実験曜F	E
------	---

物理学実験

学番(5桁目は不要)	学部	氏 名

実 験 題 目

重力加速度の測定

		外 的 状 況	
	実験日時	天候気圧室温湿度をの	他
1	年 月 日		
Ľ	時 分~ 時 分		

実験室の部屋番号

実験の感想

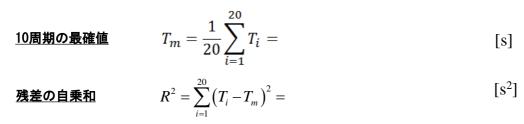
実験の目的			

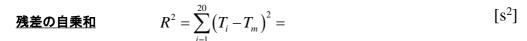
実験装置と測定の説明	装置の模式図	

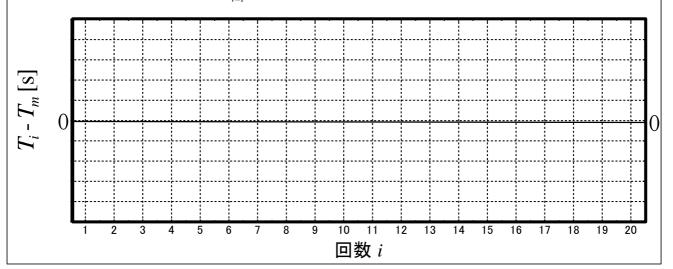
針金の長さ	$L\pm\sigma_L[{ m cm}]$	
おもりの直径	$D \pm \sigma_D$ [cm]	
振り子の長さ $l=L+D/2$	$l \pm \sigma_l$ [cm]	
おもりの質量(参考)	M [g]	

振幅が約5 cmの場合 (ただし、残差とその自乗値は最確値 T_m を求めてから計算)

回数 i	1	2	3	4	5
時間 <i>T_i</i> [s]					
残差 T_i - T_m					
$\left(T_{i}-T_{m}\right)^{2}$	×10 ⁻	×10 ⁻	×10 ⁻	×10 ⁻	×10 ⁻
回数 i	6	7	8	9	10
時間 <i>T_i</i> [s]					
残差 T_i - T_m					
$\left(T_{i}-T_{m}\right)^{2}$	×10 ⁻	×10 ⁻	×10 ⁻	×10 ⁻	×10 ⁻
` '				7.10	
回数 i	11	12	13	14	15
回数 <i>i</i> 時間 <i>T_i</i> [s]					
回数 i					
回数 <i>i</i> 時間 <i>T_i</i> [s] 残差 <i>T_i-T_m</i>	11	12	13	14	15
回数 <i>i</i> 時間 <i>T_i</i> [s] 残差 <i>T_i-T_m</i> $(T_i-T_m)^2$	11 ×10 ⁻	12 ×10 ⁻	13 ×10 ⁻	14 ×10 ⁻	15 ×10 ⁻
回数 <i>i</i> 時間 $T_i[s]$ 残差 $T_i o T_m$	11 ×10 ⁻	12 ×10 ⁻	13 ×10 ⁻	14 ×10 ⁻	15 ×10 ⁻





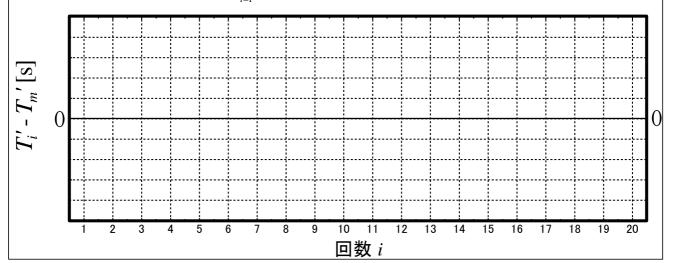


データ 振幅が約20 ${ m cm}$ の場合 (ただし、残差とその自乗値は最確値 T_m 'を求めてから計算)

回数 i	1	2	3	4	5
時間 $T_{i}^{'}[s]$					
残差 <i>T_i</i> - <i>T_m</i>					
$\left(T_{i}^{\prime}-T_{m}^{\ \prime}\right)^{2}$	×10 ⁻	×10 ⁻	×10 ⁻	×10 ⁻	×10 ⁻
回数 i	6	7	8	9	10
時間 $T_{i}^{'}[\mathbf{s}]$					
残差 T_i - T_m					
$\left(T_{i}^{\prime}-T_{m}^{\prime}\right)^{2}$	×10 ⁻	×10 ⁻	×10 ⁻	×10 ⁻	×10 ⁻
回数 i	11	12	13	14	15
回数 <i>i</i> 時間 <i>T_i</i> [s]	11				
時間 <i>T_i'</i> [s]	11				
	*10-				
時間 $T_i^{'}[s]$ 残差 $T_i^{'}$ - $T_m^{'}$		12	13	14	15
時間 $T_i^{'}[s]$ 残差 $T_i^{'}-T_m^{'}$	×10 ⁻	12 ×10 ⁻	13 ×10 ⁻	14 ×10 ⁻	15 ×10 ⁻
時間 T_i , [s] 残差 T_i , T_m , T_i , T_m , T_i	×10 ⁻	12 ×10 ⁻	13 ×10 ⁻	14 ×10 ⁻	15 ×10 ⁻

10周期の最確値
$$T_{m}' = \frac{1}{20} \sum_{i=1}^{20} T_{i}' =$$
 [s]

残差の自乗和
$$R^{2'} = \sum_{i=1}^{20} \left(T'_i - T'_m \right)^2 = [s^2]$$



データ解析

10周期の標準偏差 (関数電卓の統計機能では、説明書を参照して平方根内の分母がn-1である ものを用いること。)

●振幅5cmの場合

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{20 - 1} \left(\sum_{i=1}^{20} (T_i - T_m)^2 \right)} = \sqrt{\frac{1}{20 - 1} R^2} =$$
 [s]

●振幅20cmの場合

$$\sigma' = \sqrt{\frac{1}{20 - 1} \left(\sum_{i=1}^{20} (T_i' - T_m')^2 \right)} = \sqrt{\frac{1}{20 - 1} R^{2'}} =$$
 [s]

10周期の最確値に対する誤差

●振幅5 c mの場合

$$\sigma_m = \sigma / \sqrt{20} =$$
 [s]

●振幅20cmの場合

$$\sigma_m' = \sigma' / \sqrt{20} =$$
 [s]

10周期の最終結果(有効数字の桁数に注意)

●振幅5 c mの場合

$$T = T_m \pm \sigma_m = \pm$$
 [s]

●振幅20cmの場合

$$T' = T_m' \pm \sigma_m' = \pm$$
 [s]

TとTとの比較

$$T' - T = T_m' - T_m \pm \sqrt{\sigma_m^2 + {\sigma_m'}^2} = \pm$$
 [S]

データ解析 (つづき)

重力加速度の計算

考慮すべき点

- 1 TとT'が10周期を表すこと
- 2 誤差伝搬則

$$g = \frac{(2\pi)^2}{(T/10)^2} l$$
 より $\frac{\partial g}{\partial l} = g \times$ $\frac{\partial g}{\partial T} = g \times$

したがって

$$\sigma_{g} = \sqrt{\left(\frac{\partial g}{\partial l}\right)^{2} \sigma_{l}^{2} + \left(\frac{\partial g}{\partial T}\right)^{2} \sigma_{T}^{2}} = g\sqrt{\left(\frac{\sigma_{l}}{l}\right)^{2} + 4\left(\frac{\sigma_{T}}{T}\right)^{2}}$$

(空欄を埋めて各自で確認すること)

●振幅5 c mの場合

$$g = \frac{(2\pi)^2}{(T/10)^2} l \quad \rightarrow \quad g = \frac{(2\pi)^2}{(T_m/10)^2} l \left(1 \pm \sqrt{4 \left(\frac{\sigma_m}{T_m} \right)^2 + \left(\frac{\sigma_l}{l} \right)^2} \right)$$

$$q = \qquad \qquad \pm \qquad \qquad [m/s^2]$$

●振幅 2 0 c m の場合

$$g' = \frac{(2\pi)^2}{(T'/10)^2} l \rightarrow g' = \frac{(2\pi)^2}{(T_{m'}/10)^2} l \left(1 \pm \sqrt{4 \left(\frac{\sigma_{m'}}{T_{m'}} \right)^2 + \left(\frac{\sigma_l}{l} \right)^2} \right)$$

$$g' = \pm \qquad [m/s^2]$$

考察	「まず以下の事項について考察せよ。時間があれば他の事項も考察してみよ。」
	・周期が測定ごとにばらつく原因
	・gとg′との比較 (どちらがより正確?)
	・求めた重力加速度と文献値との誤差の要因
	・さらに正確な重力加速度を得る方法