

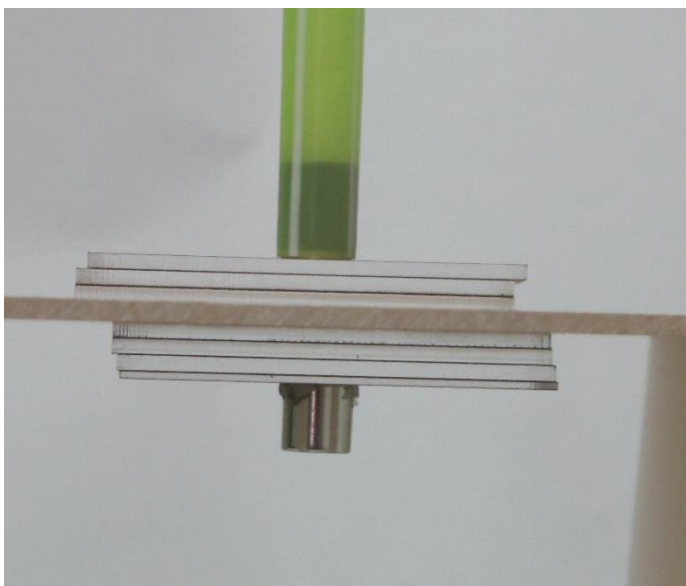
Solution : การศึกษาสมบัติของแม่เหล็กนีโอติเมียม

ตอนที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงแม่เหล็กกับระยะห่างระหว่างแม่เหล็กสองก้อน

[11.5 คะแนน]

F ขึ้นกับระยะห่างระหว่างแม่เหล็กตามสมการ $F = br^n$ โดยที่ b คือค่าคงตัวการแปรผัน เราจะวัด F และ r เพื่อเขียนกราฟ

ถ้าจัดอุปกรณ์ดังรูป



แล้วค่อยๆ เพิ่มแผ่นอะคริลิกหรือแผ่นกระดาษเข้าไปที่ใต้ฐาน จนกระทั่งแม่เหล็กด้านล่างหลุดพอดี น้ำหนักของแม่เหล็กและแผ่นอะคริลิกและแผ่นกระดาษที่อยู่ใต้ฐานทั้งหมดจะเท่ากับขนาดของแรงแม่เหล็กพอดี (ดังนั้น การที่เราทราบมวลของวัสดุทุกอย่างที่อยู่ใต้ฐาน M ก็จะสามารถคำนวณขนาดของแรงได้) ส่วนระยะห่างระหว่างแม่เหล็กก็จะหาได้จากความหนาของอุปกรณ์ทุกชิ้นที่อยู่ระหว่างแม่เหล็กทั้งสองก้อนรวมถึงระยะจากขอบแม่เหล็กไปยังจุดศูนย์กลางของแม่เหล็กด้วย

กำหนดให้ $F = Mg$ ดังนั้น $Mg = br^n$ หรือเขียนได้เป็น

$$\log M = \log b - \log g + n \log r$$

ในการทดลองนี้ เราจะวัด M ระยะ r ต่างๆ แล้วเขียนกราฟระหว่าง $\log M$ กับ $\log r$ เพื่อนำค่าความชันไปคำนวณค่า n โดยเริ่มต้นจากการที่ไม่มีแผ่นอะคริลิกบนฐานเลย เพิ่มจำนวนแผ่นอะคริลิกและกระดาษด้านล่างจนแม่เหล็กหลุดพอดี บันทึกข้อมูล แล้วทำซ้ำด้วยการเพิ่มแผ่นอะคริลิกด้านบนไปเรื่อยๆ ซึ่งจะได้ข้อมูลดังตาราง



ตารางบันทึกผลการทดลอง และตารางวิเคราะห์ผลการทดลอง

จำนวน แผ่น ด้านบน	จำนวน อะคริลิก ด้านล่าง	จำนวน กระดาษ ด้านล่าง	r mm	Δr mm	M (กรัม)	ΔM (กรัม)	$\log r$	$\log M$	$\Delta \log r$	$\Delta \log M$
0	5	5	26.05	0.34	63.8	0.65	1.42	1.80	0.013	0.010
1	4	8	26.68	0.37	56.3	0.58	1.43	1.75	0.014	0.010
2	4	2	27.72	0.34	51.6	0.52	1.44	1.71	0.012	0.010
3	3	6	28.56	0.38	44.9	0.46	1.46	1.65	0.013	0.010
4	3	1	29.81	0.36	41.1	0.41	1.47	1.61	0.012	0.010
5	2	5	30.65	0.40	34.4	0.35	1.49	1.54	0.013	0.010
6	1	9	31.49	0.44	27.6	0.29	1.50	1.44	0.014	0.010
7	1	6	33.16	0.44	25.3	0.26	1.52	1.40	0.013	0.010
8	1	1	34.41	0.42	21.5	0.21	1.54	1.33	0.012	0.010
9	0	8	35.88	0.49	17.1	0.18	1.55	1.23	0.014	0.011
10	0	5	37.55	0.49	14.8	0.15	1.57	1.17	0.013	0.010
11	0	3	39.43	0.50	13.2	0.13	1.60	1.12	0.013	0.010
12	0	0	41.10	0.50	10.9	0.10	1.61	1.04	0.012	0.009

หมายเหตุ M (กรัม) = มวลอะคริลิกใต้ฐาน + มวลกระดาษใต้ฐาน + มวลแม่เหล็ก

r = ความหนาของอะคริลิกใต้ฐาน + ความหนากระดาษใต้ฐาน + ความหนาของแผ่นอะคริลิกบาง + ระยะทางจากขอบไปยังกลางแม่เหล็กทั้งสองก้อน + ความหนาของอะคริลิกเหนือฐาน

การคำนวณค่าคลาดเคลื่อน

$$\Delta \log M = \frac{1}{M} \Delta M \qquad \Delta \log r = \frac{1}{r} \Delta r$$



ข้อมูลอื่นๆที่วัด

ความหนาของแผ่นฐาน 2.50 ± 0.02 mm (วัดโดยใช้เวอร์เนีย)

ความหนาเฉลี่ยของแผ่นอะคริลิก 2.30 ± 0.03 mm (วัดโดยใช้เวอร์เนีย และต้องมีความหนาของแต่ละแผ่นประกอบด้วย)

ความหนาเฉลี่ยของแผ่นอะคริลิกบางที่ติดกับแม่เหล็ก 1.00 ± 0.02 mm (วัดโดยใช้เวอร์เนีย)

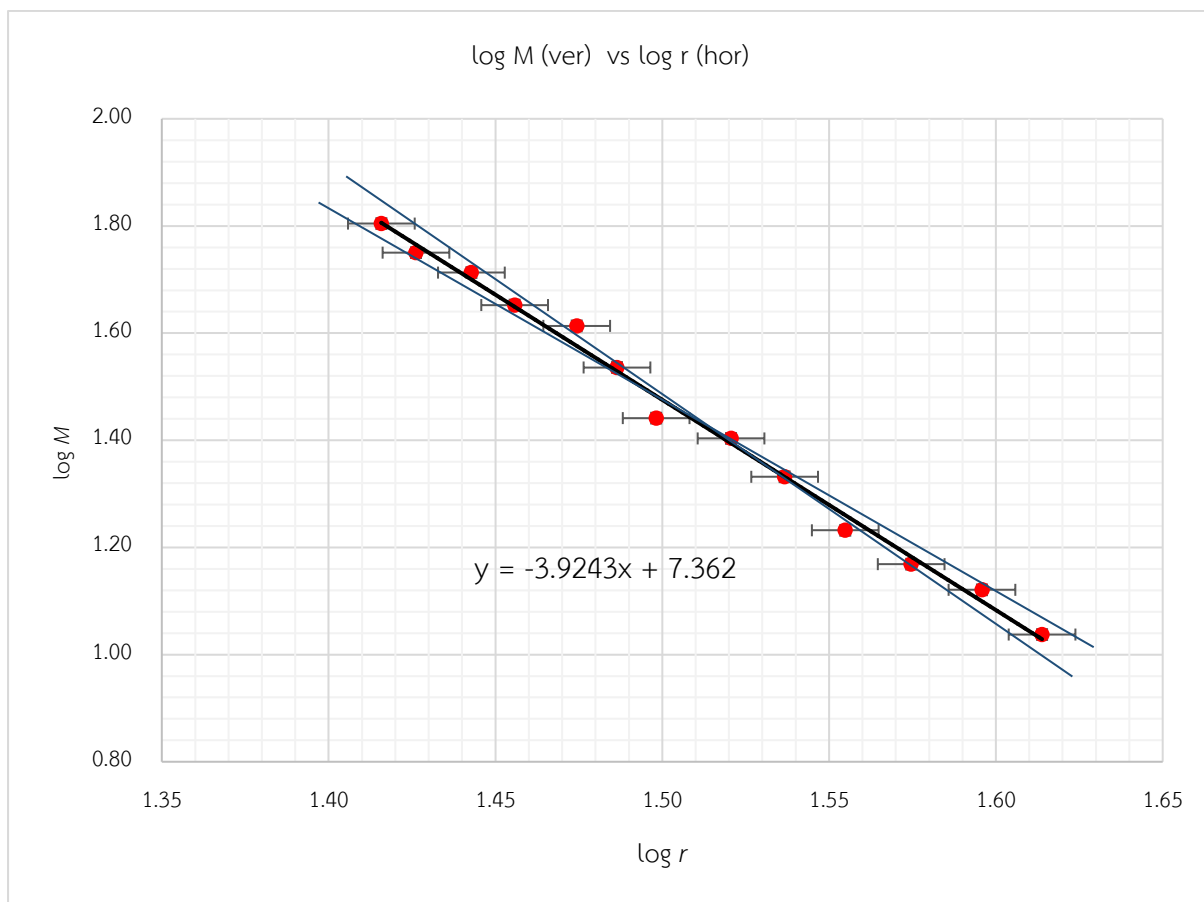
ความหนาเฉลี่ยของแผ่นกระดาษ 0.21 ± 0.01 mm (โจทย์กำหนดให้)

มวลของแผ่นกระดาษ 0.57 ± 0.01 g (โจทย์กำหนดให้)

มวลของแผ่นอะคริลิก 9.8 ± 0.1 g (โจทย์กำหนดให้)

มวลรวมของแผ่นอะคริลิกและแม่เหล็กเท่ากับ 10.9 ± 0.1 g (โจทย์กำหนดให้)

วิเคราะห์ผลการทดลอง



ได้ความชัน $= n = -3.9 \pm 0.3$



ตอนที่ 2 แรงแม่เหล็กที่ต้านการเคลื่อนที่ (Magnetic Braking)

[8.5 คะแนน]

หลักฟิสิกส์ ต้องรู้ว่าจะวัดขนาดของแรงต้านจากน้ำหนักของหลอดพร้อมแม่เหล็ก
รู้ว่าจะจับเวลาเพื่อหาอัตราเร็ว และรู้ว่าเป็นอัตราเร็วสุดท้าย
รู้ว่าจะสามารถเปลี่ยนน้ำหนักได้ด้วยการเติมลูกปัด

ในขณะที่ก้อนแม่เหล็กเคลื่อนที่ในท่ออะลูมิเนียม ขนาดแรงต้าน (f) ขึ้นกับที่อัตราเร็ว (v) ตาม $f = kv$

โจทย์กำหนดว่าเป็นอัตราเร็วสุดท้าย ดังนั้น แรงลัพธ์ที่กระทำต่อหลอดแม่เหล็กเท่ากับศูนย์ แสดงว่า

$$f = mg$$

โดยที่ m คือมวลของหลอดพร้อมแม่เหล็ก (และลูกปัด) ส่วนอัตราเร็ว $v = \frac{s}{t}$ โดยที่ s คือความยาวของท่อ

และ t คือเวลาที่หลอดแม่เหล็กใช้ในการเคลื่อนที่ผ่านท่อ ดังนั้น $mg = k \frac{s}{t}$

หรือ
$$t = \frac{ks}{g} \left(\frac{1}{m} \right)$$

ดังนั้น เราจะทำการทดลองเปลี่ยนค่า m และวัดเวลาการเคลื่อนที่ t แล้วเขียนกราฟระหว่าง t และ $\frac{1}{m}$ เพื่อนำความชันไปคำนวณค่า k

หมายเหตุ สามารถเขียนกราฟปริมาณอื่นๆ ที่เทียบเท่าได้ เช่น $\frac{1}{t}$ กับ m หรือ $\frac{1}{t}$ กับ n (จำนวนลูกปัด)

ผลการทดลอง

จำนวน ลูกปัด	m (กรัม)	Δm	t ครั้งที่ 1 (s)	t ครั้งที่ 2 (s)	$\frac{1}{m}$ (g^{-1})	t_{avg} s	$\Delta \frac{1}{m}$	Δt
0	7.60	0.05	3.75	3.89	0.132	3.82	0.0009	0.070
2	8.54	0.09	3.36	3.58	0.117	3.47	0.0012	0.110
4	9.48	0.13	3.11	3.00	0.105	3.06	0.0014	0.055
6	10.42	0.17	2.93	2.82	0.096	2.88	0.0016	0.055
8	11.36	0.21	2.64	2.65	0.088	2.65	0.0016	0.005
10	12.30	0.25	2.60	2.46	0.081	2.53	0.0017	0.070
12	13.24	0.29	2.38	2.38	0.076	2.38	0.0017	0.000
14	14.18	0.33	2.22	2.13	0.071	2.18	0.0016	0.045
16	15.12	0.37	2.06	2.07	0.066	2.07	0.0016	0.005
18	16.06	0.41	1.85	1.96	0.062	1.91	0.0016	0.055
20	17.00	0.45	1.88	1.80	0.059	1.84	0.0016	0.040

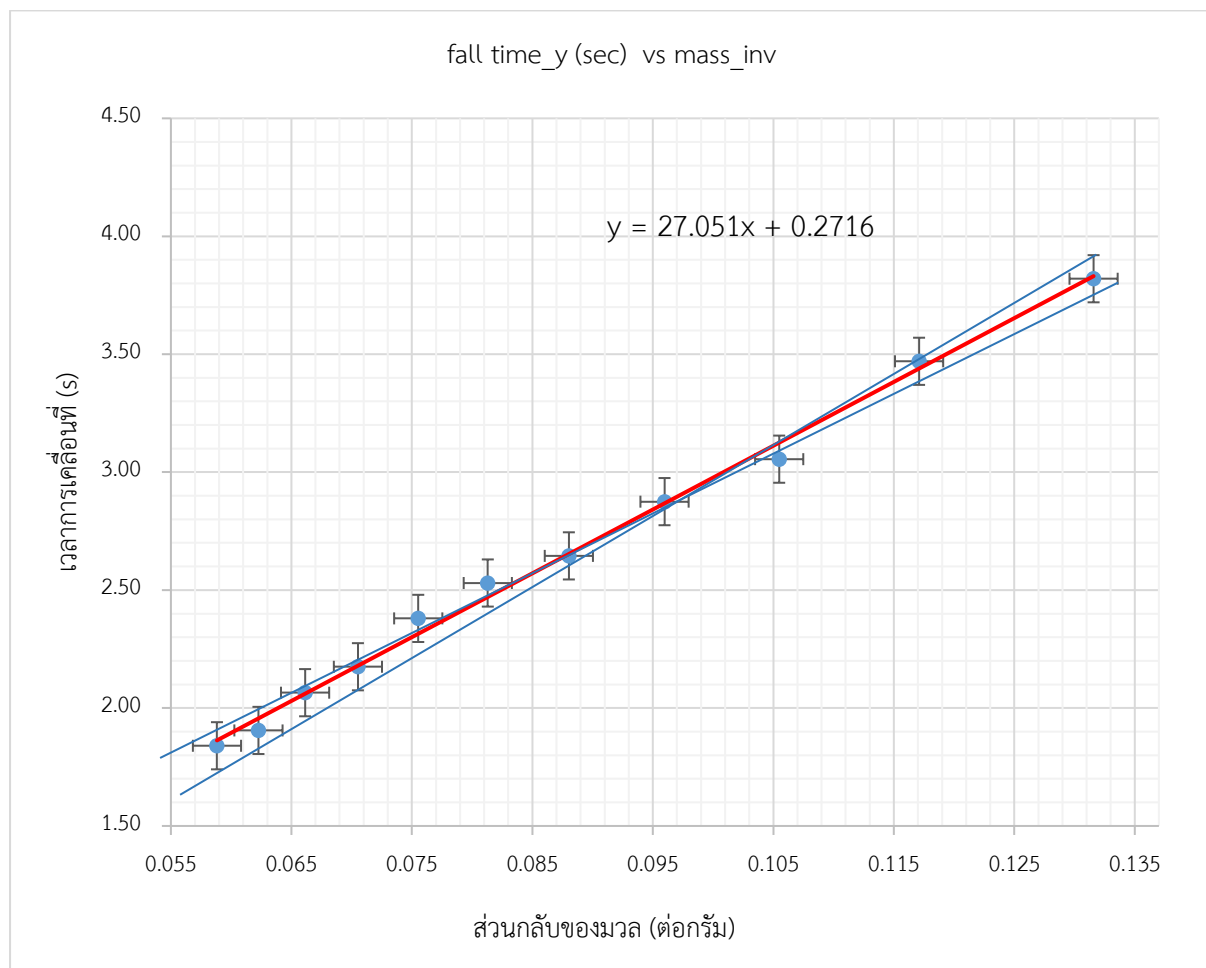


ข้อมูล

ก้อนแม่เหล็กและหลอดมีมวลรวม 7.60 ± 0.05 g (โจทย์กำหนดให้) ความยาวท่อ 1.01 ± 0.01 m

เม็ดลูกปัดพลาสติก แต่ละเม็ดมีมวล 0.47 ± 0.02 g (โจทย์กำหนดให้)

ความยาวท่อ 1.01 ± 0.01 m (วัดโดยใช้สายวัด)



ได้ความชันเท่ากับ 27.05 ความชันมากที่สุดเท่ากับ 29.50 ความชันน้อยสุดเท่ากับ 25.29

ทำให้ได้ความชัน 27 ± 2 g · s

$$\text{และได้ } k = 0.265 \pm 0.024 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \text{ หรือ } k = 0.27 \pm 0.02 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$
