบิด"** เป็นครึ่งหลังของแบบที่ 1



1. $u_x = v_0$ คงที่
2. $u_y = 0$
3. $a_y = g$
4. $t = \sqrt{\dfrac{2h}{g}}$
5. $S_x = v_0 t = v_0 \sqrt{\dfrac{2h}{g}}$

สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี MK SCG สมศ ร่วมด้วย MBA TNI DPU Kantana The Experienced SSI

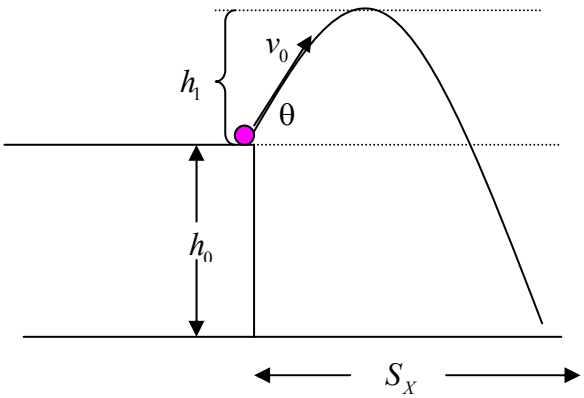
6. α= มุมเล็กเป้า $\therefore \tan\alpha = \dfrac{h}{S_x} = \dfrac{gt}{2v_0}$

$\tan\alpha = \dfrac{\sqrt{2gh}}{2v_0}$ $\tan\theta = \dfrac{v_y}{v_x} = \dfrac{\sqrt{2gh}}{v_0} = 2\tan\alpha$

7. θ = มุมที่ลูกปืนตกกระทำต่อพื้น

3. **แบบที่ 3** เรียกว่า **"ยกนกตกปลา"** เป็น Projectile ผสมระหว่างแบบที่ 1 กับแบบที่ 2

<u>วิธีคำนวณที่ง่ายที่สุด</u> ใช้ทั้ง 2 ระบบช่วยกันคือ



1. $u_x = v_0\cos\theta$ คงที่
2. $u_y = v_0\sin\theta$
3. $H = h_0 + h_1$

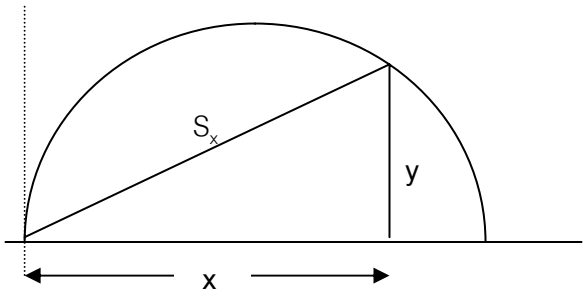
   h_0 = โจทย์มักกำหนดให้

   $h_1 = \dfrac{v_0^2\sin^2\theta}{2g}$

4. $S_x = u_x t = v_0\cos\theta . t$

t_Y =เวลาทั้งหมดจากการเคลื่อนที่แนวดิ่ง = t_X = t

4. **แบบที่ 4** เรียกว่า "**เมื่อโลกเอียง**" เป็นการเคลื่อนที่ Projectile บนพื้นเอียง



วิธีคิดให้ง่าย ให้ใช้หลักของการยิงจากพื้นสู่พื้น แบบที่ 1) เข้า ช่วย เมื่อมุมยิง = θ ความเร็วต้น v_0 พื้นเอียงทำมุม α วัตถุทำมุม β กับพื้นเอียง

$\therefore \theta = \alpha + \beta$

จากรูป $x = S\cos\alpha$ $y = S\sin\alpha$

1. $u_x = v_0\cos\theta$ คงที่
2. $u_y = v_0\sin\theta$ ไม่คงที่
3. $t_{ดิ่ง} = t_{ราบ} = t_{pro.}$

สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี MK SCG สมศ ร่วมด้วย MBA TNI DPU Kantana SSI

* $t_{ราบ}$ หาได้จาก $\frac{x}{u_x}$ หรือ $\frac{S\cos\alpha}{v_0\cos\theta}$ $t_{ดิ่ง}$ หาได้จากสูตร $y = v_0\sin\theta.t + \frac{1}{2}gt^2$

การเคลื่อนที่เป็นวงกลม(Circular Motion)

1.<u>**การเคลื่อนที่เป็นวงกลม**</u> (Circular Motion)

การเคลื่อนที่เป็นวงกลมมีหลักการณ์คิดคำนวณดังนี้

1. อัตราเร็วของวัตถุคงที่ (Speed คงที่ = $|\vec{v}|$)แต่ความเร็วไม่คงที่ เพราะเปลี่ยนทิศทางตลอดเวลา
2. วัตถุจะเคลื่อนที่เป็นวงกลมได้จะต้องมีความเร่งที่เรียกกันว่า ความเร่งเข้าสู่ศูนย์กลาง (Centripetal Acceleration = $\vec{a}_c$)คืออัตราการเปลี่ยนความเร็วต่อหนึ่งหน่วยเวลา
3. เมื่อมีความเร่งเข้าสู่ศูนย์กลางย่อมแสดงว่า ต้องมีแรงภายนอกมากระทำต่อวัตถุ ซึ่งเป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ข้อ 2. แรงนี้จึงเรียกว่า **แรงเข้าสู่ศูนย์กลาง** (Centripetal Force= $\vec{F}_c$)

$\vec{F}_c$ = แรงเข้าสู่ศูนย์กลางของวัตถุที่เคลื่อนที่เข้าวงกลมได้ แบ่งได้เป็น 6 ลักษณะคือ

1. วัตถุเคลื่อนที่เข้าวงกลมแนวระดับ โดยไม่มีเชือกหรือวัตถุภายนอกดึง

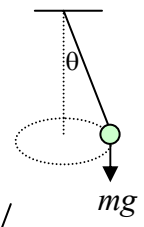
   $\therefore$ $\vec{F}_c$ = f (friction force)

2. วัตถุเคลื่อนที่เข้าวงกลมในแนวระดับ โดยมีเชือกดึงอยู่ $\therefore$ $\vec{F}_c$ = T (Tension force)
3. วัตถุเคลื่อนที่เข้าวงกลมในแนวระดับ แต่มีเชือกกระทำต่อวัตถุเป็นรูปกรวย

   $\vec{F}_c$ = T sinθ θ = มุมที่เรียกเอียงต่อแนวดิ่ง

   mg = T cosθ

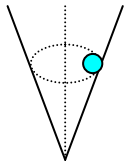
   $\therefore$ tan θ = $\frac{v^2}{Rg}$



4. การเคลื่อนที่เป็นวงกลม บนระนาบเอียง โดยไม่มีเชือก

   $\vec{F}_c$ = N sinθ

   mg = N cosθ



5. การเคลื่อนที่เป็นวงกลมของเครื่องบิน หรือเครื่องร่อน หรือการเลี้ยวของเครื่องบิน ซึ่งเป็น ส่วนหนึ่งของการเคลื่อนที่เป็นวงกลม (N = แรงปฏิกิริยาตั้งฉากกับเครื่องบิน)

   $\vec{F}_c$ = N sinθ และ mg = N cos θ

6. การเคลื่อนที่ของดาวเทียม หรือยานอวกาศที่โคจรรอบโลกหรือดาวเคราะห์เป็นวงกลม

สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี MK SCG สมศ ร่วมด้วย MBA DPU Kantana SSI

$\vec{F}_c$ = mg_h (g_h = ความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก ณ ที่สูง h)

<u>ความเร่งเข้าสู่ศูนย์กลาง</u> (Centripetal Acceleration = a_c)

$$\therefore \quad \vec{a}_c = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r = (2\pi f)^2 r = 4\pi^2 r f^2 = \frac{4\pi^2 r}{T^2}$$

<u>แรงเข้าสู่ศูนย์กลาง</u> (Centripetal Force = $\vec{F}_c$)

$$\vec{F}_c = m\vec{a}_c = \frac{mv^2}{r} = m\omega^2 r = 4m\pi^2 r f^2 = \frac{4m\pi^2 r}{T^2}$$

3. **<u>กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน</u>**

นิวตันเชื่อว่า วัตถุทั้งหลายจะมีแรงดึงดูดซึ่งกันและกันเสมอ เช่นเดียวกับแรงดึงดูดระหว่างดาวเคราะห์ กับดวงอาทิตย์ หรือแรงดึงดูดระหว่างดวงจันทร์และโลก วัตถุ 2 ก้อน มีมวล m_1, m_2 อยู่ห่างกันเป็นระยะ R จะมีแรงดึงดูดกันและกัน = F

$$F = \frac{Gm_1m_2}{R^2}, \quad G = 6.67\times10^{-11}\ \text{N-m}^2/\text{Kg}^2$$

การเคลื่อนที่แบบหมุน

การเคลื่อนที่แบบหมุนเป็นการเคลื่อนที่รอบจุดหมุนของตัวเอง และอาจเคลื่อนที่ไปข้างหน้าด้วย จากกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันได้อธิบายเกี่ยวกับการเคลื่อนที่รูปแบบต่างๆของวัตถุไว้ดังนี้

1. ถ้าแรงลัพธ์ที่มากระทำต่อวัตถุผ่านศูนย์กลางของมวลวัตถุ จะทำให้วัตถุนั้นๆ เคลื่อนที่เป็นเส้นตรง
2. ถ้าแรงลัพธ์ที่มากระทำต่อวัตถุ ไม่ผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุ จะทำให้วัตถุเกิดการหมุน หรือบางครั้งอาจเกิดการหมุน และเคลื่อนที่ไปข้างหน้าด้วย ซึ่งเรียกว่าการเคลื่อนที่แบบหมุน

<u>การเคลื่อนที่แบบหมุน</u> จะเกิดบนวัตถุที่แข็งแกร็ง (วัตถุที่มีรูปทรงคงที่) โดยที่แรงที่มากระทำไม่ผ่านจุดศูนย์กลางมวล จึงจะทำให้เกิดโมเมนต์ของแรงหรือทอร์ก (Torque) ซึ่งบางครั้งเรียกแรงนี้ว่าแรงบิด

<u>สูตรความสัมพันธ์</u>

$\vec{\tau}$ = Torque = แรงบิด = $\vec{r}\times\vec{F} = mr^2\alpha$

I = โมเมนต์ความเฉื่อย = mr^2

$\vec{\tau} = I\alpha = \dfrac{\Delta\vec{L}}{\Delta t}$ ($\vec{L}$ = โมเมนต์เชิงมุม)

สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี MK RESTAURANTS SCG PAPER สมศ ร่วมด้วย MBA INTERNATIONAL Co.,Ltd TNI DPU Kantana The Experienced SSI

<u>กฎการอนุรักษ์โมเมนตัมเชิงมุม</u> $(\vec{L})$

ถ้า $\vec{\tau} = 0 \quad \therefore \Delta\vec{L} = 0$ **นั่นคือ** $\vec{L}_1 = \vec{L}_2$ **จะได้** $I_1\omega_1 = I_2\omega_2$

"ถ้า ทอร์กของแรงกระทำต่อวัตถุมีค่าเป็นศูนย์ วัตถุจะมีอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมเชิงมุมคงที่"

พลังงานจลน์ในการหมุน $K.E_r = \frac{1}{2}I\omega^2$

ในการเคลื่อนที่แบบกลิ้งของวัตถุ เป็นการเคลื่อนที่ในแนวตรงของศูนย์กลางมสลกับการเคลื่อนที่แบบหมุนรอบศูนย์กลางของมวลนั้นๆ จะได้ผลรวมของพลังงานจลน์

$$= E_k + K.E_r = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2$$

การเปรียบเทียบการเคลื่อนที่แบบเส้นตรงและการเคลื่อนที่แบบกลิ้ง

Linear Motion	Angular Motion	**ความสัมพันธ์**
$\langle\vec{v}\rangle = \frac{\vec{u}+\vec{v}}{2}$	$\langle\vec{\omega}\rangle = \frac{\vec{\omega}_1+\vec{\omega}_2}{2}$	$\vec{\omega} = \frac{\vec{v}}{R}$
$\vec{S} = \langle\vec{v}\rangle.t$	$\vec{\theta} = \langle\vec{\omega}\rangle.t$	$\vec{\theta} = \frac{\vec{S}}{R}$
$\vec{v} = \vec{u} + \vec{a}.t$	$\vec{\omega}_2 = \vec{\omega}_1 + \vec{\alpha}.t$	$\vec{\alpha} = \frac{\vec{a}}{R}$
$\vec{S} = \vec{u}.t + \frac{1}{2}\vec{a}.t^2$	$\vec{\theta} = \vec{\omega}_1.t + \frac{1}{2}\vec{\alpha}.t^2$	$\omega = \frac{2\pi}{T}$
$\vec{S} = \vec{v}.t - \frac{1}{2}\vec{a}.t^2$	$\vec{\theta} = \vec{\omega}_2.t - \frac{1}{2}\vec{\alpha}.t^2$	$\omega = 2\pi f$
$v^2 = u^2 + 2aS$	$\omega_2^2 = \omega_1^2 + 2\alpha\theta$	
$\vec{F} = m\vec{a}$	$\vec{F}_c = m\vec{a}_c = m\omega^2 R$	$\vec{\tau} = I\vec{\alpha} = mR^2\vec{\alpha}$
$\vec{P} = m\vec{v}$	$\vec{L} = I\vec{\alpha}$	
$E_k = \frac{1}{2}mv^2$	$K.E_r = \frac{1}{2}I\omega^2$	

สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี ร่วมด้วย

การเคลื่อนที่ แบบ Simple Harmonics Motion

การเคลื่อนที่แบบ Simple Harmonics Motion จัดว่าเป็นการเคลื่อนที่ที่ไม่เป็นเส้นตรง หรือจัดว่าเป็นการเคลื่อนที่แนวเส้นโค้งแบบหนึ่ง โดยการเคลื่อนที่ของอนุภาคเป็นแบบกลับไปกลับมา ซึ่งจะผ่านจุดหลักคงที่จุดหนึ่งเสมอ และจุดหลักนี้เรียกว่า "**จุดหรือตำแหน่งสมดุลของการเคลื่อนที่** การเคลื่อนที่แบบ Simple Harmonics Motion แบ่งได้ 3 ลักษณะใหญ่ๆคือ

1. การเคลื่อนที่ของเงาของอนุภาคที่เคลื่อนที่เป็นวงกลมบนฉากในแนวราบหรือแนวดิ่งก็ได้
2. การเคลื่อนที่ของอนุภาค (วัตถุ) ที่ติดสปริง
3. การเคลื่อนที่ของอนุภาค (วัตถุ) แบบลูกตุ้มนาฬิกา

การเคลื่อนที่ของเงาของอนุภาคที่กำลังเคลื่อนที่เป็นวงกลม

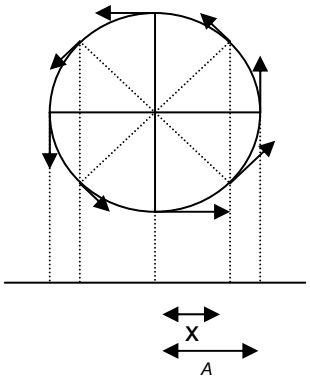
เมื่อวัตถุเคลื่อนที่เป็นวงกลม (จะเป็นแนวราบหรือแนวดิ่ง) เมื่อพิจารณา เงาของวัตถุบนฉากที่ตั้งฉากกับระนาบการเคลื่อนที่ของวัตถุ จะพบว่าเงาของวัตถุจะเคลื่อนที่กลับไปกลับมา รอบจุดคงที่ที่เรียกว่าจุดสมดุล โดยมีข้อเกี่ยวกับการวัดปริมาณต่างๆตามระบบกราฟ สมการการคำนวณ แบ่งได้ 3 ลักษณะ โดยพิจารณาจากจุดเริ่มต้นของการวัดปริมาณนั้นๆ ตามเกณฑ์ คือ

แบบที่ 1 เมื่อ t = 0, จะได้ระยะกระจัดเป็น 0

แบบที่ 2 เมื่อ t = 0, จะได้ระยะกระจัดเป็นระยะที่มีค่ามากที่สุด

แบบที่ 3 เมื่อ t = 0, จะได้ระยะกระจัดของจุดเริ่มต้นของเงา ณ ที่ ใดๆ ก็ได้ (ซึ่งเกินหลักสูตร)

สมการการเคลื่อนที่แบบที่ 1 ณ จุดเริ่มต้น (t=0), X = 0 จะได้



1) $x = A\sin\omega t$

2) $v = \pm\omega A\cos\omega t$

ณ จุดใดๆ $v = \pm\omega\sqrt{A^2 - x^2}$ $\quad v_{max} = \pm\omega A$

3) $a = -\omega^2 A\sin\omega t$

$a = -\omega^2 x$

$a_{max} = -\omega^2 A$

สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี MK SCG สมศ ร่วมด้วย MBA TNI DPU Kantana SSI

แบบที่ 2 ณ จุดเริ่มต้น (t = 0), x = A(เมื่อเงาอยู่ ณ ตำแหน่งการกระจัดสูงสุด) จะได้

1) $x = A\cos\omega t$

2) $v = \pm\omega A\sin\omega t$

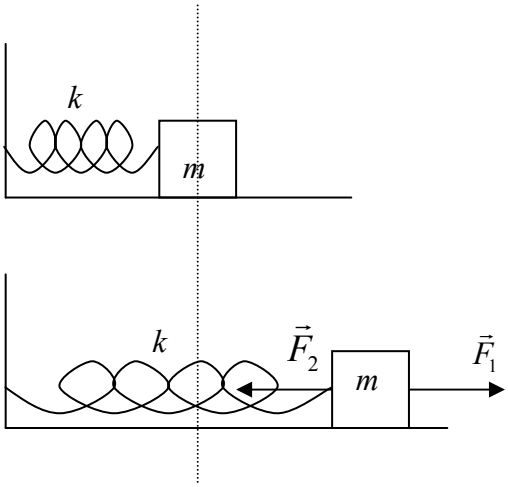
ณ จุดใดๆ $v = \pm\omega\sqrt{A^2 - x^2}$, $v_{max} = \pm\omega A$

3) $a = -\omega^2 A\cos\omega t$, $a = -\omega^2 x$

$a_{max} = -\omega^2 A$ โดยที่ $\omega = \frac{\theta}{t} = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$ rad/s

การเคลื่อนที่แบบวัตถุติดSpring

การเคลื่อนที่แบบ SHM.แบบที่ 2 คือการเคลื่อนที่ของวัตถุติดสปริง จะเป็นการเคลื่อนที่แนวใดๆ ก็ได้ เพื่อความเข้าใจง่ายๆ ให้พิจารณาวัตถุติดสปริง เคลื่อนที่บนพื้นราบ(โดยไม่มีแรงต้านทาน)



นำวัตถุมวล m ติดสปริงวางบนพื้นลื่นแล้วออกแรง $\vec{F}_1$ ดึงวัตถุให้สปริงยืดออก x เมตร ในขณะเดียวกัน สปริงก็ ออกแรง $\vec{F}_2$ ดึงกลับ โดยที่ขนาดของแรง $\vec{F}_1$ และ $\vec{F}_2$ มีขนาดเท่ากันแต่มีทิศตรงข้าม ดังนั้น จากนิยามแรง แปรผันโดยตรงกับ การกระจัด

$\vec{F} \ \alpha \ \vec{x}$

$\vec{F} = k\vec{x}$ โดยที่

x = ระยะขจัด นับจากจุดสมดุลออกเสมอ

x_{max} = แอมปริจูด

$\therefore$ $\vec{F}_1$ = k $\vec{x}$ (แรงกระทำ) $\vec{F}_2$ = - k $\vec{x}$ (แรงปฏิกิริยา) หรือ แรงดึงกลับ

จากกฎการเคลื่อนที่ ข้อที่ 2 ของนิวตัน

$\vec{F}_2$ = ma = - kx

a = $-\frac{k}{m}.x$ = - ω^2x

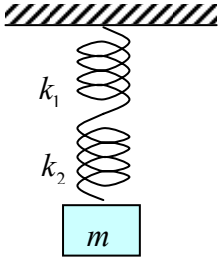
สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี
ร่วมด้วย

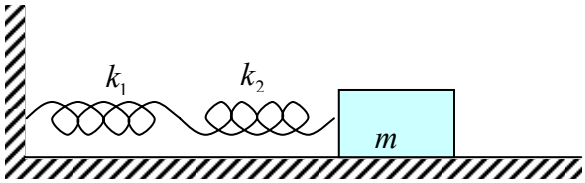
$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = 2\pi f = \frac{2\pi}{T} \quad \text{และ} \quad T = \frac{1}{f} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

การตัดต่อSpring

เพื่อประโยชน์ในการใช้งานตามวัตถุประสงค์ต่างๆ จึงต้องตัด หรือ ต่อ Spring การหาค่า k ของ Spring เหล่านั้น แบ่งได้ดังนี้

1. ต่อSpringแบบอนุกรม เป็นการต่อ Spring ที่ต้อง รับ หรือ ส่ง แรงผ่านต่อ เนื่องกัน ดังรูป จะได้





ในกรณี 2 ตัว $k_{รวม} = \dfrac{1}{\sum \frac{1}{k_i}} = \dfrac{1}{\frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + ...}$

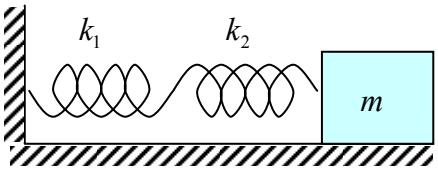
Spring ยิ่งต่อให้ยาวขึ้น ค่า $k_{รวม}$ จะมีค่าลดลง

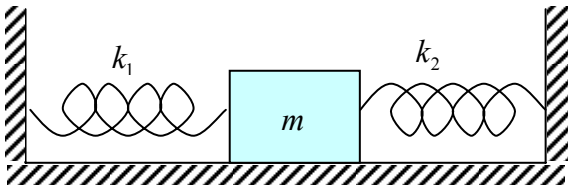
Spring ยิ่งตัดให้สั้นลง ค่า $k_{รวม}$ จะมีค่ามากขึ้น

Spring ที่ถูกตัดลงเหลือครึ่งหนึ่งจะมีค่า k เป็น 2เท่าของเดิม

Spring ที่ถูกต่อ ให้ยาวขึ้นเป็น 2เท่าเดิม จะมีค่า $k_{ใหม่}$ เป็นครึ่งของเดิม

2. **การต่อSpringแบบขนาน** ลักษณะการต่อSpringแบบนี้ทำให้Springทุก ตัวรับแรง หรือส่งแรงกระทำพร้อมๆกันทุกตัว





สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี ร่วมด้วย

- Spring ที่ต่อในลักษณะแบบนี้จะทำให้ k รวม เพิ่มขึ้น * $k_{รวม} = \sum k_i$

การเคลื่อนที่แบบPendulum

การเคลื่อนที่แบบ S.H.M. อีกแบบที่นิยมเรียกว่า การเคลื่อนที่แบบลูกตุ้มนาฬิกา หรือ PENDULUM

$\therefore$ แรงดึงกลับ (F) $= -mg\sin\theta$

$ma = -mg\sin\theta$

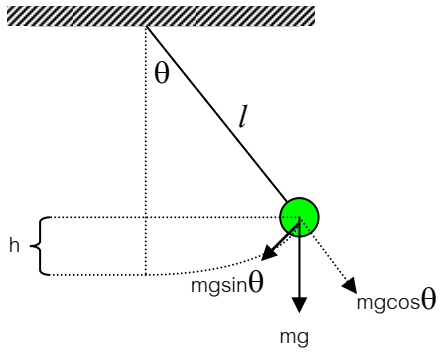
$\therefore \quad a = -g\sin\theta$

$$-\omega^2 x = -g\sin\theta = -g\frac{x}{l}$$

$$\therefore \omega^2 = \frac{g}{l}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f = \sqrt{\frac{g}{l}}$$



$$\boxed{\therefore T = \frac{1}{f} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}}$$

จากรูป $h = l - l\cos\theta = l(1-\cos\theta)$ ซึ่งใช้มาใน เรื่อง Momentum โดยเฉพาะในหัวเรื่อง Ballastic Pendulum ในกรณีที่ Pendulum ติดอยู่กับฐานที่เคลื่อนที่ด้วยความเร่งลัพธ์ $\sum\vec{a}$ เช่นการแกว่งของ Pendulumภายในลิฟต์ที่กำลังเคลื่อนที่เป็นต้น

$T = \frac{1}{f} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{\sum\vec{a}}}$ $\sum\vec{a}$ แบ่งได้ 4 กรณี คือ

โดยที่ 1. ถ้าฐานเคลื่อนที่ขึ้นหรือลงด้วยความเร็วคงที่ $\therefore \sum\vec{a} = \vec{a} - \vec{g} = 0 - (-g)$

2. ถ้าฐานเคลื่อนที่ขึ้นด้วยความเร่ง $\vec{a}$ $\therefore \sum\vec{a} = \vec{a} - \vec{g} = a - (-g) = a + g$

3. ถ้าฐานเคลื่อนที่ลงด้วยความเร่ง $\vec{a}$ $\therefore \sum\vec{a} = \vec{a} - \vec{g} = -a - (-g) = g - a$

สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี ร่วมด้วย

4. ถ้าฐานตกลงในแนวดิ่งโดยเสรี $\vec{a}$ = g $\therefore \sum \vec{a} = \vec{a} - \vec{g} = -g - (-g) = -g + g = 0$

$\therefore$ T = ∞ แสดงว่า Pendulum ไม่แก่วง

ปรากฏการณ์คลื่น

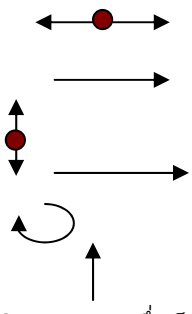
1. การเคลื่อนที่แบบคลื่น เป็นการเคลื่อนที่ด้วยพลังงานรูปแบบต่างๆ จากแหล่งกำเนิดไปโดยรอบ หรือไปในทิศที่ถูกบังคับ
2. การเคลื่อนที่แบบคลื่นมีได้หลายลักษณะขึ้นอยู่กับการจำแนกตามสิ่งใด

   2.1 จำแนกตามการเกิด แบ่งได้ 2 คือ
   - คลื่นดล
   - คลื่นต่อเนื่อง

   2.2 จำแนกตามการใช้ตัวกลาง แบ่งได้ 2 คือ
   - ใช้ตัวกลางในการเคลื่อนที่ เช่น เสียง, คลื่นน้ำ
   - ไม่ใช้ตัวกลางในการเคลื่อนที่ เช่น คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

   2.3 จำแนกตามลักษณะของอนุภาคตัวกลางเทียบต่อการเคลื่อนที่

   - คลื่นตามยาว (อนุภาคตัวกลาง)
     (ทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น)
   - คลื่นตามขวาง (อนุภาคตัวกลาง)
     (ทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น)
   - คลื่นบิด (อนุภาคตัวกลาง)
     (ทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น)



3. **เฟส** (phase ϕ) หมายถึงการบอกตำแหน่งของคลื่นโดยบอกพิกัดแกน X ซึ่งเป็นมุมเพียงอย่างเดียว เพราะ $y = \sin x$ ดังนั้นถ้าจะหาค่า Y ก็แทนในสมการได้

   3.1 Inphase หมายถึงตำแหน่ง 2 ตำแหน่งบนคลื่นที่มีผลต่าง phase ($\Delta\phi$) เป็น $2n\pi$ radหรือ 360n องศาโดยที่ $n \in I$

   3.2 Out of phase หมายถึงตำแหน่ง 2 ตำแหน่งบนคลื่นที่มีผลต่าง phase($\Delta\phi$) เป็น $n\pi$ radหรือ 180n องศา โดยที่ n เป็นจำนวนเต็ม และเป็นเลขคี่

สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี ร่วมด้วย

$$\therefore \Delta\phi = \phi_2 - \phi_1 = 360\frac{x}{\lambda} = 360\frac{t}{T} = 360tf \quad \text{องศา}$$

$$= 2\pi\frac{x}{\lambda} = 2\pi\frac{t}{T} = 2\pi tf \quad \text{rad}$$

ในกรณีเปรียบเทียบ 2 คลื่น $\left|\phi_{2A} - \phi_{2B}\right| = \left|\left(\phi_{1A} - \phi_{1B}\right) + 2\pi t\left(f_A - f_B\right)\right|$

4. การคำนวณความเร็วคลื่น

$$S = vt \quad \text{และ} \quad v = f\lambda$$

5. การสะท้อนคลื่น แบ่งตามลักษณะการสะท้อนได้ 2 แบบ คือ

5.1 การสะท้อนปลายปิดหรือปลายตรึงแน่น phase จะเปลี่ยนไป π rad หรือ 180 องศา

5.2 การสะท้อนปลายเปิดหรือปลายอิสระ phase จะเปลี่ยนไป 0 องศา หรือ phase คงเดิมในการสะท้อนของคลื่นยังคงกฎการสะท้อนไว้

6. การหักเหของคลื่นเป็นไปตามกฎของ Snell

$${}_1\eta_2 = \frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\eta_2}{\eta_1}, \quad f_1 = f_2$$

$$v_{\text{ลึก}} > v_{\text{น้ำตื้น}} \quad \text{และ} \quad \lambda_{\text{ลึก}} > \lambda_{\text{ตื้น}}$$

7. การแทรกสอดของคลื่นน้ำ แบ่งได้ 2 ลักษณะคือ

7.1 Inphase แนวตรงกลางได้ A_0

หา A; $\left|\text{ผลต่างระยะทาง}\right| = n\lambda, \; n = 0,1,2,3,.....$

หา N: $\left|\text{ผลต่างระยะทาง}\right| = \left(n - \frac{1}{2}\right)\lambda, \; n = 1,2,3,.....$

7.2 Out of phase แนวตรงกลางได้ N_0

หา N; $\left|\text{ผลต่างระยะทาง}\right| = n\lambda, \; n = 0,1,2,3,.....$

หา A : $\left|\text{ผลต่างระยะทาง}\right| = \left(n - \frac{1}{2}\right)\lambda, \; n = 1,2,3,.....$

8. การเลี้ยวเบนผ่าน slit เดี่ยว

8.1 ถ้า $d \le \lambda$ จะไม่เกิดแนว Node แสดงว่าการเลี้ยวเบนเด่นชัด

8.2 ถ้า $d > \lambda$ จะเกิดแนว Node ขึ้นรอบจุดกึ่งกลางของช่องเปิด โดยที่

$d\sin\theta = n\lambda, \quad n = 1,2,3,.....$ (ใช้หา Node)

สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี MK SCG สมศ ร่วมด้วย MBA TNI DPU Kantana SSI

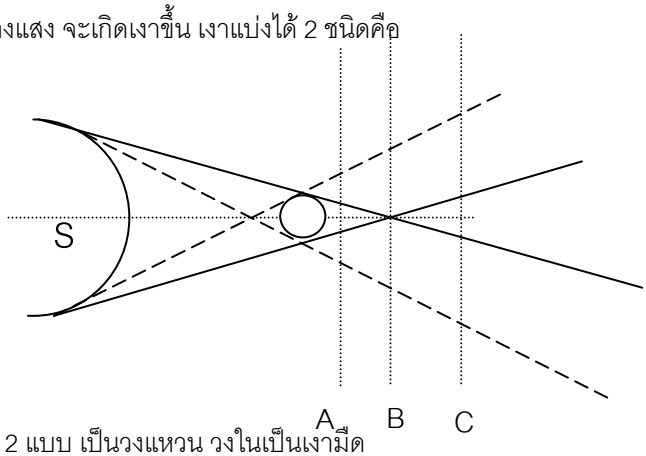
แสงและการมองเห็น

แสง จัดว่าเป็นพลังงานเดินทางแบบคลื่น (คลื่นตามขวาง) มีอัตราเร็วประมาณ $3\times10^{8}\ m/s$

แสง จัดว่าเป็นอนุภาค เพราะมีโมเมนตัม ดังนั้นแสงจึงมีคุณสมบัติทวิภาพ

เงา เกิดจากวัตถุทึบแสงมาขวางทางแสง จะเกิดเงาขึ้น เงาแบ่งได้ 2 ชนิดคือ

1. เงามืด
2. เงามัว



ณ ตำแหน่งฉาก A จะได้เงาทั้ง 2 แบบ เป็นวงแหวน วงในเป็นเงามืด

ณ ตำแหน่งฉาก B จะได้เงามัวตรงกลางเป็นจุดเงามืด

ณ ตำแหน่งฉาก C จะได้เงามัวอย่างเดียว

แสงเมื่อเป็นคลื่นต้องมีคุณสมบัติของคลื่นครบ 4 ประการคือ

1. มีการสะท้อน 2. มีการหักเห 3. มีการเลี้ยวเบน 4. มีการแทรกสอด

การสะท้อน เป็นไปตามกฎการสะท้อนของคลื่นคือ

1. รังสีตกกระทบ รังสีสะท้อน และเส้นปรกติอยู่บนระนาบเดียวกัน
2. มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน

วัตถุที่สะท้อนแสงได้ดีคือ กระจก แบ่งได้เป็น

1. กระจกราบ 2. กระจกโค้ง

กระจกราบ **สำหรับกระจกราบ 1 บาน**

1. ระยะวัตถุ เท่ากับระยะภาพ($S=S'$)
2. ขนาดวัตถุเท่ากับขนาดของภาพ (M = -1) และเป็นภาพเสมือน
3. ภาพที่ได้เป็นภาพเสมือนกลับซ้ายขวาเรียกว่าภาพปรัศวะภาควิโลม

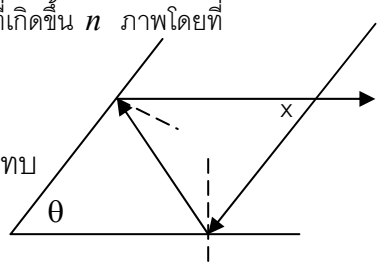
สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี MK SCG สมศ ร่วมด้วย MBA DPU Kantana SSI

4. เมื่อวัตถุที่อยู่หน้ากระจกเคลื่อนที่เข้าหาหรือออกจากกระจกด้วยความเร็ว v วัตถุจะเห็นภาพตัวเองในกระจกมีความเร็วเป็น 2 เท่าของวัตถุ
5. การใช้กระจกแบบประหยัดเพื่อดูภาพของคนได้เต็มตัวต้องใช้กระจกสูงเพียงครึ่งหนึ่งความสูงของคนดู
6. ถ้ารังสีแสงตกกระทบคงที่โดยกระจกบิดไปจากเดิม θ จะทำให้รังสีสะท้อนเบนไปจากแนวเดิม 2 θ

สำหรับกระจกราบ 2 บาน

1. กระจก 2 บาน ทำมุมกัน θ จะทำให้ภาพของวัตถุที่เกิดขึ้น n ภาพโดยที่

$$n = \frac{360}{\theta} - 1 \quad (\text{ปัดเศษขึ้น})$$



2. กระจก 2 บาน ทำมุมกัน θ เมื่อแสงตกกระทบกระจกบานที่ 1 แล้ว สะท้อน 2 ครั้ง ออก แสงออกตัดกับ แสงเข้าเป็นมุม X องศา ดังรูปจะได้ θ = 180 - 2 X

กระจกโค้ง แบ่งได้เป็นกระจกเว้า และกระจกนูน โดยที่

กระจกเว้า ให้ภาพจริงทุกขนาด และภาพเสมือนขนาดใหญ่กว่าวัตถุเท่านี้

กระจกนูน ให้ภาพเสมือนเพียงอย่างเดียว และเป็นภาพเสมือนขนาดเล็กกว่าวัตถุ

สูตรในการคำนวณ

$$M = \frac{y'}{y} = \frac{S'}{S} = \frac{S'-f}{f} = \frac{f}{S-f} \quad \text{โดยที่}$$

f = ความยาวโฟกัส ของกระจกเว้าเป็นบวก, กระจกนูนเป็นลบ

นอกนั้นทุกอย่างที่เป็นจริงเป็นบวก และเสมือนเป็นลบ

การหักเหของแสง *เมื่อแสงเดินทางผ่านตัวกลางที่ 1 ทะลุเข้าสู่ตัวกลางที่ 2 แล้ว ทำให้*

1. ขนาดของความเร็วเปลี่ยน หรือ
2. ทิศของแสงเปลี่ยน

จัดว่าเกิดการหักเหทั้งสิ้น

สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี MK SCG สมศ ร่วมด้วย MBA TNI DPU Kantana SSI

จากกฎของ Snail เมื่อแสงเดินทางจากตัวกลางที่ 1 ทะลุเข้าไปในตัวกลางที่ 2 จะได้

$$ {}_1\eta_2 = \frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\eta_2}{\eta_1} \quad (f_1 = f_2 \text{ คงที่ }) $$

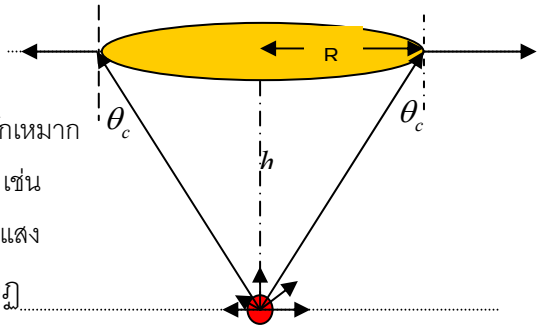
และจากการวิเคราะห์สูตรพบว่า

1.ถ้า $\theta_1 > \theta_2$ แล้ว $\lambda_1 > \lambda_2$, $v_1 > v_2$ แต่ $\eta_1 < \eta_2$

2. ถ้า $\theta_1 < \theta_2$ แล้ว $\lambda_1 < \lambda_2$, $v_1 < v_2$ แต่ $\eta_1 > \eta_2$

และในกรณีวิเคราะห์ที่ 2 นี้ พบว่า เมื่อเพิ่มขนาดของมุม θ_1 จะทำให้ θ_2 เพิ่มตาม และทำให้ θ_2 มีโอกาสเป็นมุม 90 องศา ได้ก่อน เพราะฉะนั้นเมื่อมุมตกกระทำที่ทำให้มุมหักเหเป็น 90 องศา เราเรียกว่ามุมตกกระทบนั้นว่า <u>มุมวิกฤต</u> θ_c และถ้ามุมตกกระทบเกินมุมวิกฤต จะเกิดการสะท้อนกลับหมดในตัวกลางเดิม ไม่เกิดการหักเหได้

ปรากฏการณ์ของหลอดไฟใต้น้ำ



เมื่อต้นกำเนิดแสงจากตัวกลางที่มีดัชนีหักเหมากไปสู่ตัวกลางที่มีดัชนีหักเหน้อย จะเกิดมุมวิกฤตได้ เช่น ต้นกำเนิดแสงอยู่ใต้น้ำ ทำให้คนที่อยู่บนบกเห็นลำแสงเป็นวงกลมจะได้ปรากฏการลึกจริง ลึกปรากฏ

$$ {}_{\text{วัตถุ}}\eta_{\text{ตา}} = \frac{S'\cos\theta_1}{S\cos\theta_2} = \frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{\eta_{\text{ตา}}}{\eta_{\text{วัตถุ}}} \quad \text{เมื่อมองเฉียงๆ} $$

$$ {}_{\text{วัตถุ}}\eta_{\text{ตา}} = \frac{S'}{S} = \frac{\eta_{\text{ตา}}}{\eta_{\text{วัตถุ}}} \quad \text{เมื่อมองตรง} $$

ในกรณีที่มีของเหลวหลายๆ ชนิด ซ้อนทับกัน จะได้ $S'_{\text{รวม}}$ = ลึกปรากฏรวมและตาอยู่ในอากาศ จะได้

$$ S'_{\text{รวม}} = \sum\left(\frac{S_i}{\eta_i}\right) = \frac{S_1}{\eta_1} + \frac{S_2}{\eta_2} + \frac{S_3}{\eta_3} + \ldots\ldots\ldots $$

ทัศนอุปกรณ์ ที่ใช้หลักการเกี่ยวกับแสง แบ่งได้ดังนี้

1. แว่นขยาย ประกอบด้วยเลนส์นูนอันเดียว นิยมใช้ที่มีพื้นหน้าตัดกว้าง ๆ และ $S < f$ ทำให้ได้ภาพเสมือนหัวตั้งขนาดขยาย

สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี MK SCG สมศ ร่วมด้วย MBA TNI DPU Kantana SSI

2. กล้องโทรทรรศน์ เป็นกล้องที่ทำให้วัตถุที่อยู่ไกลๆ มีขนาดโตขึ้นเพื่อให้เห็นได้ชัดเจน โดยประกอบด้วยเลนส์นูน 2 ตัว $f_0 > f_e$ มากๆ และ $L = f_0 + f_e$

3. เครื่องฉายภาพนิ่ง โดยวางแผ่น slide ไว้ที่ S และ $f < S < 2f$ จะทำให้ได้ภาพจริงบนฉากมีขนาดขยายขึ้น

4. กล้องถ่ายรูป มีหลักอยู่ว่าระยะภาพสั้น (อยู่ในกล้อง) ระยะวัตถุ $> 2f$ จึงจะได้ ภาพจริงหัวกลับขนาดเล็กลง

2. กล้องจุลทรรศน์ ใช้สำหรับขยายสิ่งที่เล็กๆ ประกอบด้วยเลนส์นูน 2 อันโดยวางวัตถุที่ S และ $f_0 < S < 2f_0$ แล้วทำให้เกิดภาพจริงหัวกลับขนาดขยายภายในตัวกล้อง และ $S' < f_e$ แล้วภาพสุดท้ายจะเกิดที่เรตินาในตาของคนดูเป็นภาพเสมือนหัวกลับขนาดขยาย

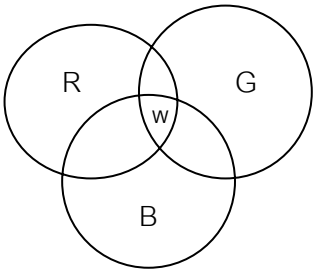
แสงสี มี 3 ตัว คือ R G Blue

เมื่อ R + G + B = W

R + G = เหลือง

R + B = ม่วงแดง

G + B = น้ำเงินเขียว



การแทรกสอด เมื่อใช้แผ่น Slit คู่ (Double Slit) และ Grating แถบการแทรกสอดที่ได้ จะมีระยะห่างระหว่างริ้วเท่ากัน โดยที่

$$\left|\text{ผลต่างระยะทาง}\right| = d\sin\theta = \frac{dx}{L} = n\lambda,\ n = 0,1,2,3,\ldots\ldots \text{ ได้แถบสว่าง}$$

$$\left|\text{ผลต่างระยะทาง}\right| = d\sin\theta = \frac{dx}{L} = \left(n - \frac{1}{2}\right)\lambda,\ n = 1,2,3,\ldots\ldots \text{ ได้แถบมืด}$$

สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี MK SCG สมศ ร่วมด้วย MBA TNI DPU Kantana SSI

ในกรณีที่เป็นGrating, $d = \frac{y}{x} = \frac{\text{ความยาว 1 ช่องเกรตติง}}{\text{จำนวนช่องต่อความยาว}}$

การเลี้ยวเบน สำหรับแสงจะพบการเลี้ยวเบนใน Single Slit แถบที่ได้จากการเลี้ยวเบนจะได้ความกว้างเท่าๆกัน ยกเว้นแถบสว่างตรงกลาง และสูตรคำนวณได้แต่แถบมืด

$$d\sin\theta = \frac{dx}{L} = n\lambda,\ n = 0,1,2,3,.....$$ ได้แถบมืด

การส่องสว่าง (ความสว่าง) (= E) คือ ความสว่างบนพื้นที่ หรือ ปริมาณของแสงที่ตกตั้งฉากกับฉาก

$$E = \frac{F}{A} = \frac{4\pi I}{4\pi R^2} = \frac{I}{R^2}$$ (ลูเมน/ ตารางเมตร = ลักษ์ = lx)

F = Flux ของแสง (ลูเมน; lm) = $4\pi I$

I = ความเข้มแห่งความสว่าง (cd)

ในกรณีที่ไม่ตั้งฉาก $E = \frac{I}{R^2}\cos\theta$ หรือ $\frac{E_1}{E_2} = \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2$

เสียง

<u>เสียง</u> จัดว่าเป็นคลื่นตามยาว หรือคลื่นอัดขยาย ที่เดินทางได้โดยอาศัยตัวกลาง

<u>การเกิดเสียง</u> เสียงเกิดจากการสั่นสะเทือนของวัตถุ

เสียงสะท้อนได้ดีกับวัตถุที่เป็นของแข็ง และเรียบ

ตัวดูดคลื่นเสียงได้ดี คือ วัตถุผิวขรุขระ วัตถุมีรูพรุน วัตถุอ่อนนุ่ม

<u>อัตราเร็วของเสียง</u> เสียงจะเคลื่อนที่ได้ดีในตัวกลางที่มีความหนาแน่นสูง

$$\therefore\ v_{\text{เสียงในของแข็ง}} > v_{\text{เสียงในของเหลว}} > v_{\text{เสียงในอากาศ}}$$ ----------*

จากการหักเหเสียงในอากาศพบว่า $v\ \alpha\ \sqrt{T}$ และ T = 273 + t

จะได้ $$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}} = \sqrt{\frac{273 + t_1}{273 + t_2}}$$

และ $$v_{t_2} = v_{t_1} + \frac{v_{t_1}\Delta t}{2T_1},\quad \Delta t = t_2 - t_1$$

สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี MK SCG สมศ ร่วมด้วย MBA TNI DPU Kantana SSI

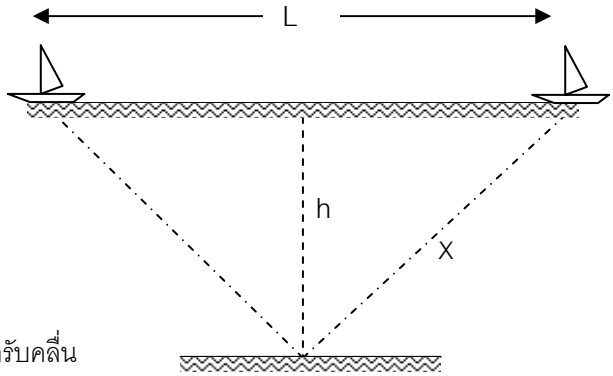
ถ้า t = 0°C $\therefore \quad v_{t_1} = v_0 \approx 331.45 \ m/s$

$$\therefore \quad v_t = v_0 + \frac{v_0 \Delta t}{2 \times 273} \approx 331 + 0.6t \quad \text{----------*}$$

<u>การสะท้อนเสียง Sonar</u>

$$h = \frac{1}{2}\sqrt{(vt)^2 - (l + yt)^2}$$

$$h = \frac{1}{2}\sqrt{(vt)^2 - L^2}$$



เมื่อ v = ความเร็วเสียงในน้ำ

ℓ = ความยาวเรือ

y = ความเร็วเรือ (คงที่)

L = ระยะจากจุดส่งคลื่นถึงจุดรับคลื่น

สูตรแข่งขันคลื่น

1. จุดเริ่มที่เดียวกันและจุดจบทีเดียวกัน $\therefore \ \Delta t = S\left(\frac{1}{V_{น้อย}} - \frac{1}{V_{มาก}}\right)$

2. วิ่งผลัด $\sum t = S\left(\frac{1}{v_1} + \frac{1}{v_2}\right)$

<u>การแทรกสอดของคลื่นเสียง</u> ในทางปฏิบัติจะทำเฉพาะเสียงที่ Inphase ต่อกันเท่านั้น และหาตำแหน่งเสียงดัง (A) และเสียงค่อย (N) จาก

| ผลต่างระยะทาง | = d sinθ = nλ, n = 0, 1, 2, 3 ---------- (หา A)

| ผลต่างระยะทาง | = d sinθ = $\left(n - \frac{1}{2}\right)\lambda$, n = 1, 2, 3, ... (หา N)

<u>การเลี้ยวเบนของเสียง</u> จะเกิดขึ้นได้ง่ายกว่าคลื่นอื่น ๆ และกระจาย จึงไม่มีสูตรคำนวณ

คุณสมบัติพิเศษของคลื่นเสียง

1. <u>การสั่นพ้อง</u> (Resonance) เกิดจากวัตถุ 2 ชิ้น หรือมากกว่า เกิดมีความถี่ธรรมชาติตรงกัน เมื่อวัตถุตัวหนึ่งเกิดการสั่น จะทำให้วัตถุอีกตัวหนึ่งสั่นตามอย่างรุนแรง

สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี MK SCG สมศ ร่วมด้วย MBA DPU Kantana SSI

<u>การนำความรู้จากการสั่นพ้องไปใช้</u>

1. ท่อออร์แกนปลายปิด (ปิด 1 ข้าง หรือปิด 2 ข้าง) จะได้

$f_n = \left(\frac{2n-1}{4L}\right)v$, n = 1 เรียก f_1 ว่า ความถี่พื้นฐาน

n = 2 เรียก f_2 ว่า First Overtone

n = 3 เรียก f_3 ว่า Second Overtone

2. ท่อออร์แกนปลายเปิด (เปิดทั้ง 2 ข้าง)

$f_n = \frac{n}{2L}v = nf_1$, n = 1 เรียก f_1 ว่า ความถี่พื้นฐาน

หรือ First harmonic frequency

n = 2 เรียก f_2 ว่า Second harmonic frequency

n = 3 เรียก f_3 ว่า Third harmonic frequency

3. การสั่นพ้องของลวดขึงตรึงทั้ง 2 ข้าง

$f_n = \frac{n}{2L}v = \frac{n}{2L}\sqrt{\frac{T}{\mu}} = nf_1$, T = แรงตึงในลวด (N)

μ = มวลต่อความยาว (kg/m)

2. <u>บีตส์</u> (Beats) เป็นปรากฏการณ์คล้ายการแทรกสอด เกิดจากคลื่น 2 ขบวนที่มีความถี่ใกล้เคียงกัน (ต่างกันไม่เกิน 7 Hz) เดินทางมาพบกัน ณ ผู้ฟัง แล้วเกิดการรวมกันและหักล้างกัน ทำให้ผู้ฟังได้ยินเสียงดังค่อย ดังค่อย สลับกันเป็นจังหวะ

$\Delta f = |f_2 - f_1|$ = ความถี่บีตส์ = จำนวนบีสต์ที่เกิดขึ้นใน 1 วินาที $\Delta f \leq 7$

3. <u>ความเข้มของเสียง</u> (Sound Intensity = I) หมายถึงกำลังของคลื่นเสียงที่ตกกระทบพื้นที่ 1 ตร.หน่วย (หน่วยเป็น วัตต์/ตร.เมตร)

$$I = \frac{P}{A} = \frac{P}{4\pi R^2}, \qquad \therefore\ I \propto \frac{I}{R^2}$$

เมื่อแหล่งกำเนิดคลื่นไม่เปลี่ยนแปลง จะได้

$$\frac{I_1}{I_2} = \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2 \qquad \text{----------*}$$

* I_0 = ความเข้มของเสียงที่ต่ำที่สุดที่หูคนปรกติรับได้ = 10^{-12} W/m^2

สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี ร่วมด้วย

I_{max} = ความเข้มของเสียงที่สูงสุดที่หูคนปรกติจะรับได้ = 1 W/m^2

<u>ระดับความเข้มของเสียง</u> $\beta = 10\log\left(\frac{I}{I_0}\right)$ (หน่วยเป็น dB)

$$\Delta\beta = \beta_2 - \beta_1 = 10\log\left(\frac{I_2}{I_1}\right) = 20\log\left(\frac{R_1}{R_2}\right) \text{ ----------*}$$

$$\sum\beta = \sum 10\log\left(\frac{I}{I_0}\right)$$

$$= 10\log\left(\frac{\sum I}{I_0}\right)$$

$$= \beta_1 + 10\log n \text{ ..... เมื่อ } I_1 = I_2 = I_3 = I_4 = \text{.....}$$

4. <u>เสียงคู่แปด</u> (Octave) หมายถึงเสียง (ดนตรี) 2 เสียง ที่มีความถี่เป็น 2 เท่าของอีกจำนวนหนึ่ง แต่ให้โทนเสียงเดียวกัน เช่น

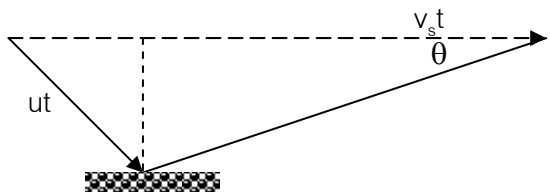
C (โท) = 256 Hz, C′ (โด) = 2 x 256 = 512 Hz

∴ C′ จะเป็นเสียงคู่แปดของ C และ C′ มี f = $2f_C$

C″ จะมีความถี่เป็น 2^2 เท่าของความถี่ C

<u>ปรากฏการณ์ Doppler effect</u> เป็นปรากฏการณ์ที่แหล่งกำเนิดคลื่นเสียงและ/หรือผู้ฟังเกิดการเคลื่อนที่จะทำให้ความถี่ที่ได้รับผิดไปจากเดิม ∴ $f' = f_0\frac{(u-\vec{v}_L)}{(u-\vec{v}_S)}$ โดยกำหนด Vector บวก คือ ทิศจากแหล่งกำเนิดไปผู้ฟัง

<u>คลื่นกระแทก</u>



จะได้ $\sin\theta = \frac{u}{v_S} = \frac{1}{\text{เลขมัค}}$

* Supper Sonic

Ultra Sonic

Infra Sonic

สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี ร่วมด้วย

ไฟฟ้าสถิตย์ (ELECTRO-STATICS)

กฎของคูลอมบ์ (Coulomb's Law) Charles Augustan de Coulomb เป็นผู้พบแรงระหว่างประจุ โดยตั้งเป็นกฎเกณฑ์ว่า "แรงระหว่างประจุไฟฟ้าคู่หนึ่ง จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับผลคูณของประจุและเป็นสัดส่วนผกผัน กับกำลังสอง

ของระยะทางระหว่างประจุคู่นั้น"

$$\vec{F} = \frac{kQ_1Q_2}{r^2} \qquad k \approx 9.1\times10^{-9}\ N-m^2/C^2$$

สนามไฟฟ้า (Electric Field) หมายถึง "บริเวณที่ประจุไฟฟ้าส่งแรงไปถึงหรือบริเวณที่เมื่อนำ ประจุไปวางไว้จะเกิดแรงกระทำ

บนประจุนั้น" $\vec{E}$ = สนามไฟฟ้า = แรงต่อ 1 หน่วยประจุ

(สนามไฟฟ้าเป็นปริมาณ Vector)

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} = \frac{kQ}{r^2} \qquad \text{(N/C)} \ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots *$$

ศักย์ไฟฟ้า (Electric - Potential = V) ศักย์ไฟฟ้า ณ จุดใด ๆ ในสนามไฟฟ้าคือ พลังงานต่อ 1 หน่วยประจุในการเคลื่อนที่ประจุ

ทดสอบจากอนันต์ (Infinity) มายังจุดนั้น

$V_{AB} = V_B - V_A$ ---------- * $V = \frac{kQ}{r}$ ----------*

Work = qV ---------- *

ความสัมพันธ์ระหว่างสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ (E) และความต่างศักย์ระหว่างจุด 2 จุด

$$E = \frac{V}{d} \quad \text{----------*}$$

+ + + + + + + + + + +

$$\therefore \vec{F} = q\vec{E}$$

$$F = \frac{qV}{d}$$

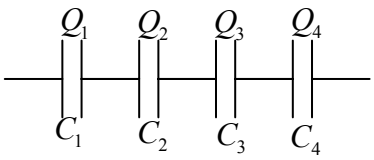
- - - - - - - - - - -

<u>เครื่องควบแน่น</u> (Condenser หรือ Capacitor) คือเครื่องมือใช้เก็บประจุไฟฟ้า ประกอบด้วยแผ่น โลหะขนานกัน 2 แผ่น (เป็นคู่ๆ) ความจุไฟฟ้า (C) คืออัตราส่วนของประจุที่เก็บได้ต่อหนึ่งหน่วยศักย์ไฟฟ้า

$$C = \frac{Q}{V} \quad \text{----------*}$$

$$C = \frac{r}{k} \quad \left(V = \frac{kQ}{r}\right) \quad \text{----------*}$$

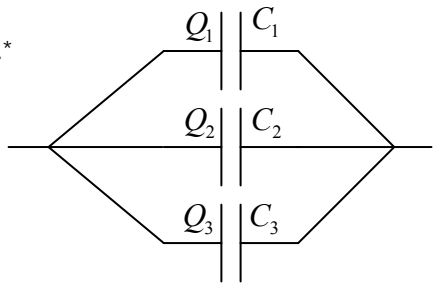
<u>การต่อเครื่องควบแน่น</u> มี 3 แบบคือ



1. ต่อแบบอนุกรม $Q_{รวม} = Q_1 = Q_2 = Q_3 = ...*$

$V_{รวม} = V_1 + V_2 + V_3 + ...*$

$$C_{รวม} = = \frac{1}{\sum\left(\frac{1}{C_i}\right)} \quad \text{----------*}$$



2. ต่อแบบขนาน $Q_{รวม} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + ...*$

$V_{รวม} = V_1 = V_2 = V_3 = ...*$

$C_{รวม} = C_1 + C_2 + C_3 + ...*$

3. การต่อแบบผสม ไม่มีสูตรคำนวณ

ไฟฟ้ากระแส

1. $I = \frac{Q}{t}$ มีหน่วยเป็น C/s = A (แอมแปร์)
2. $I = nevA$
3. $R = \rho\frac{l}{A}$

ในกรณีเปรียบเทียบกัน

3.1 $\frac{R_1}{R_2} = \frac{\rho_1 l_1 A_2}{\rho_2 l_2 A_1}$

3.2 $\frac{R_1}{R_2} = \frac{l_1 A_2}{l_2 A_1}$ (ลวดชนิดเดียวกัน)

สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี ร่วมด้วย

3.3 $\frac{R_1}{R_2} = \left(\frac{l_1}{l_2}\right)^2 = \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2 = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^4$ (ลวดชนิดเดียวกันที่มีปริมาตรเท่ากัน) (r = รัศมีของพื้นที่หน้าตัด)

4. $S = \frac{1}{\rho}$ = สภาพนำไฟฟ้า $(\Omega$ - m$)^{-1}$ = semen/m

5. $R_t = R_0(1+\alpha t)$ α = สัมประสิทธิ์อุณหภูมิ - ความต้านทาน $(^0C)^{-1}$

6. กฎของ Ohm $V = IR$

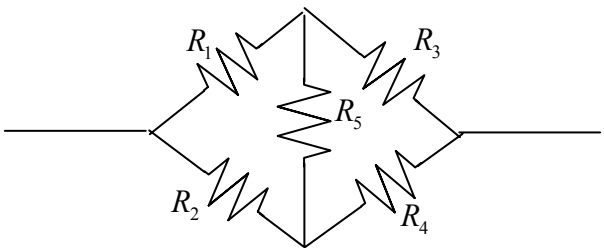
7. การต่อความต้านทาน มี 3 แบบ คือ

7.1 ต่อแบบอนุกรม Rรวม $= R_t = \sum R_i$

7.2 ต่อแบบขนาน Rรวม $= R_t = \frac{1}{\sum \frac{1}{R_i}}$ ในกรณีที่ต่อขนาน 2 ตัว Rรวม $= \frac{R_1R_2}{R_1+R_2}$

7.3 ต่อแบบผสม ไม่มีสูตรคำนวณ ต้องแยกพิจารณา

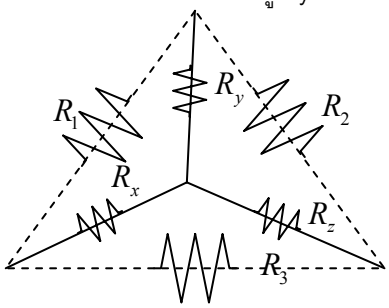
8. วงจร Whetstone Bridge



วงจรนี้เมื่อจัดให้ดีจะไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน R_5 ($V_C = V_D$)

$$\therefore \frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$$

9. การเปลี่ยนวงจรจาก Δ เป็นรูป y



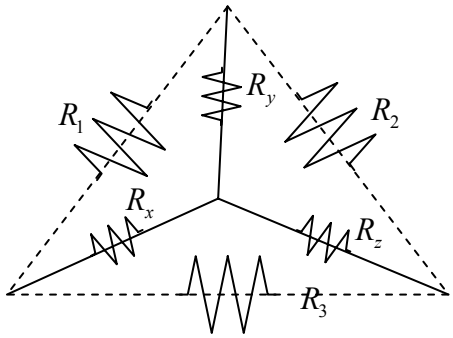
$$R_x = \frac{R_1R_3}{R_1+R_2+R_3}$$

$$R_y = \frac{R_1R_2}{R_1+R_2+R_3}$$

$$R_z = \frac{R_2R_3}{R_1+R_2+R_3}$$

สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี MK SCG สมศ ร่วมด้วย MBA TNI DPU Kantana SSI

10. การเปลี่ยนวงจรจาก Y เป็น Δ

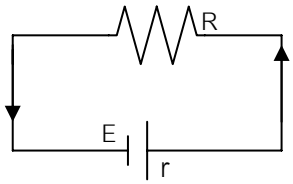


$$R_1 = \frac{R_xR_Y + R_yR_z + R_zR_x}{R_z}$$

$$R_2 = \frac{R_xR_Y + R_yR_z + R_zR_x}{R_x}$$

$$R_3 = \frac{R_xR_Y + R_yR_z + R_zR_x}{R_y}$$

11. การต่อวงจรไฟฟ้า



$$I = \frac{E}{R+r}$$

12. ความต่างศักย์ระหว่างขั้ว Cell คือ จำนวนพลังงานเป็นจูล ที่สิ้นไปในการเคลื่อนประจุ 1 C จากขั้วบวกผ่านลวดความต้าน

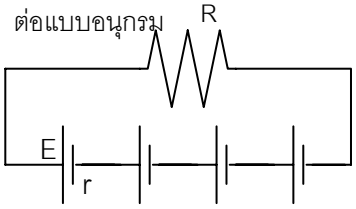
ทานไปยังขั้วลบของ cell มีค่าเท่ากับความต่างศักย์ระหว่างขั้วเซล (มีหน่วยเป็น Volt)

13. ความต่างศักย์ภายใน cell คือค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าของ cell นั้น

14. ความต่างศักย์ที่ขั้ว cell เมื่อวงจร "เปิด" หมายถึงแรงเคลื่อนไฟฟ้า E

15. การต่อ cell ไฟฟ้า

15.1 ต่อแบบอนุกรม



$$I = \frac{nE}{R+nr} \quad \text{หรือ} \quad I = \frac{E}{\frac{R}{n}+r}$$

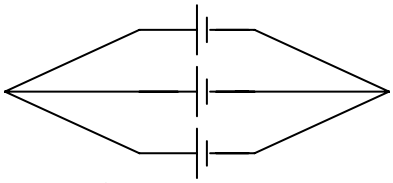
n = จำนวน cell ไฟฟ้าใน 1 แถว

ในกรณีที่มีการต่อวงจรผิด a cell

$$\therefore I = \frac{(n-2a)E}{R+nr}$$

สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี MK SCG สมศ ร่วมด้วย MBA TNI DPU Kantana SSI

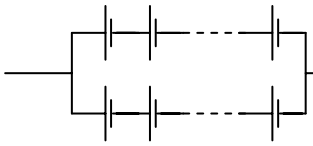
15.2 ต่อแบบขนาน



$$I = \frac{E}{R + \frac{r}{m}}$$

m = จำนวนแถวที่มี cell ไฟฟ้าต่อขนานกัน

15.3 การต่อแบบผสม



$$I = \frac{E}{\frac{R}{x} + \frac{r}{y}}, \quad x = n,\ y = m$$

* ในกรณีที่ต้องการให้ได้กระแสมากที่สุด $I_{max} = \frac{E}{2\frac{R}{x}} = \frac{E}{2\frac{r}{y}}$, เมื่อ $\frac{R}{x} = \frac{r}{y}$

16. กำลังไฟฟ้า หมายถึง "พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในเวลา 1 หน่วยเวลา"

$$P = \frac{W}{t} \qquad \text{---------- 16.1}$$

Work = QV ---------- 16.2

$$Q = It \quad \text{หรือ} \quad I = \frac{Q}{t} \qquad \text{---------- 16.3}$$

$$\therefore\ P = IV = I^2R = \frac{V^2}{R} \qquad \text{---------- 16.4}$$

17. การคิดค่ากระแสไฟฟ้าคิดเป็นยูนิต โดยที่

จำนวนยูนิต = จำนวนวัตต์ x เวลา(ชั่วโมง)/ 10^3

18. ในการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อน

1 cal = 4.185 จูล (4.2 จูล)

$$Work = QV = I^2Rt$$

$$Heat = Work = \frac{I^2Rt}{4.2} = \frac{Pt}{4.2}\ (cal)$$

สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี ร่วมด้วย

การส่งกำลังไฟฟ้าโดยสายส่งเดียวกันและส่งด้วยความต่างศักย์ V_1 และ V_2 อัตราส่วนของพลังงานที่สูญเสียไปในสายส่ง $= \dfrac{P_1 t}{P_2 t} = \dfrac{P_1}{P_2}$

P_1 = P(เสีย 1) = $\left(\dfrac{P_0}{V_1}\right)^2 R$ เมื่อ P_0 คือกำลังของเครื่องส่ง

P_2 = P(เสีย 2) = $\left(\dfrac{P_0}{V_2}\right)^2 R$ เมื่อ P_0 คือกำลังของเครื่องส่ง

$$\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2$$

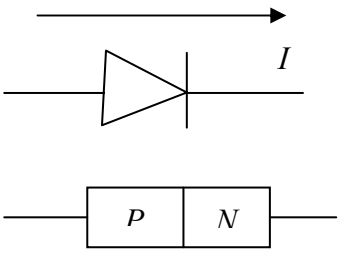
19. การต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน

19.1 ต่อแบบอนุกรม Pรวม = $P_t = \dfrac{1}{\dfrac{1}{P_1}+\dfrac{1}{P_2}+\dfrac{1}{P_3}+....}$, Pรวม = $\dfrac{1}{\sum \dfrac{1}{P_i}}$

19.2 ต่อแบบขนาน Pรวม = $P_t = P_1 + P_2 + P_3 + ...$

Pรวม = $\sum P_i$

20. Diode ผลึก หมายถึง สารประกอบที่ทำขึ้นเพื่อบังคับทิศทางของกระแสไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วยสารเยอรมาเนียมผสมกับธาตุโบรอน จัดเป็นวัตถุกึ่งตัวนำ P-type (ซึ่งอิเล็กตรอนขาดหายไป 1 ตัว) จึงมีประจุบวกมากกว่าประจุลบส่วน N-type ประกอบด้วยสารเยอรมาเนียมกับสารหนูทำให้มีอิเล็กตรอนเกินมา ดังนั้นเมื่อประกอบ P และ N เข้าด้วยกัน จะทำให้กระแส I ไหลผ่าน P ไป N ได้

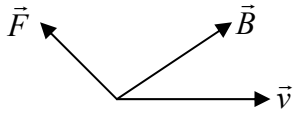


สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี ร่วมด้วย

แม่เหล็กไฟฟ้า

1. **แรงเนื่องจากสนามแม่เหล็ก**

$\vec{F}_B$ เป็นไปตามกฎของการ Cross Vector จาก $\vec{v}$ ไป $\vec{B}$ แรงนี้เรียกว่าแรงลอเรนตซ์ (Lorentz's Force) หรือแรงแม่เหล็ก



$$\vec{F}_B = q(\vec{v}x\vec{B})$$

หรือ $$\left|\vec{F}_B\right| = qvB\sin\theta$$

หาทิศของแรง $\vec{F}_B$ ได้จากกฎมือขวา หมุนจาก $\vec{v} \rightarrow \vec{B}$ จะได้ทิศ $\vec{F}$ ดังรูป(สำหรับประจุบวกเท่านั้น ในกรณีที่เป็นประจุลบจะได้ทิศของ $\vec{F}$ ตรงข้ามกับทิศของ $\vec{F}$ ของประจุบวก)

5. **แรงเข้าสู่ศูนย์กลาง =** $\vec{F}_C$

โดยที่ $$\vec{F}_C = m\vec{a}_C = \frac{mv^2}{R} = m\omega^2 R \text{ ----------*}$$

และ $$\omega = \frac{\theta}{t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f = \frac{v}{R} \quad \text{rad/s}$$

6. **แรงเนื่องจากสนามแม่เหล็กทำประจุเคลื่อนที่เป็นส่วนหนึ่งของวงกลม**

โดย $\vec{F}_B$ ทำหน้าที่เป็นแรงเข้าสู่ศูนย์กลาง($\vec{F}_C$) ให้กับอนุภาค $\therefore$ $\vec{F}_B = \vec{F}_C$ ถ้า $\theta = 90^0$

$$\therefore R = \frac{mv}{qB} = \frac{|\vec{p}|}{qB} = \frac{\sqrt{2mE_k}}{qB} = \frac{\sqrt{2mE}}{qB} = \frac{1}{B}\sqrt{\frac{2mV}{q}}$$

7. **การเปรียบเทียบวงโคจรของประจุไฟฟ้า**

7.1 ถ้า $q_1 = q_2$ และ $m_1 = m_2$

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\sqrt{E_{k1}}}{\sqrt{E_{k2}}}$$

7.2 ถ้า $q_1 \neq q_2$,และ $m_1 \neq m_2$ แต่ $v_1 = v_2$ $\therefore \frac{R_1}{R_2} = \left(\frac{m_1}{m_2}\right)\left(\frac{q_2}{q_1}\right)$

7.3 ในกรณีที่ $\theta \neq 90$ $(0\langle\theta\langle 90)$

ในกรณีที่อนุภาคที่มีประจุเคลื่อนที่เข้าไปในบริเวณสนามแม่เหล็ก $\vec{B}$ จะก่อให้เกิดแรง แม่เหล็ก (แรงลอเรนตซ์) ดังนี้

สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี MK SCG สมศ ร่วมด้วย MBA TNI DPU Kantana SSI

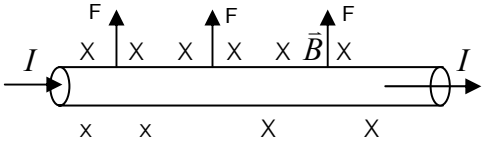
$$\vec{F}_B = q(\vec{v}x\vec{B}) \qquad \text{หรือ} \qquad |\vec{F}_B| = qvB\sin\theta$$

แรงนี้จะทำให้อนุภาคเคลื่อนที่เป็นเกลียว (Helix) คาบของเกลียว $= T = \frac{1}{f} = \frac{2\pi.m}{qB}$

ระยะ 1 เกลียว = X = v cosθ T = $\frac{2\pi.mv.\cos\theta}{qB}$

8. **แรงบนตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านในสนามแม่เหล็ก**

เมื่อมีกระแสไฟฟ้า I ไหลผ่านลวดยาว l ซึ่งวางอยู่ในสนามแม่เหล็กดังรูป จะก่อให้เกิดแรงแม่เหล็กบน ลวด



$$\vec{F}_B = q(\vec{v}x\vec{B}) = q\left(\frac{\vec{l}}{t}x\vec{B}\right) = \frac{q}{t}(\vec{l}x\vec{B})$$

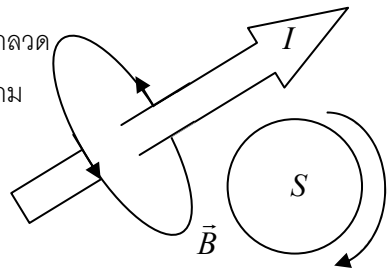
$$\therefore \vec{F} = I(\vec{l}x\vec{B})$$

$$F = I.l.B.\sin\theta \qquad \text{\_\_\_\_\_*}$$

ถ้า θ = 90 $\qquad F = I.l.B$

9. **สนามแม่เหล็กที่เกิดรอบตัวนำ เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน**

เมื่อจ่ายกระแสตรงผ่านลวดตัวนำจะเกิดสนามแม่เหล็กโดยรอบ**เรียกว่า แม่เหล็กไฟฟ้าเหนี่ยวนำ** หรือ **แม่เหล็กเหนี่ยวนำ** ทิศของสนามแม่เหล็ก หาได้จาก



9.1. ลวดเป็นเส้นตรงจะเกิดสนามแม่เหล็กโดย ใช้มือขวากำลวด และให้นิ้วหัวแม่มือชี้ทิศกระแส แล้ว นิ้วทั้งสี่จะชี้ทิศสนามแม่เหล็ก

9.2. ลวดขดเป็นวง กระแสไหลวน ตามเข็มนาฬิกา จะได้สนามแม่เหล็กเป็นขั้วใต้

9.3. ขดลวดSolenoid กระแสไฟฟ้าไหลตามนิ้วทั้ง 4 ของมือขวาแล้ว สนามแม่เหล็กจะมีทิศตามนิ้วหัวแม่มือขวา

สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี ร่วมด้วย

10. **แม่เหล็กไฟฟ้าเหนียวนำ การค้นพบของเออร์สเตด**(H.C. Oersted)

เมื่อปล่อยไฟฟ้า(กระแสตรง) I ไหลผ่านลวดตัวนำ มันจะเหนี่ยวนำให้เกิดอำนาจแม่เหล็กโดยรอบ สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้น เรียกว่า ในกรณีที่ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ (A.C) จะเกิดสนามแม่เหล็ก $\vec{B}$ สลับทิศตามความถี่ของกระแสสลับด้วย

ขนาดของสนามแม่เหล็ก $\therefore \vec{B} = \dfrac{KI}{d}, \quad K = 2\times10^{-7} \quad T-m/A$

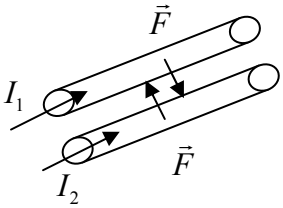
11. **แรงกระทำระหว่างตัวนำที่ขนานกัน** โดยตัวนำแต่ละเส้นมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน

11.1 ถ้ากระแสที่ไหลผ่านตัวนำทั้ง 2 มีทิศเดียวกัน จะเกิดแรงดูดซึ่งกันและกัน

$$\frac{F}{l} = \frac{KI_1I_2}{d} \quad \_\_\_\_\_ *$$

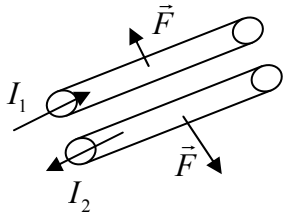
($\dfrac{F}{l}$ = แรงต่อ 1 หน่วยความยาว

d = ระยะห่างของลวดทั้ง 2 เส้น)

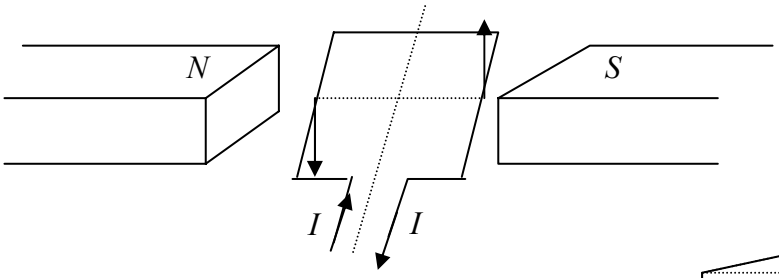


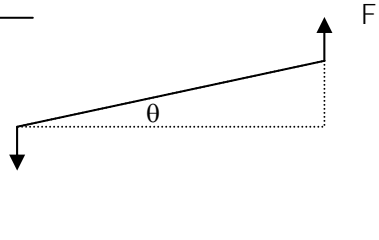
11.2 ถ้ากระแสที่ไหลผ่านตัวนำทั้ง 2 มีทิศตรงข้าม จะเกิดแรงผลักซึ่งกันและกัน

$$\frac{F}{l} = \frac{KI_1I_2}{d} \quad \_\_\_\_\_ *$$



12. **โมเมนต์แม่เหล็กบนขดลวดตัวนำ** (Magnetic torque on a current loop)





$$M_c = BINA.\cos\theta \quad \_\_\_\_\_ *$$

$M_c \max = BINA$ เมื่อ cosθ = 1, θ = 0 องศา

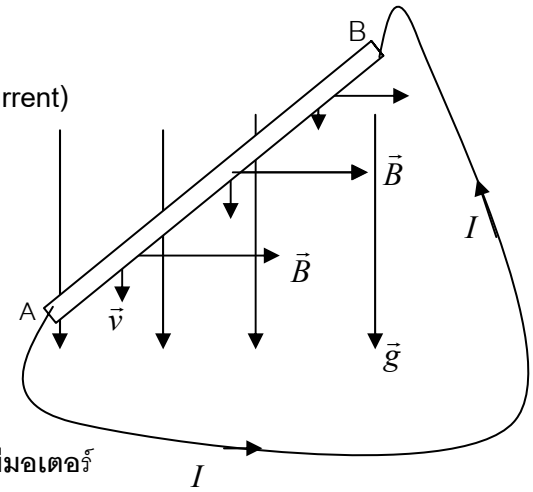
สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี MK SCG สมศ ร่วมด้วย MBA TNI DPU Kantana SSI

13. **กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ** (Induced Current)

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

$$\phi = BA = Blx$$

$$\varepsilon = \frac{Blx}{t} = Bl\frac{x}{t} = Blv$$



การหาแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำในวงจรที่มีมอเตอร์

$\varepsilon =$ แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

ในวงจรไฟฟ้าที่มีมอเตอร์ร่วมด้วย เมื่อสับสวิตซ์ เพื่อให้แรงเคลื่อนไฟฟ้า (E) จ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าไปในวงจรไฟฟ้า กระแส I ได้จะเข้าไปทำให้มอเตอร์ เริ่มเดินเครื่องแล้ว มอเตอร์จะผลิตกระแสเหนี่ยวนำ (i) ออกมาต้านกระแส I

$$I = \frac{E-\varepsilon}{R+r} = I' - i$$

$I_{\text{ขณะหมุน}} = I'_{\text{เริ่ม}} - i_{\text{ย้อนกลับ}}$

$I' =$ กระแสไฟฟ้าผ่านมอเตอร์ขณะเริ่มหมุน

แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ $\varepsilon = Blv\sin\alpha$ เมื่อ $\vec{v}$ ทำมุม α กับ $\vec{B}$

$\varepsilon = Blv$ เมื่อ α = 90 องศา

$$\because I = \frac{\varepsilon}{R} \qquad \therefore I = \frac{Blv}{R}$$

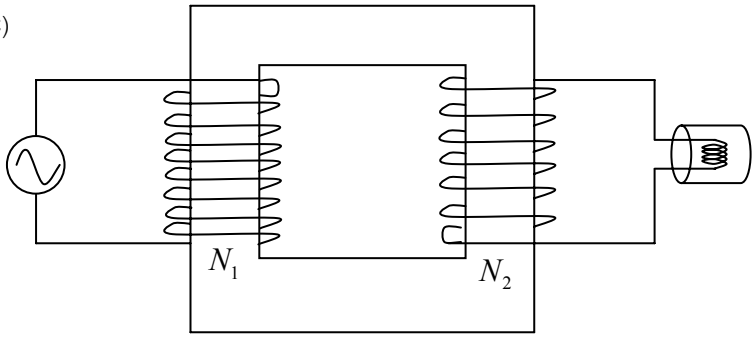
จาก $F = IlB$

$$= \left[\frac{Blv}{R}\right]lB$$

$$\therefore F = \frac{B^2l^2v}{R} \qquad \text{Power} = Fv = \frac{B^2l^2v^2}{R} = \frac{\varepsilon^2}{R}$$

สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี MK SCG สมศ ร่วมด้วย MBA TNI DPU Kantana SSI

<u>หม้อแปลงไฟฟ้า</u> (Transformer) คือ เครื่องมือสำหรับเปลี่ยนแปลงความต่างศักย์ของไฟฟ้ากระแสสลับ (A.C)



<u>หลักการทำงาน</u> V α N

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1}{N_2} \quad \text{----------} *$$

และ Power input = Power output (ใช้ได้เมื่อ E_{ff} = 100%)

$$I_1E_1 = I_2E_2$$

หรือ $$\frac{E_1}{E_2} = \frac{I_1}{I_2} \quad \text{----------} *$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{I_2}{I_1} \Rightarrow \frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{100I_2}{XI_1}$$

ในกรณีที่สูญเสียพลังงาน $$E_{ff} = \frac{P_{out}}{P_{IN}} \times 100\%$$

การสูญเสียพลังงานไฟฟ้าไปในสายส่ง

$$P_{\text{สูญเสีย}} = \left(\frac{P_0}{V_s}\right)^2 R$$ เมื่อ P_0 = กำลังไฟฟ้าที่ผลิตส่งมา

V_S = ความต่างศักย์ของสายส่ง

สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี MK SCG สมศ ร่วมด้วย MBA TNI DPU Kantana The Experienced SSI

ไฟฟ้ากระแสสลับ

แรงเคลื่อนไฟฟ้าขณะใด ๆ $e = E_m \sin \omega t$

กระแสไฟฟ้าขณะใด ๆ $i = I_m \sin \omega t$

ความต่างศักย์ไฟฟ้าขณะใด ๆ $v = V_m \sin \omega t$

ค่ามิเตอร์หรือค่ายังผลในการวัดทางไฟฟ้ากระแสสลับเป็นค่าเดียวกัน

$\therefore$ I มิเตอร์ = I ค่ายังผล = $I_{rms} = \dfrac{I_m}{\sqrt{2}}$ _____ *

V มิเตอร์ = V ค่ายังผล = $v_{rms} = \dfrac{Vm}{\sqrt{2}}$ _____ *

อัตราเร็งเชิงมุม (บางครั้งเรียกความถี่เชิงมุม) $= \omega = 2\pi f = \dfrac{2\pi}{T}$

f = ความถี่กระแสสลับ , T = คาบของกระแสสลับ

<u>การต่อ R, C และ L</u>

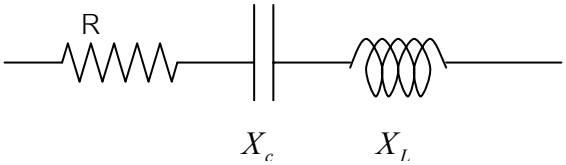
ความต้านทานของ R = R

ความต้านทานของ C = ความต้านทานเชิงความจุ $= X_c = \dfrac{1}{\omega C} = \dfrac{1}{2\pi fC}$

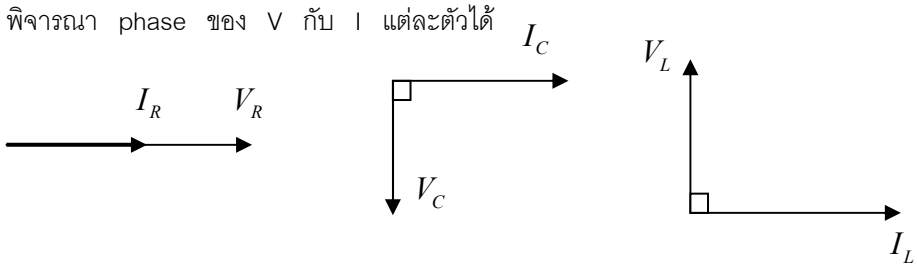
ความต้านทานของ L = ความต้านทางเชิงการเหนี่ยวนำ $= X_L = \omega L = 2\pi fL$

ความต้านทานรวมของ R, C หรือ R, L หรือ R, C, L เรียกว่าความต้านทานเชิงซ้อน Z

1. การต่อ RCL แบบอนุกรม



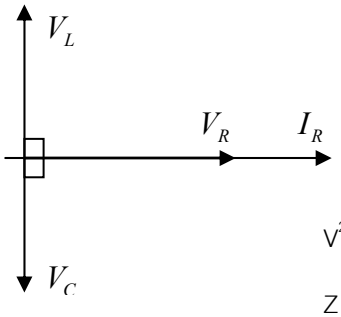
พิจารณา phase ของ V กับ I แต่ละตัวได้



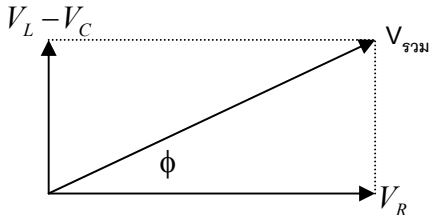
สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี MK SCG สมศ ร่วมด้วย MBA TNI DPU Kantana The Experienced SSI

I และ V มี phase ตรงกัน I มี phase นำหน้า V 90^0 V มี phase นำหน้า I 90°

∴ **การต่อแบบอนุกรม** $I_R = I_C + I_L$ จึงยึด I เป็นมาตรฐานเดียวกันจึงได้



จะได้

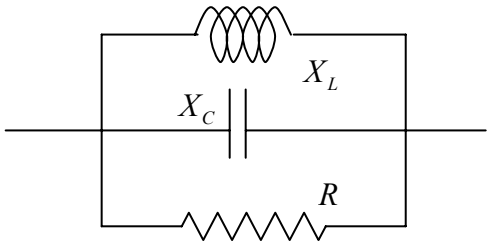


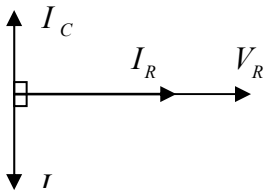
$$V^2_{รวม} = V_R^2 + (V_L - V_C)^2$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \quad ---*$$

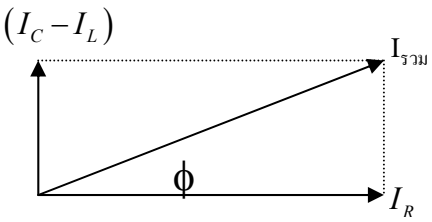
$$\tan\phi = \frac{X_L - X_C}{R}, \quad \cos\phi = \frac{R}{Z}$$

2. **ต่อแบบขนาน** จะได้ V เป็นหลัก (∵ $V_R = V_L = V_C$) เขียนแผนภาพโดยเอา V เป็นหลักจะได้





$$\therefore I^2_{รวม} = I_R^2 + (I_C - I_L)^2$$



$$\left(\frac{V}{Z}\right)^2 = \left(\frac{V}{R}\right)^2 + \left(\frac{V}{X_C} - \frac{V}{X_L}\right)^2$$

$$\frac{1}{Z} = \sqrt{\frac{1}{R^2} + \left(\frac{1}{X_C} - \frac{1}{X_L}\right)^2}$$

$$\tan\phi = \frac{\frac{1}{X_C} - \frac{1}{X_L}}{\frac{1}{R}}, \quad \cos\phi = \frac{Z}{R}$$

สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี MK SCG สมศ ร่วมด้วย MBA TNI DPU Kantana The Experience SSI

<u>การสั่นพ้องทางไฟฟ้า</u> ในวงจร RCL เกิดขึ้นเมื่อ $X_C = X_L$ หรือ $Z = R$

ดังนั้น ความถี่ขณะเกิดกำทอน $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{1}{LC}}$

<u>กำลังที่สูญเสียในวงจร RCL</u> $\langle P \rangle = IV\cos\phi$, $\cos\phi = \frac{R}{Z}$ เรียกว่า Power factor

ถ้าในวงจร R = O จะทำให้ $\cos\phi$ = O แสดงว่า $\langle P \rangle$ = O

ถ้า $X_L = X_C$ ทำให้ $Z = R$ $\therefore \cos\phi = \frac{R}{Z} = 1$, $\langle P \rangle = IV$

สมบัติเชิงกลของสาร

1. $P = \frac{F}{A}$ (ความดัน คือขนาดของแรงที่กระทำลงบนพื้นที่ที่รองรับในทิศตั้งฉากเป็นบริเวณกว้าง 1 ตารางหน่วย) หน่วยของ P = N/m^2 = Pascal (Pa) F นี้เรียกว่า แรงดัน (N)
2. $P = \rho gh$ (สำหรับของเหลวที่อยู่นิ่ง) เรียก P นี้ว่าความดันเกจ เป็นความดันอันเนื่องมาจาก ข้อเหลวอย่างเดียว
3. สำหรับของเหลวที่อยู่นิ่ง จะมีคุณสมบัติพิเศษที่เกี่ยวกับความดัน คือ
   3.1 แรงดันของเหลว ณ จุดใด ๆ จะกระทำได้ในทุกทิศทาง
   3.2 แรงดันของของเหลว จะกระทำในทิศตั้งฉากกับผิวสัมผัสของวัตถุเสมอ
   3.3 ความดันของของเหลวชนิดใดชนิดหนึ่ง จะขึ้นอยู่กับความลึกจากผิวหน้า และจะมีค่าเท่ากัน ณ ระดับเดียวกัน (เมื่อต่อถึงกันได้) โดยไม่ขึ้นอยู่กับรูปร่างภาชนะ
4. P สมบูรณ์ = Pa + Pg , Pa = Pอากาศ $\therefore$ P สมบูรณ์ = Pa + ρgh, Pg = Pเกจ = ρgh
5. แรงดันต่อด้านข้างภาชนะ

   $F = \langle P \rangle A$

   $= \frac{1}{2}(P_{บน} + P_{ล่าง})A$

   $F = \frac{1}{2}\rho gh2l$

   * ไม่คิด Pa เพราะ Pa ดันทั้งด้านในและด้านนอก $\Sigma P = O$ หรือ ΣF ของ Pa ด้านข้างจึงเป็น 0
6. แรงดันน้ำเหนือเขื่อน $F = \langle P \rangle .A = \frac{1}{2}\rho gh^2 l$

สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี ร่วมด้วย

7. ความดันของของไหล

กฎของปาสดาล "เมื่อเพิ่มความดันให้แก่ของเหลวที่อยู่นิ่งในภาชนะมี ณ ตำแหน่งใด ๆ ก็ตาม ความดันที่เพิ่มขึ้นนี้จะถูกถ่ายเทไปยังทุก ๆ ตำแหน่งของของเหลวนั้น"

8. **เครื่องอัดไฮโดรลิค** (หรือเครื่องอัด บรามาห์) เป็นเครื่องมือที่ใช้หลักของหลอดแก้วตัว U ระบบที่ 3 ที่ขาหลอดทั้ง 2 ข้างไม่เท่ากัน

$\therefore$ P ขาเล็ก = P ขาใหญ่

$$\frac{F}{a} = \frac{W}{A}$$

ในกรณีที่ต้องการคำนวณเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของของเหลวใช้

ปริมาตรลด = ปริมาตรเพิ่ม $a \cdot h = A \cdot H$

9. หลักของอาร์คีมิดีส (Archimedes' Principle) **"เมื่อวัตถุจมในของเหลวทั้งก้อนหรือบางส่วนของเหลวนั้นจะออกแรงพยุง**(Buoyant force) **วัตถุในทิศขึ้น แรงพยุงนี้มีขนาดเท่าของเหลวที่ถูก**วัตถุนั้นแทนที่ โดยถือว่าแรงนี้กระทำในทิศขึ้นผ่าน cg ของวัตถุนั้น"

10. **ความตึงผิว** คือความพยายามในการยืดผิวของของเหลว

แรงตึงผิว คือแรงที่พยายามยืดผิวของของเหลวเอาไว้ แรงตึงผิว จึงมีทิศขนานกับผิวของของเหลวเสมอและตั้งฉากกับของวัตถุที่สัมผัสเสมอ

γ = ส.ป.ส.ความตึงผิว = งานต่อหน่วยพื้นที่ผิวที่เพิ่มขึ้น

$\therefore \gamma = \frac{F}{l}$ หรือ $F = \gamma l$ สำหรับผิวเดียว

$F = \gamma(2l)$ สำหรับ 2 ผิว

สมบัติของของแข็ง

11. **ความเค้น** (Stress) คืออัตราส่วนระหว่างแรงทั้งหมดที่กระทำต่อของแข็งกับพื้นที่หน้าตัดของของแข็งนั้น

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (N/m^2)$$

12. **ความเครียด** (Strain) คืออัตราส่วนเปรียบเทียบความยาวที่เปลี่ยนไปต่อความยาวเดิมของของแข็ง

ความเครียดเชิงเส้น $= \varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$

สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี ร่วมด้วย

13. **ความยืดหยุ่น** (Elasticity) เป็นคุณสมบัติเฉพาะของของแข็งแต่ละชนิด ซึ่งจะมีค่าแตกต่างกันเป็นคุณสมบัติกลับคืนสู่สภาพเดิมของของแข็ง หลังจากถูกความเค้นมากระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแต่ง ของแข็งจะมีขีดจำกัดอยู่ขั้นหนึ่ง ถ้าถูกความเค้นมากระตุ้นไม่เกิน ก็จะกลับสู่สภาพเดิมได้ แต่ถ้าเกิน ขั้นนี้ไปแล้วจะไม่กลับสู่สภาพเดิม เราเรียกค่าจำกัดนี้ว่า **ขีดจำกัดของความ ยืดหยุ่น**

14. **มอดูลัสของความยืดหยุ่น** (Modulus of Elasticity) หมายถึง อัตราส่วนของความเค้นต่อความเครียดของของแข็งนั้น

∴ Modulus of Elasticity = Stress/ Strain

15. Young's Modulus เป็น Modulus ตามแนวเส้นตรง (ตามเส้น)

$$\therefore Y = \frac{Stress}{Strian} = \frac{F/A}{\Delta l / l}$$

16. **ความหนืด** (Viscosity) เป็นสภาวะของของเหลวที่จะต้านวัตถุที่เคลื่อนที่ผ่าน โดยแรงต้านของของเหลวเรียกว่า **แรงหนืด** และคุณสมบัติของของเหลวนี้เรียกว่า **ความหนืด**สำหรับวัตถุรูปทรงกลม ที่เคลื่อน ที่ผ่านในของเหลว จะมีแรงต้านจากความหนืดตามกฎของ Strokeคือ

17. **หลักการของแบร์นูลลี่**

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

Av = ค่าคงที่ เรียกว่า อัตราการไหลของของไหล

สมการของแบร์นูลลี กล่าวว่า "ผลรวมของความดันพลังงานจลน์ต่อ ปริมาตรและพลังงานศักย์ต่อปริมาตรทุก ๆ จุดในของไหลที่เคลื่อนที่ มีค่าคงที่เสมอ" นั้นคือ $P + \frac{E_k}{V} + \frac{E_p}{V}$ = ค่าคงที่

หรือ $P_1 + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gh$ = ค่าคงที่ หรือ $P_1 + \frac{1}{2}\rho_1 v_1^2 + \rho_1 gh_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho_2 v_2^2 + \rho_2 gh_2$ ----*

กฎของทอร์ริเชลลี กล่าวว่า "อัตราเร็วของของเหลวที่พุ่งออกจากรูที่ผนังด้านข้างของภาชนะเท่ากับอัตราเร็วของวัตถุที่ตกอย่างอิสระ ณ ระดับสูงเท่ากัน" กฎของทอร์ริเชลลีถือว่าความเร็ว ณ ผิวของของเหลวมีค่าเป็น 0 และสอดคล้องกับสมการของแบร์นูลลี

จะ v ของของเหลวที่รู = $\sqrt{2gh}$ *

สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี MK SCG สมศ ร่วมด้วย MBA TNI DPU Kantana SSI

สรุปสูตรความร้อน

1. $\Delta Q = mc\Delta t$ ไม่เปลี่ยนสถานะ

2. $\Delta Q = mL$ เปลี่ยนสถานะ

3. $\frac{c}{100} = \frac{F-32}{180} - \frac{R}{80} = \frac{T-273}{100} = \frac{x-a}{b-a} = \frac{\text{อ่านได้ - เยือกแข็ง}}{\text{เดือด - เยือกแข็ง}}$

4. $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} = nR = Nk_B$

5. $\frac{P_1 V_1}{m_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{m_2 T_2} =$ ค่าคงที่

6. $\frac{P_1}{\rho_1 T_1} = \frac{P_2}{\rho_2 T_2} =$ ค่าคงที่

7. $PV = nRT$

$PV = Nk_B T$

$PV = \frac{2}{3} N < E_k >$

$PV = \frac{2}{3} E_k$

8. $< E_k > = \frac{3}{2} k_B T$

$E_k = \frac{3}{2} Nk_B T = \frac{3}{2} nRT$

9. $U = \frac{3}{2} Nk_B T = \frac{3}{2} nRT$

10. $\Delta W = P\Delta V$

11. $\Delta Q = \Delta U + \Delta W$

12. $v_{rms} = \sqrt{<v^2>} = \sqrt{\frac{3k_B T}{m}} = \sqrt{\frac{3P}{\rho}}$

13. T รวม $= \frac{\sum n_i T_i}{\sum n_i}$

14. $\Delta Q - \Delta U = \Delta W$ หรือ $\Delta Q = \Delta U + \Delta W$ ----------*

สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี ร่วมด้วย

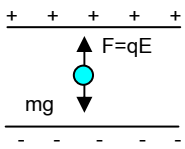
โครงสร้างของสสาร

ทอมสัน (Sir Joseph John Thomson)กล่าวว่า"อะตอมเป็นทรงกลม มีเนื้อทรงกลมเป็นประจุบวก และมี อิเล็กตรอนเป็นประจุลบฝังอยู่ในเนื้อประจุบวกนั้น"(ยกเลิกแล้วหลังจากRutherford ค้นพบนิวเคลียส)

Thomson สามารถหา $\frac{q}{m}$ ของรังสี Cathode $= \frac{v}{RB}$ และ $v = \frac{E}{B}$

<u>ปัญหา</u> ของแบบจำลองอะตอมของ Thomson คือ ประจุบวกใน อะตอม อยู่กันอย่างไร

มิลลิแกน นำความรู้ที่ได้จาก J.J. Thomson มาหาค่า e และ m ได้โดยวัดประจุบนหยดน้ำมัน



$$F_E = F_g$$

$$qE = mg \qquad \therefore q = \frac{mg}{E} \text{ หรือ } \frac{mgd}{V}$$

Rutherford กล่าวว่า" อะตอมประกอบด้วย แกนกลางที่มีความหนาแน่นประจุบวกสูงเรียกว่า นิวเคลียส และมี อิเล็กตรอน วิ่งโดยรอบด้วยอัตราเร็วคงที่ ระหว่างนิวเคลียสและอิเล็กตรอนเป็นที่ว่าง"

<u>ปัญหา</u> ที่โครงสร้าง อะตอม ของ Rutherford ตอบไม่ได้

1.* ทำไมอิเล็กตรอน วิ่งรอบนิวเคลียส โดยไม่สูญเสียพลังงาน

2.* ทำไมประจุไฟฟ้าบวกหลายๆ ตัวรวมตัวกันอยู่ในนิวเคลียสได้โดยไม่เกิดแรงผลักกัน

ทฤษฎีอะตอมของ บอร์ ใช้ได้ดีกับอะตอมของไฮโดรเจน และธาตุบางชนิดที่มีลักษณะคล้ายไฮโดรเจน

สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี MK SCG สมศ ร่วมด้วย MBA TNI DPU Kantana SSI

ปริมาณ	${}^{1}_{1}H$	${}^{A}_{Z}X$ อะตอมคล้าย ${}^{1}_{1}H$
รัศมี	$r_n = n^2 a_0$ $= n^2\left(5.3\times10^{-11}\right)\ m$	$r_n = \frac{n^2}{Z}a_0$ $= \frac{n^2}{Z}\left(5.3\times10^{-11}\right)\ m$
อัตราเร็ว	$v_n = \frac{v_1}{n} = \frac{2.18\times10^6}{n}\ m/s^2$	$v_n = \frac{Z}{n}v_1 = \frac{Z}{n}\left(2.18\times10^6\right)\ m/s^2$
ความถี่	$f_n = \frac{1}{n^3}f_1$ $= \frac{6.65\times10^{15}}{n^3}$	$f_n = \frac{Z^2}{n^3}\left(6.65\times10^{15}\right)$
พลังงานรวมของ e	$E_n = \frac{-E_1}{n^2}$ $= \frac{-13.6}{n^2}\ eV$	$E_n = -\left(\frac{Z}{n}\right)^2 E_1$ $= \ = -13.6\left(\frac{Z}{n}\right)^2\ eV$

Spectrum ของไฮโดรเจนถูกค้นพบหลาย อนุกรมทั้งก่อนและหลังทฤษฎีของ บอร์ห โดยที่

$$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2}\right) \qquad R_H = 1.10x10^7\,m^{-1}$$ เช่น

อนุกรม Spectrum ของ H_2 ที่ถูกค้นพบมีหลายอนุกรมคือ

1. อนุกรมของ Lymam (ให้ความถี่ในช่วง UV)

$$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2}\right),\ n\in I^+,\ n \geq 2$$

2. อนุกรมของ Balmer (ให้ความถี่ในช่วงตาเปล่ามองเห็น)

$$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2}\right),\ n\in I^+,\ n \geq 3$$

3. อนุกรมของ Paschen (ให้ความถี่ในช่วง Infra-red)

$$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2}\right),\ n\in I^+,\ n \geq 4$$

สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี MK SCG สมศ ร่วมด้วย MBA TNI DPU Kantana SSI

4. อนุกรมของ Brackett (ให้ความถี่ในช่วง Infra-red)

$$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{n^2}\right), \quad n \in I^+ , \; n \geq 5$$

5. อนุกรมของ Pfund (ให้ความถี่ในช่วง Infra-red)

$$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{n^2}\right), \quad n \in I^+ , \; n \geq 6$$

<u>การทดลองของ Franck และ Hertz</u>

James Franck และ Gustav Ludwing Hertz เพื่อหาระดับพลังงานในอะตอมของปรอท โดยการปรับ E_k ของ (e) เพื่อเข้าชน (e) ของ Hg พบว่า

1. ถ้า E_k ของ (e) ที่เข้าชน $<$ 4.9 eV จะเกิดการชนกันของ (e) แบบยืดหยุ่น (Hg ไม่รับพลังงาน)
2. ถ้า E_k ของ (e) ที่เข้าชน $\geq$ 4.9 eV (เล็กน้อย) จะเกิดการถ่ายเทพลังงานให้ Hg 4.9 eV เท่านั้น
3. Franck และ Hertz ได้วิเคราะห์จนได้

E พื้นฐาน (n = 1) = - 10.4 eV
E ถูกกระตุ้นที่ 1 (n = 2) = - 5.5 eV
E ถูกกระตุ้นที่ 2 (n = 3) = - 3.7 eV

4.9 eV, 1.8 eV, 6.7 eV

<u>รังสีเอ็กซ์</u> (X - rays)

Wilhelm Konard Roentgen ชาวเยอรมัน ค้นพบโดยบังเอิญ ปี พ.ศ. 2438 การเกิดของรังสี X เกิดได้ 2 ลักษณะคือ

1. รังสี X ต่อเนื่อง (Continuous X - rays)
2. รังสี X เฉพาะตัว (Characteristic X – rays)

X – rays ที่มีความถี่สูงสุด จะมีพลังงานสูงสุดเท่ากับพลังงานจลน์สูงสุดของ (e) ของอะตอม จะได้

1. $$E_{k_{(e)}\max} = \frac{1}{2}mv_{\max}^2 = eV = hf_{\max}$$

สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี MK SCG สมศ ร่วมด้วย MBA TNI DPU Kantana SSI

2. $f_{\max} = \dfrac{c}{\lambda_{mi}}$

3. $\lambda(nm) = \dfrac{1240}{V(volt)} = \dfrac{1240}{\Delta E}$

4. $\lambda_{\min} = \dfrac{hc}{eV_O}$

V_O = ความต่างศักย์หยุดยั้งที่เร่ง (e) ออกจากขั้วลบในหลอดรังสี Cathode

$V_O \approx 1.24 \times 10^4$ Volt

จะได้ $\lambda_{min} \approx 10^{-1}$ m $\approx$ 1 A°

5. $v = \sqrt{\dfrac{2hc}{m\lambda}}$

ความไม่สมบูรณ์ของทฤษฎีอะตอมของบอร์

1. ทฤษฎีอะตอมของบอร์ใช้ได้ดีกับอะตอมของ Hydrogen เท่านั้น ไม่สามารถอธิบาย Spectrumของอะตอมอื่น ๆ ได้
2. Spectrum ของอะตอม เมื่ออยู่ในสนามแม่เหล็กจะเกิดการแตกตัวได้ Spectrum หลายเส้น (ท.บ.ของบอร์อธิบายไม่ได้)
3. ท.บ.ของบอร์ใช้ทั้งฟิสิกส์ดังเดิมและฟิสิกส์สมัยใหม่รวมกัน ซึ่งเกิดจากจำกัดของวงโคจรของ (e)เป็นวงกลมเท่านั้น
4. และการโคจรของ (e) รอบนิวเคลียส ไม่แผ่คลื่นแม่เหล็กออกมา (เป็นเพราะเหตุใด)

<u>ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก</u> (Photoelectric Effect)

เป็นปรากฏการณ์ทางแสง ที่แสงบางความถี่ตกกระทบโลหะ จะทำให้ (e) หลุดออกมา ซึ่งเรียกว่า Photo-electron

<u>ข้อเสนอของไอน์สไตน์</u> เกี่ยวกับ Photoelectric effect

1. E_{kmax} ของ (e) ขึ้นอยู่กับ f อย่างเดียว ไม่ขึ้นกับความเข้มของแสง

$E_{k\ max} = eV_S$ ----------*

V_S = ความต่างศักย์หยุดยั้ง เป็นความต่างศักย์ของขั้ว A ต่อขั้ว C เพียงเพื่อทำให้ (e) ที่หลุดจาก Cมีพลังงานมากเพียงพอที่จะเคลื่อนที่มาเกือบจะถึง A แต่ไม่ถึง

สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี MK SCG สมศ ร่วมด้วย MBA TNI DPU Kantana SSI

2. ความเข้มของแสงที่ตกกระทบผิวโลหะ มีผลต่อจำนวนของ Photo-electron เท่านั้น ไม่มีผลต่อพลังงานจลน์ของ (e)

3. $f_{แสง} \geq f_O$ จึงจะเกิด Photo-electrom ได้

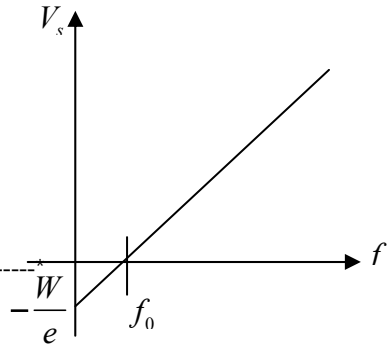
f_O = ความถี่ขีดเริ่ม

<u>Work function</u> คือ พลังงานยึดเหนี่ยว (e) ในโลหะ ดังนั้น (e) จะหลุดออกจากโลหะได้ จะต้องเสียพลังงานให้แก่โลหะพลังงานนี้ = W = hf_O ซึ่งเป็นค่าคงที่ในแต่ละโลหะ

ถ้า $hf_{แสง} < W$ จะไม่เกิด Photo-electron

ถ้า $hf_{แสง} > W$ จะเกิด Photo-electron

และ (e) ที่หลุดออกมา จะมี $E_k = hf - W$



$$E_k = hf - W$$

$$E_k = hf - hf_O \quad \text{----------*}$$

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 \quad \text{และ} \quad eV_S \quad \text{----------*}$$

$$\therefore \quad eV_S = hf - W \quad \text{----------*}$$

$$V_S = \left(\frac{h}{e}\right)f - \frac{W}{e} \quad \text{----------*}$$

$$\text{Slope (m)} = \frac{h}{e}$$

$$\text{Y – intercept (b)} = -\frac{W}{e}$$

สมมุติฐานของเดอบรอยล์

จากปรากฏการณ์ Compton เป็นการสนับสนุนความคิดของไอน์สโตน์ที่ว่า คลื่นสามารถแสดงตัวเป็นอนุภาคได้ ทำให้เดอบรอยส์ เสนอความคิดในทางตรงข้ามคือ อนุภาคสามารถแสดงตัวเป็นคลื่นได้

จาก $E = mc^2$

$$\therefore \quad \lambda = \frac{h}{P} = \frac{h}{mv} \quad \text{----------*}$$

สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี MK SCG สมศ ร่วมด้วย MBA TNI DPU Kantana SSI

โดยอาศัย ท.บ.ของเดอบรอย์ ทำให้เขาอธิบายโครงสร้างอะตอมของ Bohr ที่ว่า (e) วิ่งรอบนิวเคลียสโดยไม่แผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า จะต้องมีโมเมนตัมเชิงมุม (L = mvr) มีค่าเท่ากับ nh ได้ โดยเสนอว่า (e) ที่วิ่งรอบนิวเคลียส โดยไม่แผ่คลื่นแม่เหล็กต้องเป็นวงที่ (e) เป็นคลื่นนิ่งพอดี หรือความยาวเส้นรอบวงของวงโคจรจะต้องเป็นจำนวนเต็มของความยาวคลื่นสารของ (e) นั้นคือ

$$2\pi r = n\lambda \qquad n \in I^{+}$$

$$2\pi r = n\frac{h}{mv}$$

$$\therefore\ mvr = n\frac{h}{2\pi} = n\hbar$$

<u>กลศาสตร์ควอนตัม</u> (Quantum Mechanics)

เป็นฟิสิกส์แขนงใหม่ในการศึกษาเกี่ยวกับสสารและพลังงานในระดับอะตอม โดยมีแนวความคิดจาก 2 นักวิทยาศาสตร์ และ 2 แนวการศึกษา ซึ่งต่อมาพิสูจน์ได้ว่าให้ผลเหมือนกัน คือ

1. กลศาสตร์คลื่น เป็นแนวความคิดของ ชารอดิวเจอร์ (Erwin Schrodinger) ชาวออสเตรีย
2. กลศาสตร์แมทริทซ์ เป็นแนวความคิดของ ไฮเซนเบิร์ก (Werner Karl Heisenberg) ชาวเยอรมันความไม่แน่นอนและโอกาสที่เป็นไปได้ของ Heisenberg

$(\Delta x)(\Delta p) \geq \hbar$

เมื่อ Δx เป็นความไม่แน่นอนทางตำแหน่ง

Δp เป็นความไม่แน่นอนทางโมเมนตัม

Heisenberg กล่าวว่า "เราไม่สามารถรู้ได้อย่างแน่นอนถึงตำแหน่งและความเร็วของอนุภาคในเวลาเดียวกันได้

ฟิสิกส์นิวเคลียร์

1. รังสีที่ถูกเปล่งออกมาจากธาตุกัมมันตรังสี ที่ค้นพบแล้ว ได้แก่
   1.1 รังสีแอลฟา $(\alpha - rays)$ หมายถึง นิวเคลียสของ ${}^{4}_{2}He$
   1.2 รังสีเบต้า $(\beta - rays)$ หมายถึง รังสีCathode-rays หรือ อิเล็กตรอน ${}^{0}_{-1}e$
   1.3 รังสีแกรมมา $(\gamma - rays)$ หมายถึง นิวเคลียสของ ${}^{0}_{0}\gamma$

สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี MK SCG สมศ ร่วมด้วย MBA TNI DPU Kantana SSI

รังสีทั้งสามมีอำนาจทะลุทะลวงจากมากไปสู่น้อย ดังนี้ $\gamma > \beta > \alpha$

รังสีทั้งสามมีระดับพลังงาน (หน่วย MeV) จากมากไปสู่น้อย ดังนี้ $\alpha > \beta > \gamma$

รังสีทั้งสามมีรัศมีความโค้งในสนามแม่เหล็ก จาก มากไปสู่น้อยดังนี้ $\alpha > \beta > \gamma$

(γ ไม่เบี่ยงเบนในสนามแม่เหล็ก และสนามไฟฟ้า)

2. อัตราการสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี

2.1 อัตราการสลายตัวของนิวเคลียสต่อวินาทีเรียกว่า กัมมันตภาพ(A) $A = -\frac{dN}{dt} = \lambda N$

$$A = A_0 e^{-\lambda t} \quad \text{หรือ} \quad \frac{A}{A_o} = 2^{-n} = 2^{-\frac{t}{T}}$$

เมื่อ A_0 = จำนวนกัมมันตรังสี ของธาตุ ณ เวลา $t = 0$

A = จำนวนกัมมันตรังสี ของธาตุ ณ เวลา $t = t$

e = ค่าคงที่ = 2.718

λ = ค่าคงที่ในการสลายตัว (Decay Constant) (เครื่องหมาย ลบ แสดงว่า กำลังลดลง)

หรือ เป็นค่า บอกถึงโอกาสการสลายตัวของนิวเคลียสกัมมันตรังสี ใน 1 หน่วยเวลา

2.2 $$N = N_0 e^{-\lambda t} \quad \text{หรือ} \quad \frac{N}{N_0} = 2^{-n} = 2^{\frac{t}{T}}$$

เมื่อ N_0 = จำนวนนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสี ณ เวลา $t = 0$

N = จำนวนนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสี ณ เวลา $t = t$

2.3 $$M = M_0 e^{-\lambda t} \quad \text{หรือ} \quad \frac{M}{M_0} = 2^{-n} = 2^{-\frac{t}{T}}$$

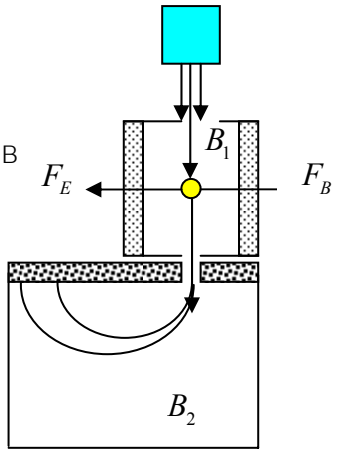
เมื่อ M_0 = มวลของธาตุกัมมันตรังสี ณ เวลา $t = 0$

M = มวลของธาตุกัมมันตรังสี ณ เวลา $t = t$

2.4 $$T_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0.693}{\lambda}$$

เมื่อ $T_{\frac{1}{2}}$ = เวลาครึ่งชีวิตของธาตุกัมมันตรังสี

สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี MK SCG สมศ ร่วมด้วย MBA TNI DPU Kantana SSI



3. สภาพสมดุลของธาตุกัมมันตรังสี

อัตราการสลายตัวของธาตุ A = อัตราการสลายตัวของธาตุ B

$$\lambda_A N_A = \lambda_B N_B$$

4. Mass-spectrograph

4.1 ส่วนเร่งประจุ

$$E_P = E_k$$

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

$$v = \sqrt{\frac{2qV}{m}}$$

4.2 ส่วนคัดเลือกความเร็วประจุ $F_E = F_B$

จะได้ $v = \frac{E}{B}$

4.3 ส่วนคัดเลือกมวล $F_B = F_C$

$$qvB_2 = \frac{mv^2}{R} \qquad \therefore m = \frac{RB_1B_2q}{E}$$

5. ขนาดของนิวเคลียส $R = R_0A^{\frac{1}{3}}$ เมื่อ $R_0 = 1.2\times10^{-15}$ m หรือ

$$\frac{R_1}{R_2} = \left(\frac{A_1}{A_2}\right)^{\frac{1}{3}}$$

6. มวลและพลังงาน

$E = mc^2 = hf$ โดยที่ $1\,u = 931\ MeV$

7. ปฏิกริยานิวเคลียร์

7.1 ปฏิกิริยา ฟิชชัน เกิดจากการยิงนิวตรอน เข้าชนนิวเคลียสของธาตุหนัก (ธาตุที่มี Atomic mass > 230) ทำให้นิวเคลียสแตกออกเป็นนิวเคลียสขนาดเล็กลง 2 นิวเคลียส ซึ่งมีขนาด ใกล้เคียงกัน พร้อมทั้งมีการปลดปล่อยนิวตรอนออกมาอีก และ ปลดปล่อยพลังงานออกมา ด้วย

7.2 ปฏิกิริยา ฟิวชัน เป็นปฏิกริยาการรวม นิวเคลียสของธาตุ เบาๆ ให้กลายเป็นธาตุที่มี Atomic mass เพิ่มขึ้น (มากกว่าเดิม)และมีการคายพลังงานออกมาด้วย

สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี MK SCG สมศ ร่วมด้วย MBA TNI DPU Kantana SSI

แนวข้อสอบวิชา ฟิสิกส์

(มีนาคม 2550)

หากมิได้กำหนดให้เป็นอย่างอื่น ให้ใช้ค่าต่อไปนี้ในการคำนวณ

$g = 10 \ m/s^2$

e	=	1.60×10^{-19} C	c	=	3.0×10^{8} m/s
G	=	6.67×10^{-11} $N\,m^2/kg^2$	h	=	6.63×10^{-34} J/s
R	=	8.31 J/mol K	k_B	=	1.38×10^{-23} J/K
k_E	=	$\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 8.99 \times 10^{9}$ $N\,m^2/C^2$	ε_0	=	8.85×10^{-12} Fm^4
N_A	=	6.0×10^{23} /mol	1 u	=	930 MeV
m_e	=	9.11×10^{-31} kg	m_p	=	1.67×10^{-27} kg
log 2	=	0.301	log 3	=	0.477
ln 2	=	0.693	ln 10	=	2.30
π	=	3.14	π^2	=	9.87

ความหนาแน่นของน้ำ = 1000 kg/m^3

ตอนที่ 1

1. โยนวัตถุ A ขึ้นไปในแนวดิ่งด้วยความเร็วต้นค่าหนึ่ง อีก 2 วินาทีต่อมา ก็โยนวัตถุ B ขึ้นในแนวดิ่งจากที่เดียวกัน ด้วยความเร็วต้นที่เท่ากับ A ปรากฏว่า วัตถุทั้งสองพบกันกลางอากาศเมื่อ A มีการกระจัด 20 เมตร จงหาความเร็วของวัตถุทั้งสอง

   1. 10 m/s 2. $10\sqrt{5}$ m/s

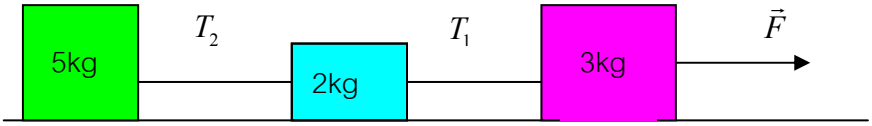
   3. 15 m/s 4. $15\sqrt{5}$ m/s

สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี MK SCG สมศ ร่วมด้วย MBA TNI DPU Kantana SSI

2. บัลลูนลูกหนึ่งกำลังลอยลงในแนวดิ่งด้วยความเร่งคงที่ a ซึ่งมีค่าน้อยกว่า gน้ำหนักของบัลลูนรวมทั้งสิ้นมีค่า w จะต้องทิ้งน้ำหนักออกจากบัลลูนกี่นิวตัน บัลลูนจึงจะลอยขึ้นด้วยความเร่ง a (ไม่คิดแรงต้านของอากาศ)

1. $\frac{W}{g+a}$ 2. $\frac{Wa}{g}$ 3. $\frac{2W}{g+a}$ 4. $\frac{2Wa}{g+a}$

3.



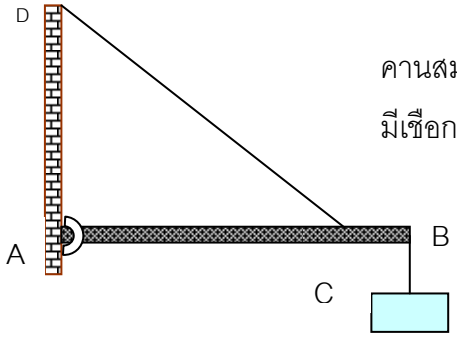
แท่งไม้ 3 แท่งขนาด 5, 2, 3 kg ผูกติดกับเชือกเบา วางอยู่บนพื้นลื่น ดังรูป ระบบถูกแรง $\vec{F}$ ที่ไม่ทราบค่ากระทำ ทำให้แรงตึงในเชือก T_2 เป็น 9 นิวตัน จงหาแรงตึงในเชือก T_1

1. 11.2 N 2. 11.6 N 3. 12.6 N 4.12.8 N

4. กล่องทรงกระบอกตันฐานเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาน 10 × 10 ตร.ซม. และสูง 20 ซม. วางอยู่บนพื้นที่ปรับระดับได้ ถ้าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานสถิตย์ ระหว่างพื้นและกล่องเป็น 0.6 เมื่อปรับพื้นเอียงขึ้นทีละน้อย นักเรียนคิดว่าจะเกิดเหตุการณ์ตามข้อใด

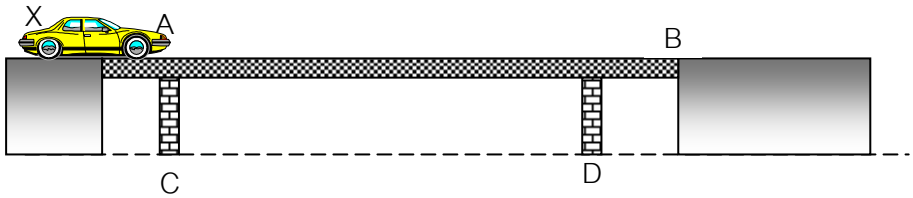
1. เมื่อปรับพื้นจนกระทำมุม 37 องศากับแนวราบ กล่องเริ่มเคลื่อนที่ลงพอดี
2. เมื่อปรับพื้นจนกระทำมุม 37 องศากับพื้นราบ กล่องเริ่มล้มก่อนลื่นไถล
3. เมื่อปรับพื้นจนเอียงเป็นมุมค่าหนึ่ง จะทำให้วัตถุล้มก่อนลื่น
4. เมื่อปรับพื้นจนเอียงเป็นมุมค่าหนึ่ง จะทำให้วัตถุลื่นก่อนล้ม

สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี ร่วมด้วย

5. 

คานสม่ำเสมอ AB ยาว 2 เมตร หนัก 50 N มีเชือกผูกคาน AB ที่จุด C ห่างจาก B 20 ซม. ปลาย A ติดบานพับไว้กับกำแพงถ้าเชือก CD ยาว 3.0 เมตร ที่ปลาย B มีกล่องหนัก 100 N แขวนอยู่จงหาแรงตึงให้เชือก เมื่อคาน AB อยู่ในแนวระดับ

1. 173.6 N 2. 250.0 N 3. 187.5 N 4. 416.67 N

6. 

คานสม่ำเสมอ AB ยาว 4 เมตร หนัก 200 N วางพาดบนตอหม้อ C และ D ซึ่งห่างกัน 2.5 เมตร โดยปลาย A ยื่นเลยตอหม้อ C ออกมา 50 ซม. ดังรูป รถยนต์ X วิ่งด้วยความเร็วสม่ำเสมอ จากขอบปลาย A ไปยังปลาย B โดยคานไม่กระดก แสดงว่า รถยนต์ X จะมีน้ำหนักมากที่สุดเท่าใด

1. 150 N 2. 200 N 3.250 N 4. 400 N

7. รถบรรทุกคันหนึ่ง กำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ 4 เมตร/วินาที ในแนวเส้นตรงบนถนนในแนวราบเมื่อคนที่อยู่ท้ายรถยิงลูกบอลมวล 2 kg ออกไปด้วยความเร็ว 4 เมตร/วินาที เทียบต่อรถ และทำมุมกับรถ 37 องศา ทันทีที่ยิงออกไป รถจะต้องเร่งความเร็วด้วยความเร่งเท่าใดจึงจะทำให้ลูกบอลตกกลับมาใน รถ พอดี

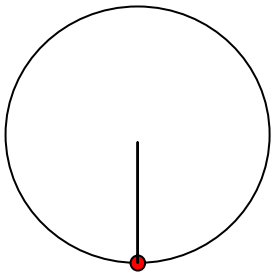
1. $\frac{20}{3}$ m/s^2 2. $\frac{40}{3}$ m/s^2 3. $\frac{60}{3}$ m/s^2 4. $\frac{80}{3}$ m/s^2

สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี MK SCG สมศ ร่วมด้วย MBA TNI DPU Kantana SSI

8. วัตถุมวล 1.2 kg ผูกเชือกยาว 65 ซม. แล้วแขวนไว้กับเพดาน จับวัตถุแกว่งเป็นวงกลมในแนวราบ เชือกเอียงทำมุม θ กับแนวดิ่ง จะได้คาบของการแกว่งเป็น T_1 วินาที เมื่อตัดเชือกที่แขวนวัตถุให้เหลือครึ่งหนึ่งแล้วแกว่ง โดยทำมุม θ กับแนวดิ่งเท่าเดิม จะได้คาบเป็น T_2 วินาทีจงหาอัตราส่วน $T_1 : T_2$

1. 1 : 1 2. 1 : $\sqrt{2}$ 3. 1 : 2 4. 1 : $2\sqrt{2}$

9. ใช้เชือกยาว 79 ซม. ผูกวัตถุมวล 520 กรัม แกว่งวัตถุให้เคลื่อนที่เป็นวงกลมในแนวดิ่งด้วย อัตราเร็วคงที่ จงหาอัตราส่วนแรงตึงเชือก ณ ตำแหน่งล่างสุดต่อตำแหน่งบนสุด



1. 2 : 1
2. $\sqrt{2}$: 1
3. 1 : 2
4. 1 : $\sqrt{2}$

10. ชายคนหนึ่งสูง 1.8 เมตร ยืนที่ขอบจานหมุนขนาดใหญ่ รัศมี 4 เมตร ซึ่งกำลังหมุน ตามเข็มนาฬิกาด้วยอัตราเร็วเชิงมุม 0.5 π rad/s ชายคนนี้ขว้างลูกบอลออกไปในแนวระดับ สูงจากพื้น1.8 เมตรด้วยขนาดความเร็วเท่าใดจึงจะสามารถทำให้ลูกบอลไปตก ณ จุดกึ่งกลางจานหมุนได้

1. $\frac{20}{3}$ m/s ขว้างเข้าไปยังศูนย์กลางตรง ๆ
2. $\frac{20}{3}$ m/s ขว้างเฉียงสวนทางการหมุน
3. $\frac{20}{3}$ m/s ขว้างเฉียงตามทิศการหมุนของจาน
4. ไม่สามารถทำได้ไม่ว่าความเร็วเท่าใดก็ตาม

สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี ร่วมด้วย

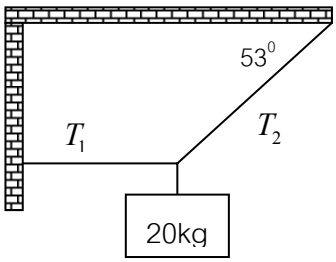
11. บอลลูนลูกหนึ่งลอยขึ้นไปตรง ๆ จากพื้นดิน ด้วยอัตราเร็วคงตัวค่าหนึ่ง พอขึ้นไปได้สูง 250 mจากพื้นดิน คนในบอลลูนก็ปล่อยวัตถุลงมา ถ้าวัตถุตกถึงพื้นดินในเวลา 10 S จงหาอัตราเร็วของบอลลูน

1. 20 m/s 2. 25 m/s 3. 50 m/s 4. 75 m/s

12. ผูกถุงทรายไว้กับเชือกในแนวดิ่ง ถ้าหย่อนเชือกลงด้วยความเร่งคงที่ ทำให้แรงตึงในเส้นเชือกเหลือเพียง $\frac{3}{4}$ ของน้ำหนักถุงทราย ความเร่งของถุงทรายเป็นเท่าใด

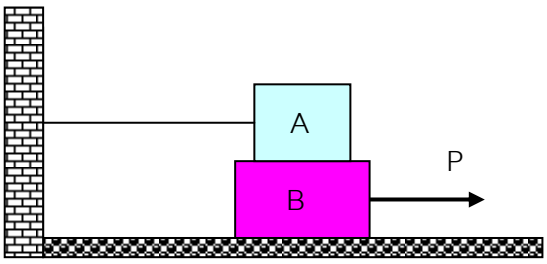
1. $\frac{g}{4}$ 2. $\frac{g}{2}$ 3. $\frac{3g}{2}$ 4. g

13. นำมวล 20 kg แขวนไว้กับเชือกดังรูป (เชือกไม่ขาด) จงหาอัตราส่วนระหว่าง T_1 กับ T_2



1. 1 : 3
2. 3 : 2
3. 3 : 5
4. 5 : 3

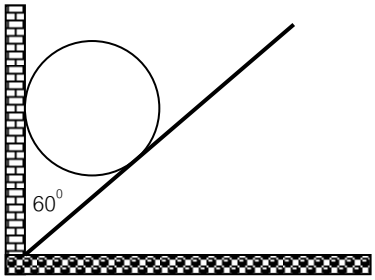
14. จากรูป ถ้า A หนัก 100 N B หนัก 300 N ทุกผิวสัมผัสมีค่า μ = 0.2 จงหาขนาดของ P ที่น้อยที่สุดที่ทำให้ B เคลื่อนที่พอดี



1. 140 N
2. 120 N
3. 100 N
4. 80 N

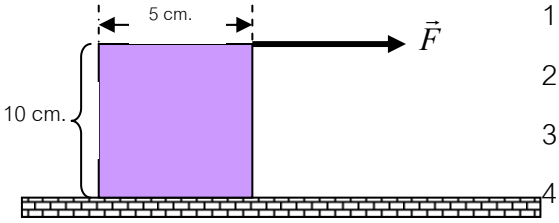
สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี MK SCG สมศ ร่วมด้วย MBA TNI DPU Kantana SSI

15. วัตถุทรงกลมหนัก $80\sqrt{3}$ N วางระหว่างกำแพงและบนพื้นเอียงดังรูป ถ้ากำแพงและพื้นเอียงไม่มีความฝืด ผลต่างของแรงที่กำแพงกระทำต่อทรงกลมกับแรงที่พื้นเอียงกระทำต่อทรงกลมเป็นเท่าใด



1. 160 N
2. 80 N
3. 60 N
4. 2 N

16. จากรูป ถ้าค่อย ๆ เพิ่มแรง F โดยเริ่มจากศูนย์นิวตัน จงหาว่ามวล m = 5 kg จะเริ่มล้มก่อนหรือไถลก่อนด้วยแรงเท่าไรขณะนั้น $(\mu_s = 0.4, \mu_k = 0.3)$



1. เริ่มล้มก่อนด้วยแรง F = 20 N
2. เริ่มไถลก่อนด้วยแรง F = 20 N
3. เริ่มไถลก่อนด้วยแรง F= 12.5 N
4. เริ่มล้มก่อนด้วยแรง F = 12.5 N

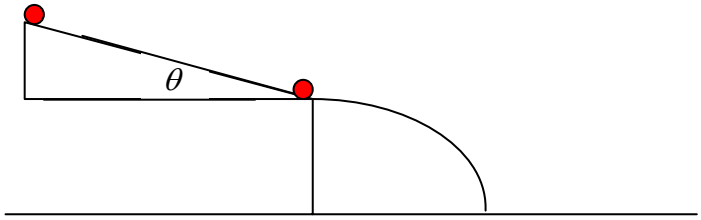
17. เครื่องบินลำหนึ่งกำลังบินอยู่ในแนวระดับที่ความสูง 2,000 m สูงจากพื้นดิน ซึ่งบินด้วยความเร็ว200 m/s นักบินมองเห็นเรือของศัตรูแล่นด้วยความเร็วคงตัว 10 m/s ไปในทิศตรงกันข้ามกับเครื่องบิน นักบินจะต้องกดปุ่มทิ้งระเบิดเมื่อเห็นเรืออยู่ห่างจากเครื่องบินในแนวระดับเท่าใดระเบิดจึงจะถูกเรือพอดี

1. 1,900 m 2. 2,100 m 3. 3,800 m 4.4,200 m

18. ลูกบอลมวล m วางบนพื้นเฉียงซึ่งทำมุม θ กับแนวระดับ ถ้าลูกบอลนี้กลิ้งจากตำแหน่งหยุดนิ่งลงมาตามพื้นเอียงเป็นระยะทาง 44 m จนถึงปลายพื้นเอียง แล้วตกลงบนพื้นดิน ดังรูป ถ้าลูกบอลตกลงจากปลายล่างของพื้นเอียงจนถึงพื้นใช้เวลา

สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี ร่วมด้วย

$\frac{1}{\sqrt{5}}$ วินาที ปลายล่างของพื้นเอียงอยู่สูงจากพื้นดินเท่าใด กำหนดให้ลูกบอลกลิ้งลงมาตามพื้นเอียงด้วยความเร่ง $\frac{1}{4}g$ และ $\sin\theta = \frac{3}{5}$



1. 2.2 m
2. 4.4 m
3. 5 m
4. 10 m

19. วัตถุมวล 3 kg ผูกเชือกยาว 0.6 m แกว่งให้เป็นวงกลมตามแนวระดับ โดยเชือกทำมุม θ กับแนวดิ่ง ถ้าเชือกทนแรงตึงได้ 50 N ขนาดของมุม θ เป็นเท่าใด

1. 30° 2. 45° 3. 53° 4. 60°

20. ดาวเทียมดวงหนึ่งโคจรรอบโลก มีรัศมีวงโคจรเป็น 1,000 km ถ้าองค์การนาซาต้องการให้ดาวเทียมดวงนี้มีรัศมีวงโคจรมากขึ้นเป็น 4,000 km องค์การนาซาจะต้องทำให้ดาวเทียมมีความเร็วเพิ่มขึ้นหรือลดลงเท่าใด เมื่อดาวเทียมอยู่ในวงโคจรใหม่

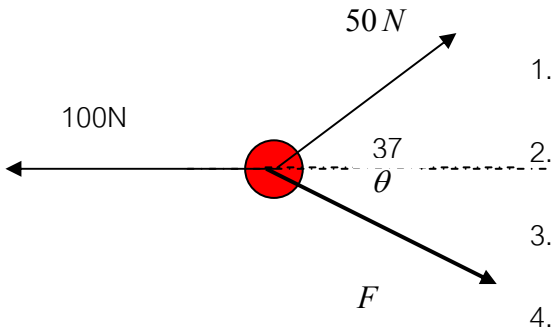
1. เพิ่มขึ้น เป็น 2 เท่าของความเร็วเดิม
2. ลดลง 2 เท่าของความเร็วเดิม
3. เพิ่มขึ้น เป็น $\frac{1}{2}$ เท่าของความเร็วเดิม
4. ลดลง เป็น $\frac{1}{2}$ เท่าของความเร็วเดิม

21. รถไฟ A เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ 15 เมตร/วินาที บนรางที่ขนานกับรถไฟ B ซึ่งเริ่มเคลื่อนที่จากหยุดนิ่งด้วยความเร่ง 1 เมตร/วินาที^{2} ถ้ารถไฟทั้ง 2 ขบวน เริ่มเคลื่อนที่พร้อมกันเข้าหากันและอยู่ห่างกัน 1,400 เมตร อยากทราบว่านานเท่าใดรถไฟจึงเริ่มสวนกัน

1. 20 วินาที 2. 30 วินาที 3. 40 วินาที 4.50 วินาที

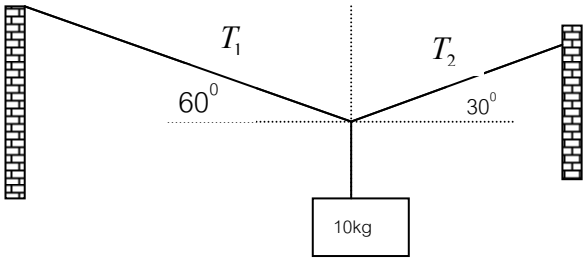
สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี ร่วมด้วย

22. มีแรง 3 แรง กระทำต่อวัตถุมวล 5 กิโลกรัม ดังรูป หากต้องการให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่แรง F จะต้องตามข้อใด



1. $\theta = \tan^{-1}\frac{1}{2}, \quad F = 10\sqrt{45}\ N$
2. $\theta = \tan^{-1}\frac{4}{7}, \quad F = 10\sqrt{65}\ N$
3. $\theta = \tan^{-1}\frac{3}{14}, \quad F = 10\sqrt{205}\ N$
4. $\theta = \tan^{-1}\frac{4}{17}, \quad F = 10\sqrt{305}\ N$

23. เมื่อระบบสมดุล แรงดึง T_1 และ T_2 มีค่าเท่าใด ตามลำดับ



1. 86.6 นิวตัน 50.0 นิวตัน
2. 50.0 นิวตัน 86.6 นิวตัน
3. 223.6 นิวตัน 60.0 นิวตัน
4. 60.0 นิวตัน 223.6 นิวตัน

24. เมื่อออกแรงขนาด F นิวตัน กระทำต่อวัตถุ พบว่า วัตถุเริ่มเคลื่อนที่ แรงเสียดทานที่พื้นกระทำต่อวัตถุมีขนาดเท่าใด ถ้าสัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทานสถิตย์มีค่า 0.4 สัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทานจลน์มีค่า 0.2 และวัตถุมีมวล 10 กิโลกรัม

1. 0 นิวตัน 2. 10 นิวตัน 3. 20 นิวตัน 4.40 นิวตัน

25. ออกแรง F ผลักกล่องมวล m กว้าง a ยาว 3a ณ ตำแหน่งสูงจากพื้น 2a กำหนดให้ $\mu_S = \frac{1}{4}, \quad \mu_K = \frac{1}{5}$ จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

ก. ถ้า $F = \frac{mg}{5}$ วัตถุจะเคลื่อนที่ได้

ข. ถ้าเพิ่มแรง F ขึ้นเรื่อย ๆ วัตถุจะล้มก่อนไถล

สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี MK SCG สมศ ร่วมด้วย MBA TNI DPU Kantana SSI

ค. ถ้าเพิ่มแรง F ขึ้นเรื่อย ๆ วัตถุจะไถลก่อนล้ม

ข้อใดถูกต้อง

1. มีข้อถูก 1 ข้อ 2. มีข้อถูก 2 ข้อ
3. มีข้อถูก 3 ข้อ 4. ไม่มีข้อใดถูก

26. ยิงลูกบอลบนรถที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 10 m/s โดยทำมุม 37 องศากับพื้น อยากทราบว่าหากต้องการให้รถรับลูกบอลได้พอดี รถต้องเคลื่อนที่อย่างไร

1. เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 8 เมตร/วินาที
2. เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 10 เมตร/วินาที
3. เคลื่อนที่ด้วยความเร่ง $\frac{2}{3}$ เมตร/วินาที^{2}
4. เคลื่อนที่ด้วยความหน่วง $\frac{2}{3}$ เมตร/วินาที^{2}

27. จากการเคลื่อนที่แบบวงกลม จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

ก. จากการทดลองเคลื่อนที่แบบวงกลม เมื่อใช้เชือกยาว L ผูกกับมวล m ที่ปลายด้านหนึ่ง และแขวนนอต 4 ตัว ที่ปลายเชือกอีกด้านหนึ่ง เมื่อแกว่งให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ ความเร็วของวัตถุเมื่อเชือกทำมุม θ กับแนวดิ่ง จะเท่ากับความเร็วของวัตถุเมื่อเชือกขนานกับพื้นเท่ากับ $\sqrt{Lg}$

ข. เมื่อวางวัตถุมวล m บนแผ่นเสียง รัศมี R ที่หมุนด้วยอัตราเร็วเชิงมุมคงที่ วัตถุที่อยู่บนแผ่นเสียงจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว $\sqrt{\mu Rg}$

ค. เมื่อให้รถมอเตอร์ไซด์วิ่งภายในถังที่มีรัศมี R โดยมอเตอร์ไซด์ทำมุม θ กับขอบถัง รถจะต้องวิ่งด้วยความเร็ว $\sqrt{\mu Rg}$ รถจึงไม่ตกลงด้านล่าง

ข้อใดถูกต้อง

1. มีข้อถูก 1 ข้อ 2. มีข้อถูก 2 ข้อ
3. มีข้อถูก 3 ข้อ 4. ไม่มีข้อใดถูก

สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี MK SCG สมศ ร่วมด้วย MBA TNI DPU Kantana SSI

28. รถมอเตอร์ไซด์ที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 36 กิโลเมตรต่อชั่วโมง กำลังเลี้ยวเข้าทางโค้งที่มีรัศมีความโค้ง 12.6 เมตร รถมอเตอร์ไซด์ต้องเอียงรถทำมุมเท่าใดกับพื้นถนนจึงเลี้ยวได้อย่างปลอดภัย

1. $\theta = \tan^{-1} 0.083$ 2. $\theta = \tan^{-1} 0.83$

3. $\theta = \tan^{-1} 1.08$ 4. $\theta = \tan^{-1} 1.2$

29. รถทดลองมวล M วิ่งด้วยความเร็ว v_0 เข้าชนกับรถทดลองมวล m ซึ่งหยุดนิ่งและ ติดสปริงไว้หลังการชนแล้ว รถ m จะมี ความเร็วเป็นเท่าใด

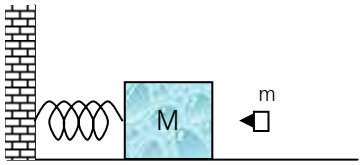
1. $\left[\frac{2M}{M+m}\right]v_0$ 2. $\left[\frac{M}{M+m}\right]v_0$

3. $\left[\frac{2m}{M+m}\right]v_0$ 4. $\left[\frac{m}{M+m}\right]v_0$

30. ปล่อยลูกบอลมวล 0.2 กิโลกรัม จากระดับความสูง 1.8 เมตร หลังจากกระทบพื้นแล้ว ลูกบอลกระดอนขึ้นสูง 1.25 เมตร จงหาการดลที่ลูกบอลได้รับเมื่อกระทบพื้น

1. 1.0 N-S 2. 1.2 N-S 3. 2.0 N-S 4. 2.2 N-S

31. ตามรูป สปริงอยู่ในแนวราบ มีค่าคงที่ของสปริง 800 N/m ปลายข้างหนึ่งตรึงติดอยู่กับฝา อีกปลายหนึ่ง มีมวล M = 480 กรัม ติดอยู่และวางบนพื้นซึ่งไม่มีความฝืด เริ่มต้น ให้สปริงยังไม่ยืดหรือหดเลยเมื่อยิงลูกปืนมวล m = 20 กรัม ในแนวราบเข้าไปฝังใน Mแล้วทั้งสองจะกดสปริงเข้าไป ถามว่าความเร็วของลูกปืนต้องเป็นเท่าใด สปริงจึงจะ หดเข้าไป 5 ซม.

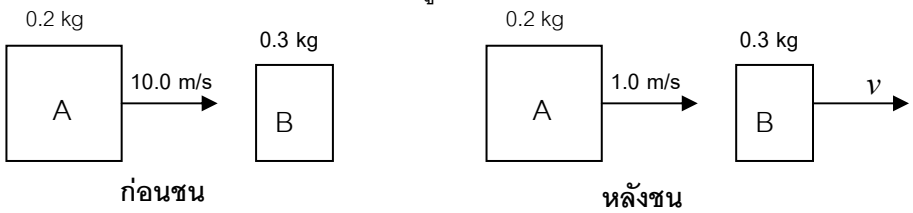


1. 50 m/s 2. 48 m/s 3. 20 m/s 4. 10 m/s

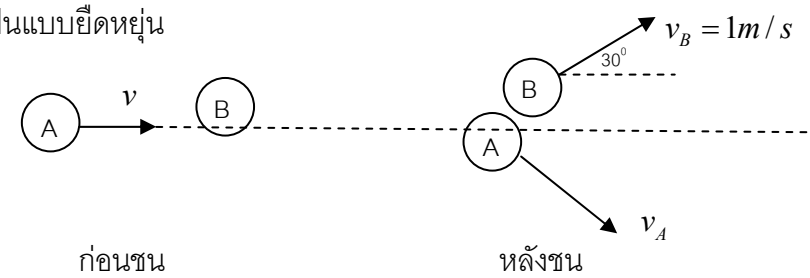
32. ปล่อยลูกบอลมวล 0.5 กิโลกรัม จากความสูง 5 เมตร ให้ตกลงกระแทกพื้นแล้วกระดอน ขึ้นไปได้สูง 4.05 เมตรในการ กระแทกพื้น ลูกบอลเปลี่ยนโมเมนตัมไปเท่าใดในหน่วย kg.m/s

สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี MK SCG สมศ ร่วมด้วย MBA TNI DPU Kantana SSI

33. การชนกันของมวล A และ B เป็นดังรูป จงหาว่า v มีค่ากี่เมตรต่อวินาที



34. วัตถุ A มีมวลเท่าวัตถุ B เท่ากับ m วัตถุทั้งสองวางบนพื้นราบไม่มีความฝืด เมื่อให้ A เข้า ชนวัตถุ Bแล้วทำให้ B เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 1 m/s ในทิศทำมุม 30 องศากับแนวการเคลื่อนที่เข้า ชนตามรูป ความเร็วของวัตถุ A ก่อนชนมีค่าเท่าใดถ้าการชนเป็นแบบยืดหยุ่น



1. $\frac{1}{\sqrt{3}}$ m/s 2. $\frac{2}{\sqrt{3}}$ m/s 3. $\sqrt{3}$ m/s 4. $\frac{\sqrt{3}}{2}$ m/s

35. วัตถุเคลื่อนที่แบบโพเจกไทล์ ด้วย อัตราเร็ว 4u ที่ตำแหน่งสูงสุดและขณะนั้นวัตถุได้แตกออก เป็น 2 ส่วนที่ มีมวลเท่ากัน ส่วนหนึ่งตกลงในแนวดิ่ง จงหาอัตราเร็วของส่วนที่สอง

1. 2u 2. 4u 3. 6u 4. 8u

36. โลกหมุนรอบตัวเองตามปกติ ทำให้วัตถุที่อยู่ที่ผิวโลก ณ ตำแหน่งศูนย์สูตร มีความเร่งสู่ศูนย์กลาง a เมตร/วินาที^{2} ถ้าโลกหมุนรอบตัวเองช้าลงเป็นรอบละ 36 ชั่วโมง ความเร่ง สู่ศูนย์กลางของวัตถุที่ผิวโลกตรงตำแหน่งเดิมเป็นเท่าไร

1. $\frac{2a}{3}\ m/s^2$ 2. $\frac{3a}{2}\ m/s^2$ 3. $\frac{5a}{9}\ m/s^2$ 4. $\frac{4a}{9}\ m/s^2$

สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี ร่วมด้วย

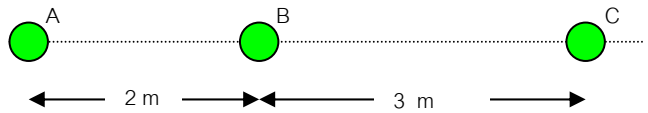
37. ถ้าวงโคจรของโลกรอบดวงจันทร์เป็นวงกลม และถ้ารัศมีของวงโคจรเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า อยากทราบว่าคาบของวงโคจรจะเพิ่มเป็นกี่เท่าของเดิม

1. 2 เท่า 2. 2 เท่า 3. $2\sqrt{2}$ เท่า 4. 4 เท่า

38. ไซเรนของรถพยาบาลให้เสียงที่มีความถี่ 400 เฮิร์ต ถ้ารถพยาบาลเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 20 m/s ความยาวคลื่นด้านหน้ารถมีค่าเท่าใด กำหนดให้ความเร็วเสียงในอากาศมีค่า 340 m/s

1. 0.8 เมตร 2. 0.85 เมตร 3. 0.9 เมตร 4. 1.25 เมตร

39. ประจุ A , B, C ขนาด +2, -2 และ +3 คูลอมบ์ ตามลำดับ อยากทราบว่าประจุ B เคลื่อนที่ ตามข้อใด กำหนดให้ $m_A = m_B = m_C = 60$ กรัม



1. เคลื่อนที่เข้าหาประจุ A ด้วยความเร็วคงที่ $2\sqrt{5} \times 10^5$ m/s
2. เคลื่อนที่เข้าหาประจุ A ด้วยความเร่ง 5×10^{10} m/s^2
3. เคลื่อนที่เข้าหาประจุ B ด้วยความเร่ง 2.5×10^{11} m/s^2
4. หยุดนิ่งกับที่

40. ทรงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร ต่อกับความต่างศักย์ 18 โวลต์ ระยะหนึ่ง เมื่อนำลวดเล็ก ๆ ต่อเชื่อมทรงกลมดังกล่าวกับทรงกลมอีกอันหนึ่งที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร ความต่างศักย์ที่วัดได้จากทรงกลมทั้งสองมีค่าเท่าใด

1. 18 โวลต์ 2. 36 โวลต์ 3. 54 โวลต์ 4. ข้อมูลไม่เพียงพอ

41. ตัวเก็บประจุ ขนาด $4\ \mu F$ จำนวน 10 ตัวจะต้องต่ออย่างไร เมื่อต่อกับความต่างศักย์ 120 V จะได้ประจุตัวใดตัวหนึ่งสูงสุด

1. ต่อผสม 2แถวๆละ 5 ตัว 2. ต่อผสม 5 แถวๆละ 2 ตัว
3. อนุกรมทั้ง 10 ตัว 4. ขนาน 10 ตัว

สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี MK SCG สมศ ร่วมด้วย MBA TNI DPU Kantana SSI

42. แก้วก้นหนาใบหนึ่ง เมื่อใส่ของเหลว A สูง x เซนติเมตร แล้ววางทับรูปภาพเล็กๆ บนโต๊ะ ทำให้เห็นภาพสูงขึ้นจากเดิม 2 เซนติเมตร เมื่อเปลี่ยนมาใส่ของของเหลว B แทนของของเหลว A แล้วทำแบบเดิม พบว่าเมื่อใส่ของเหลวสูง $\frac{x}{2}$ เซนติเมตร จะเห็นภาพสูงขึ้นจากเดิม 2 เซนติเมตร เมื่อกำหนดให้ $x > 4$ เซนติเมตร และดัชนีหักเหของของเหลว A เป็น 1.2 จงหาดัชนีหักเหของของเหลว B

1. 1.2 2. 1.5 3. 1.8 4. 2.0

43. ในการทดลองหาความยาวโฟกัสของเลนส์นูน โดยวางกระจกเงาราบไว้หลังเลนส์นูนเป็นระยะ 10 cm. และวาง วัตถุไว้หน้าเลนส์นูนเป็นระยะ 20 เซนติเมตร ปรากฏว่าเกิดภาพไม่มี พาราแลกซ์กับวัตถุ ความ ยาวโฟกัสของเลนส์นูน จะมีค่าเท่ากับ

1. 10 เซนติเมตร 2. 15 เซนติเมตร
3. 20 เซนติเมตร 4. 40 เซนติเมตร

44. ลวดทำความร้อนต่อกับความต่างศักย์ 220 โวลต์ จุ่มอยู่ในถ้วยกาแฟที่ทำด้วยฉนวน ถ้วยนี้บรรจุน้ำ 200 กรัม พบ ว่าทำให้อุณหภูมิของน้ำเปลี่ยนจาก 20° C ไปเป็น 70°C ในเวลาครึ่งนาที จงหากระแสไฟฟ้าที่ผ่านลวดนี้ (ความจุความร้อนจำเพาะของน้ำเป็น 4.2 กิโลจูลต่อกิโลกรัม เคลวิน)

1. 1.10 A 2. 4.54 A 3. 6.36 A 4. 9.75 A

45. หม้อแปลงอันหนึ่งเมื่อมีความต่างศักย์ไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าด้านปฐมภูมิ 220 โวลต์ 0.25 แอมแปร์ ความต่างศักย์ไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าด้านทุติยภูมิจะเท่ากับ 12 โวลต์ 4.0 แอมแปร์ ตามลำดับ ถามว่า เมื่อเริ่มใช้หม้อแปลงนี้ไป 1 นาที จะมีความร้อนเกิดขึ้นจากหม้อแปลงนี้เท่าใด (กำหนดให้ความต่างเฟสของความต่างศักย์ไฟฟ้ากับกระแสไฟฟ้ามีค่าเป็นศูนย์ทั้งทางด้านปฐมภูมิและด้านทุติยภูมิ)

1. 360 J 2. 420 J 3. 550 J 4. 720 J

สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี MK SCG สมศ ร่วมด้วย MBA DPU Kantana SSI

46. ลวดทำด้วยโลหะต่างชนิดกันสองเส้น ยาวเท่ากัน มีพื้นที่หน้าตัดเป็น 0.1 และ 0.18 ตารางเซนติเมตรมื่อดึงลวดทั้งสองนี้ด้วยแรง ลวดจะยืดออกเท่ากับ 0.3 และ 0.2 เซนติเมตร ตามลำดับ จงหาอัตราส่วนของมอดูลัสของยังส์ของเส้นลวดที่หนึ่งต่อมอดูลัสของยังส์ของเส้นลวดที่สอง

1. 27/100 2. 5/6 3. 6/5 4. 100/27

47. ก้อนวัสดุซึ่งภายในกลวง ชั่งในอากาศหนัก 0.98 N ชั่งในน้ำหนัก 0.49 N ปริมาตรของโพรงเป็นกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร กำหนดว่าเนื้อวัสดุมีความหนาแน่น 4000 kg/m^3

1. 25 2. 50 3. 75 4. 100

48. ถ้าเส้นสเปกตรัมอะตอมของไฮโดรเจนในอนุกรมแบรกเกต จะได้ความยาวคลื่นต่ำสุดตรงตามข้อใด

1. 2273 nm. 2. 1454 nm. 3. 818 nm. 4. 364 nm.

49. เมื่ออิเล็กตรอนของอะตอมไฮโดรเจนเปลี่ยนระดับพลังงานจาก n = 4 ไปที่ระดับพลังงาน n = 2 จะให้แสงสีน้ำเงิน ถ้าอิเล็กตรอนเปลี่ยนระดับพลังงานจาก n = 5 ไปยังระดับพลังงาน n = 2 จะให้แสงอะไร

1. ม่วง 2. เขียว 3. เหลือง 4. แดง

50. จงหาความยาวคลื่นของอิเล็กตรอน ซึ่งเคลื่อนที่ด้วยพลังงานจลน์ 5 อิเล็กตรอนโวลต์ (ในหน่วยนาโนเมตร) มวลอิเล็กตรอนคือ 9.1×10^{-31} kg

1. 0.55 2. 0.85 3. 0.95 4. 1.10

51. อิเล็กตรอนตัวหนึ่ง ถ้ามีพลังงานจลน์เพิ่มขึ้น 9 เท่าของพลังงานจลน์เดิม ความยาวคลื่นเดอบรอยล์ของอิเล็กตรอนจะเป็นกี่เท่าของเดิมของตอนแรก

1. 9 เท่า 2. $\frac{1}{9}$ เท่า 3. 3 เท่า 4. $\frac{1}{3}$ เท่า

สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี ร่วมด้วย

52. นาย ก เก็บสารกัมมันตรังสีได้แห่งหนึ่ง นำไปวัดกัมมันตภาพรังสีเครื่องอ่านได้ 168,000 Bq เมื่อเก็บไว้ 200 วัน แล้วนำมาวัดกัมมันภาพรังสี เครื่องอ่านได้ 5,250 Bq ความน่าจะเป็นที่แต่ละนิวเคลียสของสารนี้ จะสลายตัวมีค่าเท่าไร

1. $2 \times 10^{-7}\ s^{-1}$ 2. $3 \times 10^{-7}\ s^{-1}$ 3. $4 \times 10^{-7}\ s^{-1}$ 4. $5 \times 10^{-7}\ s^{-1}$

53. ธาตุไอโซโทปของ ${}^{192}_{79}Au$ จะมีรัศมีเป็นกี่เท่าของธาตุไอโซโทปของ ${}^{3}_{2}He$

1. 16 เท่า 2. 8 เท่า 3. 4 เท่า 4. 2 เท่า

54. จงคำนวณหาพลังงานที่เกิดจากปฏิกริยา ${}^{14}_{7}N(d,p){}^{15}_{7}N$

กำหนดให้ ${}^{14}_{7}N = 14.003242\ u$ ${}^{15}_{7}N = 15.000108\ u$

${}^{1}_{1}H = 1.007825\ u$ ${}^{2}_{1}H = 2.014102\ u$

1. 9.21 MeV 2. 8.75 MeV

3. 7.83 MeV 4. 7.24 MeV

55. จงหาพลังงานยึดเหนี่ยวของนิวตรอนตัวสุดท้ายของ ${}^{208}_{82}Pb$

กำหนดให้ มวล ${}^{207}_{82}Pb = 206.975898\ u$

${}^{208}_{82}Pb = 207.976644\ u$

${}^{209}_{82}Pb = 208.981094\ u$

1. 7.36 MeV 2. 6.73 MeV

3. 5.24 MeV 4. 3.12 MeV

สนับสนุนโดยผู้ใหญ่ใจดี MK SCG สมศ ร่วมด้วย MBA TNI DPU Kantana SSI

เฉลย ฟิสิกส์ โครงการติวเข้ม โค้งสุดท้าย โครงการ 3 วันอาทิตย์ที่ 7 มกราคม 2550

ข้อ1 = 2	ข้อ2 = 4	ข้อ3 = 3	ข้อ4 = 3	ข้อ5 = 1	ข้อ6 = 2	ข้อ7 = 2
ข้อ8 = 2	<u>ข้อ</u>9 =	ข้อ10 = 1	ข้อ11 = 2	ข้อ12 = 1	ข้อ13 = 3	ข้อ14 = 3
ข้อ15 = 2	ข้อ16 = 4	ข้อ17 = 4	ข้อ18 = 3	ข้อ19 = 3	<u>ข้อ20</u> =	ข้อ21 = 3
ข้อ22 = 1	ข้อ23 = 1	ข้อ24 = 4	ข้อ25 = 1	<u>ข้อ26</u> =	ข้อ27 = 2	<u>ข้อ28</u> = 4
ข้อ29 = 1	ข้อ30 = 4	ข้อ31 = 1	<u>ข้อ32</u>=9.5m/s	<u>ข้อ33</u> = 6m/s	ข้อ34 = 2	ข้อ35 = 4
ข้อ36 = 4	ข้อ37 = 3	ข้อ38 = 1	ข้อ39 = 2	<u>ข้อ40</u> =	ข้อ41 = 4	ข้อ42 = 2
ข้อ43 = 3	ข้อ44 = 3	ข้อ45 = 2	ข้อ46 = 3	ข้อ47 = 1	ข้อ48 = 2	ข้อ49 = 1
ข้อ50 = 1	ข้อ51 = 4	ข้อ52 = 1	ข้อ53 = 3	ข้อ54 = 2	ข้อ55 = 1	

ข้อ8 ตอบ $\sqrt{2}:1$ ข้อ9 ตอบ 10.4 N ข้อ20 ตอบ $v_2 = 1.18v_1$

ข้อ26 ตอบ $\frac{40}{3} m/s^2$ ข้อ28 ตอบ $\theta = \tan^{-1}(1.13)$

ข้อ40 ตอบ 12V