

# พีสิกส์ I

โดย ชินเดช เมธารมภ์

Copyright © 1999 by PSP

## ตารางแสดงค่าอุปสรรค

ตัวคูณ	$10^{-12}$	$10^{-9}$	$10^{-6}$	$10^{-3}$	$10^{-2}$	$10^{-1}$	10	$10^2$	$10^3$	$10^6$	$10^9$	$10^{12}$
ชื่อ	พิโก (pico)	นาโน (nano)	ไมโคร (micro)	มิลลิ (milli)	เซนติ (centi)	เดซิ (deci)	เดคา (deca)	เฮกโต (hecto)	กิโล (kilo)	เมกะ (mega)	จิกะ (giga)	เทระ (tera)
สัญลักษณ์	p	n	$\mu$	m	c	d	da	h	k	M	G	T

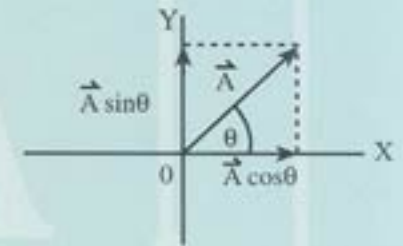
## หน่วยตามระบบ SI (Systeme International Unites)

ปริมาณ	หน่วย	สัญลักษณ์
ความยาว	เมตร (metre)	m
มวล	กิโลกรัม (kilogram)	kg
เวลา	วินาที (second)	s
กระแสไฟฟ้า	แอมแปร์ (ampere)	A
อุณหภูมิทางอุณหพลวัต	เคลวิน (kelvin)	K
ความเข้มของการส่องสว่าง	แคนเดลา (candela)	cd
ปริมาณของสาร	โมล (mole)	mol
มุมระนาบ	เรเดียน (radian)	rad
มุมตัน	สเตอเรเดียน (steradian)	sr
พื้นที่	ตารางเมตร	$m^2$
ปริมาตร	ลูกบาศก์เมตร	$m^3$
อัตราเร็ว, ความเร็ว	เมตรต่อวินาที	m/s
ความเร่ง	เมตรต่อวินาที ยกกำลังสอง	$m/s^2$
ความหนาแน่น	กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร	$kg/m^3$
ปริมาตรจำเพาะ	ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัม	$m^3/kg$
ความหนาแน่นกระแส	แอมแปร์ต่อตารางเมตร	$A/m^2$

## การแยกเวกเตอร์

$$\vec{A}_x = \vec{A} \cos \theta$$

$$\vec{A}_y = \vec{A} \sin \theta$$



## ความเร็ว ( $\vec{v}$ )

$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t}$$

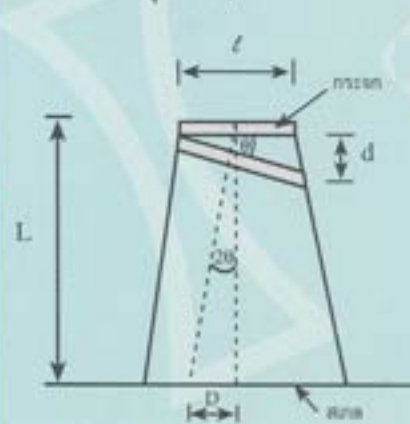
$\Delta \vec{s}$  = ปริมาณขจัด

$\Delta t$  = การเปลี่ยนแปลงเวลา

## ความเร่ง ( $\vec{a}$ )

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t_2 - t_1}$$

## การวัดวัตถุบาง ๆ



$$d = \frac{D \sin \theta}{L}$$

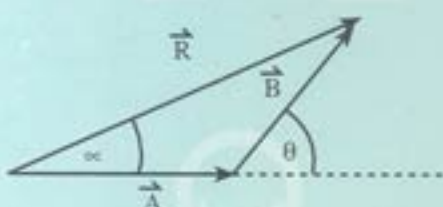
- $\theta$  = มุมที่กระจกบิดไปเมื่อมีวัตถุบางใส่
- $d$  = ความหนาของวัตถุบาง
- $D$  = ระยะทางที่บิดไปบนสเกล
- $L$  = ระยะจากหมุดถึงปลายกระจก

## เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด

การวัดค่า  $x$  มี error  $x = x \pm e$

คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ error  $x = x \pm \frac{e}{x} \times 100\%$

## การหาแรงลัพธ์ของเวกเตอร์



$$R = \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB \cos \theta}$$

$$\sin \alpha = \frac{B \sin \theta}{R}$$

## การเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวเส้นตรง

$$S = vt$$

$$v = u + at$$

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

$$S = ut + \frac{1}{2}at^2$$

$$S = \left(\frac{u+v}{2}\right)t$$

หมายเหตุ  $u, v, S$  และ  $a$  ตามทิศทางเคลื่อนที่เป็น  $\oplus$   
และสวนทิศทางเคลื่อนที่เป็น  $\ominus$

ใช้เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่

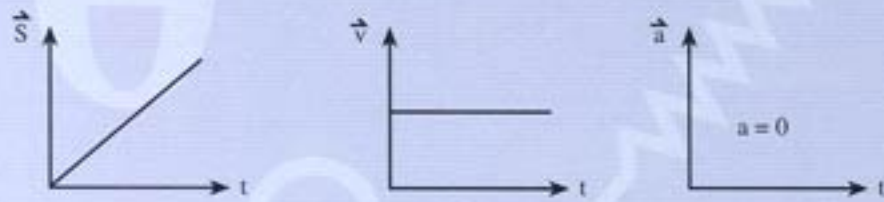
ใช้เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่



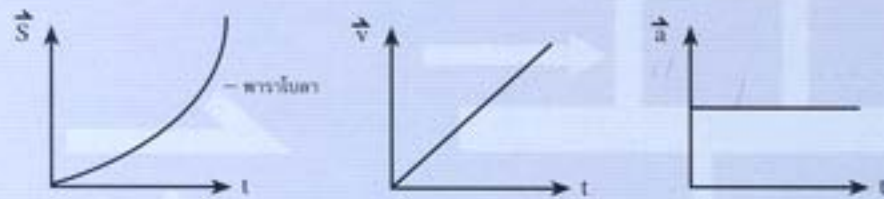


กราฟความสัมพันธ์ ระหว่าง S-t, v-t และ a-t

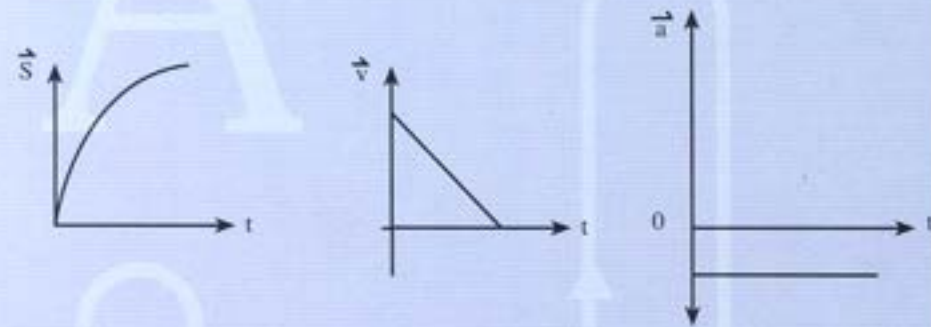
☞ วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่



☞ วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่

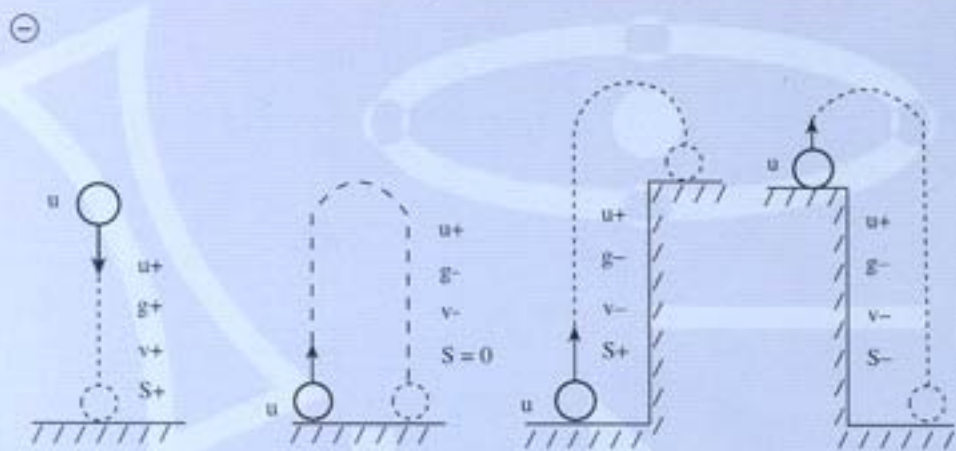


☞ วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความหน่วงคงที่



การเคลื่อนที่ในแนวตั้งภายใต้แรงดึงดูดของโลก (Free Fall)

ถ้าเป็นการเคลื่อนที่ในแนวตั้ง ให้แทน a ด้วย g ซึ่งมีค่าเท่ากับ 10 m/s<sup>2</sup> มีทิศลงสู่พื้นโลกเสมอ ให้กำหนดความเร็วต้น (u) มีเครื่องหมายเป็น ⊕ โดยเวกเตอร์ที่มีทิศทางเดียวกับ u มีเครื่องหมาย ⊕ และถ้ามีทิศทางตรงข้ามกันมีเครื่องหมายเป็น ⊖



มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

กฎข้อ 1 "วัตถุจะรักษาสภาพหยุดนิ่ง หรือสภาพเคลื่อนที่อย่างสม่ำเสมอเป็นเส้นตรง นอกจากจะมีแรงลัพธ์ซึ่งมีค่าไม่เป็นศูนย์มากระทำ" หรือเรียกว่า "กฎแห่งความเฉื่อย"

กฎข้อ 2 "ถ้ามีแรงลัพธ์ ที่มีขนาดไม่เป็นศูนย์มากระทำต่อวัตถุ จะทำให้วัตถุมวลเกิดความเร่งในทิศเดียวกับแรงลัพธ์ที่กระทำและขนาดของความเร่ง จะแปรผันกับขนาดของแรงลัพธ์ และแปรผกผันกับมวลของวัตถุ"

จากกฎข้อนี้จะได้ว่า

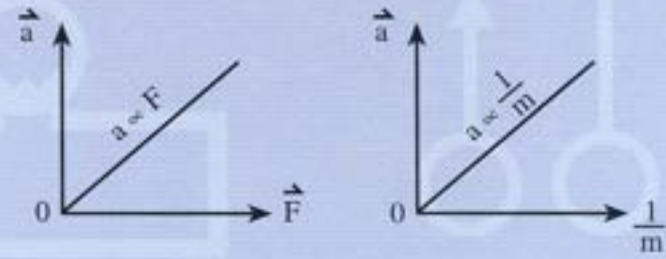
$$\vec{\Sigma F} = m\vec{a}$$

$\Sigma \vec{F}$  = แรงลัพธ์ที่มากระทำ (N)

m = มวลของวัตถุ (kg)

$\vec{a}$  = ความเร่งของวัตถุที่เกิดจากแรงลัพธ์ (m/s<sup>2</sup>)

ถ้าพิจารณาจากกราฟจะได้



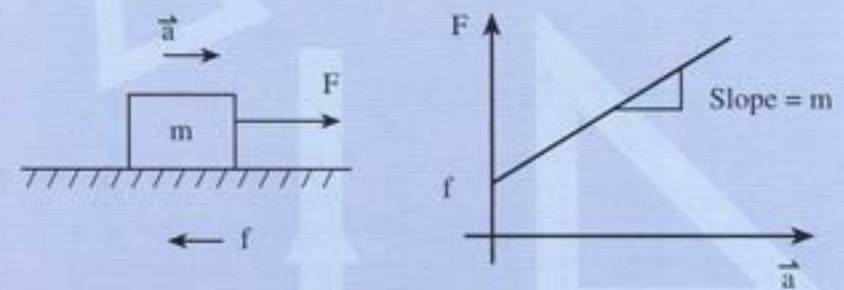
กฎข้อ 3 "เมื่อมีแรงกิริยา  $\vec{F}_1$  กระทำต่อวัตถุ ย่อมมีแรงปฏิกิริยาที่วัตถุนั้นกระทำกับ  $\vec{F}_2$  ในขนาดเท่ากัน แต่มีทิศตรงกันข้าม"

จากกฎข้อนี้จะได้ว่า

Action = Reaction

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$$

แรงเสียดทาน



$$f_s = \mu_s N$$

$$f_k = \mu_k N$$

- $f_s$  = แรงเสียดทานสถิต
- $f_k$  = แรงเสียดทานจลน์
- $\mu_s$  = สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต
- $\mu_k$  = สัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์
- N = แรงปฏิกิริยาในแนวตั้งฉาก

สภาพสมดุล

วัตถุอยู่ในสภาพสมดุล  $\Sigma F = 0$

เมื่อ  $\Sigma F_x = 0, \Sigma F_y = 0$

จะได้ว่า  $\Sigma M = 0$

Moment ตามเข็มนาฬิกา = Moment ทวนเข็มนาฬิกา

เมื่อวัตถุไหลบนพื้นเอียง

จากรูปค่อยๆ ยกพื้นเอียงให้สูงขึ้น





ถ้าวัตถุเริ่มขยับ จะเคลื่อนที่ลงมาพอดี

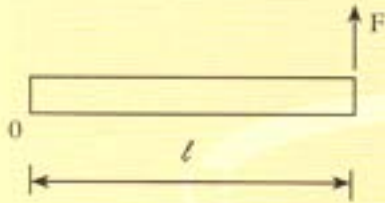
$$\mu_s = \tan\theta$$

ถ้าวัตถุเคลื่อนที่ลงมาด้วยความเร็วคงที่

$$\mu_k = \tan\theta$$

โมเมนต์ (Moment,  $\vec{M}$ )

เป็นปริมาณเวกเตอร์ มีขนาดเท่ากับแรง (F) คูณระยะตั้งฉากจากจุดหมุนไปยังตำแหน่งที่แรงกระทำ



$$\vec{M} = F \times l \quad (\text{N}\cdot\text{m})$$

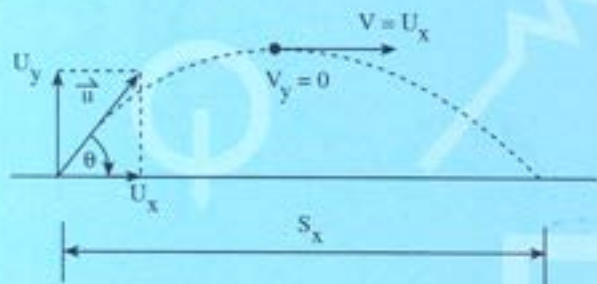
หมายเหตุ Moment ตามเข็มนาฬิกา (ให้มือเครื่องหมาย  $\ominus$ )

Moment ทวนเข็มนาฬิกา (ให้มือเครื่องหมาย  $\oplus$ )

## การเคลื่อนที่แบบต่างๆ

การเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์ (Projectile)

วัตถุมีความเร็วต้น ( $u$ ) ทำมุมกับแนวราบ  $\theta$  โดยแยกความเร็วต้นในแนวราบ ( $u_x$ ) และแนวตั้ง ( $u_y$ ) ลักษณะการเคลื่อนที่จะเป็นรูปโค้งพาราโบลา



จะได้ว่า

$$u_x = u \cos\theta$$

$$u_y = u \sin\theta$$

เมื่อเคลื่อนที่แนวราบ  $s_x = u_x t$

เมื่อเคลื่อนที่แนวตั้ง  $v_y = u_y + gt$

$$h = u_y t + \frac{1}{2} gt^2$$

$$v_y^2 = u_y^2 + 2gh$$

$$h = \left(\frac{u_y + v_y}{2}\right) t$$

จากรูป  $s_x$  จะมีค่ามากที่สุดเมื่อ  $\sin 2\theta$  มีค่ามากที่สุด ซึ่งเท่ากับ 1

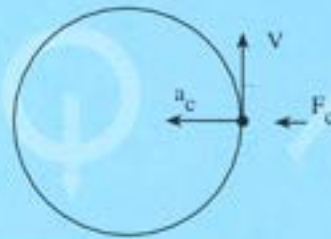
ดังนั้น

$$s_x = \frac{u^2 \sin 2\theta}{g}$$

หมายเหตุ วัตถุจะตกไกลสุดเมื่อยิงทำมุม  $45^\circ$

การเคลื่อนที่แบบวงกลม (Circle Moving)

เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุในทิศตั้งฉากกับการเคลื่อนที่จะทำให้วัตถุเคลื่อนที่เป็นวงกลม และทิศทางของแรงกระทำจะพุ่งเข้าสู่จุดศูนย์กลางของวงกลม



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

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

$$v = \frac{2\pi r}{T} = 2\pi r f$$

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

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

$a_c$  = ความเร่งเข้าสู่ศูนย์กลาง ( $\text{m/s}^2$ )

$v$  = อัตราเร็วเชิงเส้น ( $\text{m/s}$ )

$r$  = รัศมีที่วัดจากวัตถุไปยังจุดศูนย์กลางการหมุน (m)

$\omega$  = อัตราเร็วเชิงมุม ( $\text{rad/s}$ )

$F_c$  = แรงเข้าสู่ศูนย์กลาง (N)

$f$  = ความถี่ (cycle/s)

$T$  = เวลาครบรอบหรือ คาบ (s/cycle)

$m$  = มวล (kg)

การเคลื่อนที่บนถนนทางโค้ง



กรณี : จักรยานยนต์แล่นบนพื้นราบ รถเอียงทำมุม  $\alpha$  กับแนวตั้ง

จะได้

$$\tan \alpha = \frac{v^2}{rg}$$



กรณี : รถยนต์เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว  $v$  บนพื้นเอียงกับแนวระดับ  $\theta$  โดยเคลื่อนที่เป็นวงกลมรัศมี  $r$  จะได้

$$\tan \theta = \frac{v^2}{rg} = \mu$$

โดยที่  $\mu$  = สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน

การเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์

กฎของเคปเลอร์

1. กฎของวงรี "ดาวเคราะห์จะโคจรรอบดวงอาทิตย์เป็นวงรี โดยมีดวงอาทิตย์เป็นจุดโฟกัสจุดหนึ่ง"

2. กฎแห่งพื้นที่ "ในเวลาเท่าๆ กัน ดาวเคราะห์ดวงหนึ่งจะเคลื่อนที่กวาดไปให้เกิดพื้นที่ของสามเหลี่ยมฐานโค้งที่เท่ากัน"

3. กฎแห่งคาบ  $T^2 \propto R_{av}^3$

$$\text{โดยที่ } R_{av} = \frac{R_{max} + R_{min}}{2}$$

$T$  = คาบเวลา

$R_{av}$  = ระยะทางเฉลี่ยระหว่างดาวเคราะห์กับดวงอาทิตย์

กฎแรงดึงดูดระหว่างมวล

มวลที่อยู่บนพื้นโลก ย่อมมีแรงดึงดูด ซึ่งกันและกันตามสมการ

$$F_G = \frac{Gm_1 m_2}{R^2}$$

$F_G$  = แรงดึงดูดระหว่างมวล (N)

$G$  = ค่าคงโน้มถ่วงสากล =  $6.67 \times 10^{-11}$  ( $\text{N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$ )

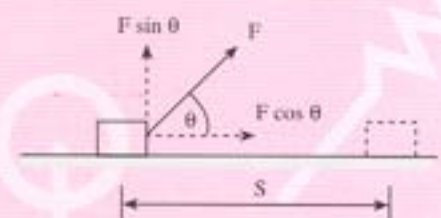
$m_1$  = มวลของวัตถุก้อนที่ 1 (kg)

$m_2$  = มวลของวัตถุก้อนที่ 2 (kg)

$R$  = ระยะวัตถุกับจุดศูนย์กลางดาวเคราะห์ (m)

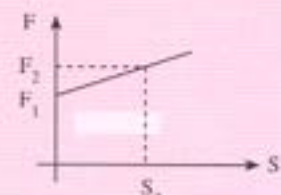
## งาน (Work)

แรง  $F$  ที่กระทำต่อวัตถุทำมุม  $\theta$  กับแนวราบเคลื่อนที่เป็นระยะทาง  $S$  ทำให้ได้งานเท่ากับ  $W$



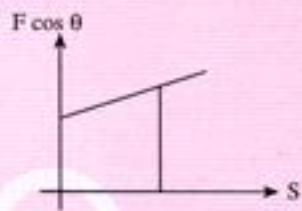
$$W = FS \cos \theta \quad (\text{N}\cdot\text{m}, \text{J})$$

การเคลื่อนที่ของวัตถุ ถ้า แรง ไม่คงที่ หรือเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ สามารถหาพื้นที่ที่กระทำได้จากพื้นที่ใต้กราฟ

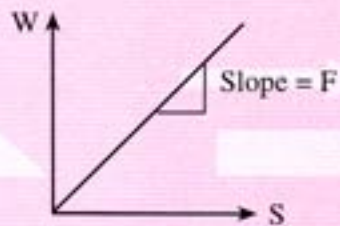




$$W = \left( \frac{F_1 + F_2}{2} \right) S_2$$



กราฟระหว่าง  $F \cos \theta$  กับ  $S$  คือ งาน = พื้นที่ใต้กราฟระหว่าง  $F \cos \theta$  -  $S$



ความชัน (Slope) ของ  $W$  กับ  $S$  คือแรง ( $F$ )

กำลัง (Power) : "อัตราการทำงาน หรืองานที่ทำได้ในหนึ่งหน่วยเวลา"

$$P = \frac{W}{t} = \frac{FS \cos \theta}{t}$$

$$P = Fv \cos \theta$$

$P$  = กำลัง (N.m/s, J/s, W)

$W$  = งาน (J)

$t$  = เวลา (s)

$F$  = แรงกระทำ (N)

$v$  = ความเร็วของวัตถุ (m/s)

$\theta$  = มุมระหว่างแรงกับทิศของความเร็ว

Note : 1 กำลังม้า (H.P.) = 746 วัตต์ (W)

พลังงาน (Energy)

พลังงานศักย์โน้มถ่วง

$$E_p = mgh$$

$E_p$  = พลังงานศักย์ (J, N-m)

$m$  = มวลของวัตถุ (kg)

$h$  = ระดับความสูงของวัตถุ (m)

พลังงานศักย์ยืดหยุ่น

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

$E_s$  = พลังงานศักย์ในสปริง (J, N-m)

$k$  = ค่าคงของสปริง หรือ slope ของ  $F$  กับ  $X$  (N/m)

$x$  = ระยะยืด หรือ หด (m)

พลังงานจลน์

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

$E_k$  = พลังงานจลน์ (J, N-m)

$m$  = มวลของวัตถุ (kg)

$v$  = ความเร็ว (m/s)

กฎทรงพลังงาน : พลังงานกลไม่มีการสูญหาย หรือสร้างขึ้นใหม่

$$\Delta E_k = \Delta E_p$$

โมเมนตัม

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

$\vec{P}$  = โมเมนตัม (kg.m/s)

$m$  = มวลของวัตถุ (kg)

$\vec{v}$  = ความเร็ว (m/s)

การดลและแรงดล

"เป็นการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมในเวลาสั้นๆ  $\Delta t$  และแรงที่ทำให้เกิดการดล เรียกว่า แรงดล"

$$\Delta \vec{P} = m\vec{v} - m\vec{u}$$

$$= \vec{F} \cdot \Delta t = \text{การดล}$$

$\vec{F}$  = แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ

$m\vec{u}$  = โมเมนตัมเริ่มต้น

$m\vec{v}$  = โมเมนตัมสุดท้าย

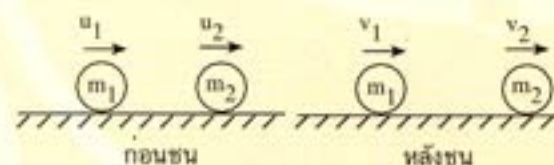
$\Delta t$  = โมเมนตัมที่เปลี่ยนไปใน 1 หน่วยเวลา

กฎทรงโมเมนตัม

"ถ้าไม่มีแรงภายนอกมากระทำต่อระบบ จะทำให้ผลรวมโมเมนตัมระบบคงที่"

การชนแบบยืดหยุ่น 1 มิติ  $E_k$  คงที่

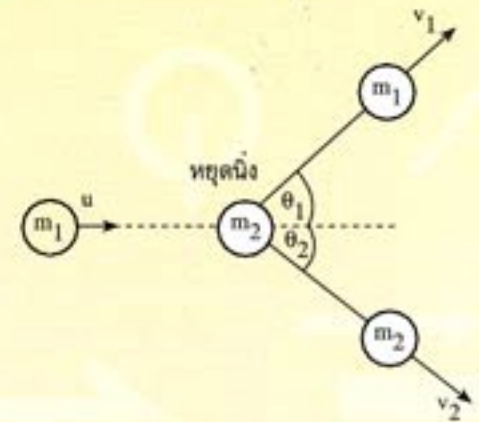
ผลรวมของโมเมนตัมก่อนชน = ผลรวมของโมเมนตัมหลังชน



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

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

การชนแบบยืดหยุ่น 2 มิติ

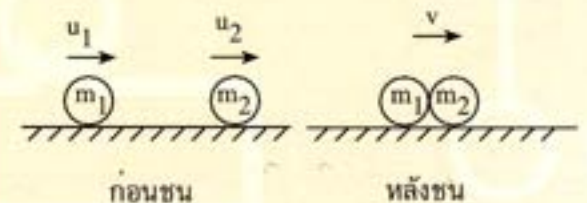


ถ้า  $m_1 = m_2 = m$  และมวล  $m_2$  หยุดนิ่ง จะได้ว่า  $\theta_1 + \theta_2 = 90^\circ$

$$mu = mv_1 \cos \theta_1 + mv_2 \cos \theta_2$$

$$mv_1 \sin \theta_1 = mv_2 \sin \theta_2$$

การชนแบบไม่ยืดหยุ่น



จะได้ว่า  $m_1 u_1 + m_2 u_2 = (m_1 + m_2) v$

การระเบิด

สามารถใช้กฎทรงโมเมนตัม ดังนี้

โมเมนตัมก่อนระเบิด = โมเมนตัมหลังระเบิด

