ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภาคผนวก ก

แนวโน้มของคาบเวลาเมื่อเลื่อนตำแหน่งออกตามแนวขนานวัดจากจุดศูนย์กลางมวล

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

จากสมการ (34) ค่าระยะห่าง d ที่ทำให้คาบการแกว่งของลูกตุ้มฟิสิกัลป์มีค่าต่ำสุด เขียนได้คือ

$$d = \pm\sqrt{\frac{I_{Z_{CM}}}{m}}$$

จากทฤษฎีบทแกนขนานของสไตน์เนอร์

$$I = I_{CM} + md^2$$

แทนค่า $d = \pm\sqrt{\frac{I_{Z_{CM}}}{m}}$ ลงในสมการจะพบว่า

$$I_Z = I_{Z_{CM}} + m\left(\pm\sqrt{\frac{I_{Z_{CM}}}{m}}\right)^2 = 2I_{Z_{CM}}$$

นั่นคือ ตำแหน่ง d ใด ใดที่ให้ค่า $I_Z = 2I_{Z_{CM}}$ จะเป็นตำแหน่งที่ทำให้เกิดคาบน้อยที่สุด

ในกรณีของสี่เหลี่ยมผืนผ้า $I_{Z_{CM}} = \frac{1}{12}m\left(A^2 + B^2\right)$

ระยะ d ที่ทำให้ T น้อยที่สุดจึงเป็น

$$d = \sqrt{\frac{\frac{1}{12}m\left(A^2 + B^2\right)}{m}}$$

$$= \frac{1}{2\sqrt{3}}\sqrt{\left(A^2 + B^2\right)}$$

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

เมื่อแทนค่าความกว้าง (A) และความยาว (B) ของแผ่นอะคริลิกรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่ใช้ในการทดลองลงไป คือ A = 0.400 เมตร และ B = 0.300 เมตร จะได้ค่า d = 0.1443 เมตร หรือประมาณ 14.43 เซนติเมตร

บนแผ่นอะคริลิกรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ถูกเจาะรูเป็นระยะทุก ๆ 4.50 เซนติเมตร จำนวน 5 รู ตามแนวที่วัดจากจุดยอดที่ไกลที่สุด ไปยังจุดศูนย์กลางมวล

รูเจาะที่ 1 : อยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางมวลออกไป 22.50 เซนติเมตร

รูเจาะที่ 2 : อยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางมวลออกไป 18.00 เซนติเมตร

รูเจาะที่ 3 : อยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางมวลออกไป 13.50 เซนติเมตร

รูเจาะที่ 4 : อยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางมวลออกไป 9.00 เซนติเมตร

รูเจาะที่ 5 : อยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางมวลออกไป 4.50 เซนติเมตร

ซึ่งพบว่า ค่า d = 14.43 เซนติเมตร เป็นตำแหน่งที่อยู่ระหว่างรูเจาะที่ 2 และ 3 โดยอยู่ใกล้กับตำแหน่งรูเจาะที่ 3 มากกว่ารูเจาะที่ 2 แนวโน้มของค่า T จึงต่ำสุด ณ ตำแหน่งรูเจาะที่ 3 ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับการทดลอง

ในกรณีของสามเหลี่ยมมุมฉาก $I_{Z_{CM}} = \frac{1}{18}m\left(A^2 + B^2\right)$

ระยะ d ที่ทำให้ T น้อยที่สุดจึงเป็น

$$d = \sqrt{\frac{\frac{1}{18}m\left(A^2 + B^2\right)}{m}}$$

$$= \frac{1}{3\sqrt{2}}\sqrt{\left(A^2 + B^2\right)}$$

เมื่อแทนค่าความยาวฐาน (A) และความสูง (B) ของแผ่นอะคริลิกรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่ใช้ในการทดลองลงไป คือ A = 0.400 เมตร และ B = 0.300 เมตร จะได้ค่า d = 0.1179 เมตร หรือประมาณ 11.79 เซนติเมตร

บนแผ่นอะคริลิกรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ถูกเจาะรูเป็นระยะทุก ๆ 5.00 เซนติเมตร จำนวน 5 รู ตามแนวที่วัดจากจุดยอดที่ไกลที่สุด ไปยังจุดศูนย์กลางมวล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

รูเจาะที่ 1 : อยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางมวลออกไป 25.00 เซนติเมตร

รูเจาะที่ 2 : อยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางมวลออกไป 20.00 เซนติเมตร

รูเจาะที่ 3 : อยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางมวลออกไป 15.00 เซนติเมตร

รูเจาะที่ 4 : อยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางมวลออกไป 10.00 เซนติเมตร

รูเจาะที่ 5 : อยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางมวลออกไป 5.00 เซนติเมตร

ซึ่งพบว่า ค่า d = 11.79 เซนติเมตร เป็นตำแหน่งที่อยู่ระหว่างรูเจาะที่ 3 และ 4 โดยอยู่ใกล้กับตำแหน่งรูเจาะที่ 4 มากกว่ารูเจาะที่ 3 แนวโน้มของค่า T จึงต่ำสุด ณ ตำแหน่งรูเจาะที่ 4 ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับการทดลอง

ในกรณีของสามเหลี่ยมหน้าจั่ว $I_{Z_{CM}} = \frac{1}{18}m\left(A^2 + B^2\right)$

ระยะ d ที่ทำให้ T น้อยที่สุดจึงเป็น

$$d = \sqrt{\frac{\frac{1}{18}m\left(A^2 + B^2\right)}{m}}$$

$$= \frac{1}{3\sqrt{2}}\sqrt{\left(A^2 + B^2\right)}$$

เมื่อแทนค่าความยาวฐาน (A) และความสูง (B) ของแผ่นอะคริลิกรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วที่ใช้ในการทดลองลงไป คือ A = 0.30 เมตร และ B = 0.36 เมตร จะได้ค่า d = 0.1104 เมตร หรือประมาณ 11.04 เซนติเมตร

บนแผ่นอะคริลิกรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว ถูกเจาะรูเป็นระยะทุก ๆ 4.00 เซนติเมตร จำนวน 5 รู ตามแนวที่วัดจากจุดยอดที่ไกลที่สุด ไปยังจุดศูนย์กลางมวล

รูเจาะที่ 1 : อยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางมวลออกไป 20.00 เซนติเมตร

รูเจาะที่ 2 : อยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางมวลออกไป 16.00 เซนติเมตร

รูเจาะที่ 3 : อยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางมวลออกไป 12.00 เซนติเมตร

รูเจาะที่ 4 : อยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางมวลออกไป 8.00 เซนติเมตร

รูเจาะที่ 5 : อยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางมวลออกไป 4.00 เซนติเมตร

ซึ่งพบว่า ค่า d = 11.04 เซนติเมตร เป็นตำแหน่งที่อยู่ระหว่างรูเจาะที่ 3 และ 4 โดยอยู่ใกล้กับตำแหน่งรูเจาะที่ 3 มากกว่ารูเจาะที่ 4 แนวโน้มของค่า T จึงต่ำสุด ณ ตำแหน่งรูเจาะที่ 3 ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับการทดลอง

สถาบันวิทยบริการ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างตารางบันทึกผลการทดลอง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตัวอย่างตารางบันทึกผลการทดลองการหาค่าโมเมนต์ความเฉื่อยรอบจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุ (ยกตัวอย่างเฉพาะแผ่นบางรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า)

ตำแหน่งที่	ระยะ d (เมตร)	ครั้งที่	จำนวนรอบการแกว่ง (รอบ)	เวลาที่ใช้ (วินาที)	คาบ (วินาที)	คาบเฉลี่ย (วินาที)	ค่า $I_{Z_{CM}}$ จากการทดลอง (กิโลกรัม·เมตร^2)	ค่า $I_{Z_{CM}}$ จากสูตรทางทฤษฎี (กิโลกรัม·เมตร^2)	Error (%)
1	.....	1	20	.....	.....	.....	.....	.....	.....
		2	20	.....	.....				
		3	20	.....	.....				
		4	20	.....	.....				
		5	20	.....	.....				
2	.....	1	20	.....	.....	.....	.....	.....	.....
		2	20	.....	.....				
		3	20	.....	.....				
		4	20	.....	.....				
		5	20	.....	.....				

ตัวอย่างตารางบันทึกผลการทดลองการหาค่าโมเมนต์ความเฉื่อยรอบจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุ (ยกตัวอย่างเฉพาะแผ่นบางรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า) (ต่อ)

ตำแหน่งที่	ระยะ d (เมตร)	ครั้งที่	จำนวนรอบการแกว่ง (รอบ)	เวลาที่ใช้ (วินาที)	คาบ (วินาที)	คาบเฉลี่ย (วินาที)	ค่า $I_{Z_{CM}}$ จากการทดลอง (กิโลกรัม·เมตร^2)	ค่า $I_{Z_{CM}}$ จากสูตรทางทฤษฎี (กิโลกรัม·เมตร^2)	Error (%)
3	.....	1	20	.....	.....	.....	.....	.....	.....
		2	20	.....	.....				
		3	20	.....	.....				
		4	20	.....	.....				
		5	20	.....	.....				
4	.....	1	20	.....	.....	.....	.....	.....	.....
		2	20	.....	.....				
		3	20	.....	.....				
		4	20	.....	.....				
		5	20	.....	.....				

ตัวอย่างตารางบันทึกผลการทดลองการหาค่าโมเมนต์ความเฉื่อยรอบจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุ (ยกตัวอย่างเฉพาะแผ่นบางรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า) (ต่อ)

ตำแหน่งที่	ระยะ d (เมตร)	ครั้งที่	จำนวนรอบการแกว่ง (รอบ)	เวลาที่ใช้ (วินาที)	คาบ (วินาที)	คาบเฉลี่ย (วินาที)	ค่า $I_{Z_{CM}}$ จากการทดลอง (กิโลกรัม·เมตร^2)	ค่า $I_{Z_{CM}}$ จากสูตรทางทฤษฎี (กิโลกรัม·เมตร^2)	Error (%)
5	.....	1	20	.....	.....	.....	.....	.....	.....
		2	20	.....	.....				
		3	20	.....	.....				
		4	20	.....	.....				
		5	20	.....	.....				

ตัวอย่างตารางบันทึกผลแสดงคาบเฉลี่ยที่เกิดจากการแกว่งที่ตำแหน่งที่ทำให้โมเมนต์ความเฉื่อยมีค่าเป็นสองเท่าของโมเมนต์ความเฉื่อยรอบจุดศูนย์กลางมวล เทียบกับคาบเฉลี่ยที่เกิดจากการแทนค่าวิกฤตลงในสมการพหุนาม (ยกตัวอย่างเฉพาะแผ่นบางรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า)

รูปทรง	ระยะ d_T (เมตร)	ครั้งที่	จำนวนรอบ (รอบ)	เวลา (วินาที)	คาบ (วินาที)	คาบเฉลี่ย $[T_{MIN\text{-}THEORY}]$ (วินาที)	ระยะ d_C (เมตร)	สมการความสัมพันธ์ของ T_{AV} กับ d_C	คาบเฉลี่ย $[T_{MIN\text{-}CRISIS}]$ (วินาที)	ความแตกต่างระหว่าง $[T_{MIN\text{-}CRISIS}]$ กับ $[T_{MIN\text{-}THEORY}]$ (วินาที)
สี่เหลี่ยมผืนผ้า	0.1443	1	20	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
		2	20	.....	.....					
		3	20	.....	.....					
		4	20	.....	.....					
		5	20	.....	.....					