



ฟิสิกส์ 1

ระดับมหาวิทยาลัย

เล่ม 1

ฟิสิกส์ 1 ระดับมหาวิทยาลัย เล่ม 1

• เรียบเรียงโดย : ดร.สุชาติ สุภาพ ราคา 199 บาท



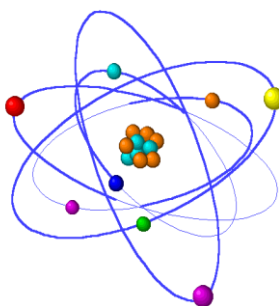
แนะนำ
ร้านหนังสือ
000 000 000 000
000 000 000 000
000 000 000 000
000 000 000 000

QR CODE

SHOPEE Lazada

ราคา
199
บาท

เรียบเรียงโดย : ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุชาติ สุภาพ
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี



ฟิสิกส์ ๑

ระดับมหาวิทยาลัย เล่ม ๑

ผศ.สุชาติ สุภาพ

พิมพ์และจำหน่ายโดย

สุชาติ สุภาพ

133/471 หมู่ ๑ (ติดกับ สนง. ที่ดินบางบัวทอง) ต.พิมลราช อ.บางบัวทอง จ.นนทบุรี

E - mail suchart11111@hotmail.com

พิมพ์ที่ หจก. SPS 1999 ม.เพชรอนันต์ เขตคันนายาว กรุงเทพฯ ๑ 10230

คำนำ

ฟิสิกส์เป็นศาสตร์พื้นฐานที่มีบทบาทสำคัญในการอธิบายและเข้าใจธรรมชาติของโลกและจักรวาล หนังสือ ฟิสิกส์ 1 ระดับมหาวิทยาลัย เล่ม 1 เล่มนี้ได้รับการจัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนในระดับอุดมศึกษา โดยครอบคลุมเนื้อหาที่สำคัญในภาคเรียนแรก ได้แก่ กลศาสตร์เบื้องต้น การเคลื่อนที่ กฎของนิวตัน งานและพลังงาน ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญสำหรับการเรียนรู้ฟิสิกส์ในระดับที่สูงขึ้นต่อไป เนื้อหาในเล่มนี้ได้รับการเรียบเรียงอย่างเป็นระบบ โดยเน้นความเข้าใจในหลักการทางฟิสิกส์ พร้อมตัวอย่างโจทย์ที่มีการอธิบายอย่างละเอียด เพื่อเสริมสร้างทักษะในการวิเคราะห์ปัญหาและการแก้โจทย์เชิงฟิสิกส์ นอกจากนี้ ยังมีแบบฝึกหัดท้ายบทเพื่อให้นักศึกษาได้ฝึกฝนและตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง ผู้เรียบเรียงหวังว่าหนังสือเล่มนี้จะเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์สำหรับนักศึกษาในการเรียนรู้และเปิดประตูสู่โลกแห่งวิทยาศาสตร์อย่างมั่นคง พร้อมทั้งสร้างแรงบันดาลใจให้กับผู้ที่ต้องการศึกษาฟิสิกส์อย่างลึกซึ้งต่อไปในอนาคต

หรือถ้าท่านสนใจหนังสือในรูปแบบ E-BOOK ก็มีจำหน่ายที่เว็บไซต์ร้านนายอินทร์ , MEB , อู๋ก๊อปปี้ , ซีเอ็ด , hystexts และศูนย์หนังสือจุฬาฯ

สำหรับท่านที่สนใจหนังสือของกระผมแต่หาซื้อตามร้านหนังสือทั่วไปไม่ได้ สามารถซื้อออนไลน์ที่แอปต่าง ๆ โดยสแกน QR โค้ดข้างล่างนี้
(ที่ช้อปปีมีหนังสือมากที่สุด)



สุชาติ สุภาพ

มือถือ 083-920-3825

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 การเคลื่อนที่ใน 1 มิติ	5
1.1 ตำแหน่ง ระยะทาง การกระจัด ความเร็วและอัตราเร็ว	6
1.2 อัตราเร็วเฉลี่ยและความเร็วเฉลี่ย	6
1.3 ความเร็วขณะใดขณะหนึ่ง และอัตราเร็วขณะใดขณะหนึ่ง	7
1.4 ความเร่ง	8
1.5 การเคลื่อนที่ใน 1 มิติ ด้วยความเร่งคงตัว	13
1.6 การตกอย่างเสรี	17
บทที่ 2 เวกเตอร์	28
2.1 ระบบพิกัด	28
2.2 ปริมาณเวกเตอร์และปริมาณสเกลาร์	31
2.3 สมบัติของเวกเตอร์	32
2.4 องค์ประกอบของเวกเตอร์ และเวกเตอร์หนึ่งหน่วย	39
บทที่ 3 การเคลื่อนที่ในสองมิติ	53
3.1 เวกเตอร์การกระจัด ความเร็ว และความเร่ง	53
3.2 การเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์	55
3.3 การเคลื่อนที่เป็นวงกลม ด้วยอัตราเร็วคงตัว	71
3.4 ความเร่งในแนวสัมผัส และความเร่งในแนวรัศมี	73
3.5 ความเร็วสัมพัทธ์	80
3.6 กรอบอ้างอิงเฉื่อย	92
บทที่ 4 กฎการเคลื่อนที่	96
4.1 กฎของนิวตัน	96
4.2 แนวความคิดเกี่ยวกับแรง	98
4.3 มวล แรงโน้มถ่วง และน้ำหนัก	99
4.4 กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สอง ของนิวตัน	103
4.5 กฎข้อที่สามของนิวตัน	104

สารบัญ

	หน้า
4.6 แรงเสียดทาน	116
บทที่ 5 การเคลื่อนที่เป็นวงกลมและอื่น ๆ	127
5.1 กฎข้อสองกับการประยุกต์ใช้	127
5.2 การเคลื่อนที่เป็นวงกลม ที่มีอัตราเร็วไม่สม่ำเสมอ	131
5.3 การเคลื่อนที่ในกรอบอ้างอิงที่มีความเร่ง	136
5.4 การเคลื่อนที่ ภายใต้อิทธิพลแรงต้านทาน	140
บทที่ 6 งาน - พลังงาน	147
6.1 งาน	148
6.2 การคูณเวกเตอร์	153
6.3 งานที่เกิดจากแรงไม่สม่ำเสมอ	161
6.4 งานที่ทำโดยสปริง	162
6.5 พลังงานจลน์และทฤษฎีงาน-พลังงาน	171
6.6 กำลัง	175
บทที่ 7 พลังงานศักย์และกฎการอนุรักษ์พลังงาน	186
7.1 พลังงาน	186
7.2 แรงอนุรักษ์และแรงไม่อนุรักษ์	192
7.3 กฎการอนุรักษ์พลังงานกล	195
7.4 งานที่ทำโดยแรงไม่อนุรักษ์	201
7.5 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงอนุรักษ์กับพลังงานศักย์	202
7.6 แผนผังพลังงานและสมดุลของระบบ	202
7.7 ความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับพลังงาน	204

%%%%%%%%%

บทที่ 1

การเคลื่อนที่ ใน 1 มิติ

การเคลื่อนที่เป็นหนึ่งในปรากฏการณ์พื้นฐานที่สุดที่เราสามารถสังเกตได้ในชีวิตประจำวัน ไม่ว่าจะเป็นรถยนต์ที่แล่นไปตามถนน ลูกบอลที่กำลังลงเนิน หรือวัตถุที่ตกจากที่สูง ล้วนเป็นตัวอย่างของการเคลื่อนที่ที่สามารถวิเคราะห์และอธิบายได้ด้วยหลักฟิสิกส์ ในบทนี้ เราจะเริ่มต้นศึกษาการเคลื่อนที่อย่างง่ายที่สุด คือ การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ ซึ่งเป็นการเคลื่อนที่ในเส้นตรง เช่น ไปทางขวาหรือซ้าย บนหรือล่าง โดยไม่ต้องพิจารณาทิศทางในระนาบอื่นให้ซับซ้อน การทำความเข้าใจพื้นฐานของการเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติจะช่วยปูทางให้สามารถเข้าใจการเคลื่อนที่ที่ซับซ้อนขึ้นในสองมิติหรือสามมิติในบทเรียนถัดไป บทเรียนนี้จะกล่าวถึงปริมาณทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ เช่น ตำแหน่ง (*position*), ระยะทาง, การกระจัด, ความเร็ว และ ความเร่งพร้อมทั้งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเหล่านี้ด้วยสมการการเคลื่อนที่ในกรณีที่ความเร่งคงที่ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาเกี่ยวกับวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ได้เป็นอย่างดี การเข้าใจหลักการในบทนี้อาจมีประโยชน์และเป็นรากฐานที่สำคัญในการศึกษาฟิสิกส์ในระดับสูง รวมทั้งการประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมและวิทยาศาสตร์ในโลกแห่งความเป็นจริง

การเคลื่อนที่ หมายถึง การย้ายตำแหน่งจากที่เดิม ไปอยู่ที่ใหม่ ทุกสิ่งทุกอย่างในจักรวาลนี้ ต่างก็เคลื่อนที่ด้วยกันทั้งสิ้น ไม่มีอะไรที่หยุดนิ่งอย่างแท้จริงเลย



รูป 1.1 ดวงดาวต่าง ๆ ก็กำลังเคลื่อนที่

ในชีวิตประจำวันของทุกคน จะเห็นการเคลื่อนที่ของสิ่งต่าง ๆ มีรูปแบบการเคลื่อนที่ต่าง ๆ กันหลายรูปแบบ แต่หนังสือนี้จะกล่าวถึงการเคลื่อนที่เพียง 4 รูปแบบ คือ

- | | |
|----------------------------|--------------------------|
| 1) การเคลื่อนที่แนวเส้นตรง | 2) การเคลื่อนที่วิถีโค้ง |
| 3) การเคลื่อนที่เป็นวงกลม | 4) การเคลื่อนที่แบบสั่น |

ในบทที่ 1 นี้จะกล่าวถึงเฉพาะการเคลื่อนที่แนวเส้นตรงเท่านั้น

1.1 ตำแหน่ง/ระยะทาง/การกระจัด/ความเร็ว/อัตราเร็ว

(*position, distance, displacement, velocity, speed*)

ตำแหน่ง (*position*) คือการบอกให้ทราบว่าสิ่งที่เราสนใจอยู่ที่ใด เมื่อเทียบกับจุดอ้างอิงจุดใดจุดหนึ่ง

ระยะทาง (*distance ; x*) หมายถึงความยาวตามเส้นทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ทั้งหมด

การกระจัด (*displacement ; Δx*) หมายถึงระยะห่างระหว่างจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายของการเคลื่อนที่โดยมีทิศจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดสุดท้าย

1.2 อัตราเร็วเฉลี่ย และความเร็วเฉลี่ย

อัตราเร็วเฉลี่ย (*average speed*) หมายถึงระยะทางที่เคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา หรือเขียนเป็นสมการได้ว่า

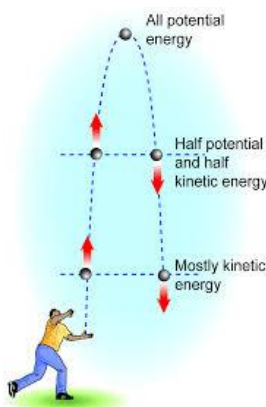
$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad (1-1)$$

ความเร็วเฉลี่ย (*average velocity*) หมายถึงการเปลี่ยนแปลงการกระจัดในหนึ่งหน่วยเวลา หรือเขียนเป็นสมการได้ว่า

$$\mathbf{v}_{av} = \frac{\Delta \mathbf{x}}{\Delta t} \quad (1-2)$$

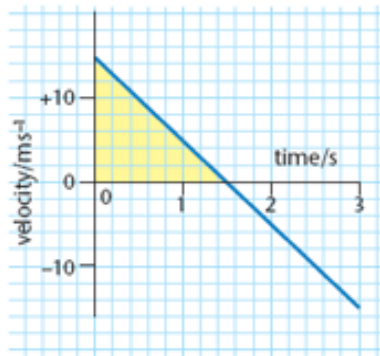
หมายเหตุ หนังสือนี้ปริมาณเวกเตอร์จะใช้ตัวอักษรหนา เช่น ความเร็วจะแทนด้วย $\mathbf{v}$ อัตราเร็วจะแทนด้วย v

อัตราเร็วกับความเร็วมีความหมายแตกต่างกัน เพื่อให้เห็นความแตกต่างจะเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็ว - เวลา และกราฟอัตราเร็ว - เวลา ของการเคลื่อนที่ของวัตถุที่ถูกโยนขึ้นไปในอากาศด้วยความเร็วต้น 15 m/s แล้วตกลงมา ดังรูป

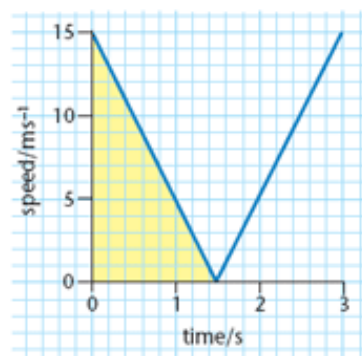


รูป 1.2 โยนลูกเทนนิสขึ้นในแนวตั้ง ด้วยความเร็วต้น 15 m/s

ถ้าเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็ว - เวลา และอัตราเร็ว - เวลา จะได้กราฟที่แตกต่างกัน ดังรูป



a)



b)

รูป 1.8 a) กราฟความเร็ว - เวลา

b) กราฟอัตราเร็ว - เวลา

1.3 ความเร็วขณะใดขณะหนึ่ง (instantaneous velocity)

จาก
$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$
 ถ้าพิจารณาในช่วงเวลาสั้นมาก ๆ ($\Delta t \rightarrow 0$) สมการข้างบนจะเขียนใหม่ได้เป็น

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

หรือ

$$v = \frac{dx}{dt}$$

(1-8)

ความเร็วในช่วงเวลาสั้น ๆ นี้เรียกว่า “ความเร็วขณะใดขณะหนึ่ง”

ตัวอย่าง อนุภาคเคลื่อนที่ตามสมการ $\mathbf{r} = (t^2 + t)\mathbf{i} + (3t - 2)\mathbf{j} + (2t^3 - 4t^2)\mathbf{k}$ จงหา

ก) อัตราเร็วเมื่อ $t = 2s$

ข) ขนาดของความเร่งเมื่อ $t = 2s$

วิธีทำ จาก
$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2} \quad (1)$$

จาก
$$v_x = \frac{dx}{dt} = \frac{d\{(t^2 + t)\}}{dt} = 2t + 1$$

เมื่อ $t = 2s$
$$v_x = 2(2) + 1 = 5 \quad (2)$$

$$v_y = \frac{d\{(3t - 2)\}}{dt} = 3 \quad (3)$$

$$v_z = \frac{d\{(2t^3 - 4t^2)\}}{dt} = 6t^2 - 8t$$

เมื่อ $t = 2s$
$$v_z = 6(2)^2 - 8(2) = 64 \quad (4)$$

ก) แทนค่าต่าง ๆ ใน (1)

$$v = \sqrt{5^2 + 3^2 + 8^2} = 9.9 \text{ m/s}$$

ตอบ

จาก

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2} \quad (5)$$

จาก

$$a_x = \frac{dv_x}{dt}$$

$$a_x = \frac{d\{2t+1\}}{dt} = 2$$

$$a_y = \frac{d\{3\}}{dt} = 0$$

$$a_z = \frac{d\{(6t^2 - 8t)\}}{dt} = 12t - 8$$

เมื่อ $t = 2 \text{ s}$

$$a_z = 12(2) - 8 = 16$$

ข) แทนค่าต่าง ๆ ใน (5)

$$a = \sqrt{2^2 + 0^2 + (16)^2} = 16.1 \text{ m/s}^2 \quad \text{ตอบ}$$

1.4 ความเร่ง (acceleration)

ความเร่งหมายถึงการเปลี่ยนแปลงความเร็วในหนึ่งหน่วยเวลา หรือเขียนเป็นสมการได้ว่า

$$\mathbf{a} = \frac{\Delta \mathbf{v}}{\Delta t} \quad (1-4)$$

เนื่องจากความเร่งเป็นปริมาณเวกเตอร์ที่ต้องมีทั้งขนาดและทิศทาง ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงความเร็วจึงเกิดขึ้นได้ 3 กรณีด้วยกัน ดังนี้

1. เปลี่ยนอัตราเร็ว 2. เปลี่ยนทิศทาง 3. เปลี่ยนทั้งสองอย่าง



เพิ่มความเร็ว

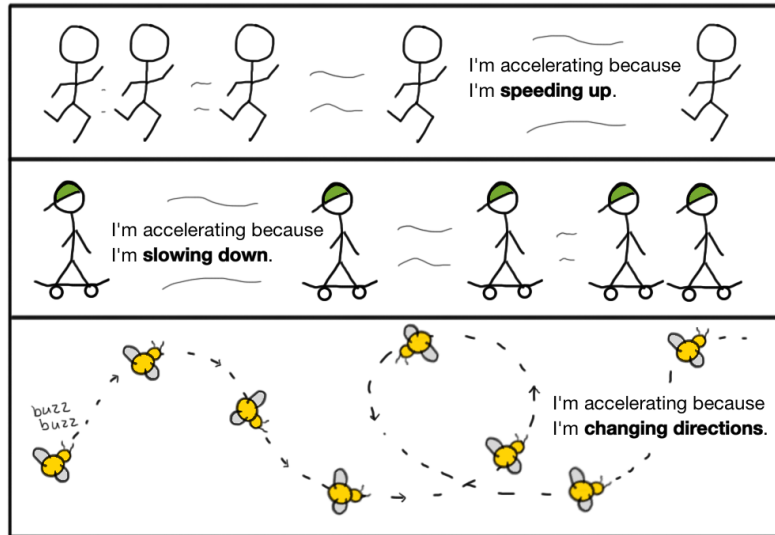


ลดความเร็ว



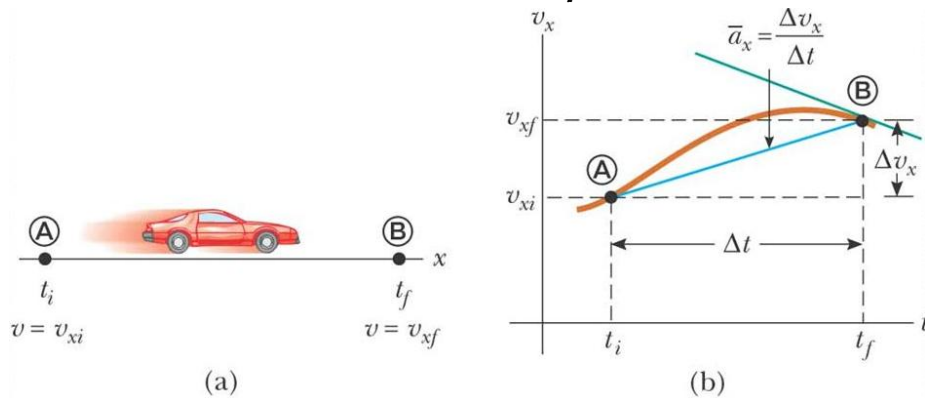
เปลี่ยนทิศทาง

1.4 ความเร่งเกิดขึ้นเมื่อ เพิ่มความเร็ว ลดความเร็ว หรือ เปลี่ยนทิศทาง



1.5 ความเร่งเกิดขึ้นเมื่อ เพิ่มความเร็ว ลดความเร็ว หรือ เปลี่ยนทิศทาง

พิจารณาการเคลื่อนที่ของรถยนต์คันหนึ่ง ที่มีกราฟความเร็ว - เวลา ดังรูป 1.6 (๔)



รูป 1.6 (๔) รถเคลื่อนที่จากจุด A ไปยังจุด B (๔) กราฟอัตราเร็ว - เวลา ที่เวลาต่าง ๆ

จากสมการ (1-4)

$$\begin{aligned} \mathbf{a} &= \frac{\Delta \mathbf{v}}{\Delta t} \\ &= \frac{\mathbf{v}_{xf} - \mathbf{v}_{xi}}{t_f - t_i} \end{aligned}$$

ถ้าพิจารณาการเคลื่อนที่ ในช่วงเวลาที่สั้นมาก ๆ ($\Delta t \rightarrow 0$)

จะได้ว่า

$$\mathbf{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \mathbf{v}_x}{\Delta t}$$

หรือ

$$\mathbf{a}_x = \frac{d\mathbf{v}_x}{dt}$$

(1-5)

สมการ (1-5) มีความหมายว่า ความเร่งมีค่าเท่ากับอนุพันธ์ลำดับที่หนึ่งของความเร็วเทียบกับเวลา

หรือ

$$\mathbf{a}_x = \frac{d}{dt} \left(\frac{dx}{dt} \right)$$

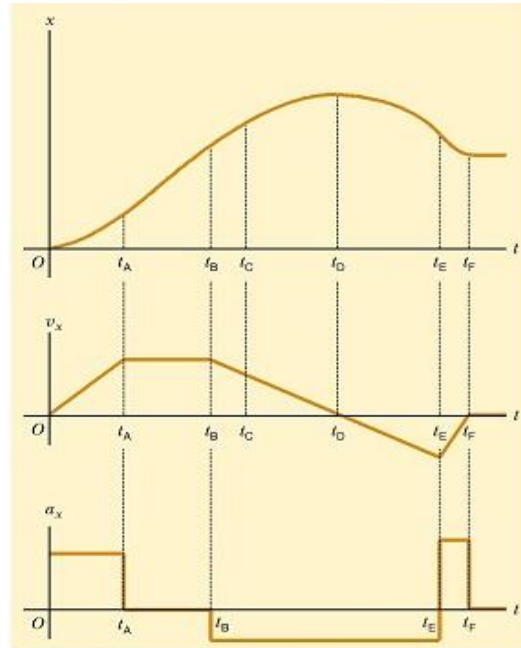
จะได้

$$a_x = \frac{d^2x}{dt^2}$$

(1-6)

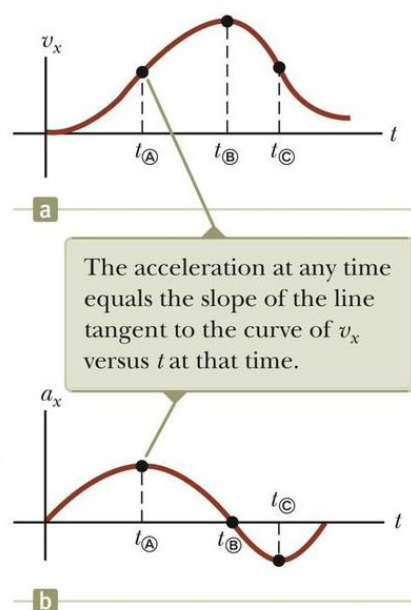
สมการ (1-6) มีความหมายว่า ความเร่งมีค่าเท่ากับอนุพันธ์ลำดับที่สองของการกระจัดเทียบกับเวลา
ความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัด ความเร็ว ความเร่ง

การกระจัด ความเร็ว ความเร่ง ต่างก็มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ถ้าปริมาณใดมีการเปลี่ยนแปลง ปริมาณอื่น ๆ ก็จะมีการเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ดังกราฟความสัมพันธ์ของปริมาณทั้ง 3 ในรูป



รูป 1.7 ความสัมพันธ์ของกราฟ $x-t$, $v-t$ และ $a-t$

และถ้าเรามีกราฟ ความเร็ว - เวลา เราก็สามารถเขียนกราฟความเร่ง - เวลา ได้ไม่ยากนัก ดังรูป



รูป 1.8 ความสัมพันธ์ของกราฟ $v-t$ กับกราฟ $a-t$