การทดลอง
แรงสู่ศูนย์กลาง

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแรงสู่ศูนย์กลางและความเร็วในการเคลื่อนที่เป็นวงกลมของวัตถุ

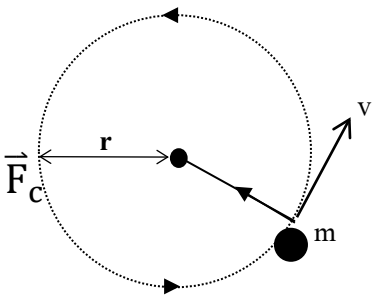
อุปกรณ์

1. ชุดทดลองสำหรับหาแรงสู่ศูนย์กลาง
2. เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์
3. ตุ้มมวล
4. เครื่องชั่ง
5. นาฬิกาจับเวลา
6. เชือก
7. จานสำหรับใส่มวล
8. ตุ้มน้ำหนัก

ทฤษฎี

วัตถุมวล m เคลื่อนที่เป็นวงกลมรัศมี r ด้วยอัตราเร็วสม่ำเสมอ โดยมีขนาดของความเร็วเชิงเส้น (ความเร็วในแนวสัมผัสกับเส้นทางการเคลื่อนที่) v คงที่ แต่ทิศทางการเคลื่อนที่จะเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทำให้มีความเร่งขนาด $a_c = \frac{v^2}{r}$ และมีทิศเข้าสู่จุดศูนย์กลางวงกลมนั้น

ตามกฎการเคลื่อนที่ข้อ 2 ของนิวตัน การที่วัตถุมีความเร่ง หมายความว่า มีแรงกระทำบนวัตถุนั้นในทิศเดียวกันกับทิศของความเร่ง นั่นคือมีแรง $\vec{F}_c$ กระทำต่อวัตถุในแนวเข้าสู่จุดศูนย์กลางของการเคลื่อนที่เรียกว่า **แรงสู่ศูนย์กลาง**ตามรูปที่1



รูปที่1

นั่นคือ $\vec{F}_c = ma_c$

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

เมื่อ $\vec{F}_c$ = แรงสู่ศูนย์กลาง

m = มวลของวัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลม

a_C = ความเร่งสู่ศูนย์กลาง

v = ขนาดของความเร็วเชิงเส้น

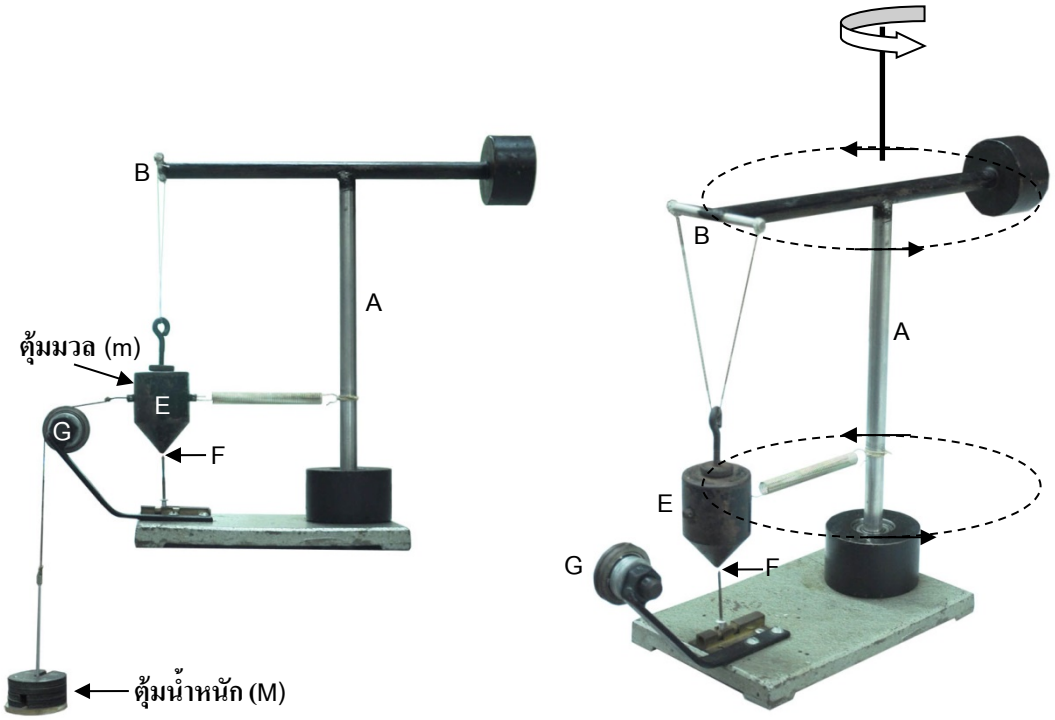
r = รัศมีของวงกลม

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

$$v = 2\pi rf \qquad \text{.....(2)}$$

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

นั่นคือ $\vec{F}_c = 4\pi^2 f^2 mr$ .....(3)



รูปที่2 การจัดตำแหน่งอุปกรณ์ชุดทดลองแรงสู่ศูนย์กลาง

การจัดเครื่องมือสำหรับการทดลอง

จัดเครื่องมือให้ได้ตามรูปที่ 2 ตามขั้นตอนดังนี้

1. แขวนตุ้มมวล E ที่เชือกบนแกน B แล้วปล่อยให้นิ่งในแนวดิ่ง
2. เลื่อนหลักชี้ตำแหน่ง F ให้ตรงกับปลายตุ้มมวลE จากนั้นปรับเกลียวให้ปลายของตุ้มมวล E อยู่สูงกว่าเข็มชี้ตำแหน่ง F ประมาณ 2 มิลลิเมตร
3. เกี่ยวสปริงที่ติดอยู่กับเสา A เข้ากับตุ้มมวลE
4. แขวนจานสำหรับใส่มวลเข้าอีกข้างหนึ่งของตุ้มมวล E แล้วพาดผ่านรอก G
5. ทดสอบดึงปลายเชือกไว้จนปลายของ F และ E อยู่ตรงกันในแนวดิ่ง และแนวของเชือกกับสปริงอยู่ในแนวระนาบพอดีขณะนี้เครื่องมือจะอยู่ในลักษณะที่พร้อมทดลองได้

วิธีการทดลอง

1. ชั่งจานสำหรับใส่มวล
2. หาค่ามวลของตุ้มมวล E โดยนำไปชั่งบนเครื่องชั่ง บันทึกค่ามวลเป็น m
3. แขวนจานสำหรับใส่มวลผ่านรอก G เข้ากับตุ้มมวล E จากนั้นเติมมวลลงบนจานจนกระทั่งปลายตุ้มมวล E และปลายหลัก F ตรงกันในแนวดิ่ง บันทึกค่ามวลที่ใช้เติมบนจานแขวนรวมกับค่ามวลของจานให้เป็นค่า M แรงถ่วงเนื่องจากมวล M นี้คือ แรงที่ได้จากการวัดเป็น F_M ซึ่งจะเท่ากับแรงดึงในสปริง
4. คำนวณแรงสปริงที่ได้ในข้อ 3.จากความสัมพันธ์ $F_M = Mg$
5. ปลดเชือกที่คล้องผ่านรอก G ออกจากตุ้มมวลE โดยตุ้มมวล E จะถูกสปริงดึงเข้าไปหาแกน A
6. ใช้มือหมุนแกน A ตุ้มมวล E จะเคลื่อนที่เป็นวงกลมในระนาบรอบแกน A เพราะมีแรงสู่ศูนย์กลางเนื่องจากการยืดของสปริง ให้หมุนเร็วขึ้นจนกระทั่งปลายตุ้มมวล E และ หลัก F อยู่ตรงกันในแนวดิ่งแล้วหมุนคงที่ไว้ประมาณ 4-5 รอบ เพื่อให้ชำนาญและเป็นการแสดงให้เห็นว่าแรงสู่ศูนย์กลางมีค่าเท่ากับแรง F_Mในข้อ 3. จากนั้นจึงเริ่มจับเวลาในการหมุนครบ 40 รอบ บันทึกค่าเวลาที่ได้เป็น t ทำการทดลอง 3 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ยของเวลาในการหมุนครบ 40 รอบ
7. ใช้ผลจากข้อ 5. คำนวณหาค่าจำนวนรอบต่อวินาที (f)
8. หาค่ารัศมีของการเคลื่อนที่ (r) ของตุ้มมวล E โดยใช้เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของหลักแกนหมุน 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