**การแบ่งประเภทของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์แบบกว้างๆ**

การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ สามารถแบ่งเป็น 3 แบบได้ ดังนี้

**โพรเจกไทล์แบบที่ 1** วัตถุพุ่งเฉียงขึ้น

ถ้าวัตถุพุ่งเฉียงขึ้น แล้วจะต้องแตกความเร็วต้น (u) ออกไปเป็นความเร็วในระบบพิกัดฉาก นั่นคือ (ux) และ (uy) ดังรูป

 uy = u sin θ

 uux = u cos θ

**หลักการ**

 1.1ในแนวระดับความเร็วจะคงตัว

1.2 ในแนวดิ่งให้คิดเหมือนการตกอย่างอิสระของวัตถุ

 **โพรเจกไทล์แบบที่ 2** วัตถุพุ่งออกในแนวระดับ

ถ้าวัตถุพุ่งออกในแนวระดับแล้ว ความเร็วต้นที่พุ่งออกมาจะเป็นความเร็วในแนวระดับ (ux) ซึ่งมีค่าคงตัว ส่วนความเร็วต้นในแนวดิ่ง (uy) มีค่าเป็นศูนย์ ดังรูป

 u ux = u

 uy = 0

**หลักการ**

2.1 ความเร็วในแนวระดับจะเป็นความเร็วที่พุ่งออกในแนวระดับและจะมีค่าคงตัว

2.2 ในแนวดิ่ง ให้คิดเหมือนการตกอย่างอิสระของวัตถุ โดยความเร็วต้นในแนวดิ่งเป็นศูนย์

ความเร็วต้นในแนวระดับ (ux) เป็นความเร็วที่พุ่งออกมา มีค่าคงตัวไปเรื่อยๆ

ความเร็วต้นในแนวดิ่ง (uy) เป็นศูนย์

1. หาเวลา ในอากาศ

 จากสูตร $s\_{y}=u\_{y}t+ \frac{1}{2}gt^{2}$

 จะได้ $t= \sqrt{\frac{2h}{g}}$ *เวลาในแนวระดับเท่ากับเวลาในแนวดิ่ง*

2. *หาระยะในแนวระดับ* s = vx.t(*ในอากาศ*)

3. *หาการกระจัด (S) ตามทฤษฎีบท ปีทากอรัส*

4. *หาความเร็วของวัตถุในแนวเส้นสัมผัส (V)*

 *จะได้* $\rightharpoonaccent{v}= \sqrt{v\_{x}^{2}+v\_{y}^{2}}$

 และ $\tan(θ )= \frac{V\_{y}}{V\_{x}}$

**โพรเจกไทล์แบบที่ 3** วัตถุพุ่งเฉียงลง

ถ้าวัตถุพุ่งเฉียงลง แล้วจะต้องแตกความเร็วต้น (u) ออกไปเป็นความเร็วในแนวระดับ (ux) และแนวดิ่ง (uy) ดังรูป

ux = u cos θ

u

 uy = u sin θ

**หลักการ**

3.1 ในแนวระดับ ความเร็วจะคงตัว

3.2 ในแนวดิ่ง ให้คิดเหมือนการตกอย่างอิสระของวัตถุ

ถ้าความเร็วต้นเฉียงลงมาทำมุม θ กับแนวระดับ

ใช้เทคนิคการแตกแรงให้อยู่ในระบบพิกัดฉาก ในกรณีนี้ต้องแตกความเร็วต้น (u) ทั้งสองแนวได้แก่

 $u\_{x}=u cosθ$ มีค่าคงตัวเสมอ

 $u\_{y}=u sinθ$ วัตถุมีทิศพุ่งลง ดังนั้น ทิศพุ่งลง ( ) เป็นทิศอ้างอิง

1. หาเวลา ในอากาศ

 จากสูตร $s\_{y}=u\_{y}t+ \frac{1}{2}gt^{2}$

 จะได้ $t= \sqrt{\frac{2\left(h-u\sin(θ)\right)}{g}}$

2. *หาระยะในแนวระดับ* s = ux.t(*ในอากาศ*)

จะได้ s = uxcosθ.t

3. *หาการกระจัด (S) ตามทฤษฎีบท ปีทากอรัส*

$\rightharpoonaccent{s}= \sqrt{s\_{x}^{2}+s\_{y}^{2}}$

4. *หาความเร็วของวัตถุในแนวเส้นสัมผัส (V)*

 *จะได้* $\rightharpoonaccent{v}= \sqrt{v\_{x}^{2}+v\_{y}^{2}}$

 และ $\tan(θ )= \frac{V\_{y}}{V\_{x}}$

สมการการเคลื่อนที่แนวเส้นตรงด้วยความเร่งคงที่

$$v=u+at$$

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

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

$$v^{2}= u^{2}+ 2as$$

เมื่อ u คือ ความเร็วต้น (t = 0)

 v คือ ความเร็วปลาย (ที่เวลา t ใดๆ)

 a คือ ความเร่ง (เป็นความเร่งขณะใดๆ)

 t คือ เวลาในการเคลื่อนที่

 s คือ การกระจัด (ระยะทาง)

**ข้อสังเกตและหลักการคำนวณการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์** :

1. อ่านโจทย์ให้เข้าใจ พร้อมวาดรูปแนวการเคลื่อนที่

2. กำหนดจุดเริ่มต้น และจุดสุดท้ายตามโจทย์

3. แตกความเร็วที่จุดเริ่มต้นออกเป็นความเร็วต้นในแนวระดับ (ux) และความเร็วในแนวดิ่ง (uy)

4. ถ้าวัตถุขึ้นสูงสุด แล้ว ความเร็วในแนวดิ่ง (vy) เป็นศูนย์แต่ความเร็วในแนวระดับ (vx) ยังคงตัว

5. ถ้าหาเวลาได้จากแนวใดแนวหนึ่ง ก็สามารถที่จะนำไปใช้กับอีกแนวหนึ่งได้ เนื่องจาก เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่เท่ากันเพราะเป็นวัตถุก้อนเดียวกันเพียงแต่มองเป็น 2 แนวเท่านั้น

6. แยกคำนวณระหว่างการเคลื่อนที่ในแนวระดับ (แกน x) และแนวดิ่ง (แกน y) ดังนี้

6.1 แนวระดับ (แกน x) ใช้สูตร คำนวณ ดังนี้

Sx = uxt เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว

6.2 ในแนวดิ่ง (แกน y) ใช้สูตรคำนวณสมการการเคลื่อนที่แนวเส้นตรงด้วยความเร่งคงที่ ดังสมการข้างต้น

7. การกำหนดเวกเตอร์ uy ของการเคลื่อนที่ของ มีทิศเป็นบวก (+) เสมอ

8. ถ้าเวกเตอร์ใดมีทิศเดียวกับ uy แล้ว จะมีเครื่องหมายเป็นบวก (+) และถ้าเวกเตอร์ใดมีทิศตรงข้ามกับ uy แล้ว จะมีเครื่องหมายเป็นลบ (-)

ตัวอย่างโจทย์การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

1. เมื่อขว้างหินก้อนหนึ่งด้วยความเร็วต้น 20 เมตรต่อวินาที พบว่า หินก้อนนี้ตกถึงพื้นราบด้วยความเร็วที่ทำมุม 60 องศา กับแนวดิ่ง หินก้อนนี้จะขึ้นไปได้สูงสุดเท่าใด

2. ยิงกระสุนปืนมวล 50 กรัม ด้วยความเร็วต้น 100 เมตรต่อวินาที ทำมุม 37 องศา กับแนวระดับ หลังจากนั้น 5 วินาที กระสุนตกกระทบเป้าบนหน้าผา เป้านั้นอยู่สูงจากพื้นระดับที่ยิงเท่าไร

3. นักปั่นจักรยานผาดโผน ต้องการที่จะขี่ข้ามคลองซึ่งกว้าง 5 m ไปยังฝั่งตรงข้าม ถ้าเขาขับรถด้วยอัตราเร็ว 10 m/s ก่อนพ้นฝั่งแรก เขาจะข้ามได้โดยไม่ชนฝั่งตรงข้าม h จะมีค่าได้มากที่สุดกี่เมตร

4. ชายคนหนึ่งยืนอยู่บนพื้นสนามราบ เขาขว้างลูกบอลขึ้นไปในอากาศ ลูกบอลลอยอยู่ในอากาศนาน 4 วินาที โดยไม่คิดแรงต้านทานของอากาศ ถ้าลูกบอลไปได้ไกลในระดับ 60 เมตร ความเร็วที่ใช้ขว้างลูกบอลมีค่าเท่าไร

5. นักรักบี้เตะลูกบอลขึ้นด้วยความเร็ว 20 m/s เป็นมุม 53 องศา กับแนวระดับ เขาจะต้องวิ่งด้วยความเร็วอย่างน้อยที่สุดเท่าไร จึงจะไปรับลูกบอลที่เขาเตะออกไปเองได้พอดีก่อนตกถึงพื้นดิน

6. นักฟุตบอลเตะลูกบอลไปด้วยความเร็ว 20 m/s ในทิศทำมุม 45 องศา กับพื้นสนามไปยังประตูซึ่งห่างจากจุดเตะ 50 เมตร ถ้าในเวลาเดียวกับนักฟุตบอลเตะลูกบอล ผู้รักษาประตูซึ่งยืนที่ประตูได้วิ่งออกมาทันทีด้วยความเร่งคงที่ และปรากฏว่าผู้รักษาประตูรับลูกบอลได้พอดีที่ลูกบอลตกถึงพื้น จงหาว่าผู้รักษาประตูต้องวิ่งออกมาด้วยความเร่งคงที่เท่ากับเท่าไร

ตัวอย่างโจทย์การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

**โพรเจกไทล์แบบที่ 2** วัตถุพุ่งออกในแนวระดับ

1.ขว้างก้อนหินหนัก 0.5 kg ด้วยความเร็ว 10 m/s จากหน้าผาสูงจากระดับน้ำทะเล 50 m ความเร็วของก้อนหินกระทบน้ำมีค่าเท่ากับกี่เมตร/วินาที

2. เครื่องบินทิ้งระเบิด b บินในแนวระดับสูงจากเป้าหมาย a 180 เมตร แนว ba ทำมุมกับแนวระดับ θ โดย θ = tan-1(1/4) จงหาความเร็วต้น u ของเครื่องบินในขณะนั้น เมื่อปล่อยระเบิดลงมาแล้ว ลูกระเบิดจะกระทบเป้า a พอดี กำหนดให้ g = 10 m/s2

3.ลูกปืนมวล 8 กรัม ยิงตรงไปยังท่อนไม้มวล 2.0 กิโลกรัม ซึ่งวางอยู่บนโต๊ะลื่นที่ความสูง 0.8 เมตร เมื่อลูกปืนกระทบท่อนไม้และฝังในเนื้อไม้ ท่อนไม้เคลื่อนที่หล่นจากโต๊ะ และตกถึงพื้นห่างจากโต๊ะ 2 เมตร จงหาอัตราเร็วของลูกปืนในหน่วยเมตร/วินาที

ตัวอย่างโจทย์การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

**โพรเจกไทล์แบบที่ 3** วัตถุพุ่งเฉียงลง

1.*ขว้างวัตถุจากยอดตึกด้วยความเร็ว* 20 m/s *เฉียงลงทำมุม 53 องศา กับแนวระดับ วัตถุจะตกถึงพื้นใช้เวลา* 5 *วินาที จงหาว่ายอดตึกสูงจากพื้นดินเท่าใด*