

物理実験学 2 2017 年度 レポート問題 第 2 回 12 月 26 日出題

1. 電気抵抗温度計

1.5 K から 4.2 K の範囲で、電気抵抗温度計を使って温度を測りたい。

- (1) どのような種類の抵抗温度計が適当か、理由も含めて述べよ。
- (2) この場合の抵抗測定の回路や測定上の注意点について、図や式等を用いて述べよ。

2. 圧力計

圧力計には様々なタイプのものがある。10³ Pa 程度以下で使われる圧力計について、例あげて説明せよ。

3. Lock-in Amplifier

Lock-in Amplifier の原理や特徴、どのような測定に有効かについて図や式を用いて述べよ。

4. 共鳴・共振

以下の方程式で表される振動系の運動について考える。

$$m\ddot{x} = -\gamma\dot{x} - kx + F_0e^{-i\omega t}$$

一般にこの方程式の解は、 $F_0 = 0$ の場合の一般解と、 $e^{-i\omega t}$ の時間依存性を持つ特殊解の和として表わされる。

- (1) 方程式右辺の各項の物理的な意味を述べよ。
- (2) この方程式の特殊解 $x = x_0(\omega)e^{-i\omega t}$ を求めよ。また、適当な近似を行うと、特殊解の振幅の虚部 $\text{Im}(x_0(\omega))$ が ω に関して Lorentzian になることを示せ。
- (3) $\text{Im}(x_0(\omega))$ が peak 値を取る ω , $\text{Im}(x_0(\omega))$ の値が peak 値の半分となる ω の幅 $\Delta\omega$ (半値全幅), さらに Q 値 (quality factor) を求めよ。また、これらを踏まえた上で、(2) の近似条件の物理的意味について述べよ。
- (4) $x_0(\omega)$ の ω 依存性の特徴について図示せよ。特に $\text{Im}(x_0(\omega))$ と $\text{Re}(x_0(\omega))$ の関係に注意すること。
- (5) この振動の振幅に比例する電圧の ω 依存性を Lock-in Amp. で測定する場合を考える。振動の強制力 $F_0e^{-i\omega t}$ が Lock-in Amp. の励起電圧に比例するとして、上記の特殊解と Lock-in Amp. で測定する際の 2 成分の信号の関係について述べよ。また、測定で得られる信号の 2 成分の役割が入れ替わるのはどのような場合か述べよ。

提出期限：2018 年 1 月 22 日 (月)

提出先：理学部 6 号館・教務

担当：松原 明

(遅れても多少減点する程度なので、必ず提出してください。)