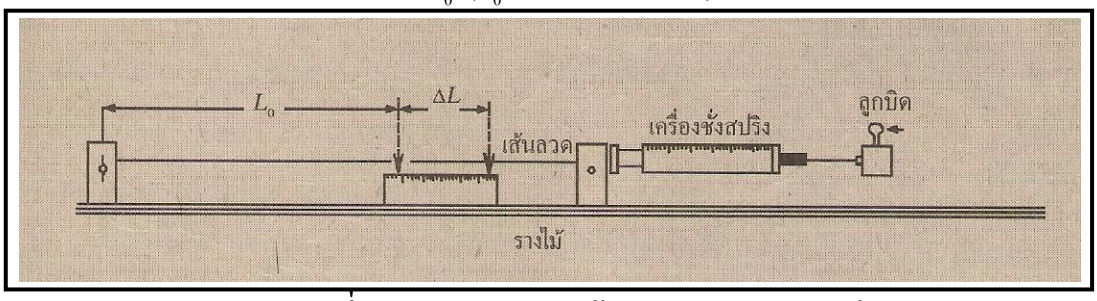
การทดลองที่ 1 ความเค้นตามยาวและความเครียดตามยาว

จุดประสงค์ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียดตามยาว ของวัสดุชนิดต่างๆ

วัสดุอุปกรณ์

รายการ	จำนวนต่อกลุ่ม (5 คน)
1.รางไม้	1 ราง
2. เครื่องชั่งสปริงขนาด 0 - 100 นิวตัน	1 อัน
3. เส้นลวดขนาดต่างกัน	2 เส้น
4. เส้นเอ็นไนลอน	1 เส้น
5. ชุดประกอบรางไม้สำหรับทดลองเรื่องความเค้น และความเครียด	1 ชุด

วิธีทดลอง 1. นำลวดสายกีตาร์สาย 1 (สาย E หรือสาย Mi) ประกอบเข้ากับชุดทดลอง ดังรูป ที่ 1 ขันลูกบิดให้เส้นลวดตึงเล็กน้อย แล้ววางเข็มชี้หรือทำขีดเครื่องหมายบนเส้นลวดให้ตรงกับขีด 0 ของสเกลวัดความยาวที่วางไว้ใต้เส้นลวด วัดความยาวของเส้นลวดเป็นค่า L_0 ($L_0 \sim 70$ เซนติเมตร)



รูปที่ 1 ชุดทดลองความเค้นตามยาวและความเครียดตามยาว

2. เริ่มทดลองโดยขันลูกบิดให้แรงที่ดึงเส้นลวดเพิ่มขึ้นครั้งละ 10 นิวตัน ประมาณ 5 – 6 ครั้ง บันทึกความยาวที่เส้นลวดยืดออกในแต่ละครั้งเป็น ΔL_1 จากนั้น คลายลูกบิดให้แรงดึงเส้นลวดลดลงครั้งละ 10 นิวตัน จนถึงตำแหน่งเดิม บันทึกความยาวที่เส้นลวดหดตัวในแต่ละครั้ง เป็น ΔL_1 หาความยาวที่ยืดเฉลี่ยในแต่ละครั้งของเส้นลวด

$$\Delta L = \frac{\Delta L_1 + \Delta L_2}{2}$$

3. คำนวณหาความเค้นและความเครียดตามยาวของเส้นลวด ในกรณีของแรงแต่ละค่า

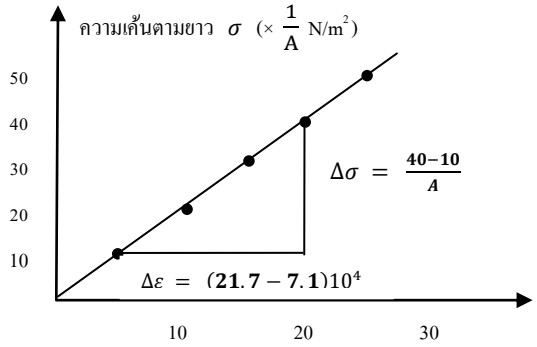
4. ทำการทดลองซ้ำโดยใช้เส้นลวดที่ 2 และสายเอ็นไนลอน
5. เขียนกราฟระหว่างความเค้น และความเครียดตามยาว ของเส้นลวดทั้งสองและสายเอ็นไนลอน

<u>ตารางบันทึกผล</u>

เส้นลวด	ความยาวเริ่มต้นของเส้นลวด L_0 (m)	แรงที่ใช้ดึง F (N)	ความยาวของเส้นลวดที่เปลี่ยนไป ($\times 10^{-3}$ m)			ความเค้นตามยาว $\sigma = \frac{F}{A}$ (N/m^2)	ความเครียดตามยาว $\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$ ($\times 10^{-4}$)
			ΔL_1	ΔL_2	ΔL_3		
เส้นที่ 1	0.6	0	0	0	0	0	0
		10	0.3	0.5	0.4	10/A	6.67
		20	0.6	0.8	0.7	20/A	11.67
		30	0.9	1.1	1.0	30/A	16.67
		40	1.2	1.4	1.3	40/A	21.67
		50	1.5	1.6	1.6	50/A	26.67
เส้นที่ 2	0.6	0	0	0	0	0	0
		10	0.2	0.3	0.25	10/A	4.17
		20	0.5	0.6	0.55	20/A	9.17
		30	0.9	0.9	0.9	30/A	15.0
		40	1.2	1.3	1.25	40/A	20.83
		50	1.6	1.6	1.6	50/A	26.67
เส้นที่ 3	0.6	0	0	0	0	0	0
		5	5.4	5.8	5.6	5/A	93.33
		10	11.01	11.4	11.2	10/A	186.67
		15	16.8	16.8	16.8	15/A	280.0

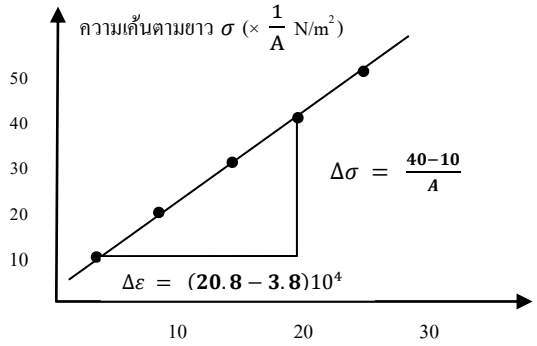
เขียนกราฟ

<u>กราฟที่ 1</u> แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นตามยาวและความเครียดตามยาวของลวดเส้นที่ 1



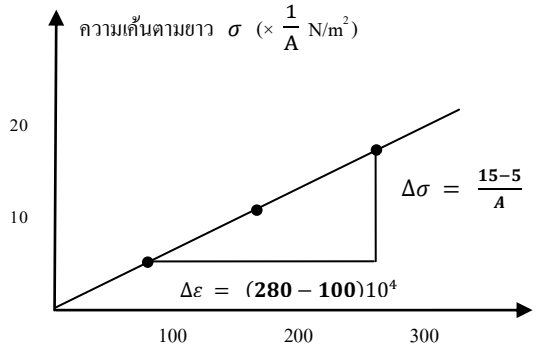
$$\text{slope} = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon} = \frac{2.05\times10^4}{A} \text{ N/m}^2$$

<u>กราฟที่ 2</u> แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นตามยาวและความเครียดตามยาวของลวดเส้นที่ 2



$$\text{slope} = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon} = \frac{1.76\times10^4}{A} \text{ N/m}^2$$

<u>กราฟที่ 3</u> แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นตามยาวและความเครียดตามยาวของเอ็นไนลอน



$$\text{slope} = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon} = \frac{0.055\times10^4}{A}$$

<u>วิเคราะห์ข้อมูล</u>

จากการทดลอง

1. เมื่อออกแรงดึงเส้นลวดและเส้นเอ็นในลอนจะพบว่าเส้นลวดและเส้นเอ็นไนลอนมีความยาวเพิ่มขึ้น แสดงว่าทั้งเส้นลวดและเส้นเอ็นไนลอนมีสภาพยืดหยุ่น

2. เมื่อปล่อยให้เส้นลวดและเส้นเอ็นไนลอนหดตัวกลับ ถ้าความยาวของเส้นลวดและเส้นเอ็นไนลอนเท่าเดิม แสดงว่าการยืดออกและการหดของเส้นเอ็นไนลอนที่ทำการทดลองอยู่ภายในขีดจำกัดสภาพยืดหยุ่น

3. กราฟระหว่างความเค้นตามยาวและความเครียดตามยาว ของลวดแต่ละเส้นเป็นเส้นตรงแสดงว่าวัตถุทุกชนิดภายในขีดจำกัดการแปรผันตรง ความเค้นตามยาวจะแปรผันตรงกับความเครียดตามยาว

4. อัตราส่วนระหว่างความเค้นตามยาวและความเครียดตามยาวมีค่าคงตัวสำหรับวัสดุชนิดหนึ่ง ๆ ค่าคงตัวนี้เรียกว่า มอดูลัสของยัง (Y)

ดังนั้น มอดูลัสของยัง $= \frac{\text{ความเค้นตามยาว}}{\text{ความเครียดตามยาว}}$

หรือ $Y = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{F/A}{\Delta L/L_0}$

5. เราอาจหา มอดูลัสของยังจากความชันของกราฟระหว่างความเค้นตามยาวและความเครียดตามยาวภายในขีดจำกัดการแปรผันตรง

<u>สรุปผลการทดลอง</u>

เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุ วัตถุมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง ดังนั้นความเค้นที่เกิดขึ้นบนวัตถุจึงมีหลายแบบ อัตราส่วนระหว่างความเค้นกับความเครียดแต่ละแบบของวัสดุหนึ่ง ๆ มีค่าคงตัว เรียกว่า มอดูลัสสภาพยืดหยุ่น วัสดุเดียวกันมีความเค้นทำให้เกิดรูปร่างเปลี่ยนแปลงต่างกัน มอดูลัสสภาพยืดหยุ่นมีค่าต่างกันด้วย

<u>คำถามท้ายการทดลองที่ 1</u>

1. กราฟที่ได้ทั้งสามเส้น มีลักษณะอย่างไร

เป็นเส้นตรงที่มีความชัน โดยเอียงไปทางด้านขวา

2. ความเค้นและความเครียดตามยาวของวัสดุมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

ความเค้นแปรผันตรงกับความเครียด

การทดลองที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างความดัน ความลึก และความหนาแน่นของของเหลว

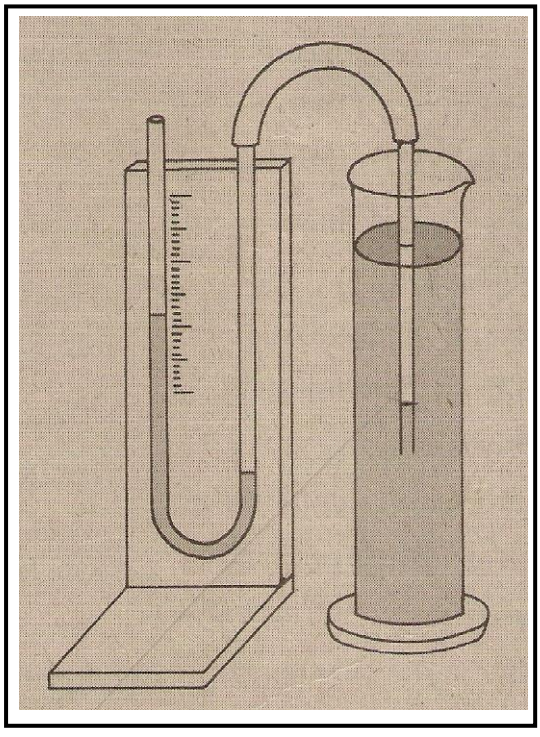
ตอนที่ 1

จุดประสงค์ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความดันกับความลึกในของเหลวเมื่อความหนาแน่นของของเหลวมีค่าคงตัว

วัสดุอุปกรณ์

รายการ	จำนวนต่อกลุ่ม (5 คน)
1. แมนอมิเตอร์แบบหลอดแก้วรูปตัวยู	1 เครื่อง
2. หลอดแก้วปลายเปิดสำหรับวัดความดัน	1 อัน
3. สายยางยาวประมาณ 50 เซนติเมตร	1 เส้น
4. กระบอกตวงขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร	1 อัน
5. ไม้บรรทัด	1 อัน
6. น้ำ น้ำเกลือ กลีเซอรีน	

วิธีทดลอง



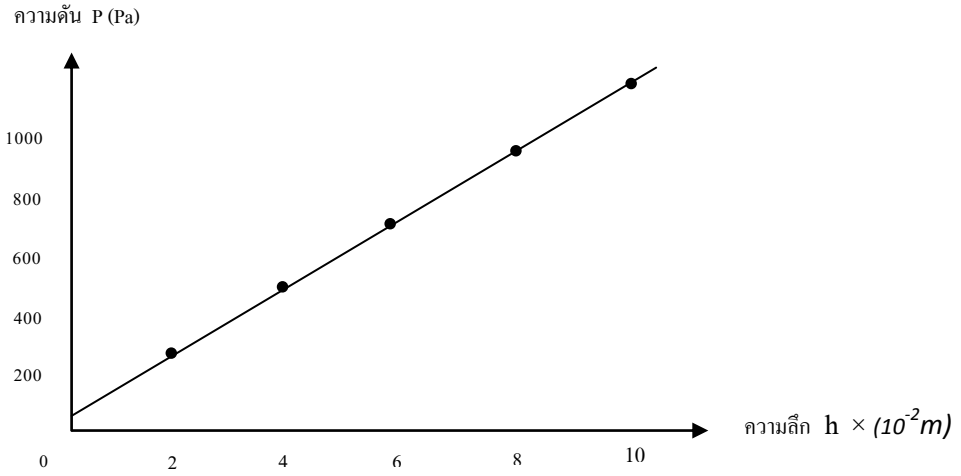
รูปที่ 2 การใช้แมนอมิเตอร์วัดความดันในของเหลว

1. จุ่มหลอดแก้ววัดความดันของแมนอมิเตอร์ ลงในกระบอกตวงที่มีน้ำบรรจุอยู่จนเกือบเต็ม ดังรูปที่ 2 เลื่อนหลอดแก้วจนกระทั่งระดับน้ำในหลอดแก้วมีความลึก h จากผิวน้ำในกระบอกตวง 2 เซนติเมตร บันทึกความดันจากแมนอมิเตอร์
2. เปลี่ยนความลึกจากผิวน้ำ h ให้มีค่าต่าง ๆ บันทึกความดันของน้ำที่ระดับความลึกต่าง ๆ จากแมนอมิเตอร์ นำข้อมูลที่ได้มาเขียนกราฟระหว่างความดัน P กับความลึก h ในของเหลว

ตารางบันทึกผล

ความลึก h (m)	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10
ความดัน P (N/m^2)	280	480	680	870	1,080

เขียนกราฟ กราฟระหว่างความดันและความหนาแน่นของของเหลว



ตอนที่ 2

จุดประสงค์ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความดันกับความหนาแน่นของของเหลวเมื่อความลึกคงตัว

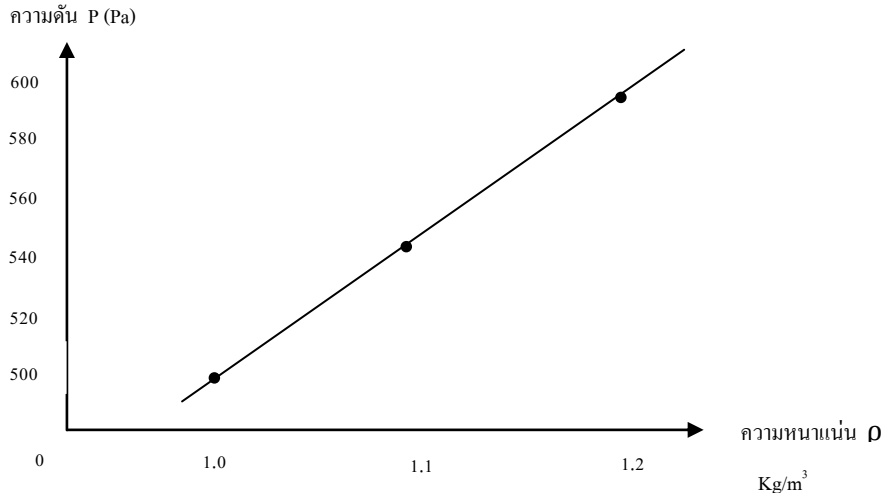
วิธีทดลอง นำของเหลวที่รู้ความหนาแน่นมาสามชนิด เช่น น้ำ น้ำเกลือ และ กลีเซอรีน ใส่ลงในกระบอกตวงสามใบ ใช้แมนอมิเตอร์วัดความดัน P ของของเหลวแต่ละชนิดที่ระดับความลึก h เท่ากับ 5 เซนติเมตร บันทึกความดันที่อ่านได้ เขียนกราฟระหว่างความดัน P และความหนาแน่น ρ

ตารางบันทึกผล

ของเหลว	ความหนาแน่น (kg/m^3)	ความหนาแน่น P (N/m^2)
น้ำ	1.0×10^3	500
น้ำเกลือ	1.10×10^3	540
กลีเซอรีน	1.20×10^3	590

เขียนกราฟ

กราฟระหว่างความดันและความหนาแน่นของของเหลว



วิเคราะห์ข้อมูล

1. เมื่อจุ่มหลอดแก้วสำหรับวัดความดันลงในกระบอกตวง ของเหลวในกระบอกตวงจะดันอากาศในหลอดแก้ว แรงดันนี้จะส่งผ่านอากาศในสายยางไปจนถึงแมนอมิเตอร์ ทำให้ของเหลวในหลอดแก้วรูปตัวยูของแมนอมิเตอร์มีระดับต่างกัน

2. ขณะที่ของเหลวในหลอดแก้ววัดความดันและของเหลวในหลอดแก้วรูปตัวยูหยุดนิ่งความดันในของเหลวในกระบอกตวงอยู่ระดับเดียวกับของเหลวในหลอดแก้ววัดความดัน ดังรูปที่ 2 จะด่านได้จากแมนอมิเตอร์

สรุปผลการทดลอง

1. จากการทดลองตอนที่ 1 กราฟระหว่างความดัน P กับความลึก h เป็นเส้นตรง แสดงว่า ความดันในของเหลวแปรผันตรงกับความลึก

2. จากการทดลองตอนที่ 2 กราฟระหว่างความดัน P กับความหนาแน่น ρ เป็นเส้นตรง แสดงว่า ที่ระดับความลึกค่าหนึ่ง ความดันแปรผันตรงกับความหนาแน่นของของเหลว

คำถามท้ายการทดลองที่ 2

1. กราฟที่ได้จากตอนที่ 1 สรุปความสัมพันธ์ระหว่างความดัน P กับความลึก h ของของเหลวได้หรือไม่

$$\text{จากความชันของกราฟคงตัว} = \frac{\Delta P}{\Delta h} = \rho g = 10^4\ N/m^3$$

$$\text{ดังนั้น หาความหนาแน่นจากการทดลองได้ } (\rho) = \frac{10^4}{9.8}$$

$$= 10^3\ kg/m^3$$

การทดลองตอนที่ 1 ของเหลวที่ใช้คือน้ำมีความหนาแน่นเท่ากับ 10^3 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

2. กราฟที่ได้จากตอนที่ 2 สรุปความสัมพันธ์ระหว่างความดัน P กับความหนาแน่น ρ ของของเหลวได้หรือไม่

$$\text{จากความชันของกราฟ} = \frac{\Delta P}{\Delta \rho} = gh = 0.491\ m^2/s^2$$

$$\text{ดังนั้น ความลึกของของเหลวที่ได้จากราฟทดลอง } (h) = \frac{0.491}{9.8}$$

$$h = 0.05\ m$$

$$= 5\ cm$$

การทดลองตอนที่ 2 ความลึกที่ใช้ในการทดลองคงตัวคือ 5 เซนติเมตร