

## การทดลอง แรงสู่ศูนย์กลาง

### วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแรงสู่ศูนย์กลางและความเร็วในการเคลื่อนที่เป็นวงกลมของวัตถุ

### อุปกรณ์

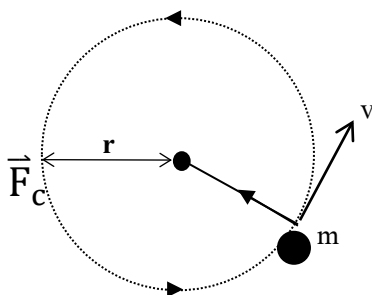
1. ชุดทดลองสำหรับหาแรงสู่ศูนย์กลาง
2. เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์
3. ตุ่มมวล
4. เครื่องชั่ง
5. นาฬิกาจับเวลา
6. เชือก
7. จานสำหรับใส่มวล
8. ตุ่มน้ำหนัก

### ทฤษฎี

วัตถุมวล  $m$  เคลื่อนที่เป็นวงกลมรัศมี  $r$  ด้วยอัตราเร็วสม่ำเสมอ โดยมีขนาดของความเร็วเชิงเส้น (ความเร็วในแนวสัมผัสกับเส้นทางการเคลื่อนที่)  $v$  คงที่ แต่ทิศทางการเคลื่อนที่จะเปลี่ยนแปลง

ตลอดเวลา ทำให้มีความเร่งขนาด  $a_c = \frac{v^2}{r}$  และมีทิศเข้าสู่จุดศูนย์กลางวงกลมนั้น

ตามกฎการเคลื่อนที่ข้อ 2 ของนิวตัน การที่วัตถุมีความเร่ง หมายความว่า มีแรงกระทำบนวัตถุนั้นในทิศเดียวกันกับทิศของความเร่ง นั่นคือมีแรง  $\vec{F}_c$  กระทำต่อวัตถุในแนวเข้าสู่จุดศูนย์กลางของการเคลื่อนที่เรียกว่า **แรงสู่ศูนย์กลาง**ตามรูปที่ 1



รูปที่ 1

นั่นคือ

$$\vec{F}_c = ma_c$$

หรือ

$$\vec{F}_c = \frac{mv^2}{r} \quad \dots\dots\dots (1)$$

เมื่อ

$\vec{F}_c$  = แรงสู่ศูนย์กลาง

$m$  = มวลของวัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลม

$a_c$  = ความเร่งสู่ศูนย์กลาง

$v$  = ขนาดของความเร็วเชิงเส้น

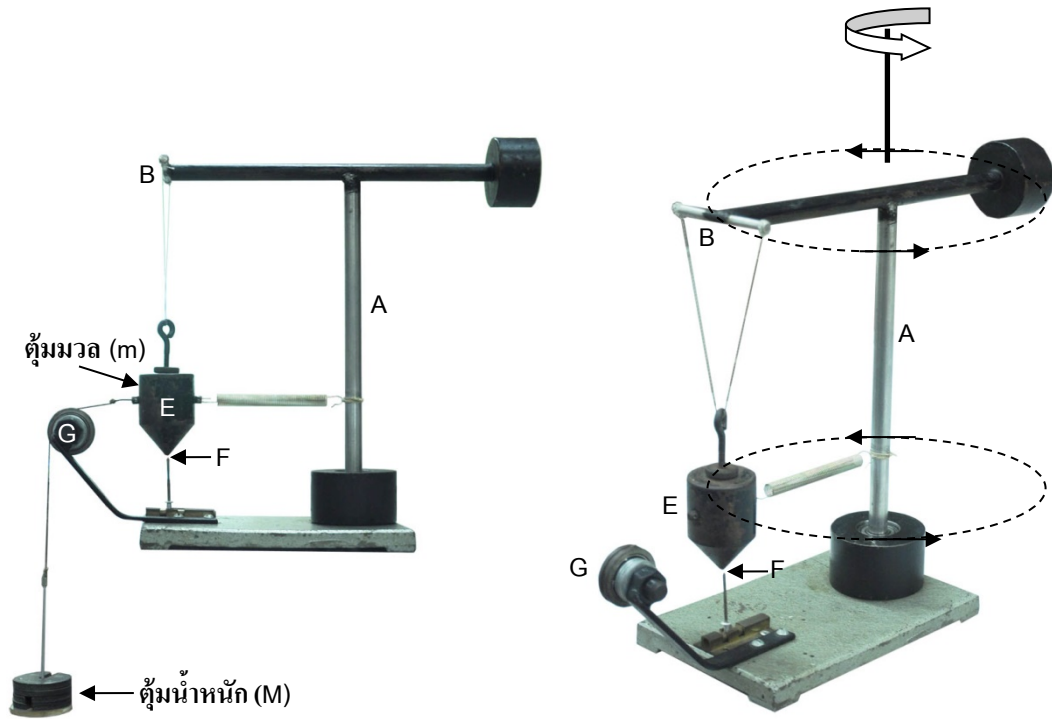
$r$  = รัศมีของวงกลม

ถ้าวัตถุเคลื่อนที่ได้  $f$  รอบต่อวินาที และวัตถุเคลื่อนที่ 1 รอบเป็นระยะทาง  $2\pi r$  นั่นคือ

$$v = 2\pi r f \quad \dots\dots\dots (2)$$

ดังนั้น จากสมการ (1) และ (2) จะได้ว่า  $\bar{F}_c = \frac{m(2\pi r f)^2}{r}$

นั่นคือ  $\bar{F}_c = 4\pi^2 f^2 m r \quad \dots\dots\dots (3)$



รูปที่ 2 การจัดตำแหน่งอุปกรณ์ชุดทดลองแรงสู่ศูนย์กลาง

### การจัดเครื่องมือสำหรับการทดลอง

จัดเครื่องมือให้ได้ตามรูปที่ 2 ตามขั้นตอนดังนี้

1. แขนงตุ้มมวล E ที่เชื่อมกับแกน B แล้วปล่อยให้ห้อยในแนวตั้ง
2. เลื่อนหลักชี้ตำแหน่ง F ให้ตรงกับปลายตุ้มมวล E จากนั้นปรับเกลียวให้ปลายของตุ้มมวล E อยู่สูงกว่าเข็มชี้ตำแหน่ง F ประมาณ 2 มิลลิเมตร
3. เกี่ยวสปริงที่ติดอยู่กับเสา A เข้ากับตุ้มมวล E
4. แขนงานสำหรับใส่มวลเข้าอีกข้างหนึ่งของตุ้มมวล E แล้วพาดผ่านรอก G
5. ทดสอบดึงปลายเชือกไว้จนปลายของ F และ E อยู่ตรงกันในแนวตั้ง และแนวของเชือกกับสปริงอยู่ในแนวระนาบพอดีขณะนี้เครื่องมือจะอยู่ในลักษณะที่พร้อมทดลองได้

## วิธีการทดลอง

1. ชั่งงานสำหรับใส่มวล
2. หาค่ามวลของตุ้มมวล E โดยนำไปชั่งบนเครื่องชั่ง บันทึกค่ามวลเป็น  $m$
3. แขนงานสำหรับใส่มวลผ่านรอก G เข้ากับตุ้มมวล E จากนั้นเติมมวลลงบนงานจนกระทั่งปลายตุ้มมวล E และปลายหลัก F ตรงกันในแนวตั้ง บันทึกค่ามวลที่ใช้เติมบนงานแขวนรวมกับค่ามวลของงานให้เป็นค่า  $M$  แรงถ่วงเนื่องจากมวล  $M$  นี้คือ แรงที่ได้จากการวัดเป็น  $F_M$  ซึ่งจะเท่ากับแรงดึงในสปริง
4. คำนวณแรงสปริงที่ได้ในข้อ 3. จากความสัมพันธ์  $F_M = Mg$
5. ปลดเชือกที่คล้องผ่านรอก G ออกจากตุ้มมวล E โดยตุ้มมวล E จะถูกสปริงดึงเข้าไปหาแกน A
6. ใช้มือหมุนแกน A ตุ้มมวล E จะเคลื่อนที่เป็นวงกลมในระนาบรอบแกน A เพราะมีแรงสู่ศูนย์กลางเนื่องจากการยืดของสปริง ให้หมุนเร็วขึ้นจนกระทั่งปลายตุ้มมวล E และ หลัก F อยู่ตรงกันในแนวตั้งแล้วหมุนคงที่ไว้ประมาณ 4-5 รอบ เพื่อให้ชำนาญและเป็นการแสดงให้เห็นว่าแรงสู่ศูนย์กลางมีค่าเท่ากับแรง  $F_M$  ในข้อ 3. จากนั้นจึงเริ่มจับเวลาในการหมุนครบ 40 รอบ บันทึกค่าเวลาที่ได้เป็น  $t$  ทำการทดลอง 3 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ยของเวลาในการหมุนครบ 40 รอบ
7. ใช้ผลจากข้อ 5. คำนวณหาค่าจำนวนรอบต่อวินาที ( $f$ )
8. หาค่ารัศมีของการเคลื่อนที่ ( $r$ ) ของตุ้มมวล E โดยใช้เวอร์เนียร์คาลิเปอร์วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของหลักแกนหมุน A แล้วหารด้วย 2 จะได้เป็นค่ารัศมี  $r_A$  และวัดระยะห่างระหว่างหลัก F ถึงแกนหมุน A จะได้ค่า  $d_{FA}$  รัศมีของการเคลื่อนที่หาได้จากสมการ  $r = r_A + d_{FA}$
9. คำนวณแรงสู่ศูนย์กลางจากความสัมพันธ์ในสมการ (3) ให้เป็นค่า  $F_C$
10. คำนวณความแตกต่างเป็นเปอร์เซ็นต์  $\left| \frac{F_C - F_M}{F_M} \right| \times 100$
11. ทำการทดลองซ้ำข้อ 3-10 อีก 2 ครั้ง โดยการเพิ่มมวล  $m$  ครั้งแรก 50 กรัม และครั้งที่สอง 100 กรัม ตามลำดับ ซึ่งทำได้โดยการคลายสกรูแผ่นยึดที่อยู่เหนือตุ้มมวล E ออกเติมมวลโดยให้ร่องของมวลที่เติมหันออกจากแกนหมุน A ขันสกรูแผ่นยึดให้แน่นทำการหมุนจับเวลาและบันทึกผลการทดลอง โดยให้รัศมี  $r$  คงเดิมตลอดการทดลอง หาค่า  $f$ ,  $F_C$ ,  $F_M$ , เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างเมื่อเพิ่มมวล  $m$  ในแต่ละครั้ง