物理実験

T5 Ewing の装置による Young 率の測定

(物理実験指導書の概要)

担当者: 一刀 祐一

所属: 基礎教育センター

部屋: 10号館6階2608室

2020年度

内容

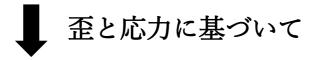
- 1. 弾性体と Young 率
- 2. たわみに基づく Young 率の決定
- 3. Ewing の装置
- 4. 課題

1. 弾性体と Young 率

弾性体が外力を受けると変形し<mark>歪(ひずみ)</mark>を生じる (例: 金属)

よって、

内部には歪をもとに戻そうとする応力が現れる



Young 率(弾性率)は弾性の強さを表す

(例: Young 率が大きい → 伸びにくい)

Young (ヤング) 率

応力と歪の比で定義される

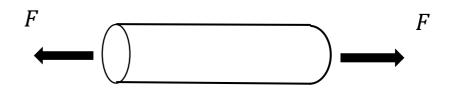
Young $\mathbf{x}: E = \frac{F/S}{\Delta l/l}$

応力: F/S

歪: Δ*l*/*l*

※ Eは物質固有の値

金属棒の伸びのケース



F: 外力の大きさ

S: 棒の断面積

1: 棒のもとの長さ

Δl: 棒の伸び

2. たわみに基づく Young 率の決定

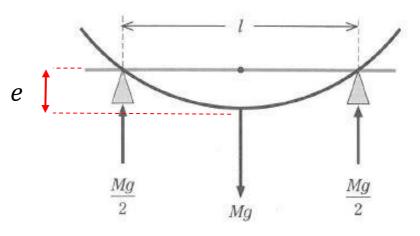
$$E = \frac{l^3}{4a^3b} \cdot \frac{Mg}{e}$$

e: たわみによる下がりの量

a: 金属棒の厚み

b: 金属棒の幅

金属棒のたわみ



1: 支点間の距離

M: 荷重

g: 重力加速度の大きさ

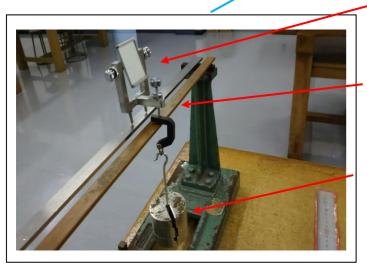
3. Ewing の装置

Ewing(ユーイング)の装置 における光学的てこ

光学的てこにより、

$$e = \frac{z(y' - y)}{2x}$$

で求められる



三脚鏡

金属棒: 鋼 or 銅 or しんちゅう

分銅

6/9

尺度付き室内望遠鏡



4. 課題

- (1) Young 率を説明せよ。
- (2) 以下の実験データを用いて、次ページの※を作成せよ。

試料: 鋼

実験データ

荷重 600g に対する尺度の読みの差 $\Delta y = 7.43 \mathrm{cm}$ 誤差 $|\delta \Delta y| = 0.02 \mathrm{cm}$

試料棒の厚み a=0.3938cm 誤差 $|\delta a|=0.0006$ cm

試料棒の幅 b = 1.4984cm 誤差 $|\delta b| = 0.0005$ cm

支点間の距離 l = 39.82cm 誤差 $|\delta l| = 0.02$ cm

尺度と三脚鏡の間の距離 $x = 203.1 \pm 0.2$ cm

三脚鏡の前後の脚の間の垂直距離 $z=3.01\pm0.01{
m cm}$

※

り測定

遠隔講義用提出用紙(次ページ参照)を用いて、赤枠内の箇所だけを書くこと。

指導書 p. 37 の【実験結果の整理】の「3.」と「4.」、p. 39 を参照して、同様に作成すること。

Au		試料 No. I:					
8 地加過程 減少過程 減少過程 平均 マイクロメーターの零点 試料棒の厚み 試料	中	dw				草	009 連
8	η <u>C</u>		增加過程	減少過程	平均	<u> </u>	
マイクロメーターの零点 試料権の厚み 試料権の順 $x = \frac{z\Delta y}{ x }$	0	0,0					
本主権	200						
本力 3 3 4 4 4 3 4 4 4 3 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4	400						
本力 $1 + \sqrt{2} = \sqrt{2}$	009						
本地 第	800						
本力 $1 \times 2 + 2 \times 2$	1000						
					平均		
解正値 対象の間の距離 $x =$ = 600 g に対する試料棒の中間点の降下量 $e = \frac{z \Delta y}{2x} =$ $e = \frac{2 \Delta y}{2x} =$ $E = \frac{l^3 Mg}{E} = 3 \cdot \frac{\delta a}{a} + \frac{\delta b}{b} + 3 \cdot \frac{\delta l}{l} + \frac{\delta e}{e} =$ $\delta E = \frac{l^3 Mg}{E} = 3 \cdot \frac{\delta a}{a} + \frac{\delta b}{b} + 3 \cdot \frac{\delta l}{l} + \frac{\delta e}{e} =$ $\delta E = \frac{l^3 Mg}{E} = 3 \cdot \frac{\delta a}{a} + \frac{\delta b}{b} + 3 \cdot \frac{\delta l}{l} + \frac{\delta e}{e} =$	N	17	x-4-		の厚み	武科権の	り幅
補正値 前後の間の距離 $x =$ $= 600 g C 対する試料棒の中間点の降下量e = \frac{2 \Delta y}{2x} =e = \frac{2 \Delta y}{2x} =E = \frac{l^3 Mg}{4a^3be} =E = \frac{l^3 Mg}{a} + \frac{\delta b}{b} + 3 \cdot \frac{\delta l}{l} + \frac{\delta e}{e} =\delta E = \frac{\delta E}{E} \cdot E =$	740.	S	88	a	8a	9	199
2	-						
3 平均値 補正値 補正値 高重級の間の距離 $x = \frac{z\Delta y}{2x} = \frac{z\Delta y}{e} = \frac{z\Delta y}{2x} = \frac{\delta e}{x} + \frac{\delta \Delta y}{\Delta y} + \frac{\delta z}{z} = \frac{\delta e}{E} = \frac{\delta x}{a} + \frac{\delta \Delta y}{b} + \frac{\delta z}{z} = \frac{\delta E}{E} = 3 \cdot \frac{\delta a}{a} + \frac{\delta b}{b} + 3 \cdot \frac{\delta l}{l} + \frac{\delta e}{e} = \frac{\delta E}{E} \cdot E = \frac{\delta E}{E} \cdot E = \frac{\delta E}{E} \cdot E = \frac{\delta B}{E} \cdot E = \delta $	2						
平均值 補正值 $x = \frac{13Mg}{8}$ 向間の距離 $x = \frac{2\Delta y}{2x} = \frac{2\Delta y}{2x} = \frac{2}{2x} = \frac{13Mg}{6} = \frac{5x}{x} + \frac{5\Delta y}{\Delta y} + \frac{5z}{z} = \frac{13Mg}{E} = 3 \cdot \frac{5a}{a} + \frac{5b}{b} + 3 \cdot \frac{5l}{l} + \frac{5e}{e} = \frac{5E}{E} - \frac{5E}{$	3						
相正値 $x = \frac{1}{2}$ 同類の間の距離 $x = \frac{1}{2}$ 高重 $M = 600$ g に対する試料棒の中間点の降下量 $e = \frac{2\Delta y}{2x} = \frac{2\Delta y}{e} = \frac{8c}{x} + \frac{\delta \Delta y}{\Delta y} + \frac{\delta z}{z} = \frac{1}{4a^3be} = \frac{1}{4a^3be} = \frac{\delta E}{E} = 3 \cdot \frac{\delta a}{a} + \frac{\delta b}{b} + 3 \cdot \frac{\delta l}{l} + \frac{\delta e}{e} = \frac{\delta E}{E} \cdot E = \frac{\delta E}{$	平均值						
尺度と三脚鏡の間の距離 $x=$ 三脚鏡の間の距離 $z=$ 三脚鏡の前後の脚の間の垂点距離 $z=$ $e=\frac{z\Delta y}{2x}=$ $e=\frac{z\Delta y}{x}+\frac{\delta\Delta y}{\Delta y}+\frac{\delta z}{z}=$ $E=\frac{l^3Mg}{E}=$ $E=\frac{l^3Mg}{E}=3\cdot\frac{\delta a}{a}+\frac{\delta b}{b}+3\cdot\frac{\delta l}{l}+\frac{\delta e}{e}=$ $=$ $\delta E=\frac{\delta E}{E}\cdot E=$			補正值				
両親の則の間の軸面距離 $z = -\epsilon$ 所重 $M = 600 g$ に対する試料棒の中間点の降下量 $e = \frac{z \Delta y}{2x} = \frac{\delta e}{e} = \frac{\delta x}{x} + \frac{\delta \Delta y}{\Delta y} + \frac{\delta z}{z} = \frac{\delta e}{e} = \frac{\delta x}{x} + \frac{\delta \Delta y}{\Delta y} + \frac{\delta z}{z} = \frac{\delta e}{4a^3be} = \frac{13Mg}{E} = 3 \cdot \frac{\delta a}{a} + \frac{\delta b}{b} + 3 \cdot \frac{\delta l}{l} + \frac{\delta e}{e} = \frac{\delta E}{E} = \frac{\delta E}{E} \cdot E = \frac{\delta E}{E}$	尺度と川田線の	脚鏡の間が終り間		= *			
$e = \frac{z \Delta y}{2x} =$ $\frac{\delta e}{e} = \frac{\delta x}{x} + \frac{\delta \Delta y}{\Delta y} + \frac{\delta z}{z} =$ $Young = \frac{l^3 Mg}{E} = \frac{l^3 Mg}{4a^3be} =$ $\frac{\delta E}{E} = 3 \cdot \frac{\delta a}{a} + \frac{\delta b}{b} + 3 \cdot \frac{\delta l}{l} + \frac{\delta e}{e} =$ $\delta E = \frac{\delta E}{E} \cdot E =$	-	- 600 g 以	1の間の垂信距離 こ対する試料棒の	2 = 9中間点の降下量	nder!		
$\frac{\delta e}{e} = \frac{\delta x}{x} + \frac{\delta \Delta y}{\Delta y} + \frac{\delta z}{z} =$ $E = \frac{l^3 Mg}{4a^3 be} =$ $\frac{\delta E}{E} = 3 \cdot \frac{\delta a}{a} + \frac{\delta b}{b} + 3 \cdot \frac{\delta l}{l} + \frac{\delta e}{e}$ $\delta E = \frac{\delta E}{E} \cdot E =$		6 = 2	$\frac{\Delta y}{2x} =$		1		
$E = \frac{l^3 Mg}{4a^3 be} =$ $\frac{\delta E}{E} = 3 \cdot \frac{\delta a}{a} + \frac{\delta b}{b} + 3 \cdot \frac{\delta l}{l} + \frac{\delta e}{e}$ $\delta E = \frac{\delta E}{E} \cdot E =$		11	$\frac{\delta x}{x} + \frac{\delta \Delta y}{\Delta y}$				
$E = \frac{l^3 Mg}{4a^3 be} = \frac{\delta E}{E} = 3 \cdot \frac{\delta a}{a} + \frac{\delta b}{b} + 3 \cdot \frac{\delta l}{l} + \frac{\delta e}{e}$ $\delta E = \frac{\delta E}{E} \cdot E = \frac{\delta E}{E}$	Young幸	lun!					
$\frac{\delta E}{E} = 3 \cdot \frac{\delta a}{a} + \frac{\delta b}{b} + 3 \cdot \frac{\delta l}{l} + \frac{\delta e}{e}$ $\delta E = \frac{\delta E}{E} \cdot E =$			$\frac{^3Mg}{a^3be} =$				
$\delta E = \frac{\delta E}{E} \cdot E =$		$\frac{\delta E}{E} =$	-	$=\frac{\delta l}{l}+\frac{\delta e}{e}=$			
		1. H. C.	<u> 5E</u> . _F =	Ш			
			E		_		

