

## ปฏิบัติการประจำห้อง F10308 : การวัดแกว่งของลูกตุ้มฟิสิกัล

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาค่าอัตราเร่งโน้มถ่วง  $g$  ที่ มทส. และรัศมีไจเรชันของไม้บรรทัดรอบแกนหมุนที่ผ่านจุดศูนย์กลางมวลและตั้งฉากกับระนาบไม้บรรทัด โดยใช้การวัดแกว่ง รูปที่ 1 แสดงอุปกรณ์ในการทดลองนี้



รูปที่ 1 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองนี้

เมื่อนักศึกษาทำการทดลองนี้เสร็จแล้วนักศึกษาจะสามารถ

1. วัดค่าคาบการวัดแกว่งพร้อมระบุค่าความคลาดเคลื่อนได้
2. นำผลการทดลองมาลงจุดบนกราฟสเกลปกติได้
3. หาค่าของ  $g$  และรัศมีไจเรชันยกกำลังสองรอบแกนหมุนที่ผ่านจุดศูนย์กลางมวลและตั้งฉากกับระนาบของไม้บรรทัด พร้อมระบุค่าความคลาดเคลื่อน จากการวิเคราะห์กราฟได้

เราทราบว่า ค่าคาบการวัดแกว่งของลูกตุ้มฟิสิกัลเป็นไปตามสมการต่อไปนี้

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I_{CM} + Mx^2}{Mgx}}$$

โดยที่  $M$  คือมวลของไม้บรรทัด  $I_{CM}$  คือค่าโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกนที่ผ่านจุดศูนย์กลางมวลและขนานกับแกนวัดแกว่ง ซึ่งมีค่าเท่าเดิมตลอดการทดลอง กล่าวคือเราเขียนได้ว่า  $I_{CM} \equiv Mk^2$ ,  $k$  คือรัศมีไจเรชันของไม้บรรทัดรอบแกนหมุนนี้,  $x$  คือระยะระหว่างจุดหมุนถึงจุดศูนย์กลางมวล เราสามารถวัดค่าคาบ  $T$  ของการวัดแกว่งซึ่งเปลี่ยนไปกับระยะ  $x$  ได้โดยตรง

เมื่อเราแทนค่า  $I_{CM} = Mk^2$  ลงไป แล้วจัดรูปสมการด้านบนใหม่ เราจะได้ว่า

$$x^2 = \frac{g}{4\pi^2} (T^2 x) - k^2$$

ความคลาดเคลื่อนของ  $T^2x$  หาได้จากสมการ

$$\frac{\delta(T^2x)}{T^2x} = \sqrt{\left(\frac{\delta T^2}{T^2}\right)^2 + \left(\frac{\delta x}{x}\right)^2}$$

$$\frac{\delta(T^2x)}{T^2x} = \sqrt{\left(\frac{2T\delta T}{T^2}\right)^2 + \left(\frac{\delta x}{x}\right)^2}$$

$$\frac{\delta(T^2x)}{T^2x} = \sqrt{\left(\frac{2\delta T}{T}\right)^2 + \left(\frac{\delta x}{x}\right)^2}$$

และความคลาดเคลื่อนของ  $x^2$  หาได้จาก

$$\delta(x^2) = 2x\delta x$$

โดย  $\delta T$  กับ  $\delta x$  คือ ความคลาดเคลื่อน  $T$  กับ  $x$  ตามลำดับ

ใบบันทึกผลการทดลองประจำห้อง F10308 : การหาอัตราเร่งโน้มถ่วงและรัศมีไจเรชันจากการวัดแกว่ง

ชื่อ \_\_\_\_\_ รหัสนักศึกษา \_\_\_\_\_

การทำนายค่ารัศมีไจเรชันของไม้บรรทัด (2)

วัดมวลรวมของไม้บรรทัดได้  $M \pm \delta M =$  \_\_\_\_\_

ตามทฤษฎีค่ารัศมีไจเรชันยกกำลังสองของไม้บรรทัดมีค่าเท่ากับ  $k^2 = \frac{1}{12}L^2$  โดย  $L$  คือความยาวของไม้บรรทัด

วัดความยาวของไม้บรรทัดได้  $L \pm \delta L =$  \_\_\_\_\_

ความคลาดเคลื่อนของรัศมีไจเรชันยกกำลังสองเท่ากับ  $\delta k^2 = \frac{1}{12}\delta L^2 = \frac{1}{6}L\delta L =$  \_\_\_\_\_

ดังนั้น สรุปเราทำนายว่า ค่ารัศมีไจเรชันยกกำลังสองของไม้บรรทัดนี้มีค่าเท่ากับ

$k_{\text{predicted}}^2 \pm \delta k_{\text{predicted}}^2 =$  \_\_\_\_\_

ตารางบันทึกผลการทดลอง [(2+2) ให้ระบุหน่วยในวงเล็บ]

$x$ ( ) Reading error = _____	$5T$ ( ) Reading error = _____			$5\bar{T}$ ( )	SD ของ $5\bar{T}$ ( )	$\delta(5\bar{T})$ ( ) These are random errors

$\bar{T}$ ( )	$\delta\bar{T}$ ( )	$x^2$ ( )	$\delta(x^2)$ ( )	$T^2x$ ( )	$\delta(T^2x)$ ( )

การวิเคราะห์ผลด้วยการพล็อตกราฟ (2+2)

จากกราฟที่พล็อตระหว่าง  $x^2$  กับ  $T^2x$

เราหาความชันได้เท่ากับ  $\text{slope} \pm \delta(\text{slope}) =$  \_\_\_\_\_

และจุดตัดแกนตั้งมีค่าเท่ากับ  $y\text{-intercept} \pm \delta(y\text{-intercept}) =$  \_\_\_\_\_

เมื่อเทียบกับกราฟ  $x^2$  กับ  $T^2x$  ที่เราพล็อตกับสมการ  $x^2 = \frac{g}{4\pi^2}(T^2x) - k^2$  เราจะได้ว่า

อัตราเร่งโน้มถ่วงมีค่าเท่ากับ  $g \pm \delta g =$  \_\_\_\_\_

หมายเหตุ  $\delta g = 4\pi^2\delta(\text{slope})$

รัศมีไจเรชันยกกำลังสอง มีค่าเท่ากับ  $k^2 \pm \delta k^2 =$  \_\_\_\_\_

อภิปรายผล (2)

เมื่อเปรียบเทียบค่าระหว่าง  $k^2_{\text{predicted}} \pm \delta k^2_{\text{predicted}}$  กับ  $k^2 \pm \delta k^2$  แล้วได้ค่า t-score = \_\_\_\_\_

แสดงว่า \_\_\_\_\_

ที่เป็นเช่นนี้อาจเกิดจาก \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

สรุปผลการเรียนรู้ของตนเอง (2)

สิ่งที่ได้เรียนรู้จากการทำการทดลองนี้คือ \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_