

# ชุดกิจกรรมการเรียนรู้

โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และ  
การแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา รายวิชาฟิสิกส์ 1

หน่วยการเรียนรู้ การเคลื่อนที่แนวตรง

มัธยมศึกษาปีที่ 4

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558

ชุดที่ 5

สมการการเคลื่อนที่แนวตรง  
ภายใต้ความเร่ง  
เนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก

นายภัทรพล ควรสุวรรณ  
ครู วิทยฐานะ ครุชำนาญการ

โรงเรียนประชารัฐธรรมคุณ จังหวัดลำปาง

เขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 35  
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน  
กระทรวงศึกษาธิการ

สมการการเคลื่อนที่แนวตรงภายใต้ความเร่ง  
เนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก



## แบบทดสอบก่อนเรียน

### ชุดที่ 5 สมการการเคลื่อนที่แนวตรงภายใต้ความเร่ง

#### เนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก



คำชี้แจง แบบทดสอบเป็นแบบปรนัย จำนวน 10 ข้อ ใช้เวลา 15 นาที

คำสั่ง ให้ผู้เรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ขว้างลูกบอลลงมาในแนวตั้งด้วยความเร็ว 10 เมตร/วินาที เมื่อเวลาผ่านไป 4 วินาที วัตถุจะเคลื่อนที่ลงมาได้ระยะทางเท่าใด

- ก. 100 m                      ข. 120 m                      ค. 140 m                      ง. 160 m

2. ขว้างบอลลงมาในแนวตั้งด้วยความเร็ว 10 เมตร/วินาที ใช้เวลา 3 วินาที จึงจะถึงพื้น จงหาความเร็วของบอลขณะกระทบพื้น

- ก. 15 m/s                      ข. 25 m/s                      ค. 30 m/s                      ง. 40 m/s

3. ปล่อยวัตถุให้ตกลงในแนวตั้งจากที่สูง 20 เมตร จงหาความเร็วขณะกระทบพื้น

- ก. 20 m/s                      ข. 40 m/s                      ค. 60 m/s                      ง. 80 m/s

4. โยนวัตถุก้อนหนึ่งขึ้นจากพื้นด้วยความเร็วต้น 30 เมตร/วินาที ถ้ามวลจุดที่วัตถุอยู่สูงจากพื้น 25 เมตร จะมีความเร็วเท่าใด

- ก. 20 m/s                      ข. 40 m/s                      ค. 60 m/s                      ง. 80 m/s

5. โยนวัตถุขึ้นจากพื้นด้วยความเร็วต้น 30 เมตร/วินาที ผ่านไป 2 วินาที วัตถุจะอยู่สูงจากพื้นกี่เมตร

- ก. 20 m                      ข. 40 m                      ค. 60 m                      ง. 80 m

6. โยนวัตถุขึ้นจากพื้นด้วยความเร็วต้น 30 เมตร/วินาที วัตถุนี้จะขึ้นไปถึงจุดสูงสุดภายในเวลาที่วินาที และจุดสูงสุดนั้นอยู่สูงจากพื้นกี่เมตร

- ก. 2 วินาที , 40 เมตร                      ข. 2 วินาที , 45 เมตร  
ค. 3 วินาที , 45 เมตร                      ง. 3 วินาที , 40 เมตร

7. โยนวัตถุขึ้นจากพื้นด้วยความเร็วต้น 20 เมตร/วินาที จงหาความเร็วของวัตถุเมื่อเวลาผ่านไป 1 และ 5 วินาที

ก. 5 m/s , 30 m/s

ข. 5 m/s , -30 m/s

ค. 10 m/s , 30 m/s

ง. 10 m/s , -30 m/s

8. จากข้อ 7. จงหาการกระจัด เมื่อเวลาผ่านไป 1 และ 5 วินาที

ก. 15 m , 25 m

ข. 25 m , -15 m

ค. 15 m , -25 m

ง. 25 m , 15 m

9. ชายคนหนึ่งยืนอยู่บนตาดฟ้าของตึก เขาขว้างก้อนหินมวล 0.1 กิโลกรัม ขึ้นไปในอากาศในแนวตั้งด้วยความเร็ว 5 เมตร/วินาที หลังจากก้อนหินหลุดจากมือเขา 6 วินาที จึงตกถึงพื้นดิน ความสูงของตึกมีค่าเท่าใด

ก. 125.0 m

ข. 150.0 m

ค. 151.25 m

ง. 152.5 m

10. บอลลูกหนึ่งกำลังลอยขึ้นตรงๆ ในแนวตั้งด้วยความเร็ว 10 เมตร/วินาที ขณะอยู่สูงจากพื้นดิน 400 เมตร ก็ปล่อยอุ้งทรายลงมา อยากทราบว่านานเท่าใดอุ้งทรายถึงพื้นด้านล่าง

ก. 10 s

ข. 12 s

ค. 13 s

ง. 14 s



## ใบกิจกรรมที่ 5.1

รายวิชาฟิสิกส์ 1

มัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ การเคลื่อนที่แนวตรง

เรื่อง สมการการเคลื่อนที่แนวตรงภายใต้ความเร่ง เนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก

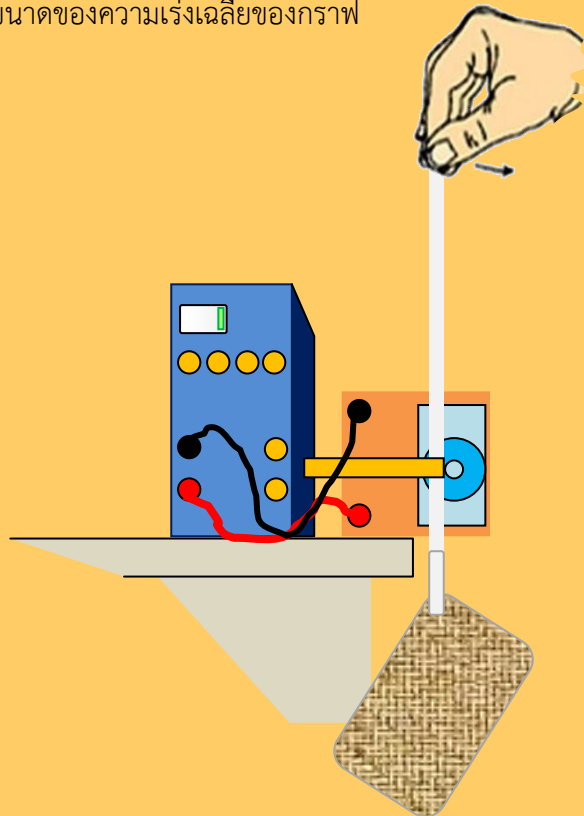


คำชี้แจง ให้ผู้เรียนอ่านใบกิจกรรมให้เข้าใจและปฏิบัติตามคำแนะนำอย่างเป็นขั้นตอน

1. เมื่อผู้เรียนเข้ากลุ่มเรียบร้อยแล้ว ให้ดำเนินการเลือกประธาน เลขานุการ พร้อมมอบหมายภาระงานของผู้เรียนแต่ละคน
2. ให้ผู้เรียนทำกิจกรรมการทดลอง ดังต่อไปนี้

กิจกรรม 5.1 การเคลื่อนที่ของวัตถุที่ตกแบบเสรี

- จุดประสงค์
1. เพื่อหาขนาดของความเร็วขณะหนึ่งของวัตถุที่ตกแบบเสรี ได้จากจุดบนแถบกระดาษ
  2. เพื่อเขียนกราฟระหว่างขนาดของความเร็วขณะหนึ่งกับเวลา
  3. เพื่อหาขนาดของความเร่งเฉลี่ยของกราฟ



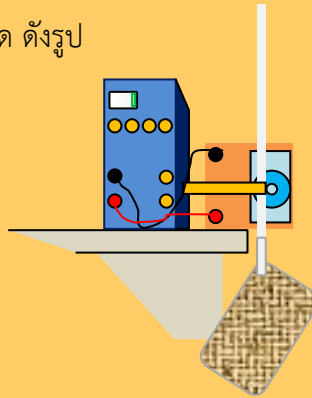
ภาพ 5.1 แสดงการจัดการทดลองการวัดอัตราเร็วของวัตถุที่ตกแบบเสรี

## วัสดุ-อุปกรณ์

- |                               |                 |
|-------------------------------|-----------------|
| 1. เครื่องเคาะสัญญาณเวลา      | จำนวน 1 ชุด     |
| 2. หม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ      | จำนวน 1 เครื่อง |
| 3. ถูทรายมวล 500 กรัม         | จำนวน 1 ถู      |
| 4. แฉบกระดาษ                  | จำนวน 1 ม้วน    |
| 5. ลวดหนีบกระดาษหรือกระดาษกาว | จำนวน 1 อัน     |
| 6. ไม้เมตร                    | จำนวน 1 อัน     |

## วิธีทดลอง

1. ยึดเครื่องเคาะสัญญาณเวลาที่ต่อกับหม้อแปลงโวลต์ต่ำ บนขอบโต๊ะที่อยู่สูงจากพื้น ประมาณ 1 เมตร
2. ยึดถูทรายให้ติดกับปลายด้านหนึ่งของแฉบกระดาษ
3. สอดแฉบกระดาษเข้าไปในช่องของเครื่องเคาะสัญญาณเวลา โดยให้ถูทรายอยู่ด้านล่างและให้อยู่ชิดกับตัวเครื่องเคาะสัญญาณเวลามากที่สุด ดังรูป



4. จัดเครื่องเคาะสัญญาณเวลา จนแฉบกระดาษอยู่ในแนวตั้ง เปิดสวิตซ์ให้เครื่องเคาะสัญญาณเวลาทำงาน
5. ปลดปล่อยถูทรายตกลงสู่พื้น นำแฉบกระดาษที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาความเร็วขณะหนึ่ง ณ เวลากึ่งกลางของแฉบกระดาษในช่วงนั้น
6. บันทึกผลการคำนวณในตาราง เขียนกราฟระหว่าง  $v$  กับ  $t$  โดยให้  $v$  อยู่บนแกนตั้งและ  $t$  อยู่บนแกนนอน
7. สรุป อภิปรายเป็นองค์ความรู้ของกลุ่ม

แบบบันทึกกิจกรรม

กิจกรรม 5.1.....

รายวิชาฟิสิกส์ 1 หน่วยการเรียนรู้.....

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง.....

ผู้บันทึก/ทดลอง ชื่อ..... สกล..... ชั้น..... เลขที่.....

ผู้สอน นายภัทรพล ควรรสุวรรณ วัน/เดือน/ปี ที่ทดลอง.....



จุดประสงค์

.....  
.....  
.....

วัสดุ-อุปกรณ์

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

วิธีการทดลอง

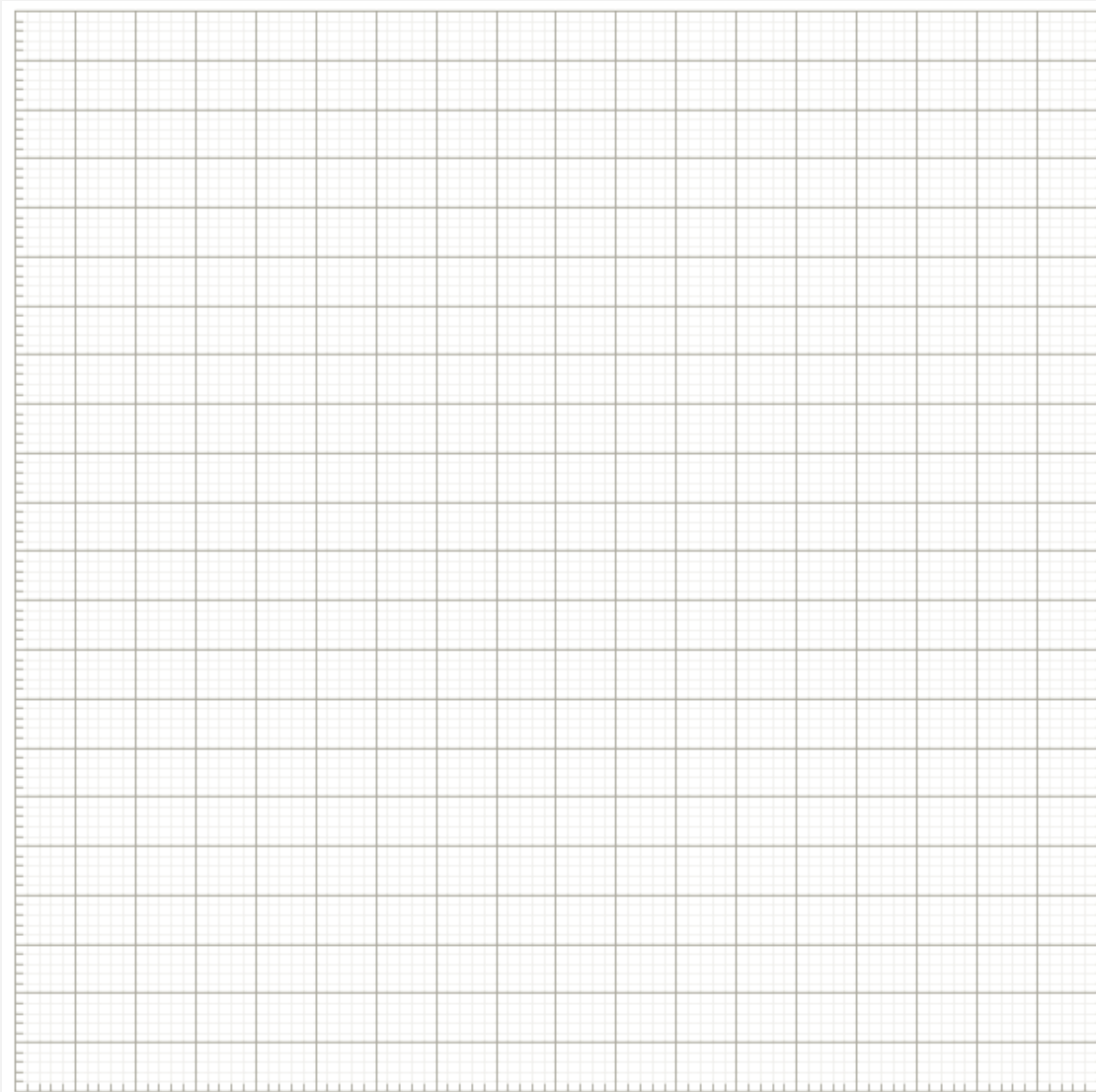
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

### บันทึกผลการทดลอง

#### ตารางบันทึกผลการทดลอง

แถบกระดาษ (ระยะ 2 ช่วงจุด) ช่วงที่	ระยะทาง ใน 2 ช่วงจุด (cm)	เวลา 2 ช่วงจุด (s)	ขนาดความเร็วเฉลี่ย ใน 2 ช่วงจุด (cm/s)	เวลาตรงกึ่งกลาง ของแต่ละช่วง (s)
1		2/50		1/50
2		2/50		3/50
3		2/50		5/50
4		2/50		7/50
5		2/50		9/50

เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็ว กับเวลา (กราฟ  $v - t$ )





สรุปและอภิปราย

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

คำถาม

☞ กราฟที่ได้มีลักษณะอย่างไร

---

---

☞ จากลักษณะของกราฟ แสดงว่าความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของความเร็วขณะหนึ่งกับเวลาเป็นอย่างไร

---

---

---

---

☞ ความชันของกราฟมีค่าเท่าใด และค่านี้แทนปริมาณใด

---

---

---

---

## ใบความรู้ 5.1

สมการการเคลื่อนที่แนวตรงภายใต้ความเร่ง เนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก



### จุดประสงค์การเรียนรู้

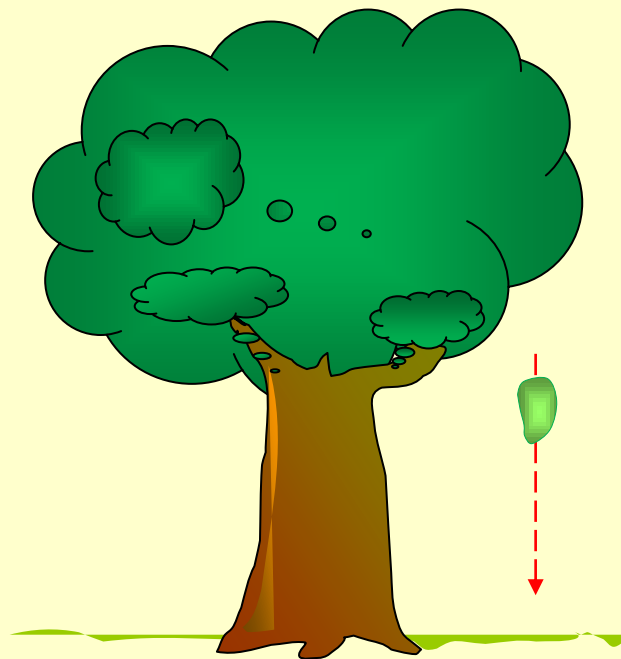
1. บอกความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วต้น ความเร็วปลาย ความเร่งคงตัว การกระจัดและเวลา ในการเคลื่อนที่แนวตรงในแนวตั้ง
2. คำนวณหาปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร่งโน้มถ่วงของโลก เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้ได้

### เนื้อหา/สาระ

การเคลื่อนที่ในแนวตั้งภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก หมายถึง การที่วัตถุเคลื่อนที่ในแนวตั้ง ภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลกเพียงแรงเดียว หรือ การเคลื่อนที่อย่างอิสระของวัตถุ โดยมีความเร่งคงที่เท่ากับ ความเร่งโน้มถ่วงของโลก ( $g$ ) มีค่าประมาณ 9.8 หรือ 10 เมตร/วินาที<sup>2</sup>

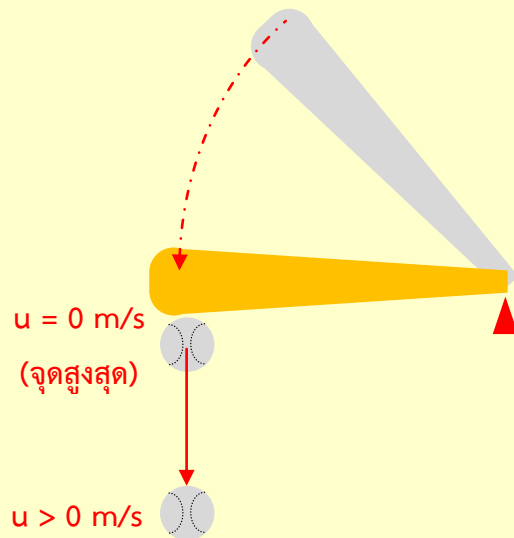
มีลักษณะการเคลื่อนที่ 3 ลักษณะ คือ

1. ปล่อยวัตถุลงในแนวตั้งอย่างอิสระ ( $u = 0$ )



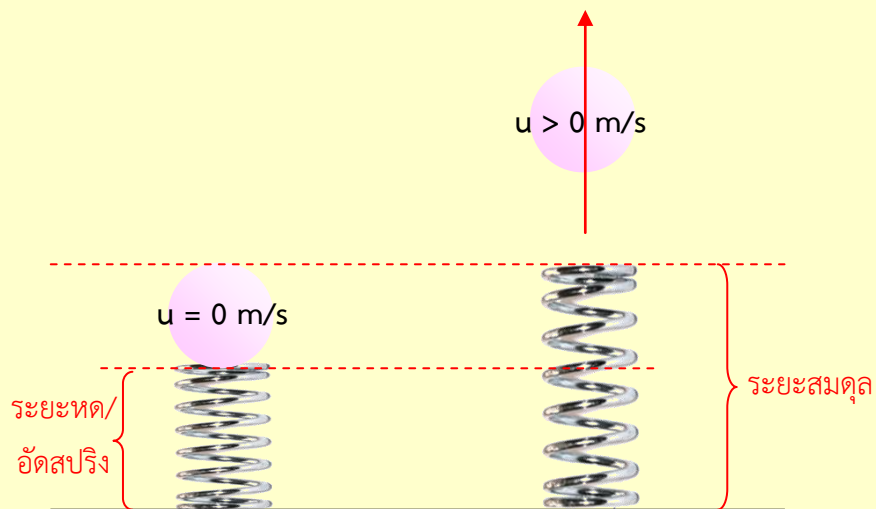
ภาพ 5.3 แสดงลักษณะของวัตถุที่ตกแบบเสรี

2. ออกแรงกระทำกับวัตถุให้เคลื่อนที่ลงในแนวดิ่ง ( $u > 0$ )



ภาพ 5.4 แสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุ ด้วยการออกแรงกระทำให้วัตถุลงในแนวดิ่ง

3. ออกแรงกระทำกับวัตถุให้เคลื่อนที่ขึ้นในแนวดิ่ง ( $u > 0$ )



ภาพ 5.5 แสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุ ด้วยการออกแรงกระทำให้วัตถุขึ้นในแนวดิ่ง

## สมการสำหรับการคำนวณ

ในการคำนวณ ให้คิดเหมือนกับวัตถุเคลื่อนที่แนวตรงตามแนวระดับ ด้วยความเร่งคงตัว โดยเปลี่ยนสัญลักษณ์ของความเร่ง (a) เป็น ความเร่งโน้มถ่วงของโลก (g) ดังนี้

$$v = u + gt$$

$$v^2 = u^2 + 2gs$$

$$s = ut + \frac{1}{2}gt^2$$

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

**\*\* ข้อตกลง\*\*** สำหรับชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฯ นี้กำหนด  $g = 10 \text{ m/s}^2$

## การตกแบบเสรี

การตกของวัตถุในแนวตั้งด้วยความเร่ง เนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก เช่น ปล่อยก้อนหินจากที่สูงให้ตกสู่พื้นโลก เมื่อถือว่าแรงต้านของอากาศมีขนาดน้อยมาก วัตถุจะมีแรงโน้มถ่วงของโลกกระทำเพียงแรงเดียว จัดเป็น **การตกของวัตถุอย่างอิสระ** หรือ**การตกแบบเสรี** โดยวัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง  $g$  ทิศลงสู่พื้น(ตั้งฉากกับผิวโลก) ซึ่งเป็นความเร่งจากแรงดึงดูดของโลกและขนาดความเร่ง  $g \approx 9.8 \text{ or } 10 \text{ m/s}^2$  (เพื่อความสะดวกในการคำนวณ)\*\*

การตกแบบอิสระของวัตถุ มีผลต่อการชั่งน้ำหนักของวัตถุด้วย เมื่อเราขึ้นบนตาชั่งสปริง ตาชั่งจะอ่านขนาดของแรงที่ตาชั่งดันเราขึ้นในแนวตั้งฉาก ซึ่งเรียกว่า**แรงปฏิกิริยาตั้งฉาก**หรือ  $N$  ไม่ได้อ่านน้ำหนักของเราหรือ  $W$  โดยตรง แต่ขณะที่เราชั่งน้ำหนักบนตาชั่งนั้น ทั้งตัวเราและตาชั่งอยู่นิ่ง นั่นคือ แรงลัพธ์ที่กระทำต่อตัวเราเป็นศูนย์ตามกฎข้อที่หนึ่งของนิวตัน แสดงว่า ขนาดของแรง  $N = W$  เราจึงอ่านค่าของแรง  $N$  จากตาชั่งเป็นค่าน้ำหนักของเราได้

## หลักการคิดเครื่องหมาย

### ① กำหนดตามระบบพิกัดฉาก :

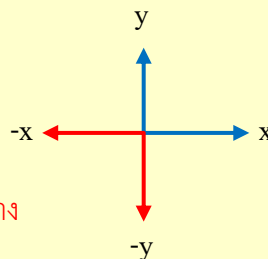
มีปริมาณ 5 ปริมาณ คือ  $u, v, s, a, t$

- ปริมาณใดที่ขึ้นข้างบน(แกน  $y$ ) หรือไปทางขวา

(แกน  $x$ ) จะมีเครื่องหมายบวก (+)

- ปริมาณใดที่ไปทางซ้าย(แกน  $-x$ ) หรือลงข้างล่าง

(แกน  $-y$ ) จะมีเครื่องหมายลบ (-)



② กำหนดปริมาณ  $u$  เป็นบวก (+) เสมอ : ปริมาณใดที่มีทิศทางเดียวกับปริมาณ  $u$  มีเครื่องหมายเป็นบวก (+) และปริมาณใดที่มีทิศทางสวนทางกับปริมาณ  $u$  มีเครื่องหมายเป็นลบ (-) เช่น ปริมาณ  $u$  มีทิศขึ้น ส่วนปริมาณ  $g$  มีทิศลง(เสมอ) จะได้  $-g = -10 \text{ m/s}^2$  **\*\*ในชุดกิจกรรมฯ นี้ใช้หลักการคิดที่ ②\*\***

Ex 1. จรวดลำหนึ่งทะยานขึ้นจากพื้นโลกในแนวตั้ง ด้วยความเร่ง 15 เมตร/วินาที<sup>2</sup> เมื่อเวลาผ่านไป 60 วินาที จรวดลำนี้จะอยู่สูงจากพื้นโลกกี่เมตร

**วิเคราะห์**

โจทย์ต้องการหาความสูงจากพื้นโลก  $s = ?$

โจทย์กำหนด ความเร่ง  $a = 15 \text{ m/s}^2$  (ไม่ต้องแทนค่าด้วย  $g$  เนื่องจากโจทย์กำหนด)

เวลาที่ใช้  $t = 60 \text{ s}$

ความเร็วต้น  $u = 0 \text{ m/s}$

**วางแผน**

วัตถุเคลื่อนที่ขึ้น +u

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

**ดำเนินการ**

หาความสูงจากพื้นโลก  $s = 0 + \left(\frac{1}{2}\right)(15)(60)(60)$

$= 27000 \text{ m}$

$= 2.7 \times 10^4 \text{ m}$

Ans

**ตรวจสอบ**

$27000 = 0 + \left(\frac{1}{2}\right)(15)(60)(60)$

$27000 = 27000$



กรณีพิเศษโจทย์บอก a \*

Ex 2. ยิงกระสุนปืนขึ้นในแนวตั้งด้วยความเร็ว 200 เมตร/วินาที นานเท่าใด กระสุนปืนจะถึงตำแหน่งสูงสุด ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

**วิเคราะห์**

โจทย์ต้องการหาเวลา เมื่อกระสุนปืนเคลื่อนที่ถึงจุดสูงสุด  $t = ?$

โจทย์กำหนด ความเร็วต้น  $u = 200 \text{ m/s}$

ความเร่งแนวตั้ง  $a = g = 10 \text{ m/s}^2$

ตำแหน่งสูงสุด  $v = 0 \text{ m/s}$

วัตถุเคลื่อนที่ขึ้น ความเร่ง  $g = -10 \text{ m/s}^2$

จุดสูงสุด

$v = 0 \text{ m/s}$

$u = 200 \text{ m/s}$



**วางแผน**

วัตถุเคลื่อนที่ขึ้น +u , -g , +v

สมการการเคลื่อนที่  $v = u + gt$

### ดำเนินการ

$$\begin{aligned} \text{หาเวลาการเคลื่อนที่} \quad 0 &= 200 + (-10)(t) \\ -200 &= -10t \\ t &= \frac{-200}{-10} \\ t &= 20 \text{ s} \end{aligned} \quad \text{Ans}$$

### ตรวจสอบ

$$\begin{aligned} 0 &= 200 + (-10)(20) \\ 0 &= 200 - 200 \\ 0 &= 0 \end{aligned} \quad \checkmark$$

Ex 3. เด็กคนหนึ่งโยนก้อนหินขึ้นไปในแนวตั้งด้วยอัตราเร็วต้น 10 เมตร/วินาที ก้อนหินตกถึงพื้นซึ่งอยู่ต่ำกว่าตำแหน่งมือที่กำลังโยนเป็นระยะทาง 15 เมตร จงหาว่าก้อนหินเคลื่อนที่อยู่ในอากาศเป็นเวลานานกี่วินาที

### วิเคราะห์

โจทย์ต้องการหาเวลาที่ก้อนหินเคลื่อนที่อยู่ในอากาศ  $t = ?$

โจทย์กำหนด อัตราเร็วต้น  $u = 10 \text{ m/s}$

ระยะการกระจัดจากพื้น  $s = 15 \text{ m}$

วัตถุเคลื่อนที่ขึ้น ความเร่ง  $g = -10 \text{ m/s}^2$

### วางแผน

วัตถุเคลื่อนที่ขึ้น  $+u, -g, -s$

$$\text{สมการการเคลื่อนที่} \quad s = ut + \frac{1}{2}gt^2$$

### ดำเนินการ

$$\text{หาเวลา} \quad -15 = 10t + \left(\frac{1}{2}\right)(-10)(t^2)$$

$$-15 = 10t - 5t^2$$

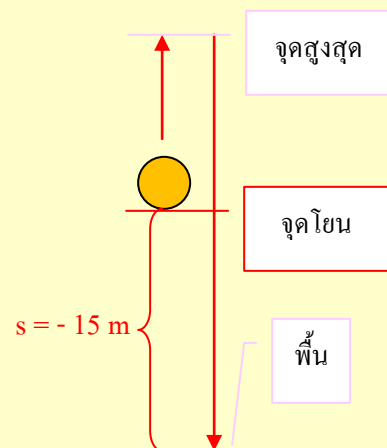
$$5t^2 - 10t - 15 = 0$$

$$5 \text{ หารตลอด} \quad t^2 - 2t - 3 = 0$$

$$(t + 1)(t - 3) = 0$$

$$t = -1 \text{ s}, 3 \text{ s}$$

$$t = 3 \text{ s} \quad \text{Ans}$$



**ตรวจสอบ**

$$\begin{aligned} - & 15 = 10(3) + \left(\frac{1}{2}\right)(-10)(3^2) \\ - & 15 = 30 - 45 \\ & -15 = -15 \end{aligned} \quad \checkmark$$

Ex 4. โยนก้อนหินขึ้นไปในแนวตั้งจากพื้นดิน ด้วยความเร็วต้น 20 เมตร/วินาที หลังจากที่โยนไปแล้วเป็นเวลานานเท่าไร ก้อนหินจึงจะตกลงมาด้วยความเร็ว 10 เมตร/วินาที

**วิเคราะห์**

โจทย์ต้องการเวลาของการเคลื่อนที่  $t = ?$

โจทย์กำหนด ความเร็วต้น  $u = 20 \text{ m/s}$

ความเร็วปลาย  $v = 10 \text{ m/s}$

วัตถุเคลื่อนที่ขึ้น ความเร่ง  $g = -10 \text{ m/s}^2$

**วางแผน**

วัตถุเคลื่อนที่ขึ้น  $+u, -g, -v$

สมการการเคลื่อนที่  $v = u + gt$

**ดำเนินการ**

หาเวลาของการเคลื่อนที่  $-10 = 20 + (-10)(t)$

$$-10 - 20 = -10 t$$

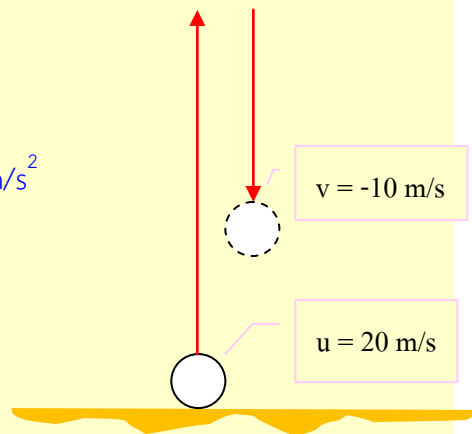
$$-30 = -10 t$$

$$t = 3 \text{ s}$$

Ans

**ตรวจสอบ**

$$\begin{aligned} -10 & = 20 + (-10)(3) \\ -10 & = 20 - 30 \\ -10 & = -10 \end{aligned} \quad \checkmark$$



Ex 5. วัตถุชิ้นหนึ่งถูกปล่อยให้ตกลงมาในแนวตั้ง จงหาระยะทางระหว่างวินาทีที่ 4 ถึงวินาทีที่ 8

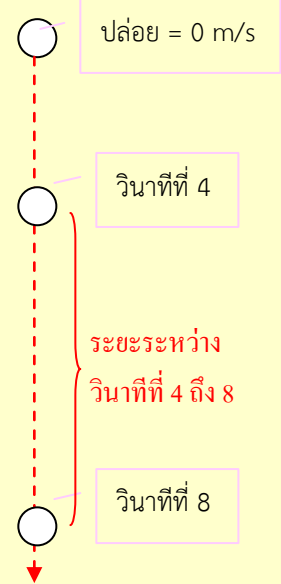
**วิเคราะห์**

โจทย์ต้องการหาระยะทาง  $s = ?$

โจทย์กำหนด ความเร็วต้น  $u = 0 \text{ m/s}$

เวลาระหว่างวินาทีที่ 4 ถึง วินาทีที่ 8

วัตถุเคลื่อนที่ลง ความเร่ง  $g = 10 \text{ m/s}^2$



**วางแผน**

วัตถุเคลื่อนที่ลง  $+u$

สมการการเคลื่อนที่  $s = ut + \frac{1}{2}gt^2$

**ดำเนินการ**

หาระยะทางที่วินาทีที่ 4  $s = 0 + (0.5)(10)(4)(4)$   
 $s = 80 \text{ m}$

หาระยะทางที่วินาทีที่ 8  $s = 0 + (0.5)(10)(8)(8)$   
 $s = 320 \text{ m}$

ระยะทางระหว่างวินาทีที่ 4 - 8  $= 320 - 80$   
 $s = 240 \text{ m}$  Ans

**ตรวจสอบ**

$240 = (0.5)(10)(8)(8) - (0.5)(10)(4)(4)$

$240 = 320 - 80$

$240 = 240$  ✓

Ex 6. วัตถุชิ้นหนึ่งถูกปล่อยให้ตกลงมาในแนวตั้ง จงหาระยะทางที่เคลื่อนที่ได้ในวินาทีที่ 5

**วิเคราะห์**

โจทย์ต้องการระยะทางของวัตถุ

โจทย์กำหนด ความเร็วต้น  $u = 0 \text{ m/s}$

เวลาวินาทีที่  $t = 5 \text{ s}$

วัตถุเคลื่อนที่ลง ความเร่ง  $g = 10 \text{ m/s}^2$

**วางแผน**

วัตถุเคลื่อนที่ลง  $+u, +g$

สมการการเคลื่อนที่  $s = ut + \frac{1}{2}gt^2$



### ดำเนินการ

$$\text{หาระยะทางที่วินาทีที่ 5} \quad s = 0 + (0.5)(10)(5)(5)$$

$$s = 125 \text{ m} \quad \text{Ans}$$

### ตรวจสอบ

$$125 = 0 + (0.5)(10)(5)(5)$$

$$125 = 125 \quad \checkmark$$

Ex 7. โยนก้อนหินขึ้นไปในแนวตั้งจากพื้นดิน ด้วยความเร็วต้น 20 m/s หลังจากที่ยื่นแล้วเป็นเวลาเท่าไร ก้อนหินจึงตกลงมาด้วยความเร็ว 10 m/s

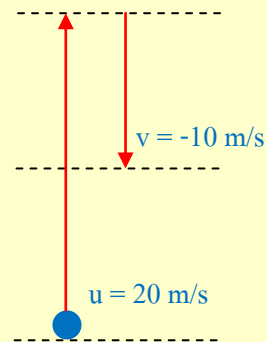
### วิเคราะห์

โจทย์ต้องการหาเวลาของการเคลื่อนที่  $t = ?$

โจทย์กำหนด ความเร็วต้น  $u = 20 \text{ m/s}$

ความเร็วปลาย  $v = 10 \text{ m/s}$

วัตถุเคลื่อนที่ขึ้น ความเร่ง  $g = -10 \text{ m/s}^2$



### วางแผน

วัตถุเคลื่อนที่ขึ้น ขึ้น + ลง - ( $+u, -v, -g$ )

สมการการเคลื่อนที่  $v = u + gt$

### ดำเนินการ

$$\text{หาเวลาในการเคลื่อนที่} \quad -10 = 20 + (-10)t$$

$$-10 - 20 = -10 t$$

$$-30 = -10 t$$

$$t = 3 \text{ s} \quad \text{Ans}$$

### ตรวจสอบ

$$-10 = 20 + (-10)(3)$$

$$-10 = 20 - 30$$

$$-10 = -10 \quad \checkmark$$

Ex 8. ชายคนหนึ่งโยนลูกบอลขึ้นไปด้วยความเร็วต้น 20 m/s จงหาเวลาที่จุดสูงสุด และระยะสูงสุดมีค่าเท่าใด

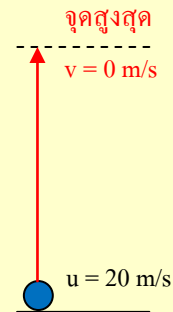
**วิเคราะห์**

โจทย์ต้องการหาเวลาที่จุดสูงสุด  $t = ?$  ระยะสูงสุดของการเคลื่อนที่  $s = ?$

โจทย์กำหนด ความเร็วต้น  $u = 20 \text{ m/s}$

ณ จุดสูงสุด ความเร็วปลาย  $v = 0 \text{ m/s}$

วัตถุเคลื่อนที่ขึ้น ความเร่ง  $g = -10 \text{ m/s}^2$



**วางแผน**

วัตถุเคลื่อนที่ขึ้น ขึ้น + ลง - ( $+u, +v, -g$ )

สมการการเคลื่อนที่  $v = u + gt$

สมการการเคลื่อนที่  $v^2 = u^2 + 2gs$

**ดำเนินการ**

หาเวลาการเคลื่อนที่  $0 = 20 + (-10)t$

$-20 = -10t$

$t = 2 \text{ s}$

Ans

หาระยะสูงสุด  $0 = (20)^2 + 2(-10)(s)$

$-400 = -20s$

$s = \frac{-400}{-20}$

$= 20 \text{ m}$

Ans

**ตรวจสอบ**

เวลาการเคลื่อนที่  $0 = 20 + (-10)(2)$

$0 = 20 - 20$

$0 = 0$

✓

ระยะสูงสุดของวัตถุ  $0 = (20)^2 + 2(-10)(20)$

$0 = 400 - 400$

$0 = 0$

✓

Ex 9. บอลลูนกำลังลอยขึ้นด้วยความเร็ว 5 เมตร/วินาที มีวัตถุหนึ่งหล่นจากลูกบอลลูน แล้วกระทบพื้นด้านล่างในเวลา 10 วินาที จงหา

ก. ความเร็วของวัตถุขณะกระทบพื้น

ข. ขณะที่วัตถุเริ่มหล่น บอลลูนอยู่สูงจากพื้นเท่าใด

ข้อ ก.

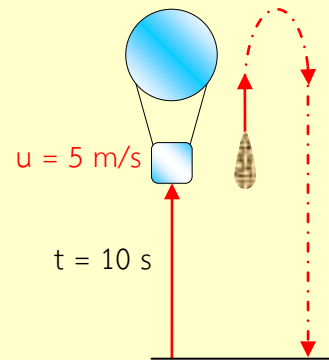
วิเคราะห์

โจทย์ต้องการหาความเร็วขณะกระทบพื้น  $v = ?$

โจทย์กำหนด ความเร็วต้น  $u = 5 \text{ m/s}$

เวลาที่ใช้  $t = 10 \text{ s}$

วัตถุเคลื่อนที่ขึ้น ความเร่ง  $g = -10 \text{ m/s}^2$



วางแผน

วัตถุเคลื่อนที่ขึ้น ขึ้น + ลง -  $(+u, -g)$

สมการการเคลื่อนที่  $v = u + gt$

ดำเนินการ

หาความเร็วขณะกระทบพื้น  $v = 5 + (-10)(10)$

$$v = 5 - 100$$

$$v = -95 \text{ m/s}$$

Ans

ตรวจสอบ

$$-95 = 5 + (-10)(10)$$

$$-95 = 5 - 100$$

$$-95 = -95$$

✓

ข้อ ข.

วิเคราะห์

โจทย์ต้องการหาความสูงจากพื้น ขณะปล่อยวัตถุ  $s = ?$

โจทย์กำหนด ความเร็วต้น  $u = 5 \text{ m/s}$

เวลาที่ใช้  $t = 10 \text{ s}$

วัตถุเคลื่อนที่ขึ้น ความเร่ง  $g = -10 \text{ m/s}^2$

วางแผน

สมการการเคลื่อนที่  $s = ut + \frac{1}{2}gt^2$

### ดำเนินการ

$$\begin{aligned} \text{หาความสูง ณ จุดที่ปล่อย} \quad s &= (5)(10) + \frac{1}{2}(-10)(10)(10) \\ s &= 50 - 500 \\ s &= -450 \text{ m} \quad \text{Ans} \end{aligned}$$

\*\* ระยะความสูง ติดลบ(-) หมายถึงระยะที่ต่ำกว่าจุดที่ปล่อย

### ตรวจสอบ

$$\begin{aligned} -450 &= (5)(10) + \frac{1}{2}(-10)(10)(10) \\ -450 &= 50 - 500 \\ -450 &= -450 \quad \checkmark \end{aligned}$$

Ex 10. ลูกบอลกลิ้งขึ้นไปในอากาศด้วยความเร็วคงที่ 5 เมตร/วินาที เมื่อขึ้นไปได้ 30 วินาที ก็ปล่อย ลูกกระป๋องลงมานานเท่าใด ลูกกระป๋องจึงจะตกถึงพื้น

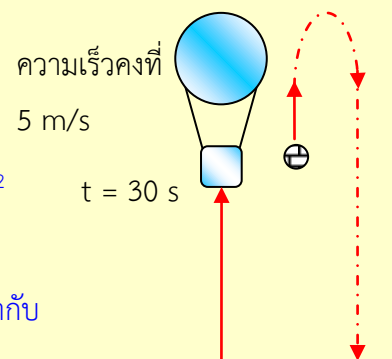
### วิเคราะห์

โจทย์ต้องการหาเวลาของระเบิด  $t = ?$

โจทย์กำหนด ความเร็วต้น  $u = 5 \text{ m/s}$

เวลาที่เริ่มปล่อย  $t = 30 \text{ s}$

วัตถุเคลื่อนที่ขึ้น ความเร่ง  $g = -10 \text{ m/s}^2$



### วางแผน

วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ ระเบิดจะมีความเร็วต้นเท่ากับ

ความเร็วของบอลกลิ้ง  $u = 5 \text{ m/s}$

วัตถุเคลื่อนที่ขึ้น ขึ้น + ลง -  $(+u, -g)$

สมการการเคลื่อนที่  $s = vt$

สมการการเคลื่อนที่  $s = ut + \frac{1}{2}gt^2$

แยกพิจารณาการเคลื่อนที่ 2 ส่วน คือ ส่วนของบอลกลิ้ง และส่วนของระเบิดเคลื่อนที่

## ดำเนินการ

### บอลลูกเคลื่อนที่

$$\begin{aligned} \text{หาความสูงของบอลลูก} \quad s &= vt \\ &= 5 \times 30 \\ &= 150 \text{ m} \end{aligned}$$

### ระเบิดเคลื่อนที่

$$\text{หาเวลาของระเบิดเคลื่อนที่} \quad s = ut + \frac{1}{2}gt^2$$

\*ความสูงระดับเดียวกับบอลลูก เนื่องจากจุดตกอยู่ต่ำกว่าจุดปล่อย ระยะความสูง ติดลบ

$$\begin{aligned} - \quad 150 &= 5(t) + \frac{1}{2}(-10)(t)^2 \\ -150 &= 5(t) - 5(t)^2 \\ 5t^2 - 5t - 150 &= 0 \\ 5 \text{ หารตลอด} \quad t^2 - t - 30 &= 0 \end{aligned}$$

\*\*จากสมการกำลังสอง ไม่สามารถใช้วิธีการแยกตัวประกอบในการแก้สมการกำลังสองได้จึงต้อง

หาค่าจาก การแก้สมการกำลังสอง โดยใช้สูตร  $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$

ค่า  $x = t$  ,  $a =$  ค่าของพจน์ที่ 1 = (1) ,  $b =$  ค่าพจน์ที่ 2 = (-1) ,  $c =$  ค่าของพจน์ที่ 3 = (-30)

$$\begin{aligned} x &= \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \\ &= \frac{-(-1) \pm \sqrt{(-1)^2 - 4(1)(-30)}}{2(1)} \\ &= \frac{1 \pm \sqrt{1+120}}{2} \\ &= \frac{1 \pm \sqrt{121}}{2} \\ &= \frac{1+11}{2}, \frac{1-11}{2} \\ &= \frac{12}{2}, \frac{-10}{2} \\ &= 6, -5 \end{aligned}$$

$$\text{ดังนั้น ค่า } X = t = 6 \text{ s}$$

Ans

### ตรวจสอบ

$$\begin{aligned} - & \quad 150 = 5(6) + \frac{1}{2}(-10)(6)^2 \\ & \quad -150 = 30 - 180 \\ & \quad -150 = -150 \quad \checkmark \end{aligned}$$

Ex 11. เด็กคนหนึ่งโยนพวงกุ่มขึ้นไปในแนวดิ่งเพื่อให้เพื่อนที่อยู่บนระเบียงสูงขึ้นไปและพบว่า เพื่อนรับพวงกุ่มได้ในเวลา 2 วินาทีต่อมา ถ้าจุดที่รับสูงกว่าจุดที่โยน 4 เมตร พวงกุ่มถึงมือผู้รับด้วยความเร็วเท่าใด

### วิเคราะห์

โจทย์ต้องการหาความเร็วของพวงกุ่ม  $v = ?$

โจทย์กำหนด เวลาที่ใช้  $t = 2 \text{ s}$

ระยะความสูง  $s = 4 \text{ m}$

วัตถุเคลื่อนที่ขึ้น ความเร่ง  $g = -10 \text{ m/s}^2$

### วางแผน

วัตถุเคลื่อนที่ขึ้น ขึ้น+ ลง - ( $+u, -g, +s$ )

พิจารณาสมการการเคลื่อนที่ทั้ง 4 สมการ พบว่า ข้อมูลยังไม่เพียงพอที่จะสามารถคำนวณเพียงสมการเดียว จึงต้องหาปริมาณ  $u$  จากสมการ  $s = ut + \frac{1}{2}gt^2$  (เนื่องจากโจทย์กำหนด  $s, t, g$ ) เมื่อได้ค่า  $u$  จากสมการดังกล่าวแล้ว จึงเลือกใช้สมการใดก็ได้จากสมการที่เหลือ 3 สมการ (เลือกสมการ  $v = u + gt$  เนื่องจากหาคำตอบได้ง่ายที่สุด)

### ดำเนินการ

$$\begin{aligned} \text{หาความเร็วต้นของวัตถุ} \quad s &= ut + \frac{1}{2}gt^2 && \text{สมการที่ 1} \\ 4 &= u(2) + \frac{1}{2}(-10)(2)(2) \\ 4 &= 2u - 20 \\ 4 + 20 &= 2u \\ u &= \frac{24}{2} \\ \therefore u &= 12 \text{ m/s} \end{aligned}$$

แทนค่าหาความเร็วปลาย

$$v = u + gt$$

สมการที่ 2

$$v = 12 + (-10)(2)$$

$$v = 12 - 20$$

$$v = -8 \text{ m/s}$$

Ans

ตรวจสอบ

$$-8 = 12 + (-20)$$

$$-8 = -8$$

✓

สอบถามเพิ่มเติม

ได้นะครับ ^^



แบบฝึกหัด

ชุดที่ 5 สมการการเคลื่อนที่แนวตรงภายใต้ความเร่ง

เนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก



คำสั่ง     ให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาด้วยกระบวนการของโพลยา จำนวน 5 ข้อ 5 คะแนน

1. โยนลูกบอลขึ้นไปในแนวตั้งด้วยความเร็วต้น 5 เมตร/วินาที นานเท่าใดลูกบอลจึงจะเคลื่อนที่ถึงจุดสูงสุด

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---





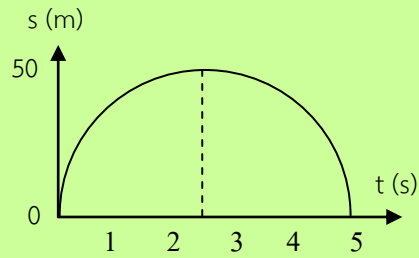


3. โยนก้อนหินขึ้นในแนวตั้งจากตาดฟ้าตึก ด้วยความเร็ว 30 เมตร/วินาที ถ้าก้อนหินตกกระทบพื้นล่างด้วยความเร็ว 40 เมตร/วินาที จงคำนวณความสูงของตึก

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....



4. ปาลูกบอลขึ้นไปในแนวตั้งจากดาวดวงหนึ่งที่มีความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงที่ไม่เท่ากับโลก ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของลูกบอลในแนวตั้งกับเวลาเป็นกราฟ ความเร็วต้นของลูกบอลเป็นกี่เมตร/วินาที



## แบบทดสอบหลังเรียน

### ชุดที่ 5 สมการการเคลื่อนที่แนวตรงภายใต้ความเร่ง

#### เนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก



**คำชี้แจง** แบบทดสอบเป็นแบบปรนัย จำนวน 5 ข้อ ใช้เวลา 10 นาที

**คำสั่ง** ให้ผู้เรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

- ปล่อยวัตถุให้ตกลงในแนวตั้งจากที่สูง 20 เมตร จงหาความเร็วขณะกระทบพื้น  
ก. 20 m/s                      ข. 40 m/s                      ค. 60 m/s                      ง. 80 m/s
- โยนวัตถุขึ้นจากพื้นด้วยความเร็วต้น 30 เมตร/วินาที ผ่านไป 2 วินาที วัตถุจะอยู่สูงจากพื้นกี่เมตร  
ก. 20 m                          ข. 40 m                          ค. 60 m                          ง. 80 m
- ขว้างลูกบอลลงมาในแนวตั้งด้วยความเร็ว 10 เมตร/วินาที เมื่อเวลาผ่านไป 4 วินาที วัตถุจะเคลื่อนที่ลงมาได้ระยะทางเท่าใด  
ก. 100 m                      ข. 120 m                      ค. 140 m                      ง. 160 m
- ขว้างบอลลงมาในแนวตั้งด้วยความเร็ว 10 เมตร/วินาที ใช้เวลา 3 วินาที จึงจะถึงพื้น จงหาความเร็วของบอลขณะกระทบพื้น  
ก. 15 m/s                      ข. 25 m/s                      ค. 30 m/s                      ง. 40 m/s
- โยนวัตถุขึ้นจากพื้นด้วยความเร็วต้น 20 เมตร/วินาที จงหาความเร็วของวัตถุเมื่อเวลาผ่านไป 1 และ 5 วินาที  
ก. 5 m/s , 30 m/s                      ข. 5 m/s , -30 m/s  
ค. 10 m/s , 30 m/s                      ง. 10 m/s , -30 m/s
- จากข้อ 5. จงหาการกระจัด เมื่อเวลาผ่านไป 1 และ 5 วินาที  
ก. 15 m , 25 m                      ข. 25 m , -15 m  
ค. 15 m , -25 m                      ง. 25 m , 15 m

7. โยนวัตถุก้อนหนึ่งขึ้นจากพื้นด้วยความเร็วต้น 30 เมตร/วินาที ถ้าจุดที่วัตถุอยู่สูงจากพื้น 25 เมตร จะมีความเร็วเท่าใด

ก. 20 m/s

ข. 40 m/s

ค. 60 m/s

ง. 80 m/s

8. บอลลูกหนึ่งกำลังลอยขึ้นตรงๆ ในแนวตั้งด้วยความเร็ว 10 เมตร/วินาที ขณะอยู่สูงจากพื้นดิน 400 เมตร ก็ปล่อยลงทรายลงมา อยากทราบว่านานเท่าใดถึงพื้นด้านล่าง

ก. 10 s

ข. 12 s

ค. 13 s

ง. 14 s

9. โยนวัตถุขึ้นจากพื้นด้วยความเร็วต้น 30 เมตร/วินาที วัตถุนี้จะขึ้นไปถึงจุดสูงสุดภายในเวลาที่วินาที และจุดสูงสุดนั้นอยู่สูงจากพื้นกี่เมตร

ก. 2 วินาที , 40 เมตร

ข. 2 วินาที , 45 เมตร

ค. 3 วินาที , 45 เมตร

ง. 3 วินาที , 40 เมตร

10. ชายคนหนึ่งยืนอยู่บนดาดฟ้าของตึก เขาขว้างก้อนหินมวล 0.1 กิโลกรัม ขึ้นไปในอากาศในแนวตั้งด้วยความเร็ว 5 เมตร/วินาที หลังจากก้อนหินหลุดจากมือเขา 6 วินาที จึงตกถึงพื้นดิน ความสูงของตึกมีค่าเท่าใด

ก. 125.0 m

ข. 150.0 m

ค. 151.25 m

ง. 152.5 m



### เฉลยแบบทดสอบ

- แบบทดสอบก่อนเรียน
- แนวการตอบกิจกรรม
- แบบฝึกหัด
- แบบทดสอบหลังเรียน



## เฉลย แบบทดสอบ

### ชุดที่ 5 สมการการเคลื่อนที่แนวตรงภายใต้ความเร่ง เนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก



#### เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน

ข้อ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
คำตอบ	ข	ง	ก	ก	ข	ค	ง	ค	ข	ก

#### คำถาม

✎ กราฟที่ได้มีลักษณะอย่างไร

กราฟมีลักษณะเป็นเส้นตรง แสดงว่า ขนาดของความเร็วขณะหนึ่งแปรผันตรงกับเวลา

✎ จากลักษณะของกราฟ แสดงว่าความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของความเร็วขณะหนึ่งกับเวลาเป็นอย่างไร

วัตถุที่ถูกปล่อยให้ตกแบบเสรี จะมีขนาดของความเร็วเพิ่มขึ้นด้วยอัตราเร็วคงตัว ความชันของกราฟ คือ ความเร่งเฉลี่ยของการเคลื่อนที่ เนื่องจากความเร่งเฉลี่ยมีค่าคงตัวตลอด ดังนั้น ความเร่งเฉลี่ยที่ได้ก็คือ ความเร่งขณะหนึ่ง

✎ ความชันของกราฟมีค่าเท่าใด และค่านี้แทนปริมาณใด

$$\text{ความชันของกราฟ } a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{(192 - 100)}{\left(\frac{5}{50} - 0\right)} = 920 \text{ cm/s}^2 = 9.2 \text{ m/s}^2$$

ความเร่งในการเคลื่อนที่ของอุกทฤษฎาย คือ ความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก

#### เฉลยแบบฝึกหัด

- ข้อ ง.
- $u = 15 \text{ m/s}$
- $t = 2 \text{ s}$
- $t = 4 \text{ s}$
- $v = 15 \text{ m/s}$

#### เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

ข้อ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
คำตอบ	ก	ข	ข	ง	ง	ค	ก	ก	ค	ข

## บรรณานุกรม

- กลิกแมน, คาร์ต ดี. **ภาวะผู้นำการเรียนรู้ : ช่วยครูสู่ความสำเร็จ.** กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ, 2546
- คมกฤษณ์ ดิณจินดา. **คู่มือเตรียมสอบ Road to University วิชาฟิสิกส์.** กรุงเทพฯ : อักษรเจริญทัศน์, 2544
- จักรินทร์ วรรณโพธิ์กลาง. **คู่มือรวมสุดยอดฟิสิกส์ Entrance.** กรุงเทพฯ : พัฒนาศึกษา, มปป.
- ทศพล วงศ์อุดม. **คู่มือฟิสิกส์ ม.4-6 Entrance.** กรุงเทพฯ : พัฒนาศึกษา, 2540
- ทองสุข รวยสูงเนิน, **คู่มือปฏิบัติการการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด,** กรุงเทพฯ : เอส.พี.เอ็น การพิมพ์ จำกัด, 2552
- นิรันดร์ สุวรรรัตน์. **คัมภีร์ ฟิสิกส์.** กรุงเทพฯ : พัฒนาศึกษา, 2553
- บุญเกื้อ ควรวาเวช. **นวัตกรรมทางการศึกษา.** พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : เจริญวิทยาการพิมพ์, 2543
- ฝ่ายวิชาการสำนักพิมพ์ภูมิบัณฑิต. **เตรียมสอบฟิสิกส์ PAT 2,** กรุงเทพฯ : ภูมิบัณฑิต, มปป.
- พงษ์ศักดิ์ ชินนาบุญ. **รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-5-6.** กรุงเทพฯ : วิทยพัฒน์, 2554
- พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์. **พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์,** กรุงเทพฯ : พัฒนาคุณภาพวิชาการ, 2545
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. **คู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐาน การเคลื่อนที่และพลังงาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาการพิมพ์, 2547
- \_\_\_\_\_ . **จุดประกายปฏิรูปการเรียนรู้.** กรุงเทพฯ : คุรุสภาลาดพร้าว, 2542
- \_\_\_\_\_ . **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, 2551
- \_\_\_\_\_ . **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, 2551



## บรรณานุกรม (ต่อ)

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. คู่มือครูวิชาฟิสิกส์ เล่ม 1. กรุงเทพฯ:

โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว, 2553

---

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 1.

กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว, 2557

สำรวย รังสินธุ์ และคมกฤษณ์ ติณจินดา. MODERN COMPACT PHYSICS 1-6. กรุงเทพฯ:

แม็ค. 2540

สุคนธ์ สินธพานนท์. การจัดการกระบวนการเรียนรู้ : เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ : อักษรเจริญทัศน์,

2545

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. วิธีการจัดการเรียนรู้ : เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะ. กรุงเทพฯ :

ภาพพิมพ์, 2545

อัญชลี สินทร์วารวงศ์. สอนวิทยาศาสตร์อย่างไรในระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ :

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543

เอกรินทร์ สีมหาศาล และคณะ. เรื่องน่ารู้สู่การใช้หลักสูตรแกนกลางฯ' 51. กรุงเทพมหานคร :

อักษรเจริญทัศน์ อจท.จำกัด, มปป

เฮซ, เดนิส. การวางแผน การสอน และการจัดการชั้นเรียน : บรรลุสู่มาตรฐาน. Planning, Teaching and Class Management in Primary School : Meeting the Standards. กรุงเทพฯ :

กรมวิชาการ, 2546