

物理計測論試験問題

担当 平山孝人

2010年1月25日

注意：

- 問題用紙1枚，解答用紙3枚，グラフ用紙1枚，計算用紙1枚，問題数4題+ α 。
- 全ての解答用紙およびグラフ用紙に氏名・学生番号を記入せよ。
- **問題文で定義されていない記号を用いるときは必ず定義をしてから使うこと。**
- 解答には結果だけでなく，考え方の筋道も書くこと。結果だけの解答には点数を与えないことがある。

1. 以下の問いに答えよ。

(a) A, B, C, D は独立な測定量であり，それぞれ $\Delta A, \Delta B, \Delta C, \Delta D$ の誤差を持つ。 Z の誤差 ΔZ を求めよ。

i. $Z = 2A - B$

ii. $Z = \frac{CD^3}{A^2B}$

(b) 有効数字に注意して，以下の問いに答えよ。結果には単位もつけよ。

i. 質量 (2.4 ± 0.2) kg の物体が一定の速度 (2.35 ± 0.12) m/s で直線運動している。運動エネルギーとその誤差を求めよ。

ii. 一辺の長さ (23.2 ± 0.1) cm, (12.1 ± 0.2) cm, (8.2 ± 0.1) cm, 重さが (2.58 ± 0.11) kg の直方体の体積，密度とそれらの誤差を求めよ。

2. ある物理量を測定する実験を10回行ったところ，以下の結果が得られた。

14.2, 15.8, 16.8, 16.4, 14.2, 15.3, 16.9, 14.7, 16.5, 16.3

標本の平均値 $\bar{x} = 15.7$ である。以下の問いに答えよ。

(a) 標本の標準偏差 s ，分布の標準偏差 σ ，標準誤差 σ_m を求めよ。

(b) 一度の測定で，測定値が以下の範囲に現れる確率を求めよ。

i. 15.7 - 15.8

ii. 14.7 - 14.8

iii. 16.7 - 25.0

iv. 13.7 - 15.7

3. ヒモの先に重りをぶら下げて振り子を作り、ヒモの長さ l と振り子の周期 T の関係から重力加速度 g を求める実験をした。ヒモの長さの測定誤差は無視できるほど小さく、周期の測定誤差は全ての測定点で ± 0.1 (s) である。また、 T と l の関係は $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ である。測定結果は以下のようになった。

ヒモの長さ (m)	1	2	3	4	5
周期 (s)	2.0	2.9	3.6	4.0	4.5

以下の問いに答えよ。必要であれば $y = ax + b$ の場合の以下の式を用いよ。

$$a = \left(\sum \frac{x_i y_i}{\sigma_i^2} - \frac{\sum x_i \sum y_i}{\sum \sigma_i^2} \right) / \Delta \quad \sigma_a = \sqrt{\sum \left(\frac{1}{\sigma_i^2} \right) / \Delta}$$

$$b = \left(\sum \frac{x_i^2}{\sigma_i^2} \sum \frac{y_i}{\sigma_i^2} - \sum \frac{x_i}{\sigma_i^2} \sum \frac{x_i y_i}{\sigma_i^2} \right) / \Delta \quad \sigma_b = \sqrt{\sum \left(\frac{x_i^2}{\sigma_i^2} \right) / \Delta}$$

$$\Delta = \sum \frac{x_i^2}{\sigma_i^2} \sum \frac{1}{\sigma_i^2} - \left(\sum \frac{x_i}{\sigma_i^2} \right)^2$$

- (a) 配布したグラフ用紙に、横軸 \sqrt{l} 、縦軸 T のグラフを書け。横軸、縦軸には目盛り・単位・説明を入れ、誤差棒もつけること。
- (b) 最小自乗法を用いてこのグラフの傾きと y 切片を求め、その直線をグラフに書き加えよ。
- (c) 最小自乗法の結果から、この実験で求めた重力加速度 g とその誤差を求めよ。

4. 以下の問いに答えよ。

- (a) 1 秒間に平均 1.2 個の放射線を放出する放射線源がある。1 秒間の測定で測定結果が 0 個, 1 個, 2 個, 3 個, 4 個以上となる確率を求めよ。
- (b) ある放射線源から放出される放射線を 1 分間計数したところ 2523 個だった。放射線源を取り除いてバックグラウンドを 1 分間計数すると 535 個だった。放射線源から 1 分間に放出される真の放射線の数とその誤差を求めよ。

5. この講義を批評せよ。テスト問題についての批評も可。有意な内容の場合は加点する。無記入でも何が書いてあっても減点することはない。