

物理学実験II ブラウン運動

- 担当教員: 安東正樹、道村唯太
- TA: Ooi Ching Pin、高野哲、大島由佳、藤本拓希

• 目的

ブラウン運動(熱雑音)の測定を通じて、
低雑音計測、データの統計処理の基礎
を習得する

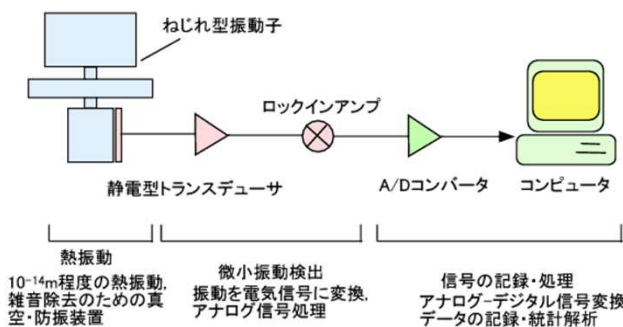
• 具体的にやること

弾性体の、 10^{-14} m程度の微小なねじれ振動を
測定し、習得したデータの解析をする

1

ブラウン運動の測定

- ねじれ型振動子の熱振動(10^{-14} m程度)を測定し、
解析する



2

ねじれ型振動子

- **ねじれ型振動子**
共振周波数: 340 Hz
Q値: 3×10^5
(共振の鋭さ、
散逸の小ささ)

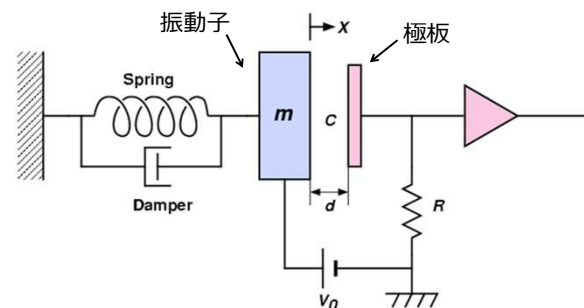
- **外乱の除去**
地面振動:
2段振り子で
懸架し、防振
空気・音の影響:
真空槽内に
収めて防音



3

トランスデューサ

- **静電型トランスデューサ**
微小振動を電気信号に変換
振動をコンデンサの容量変化として検出



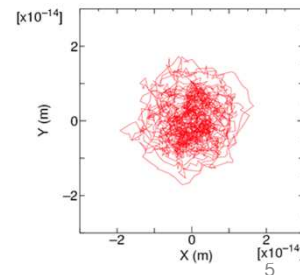
4

信号処理

- **アナログ増幅器**: 信号の増幅・雑音の除去
- **ロックインアンプ**: 必要な信号のみを取り出す
- **A/Dコンバータ**: アナログ信号をデジタル信号に変換
- **コンピュータ**: 得られたデータを統計処理

↓

ランダムな運動から
物理量(温度)を導く



実験の流れ

- 1日目: **抵抗の熱雑音**の測定
 - 熱雑音の簡単な例
 - **アナログ-デジタル変換**、**コンピュータ信号処理**
- 2日目: **電気-力学結合系の諸特性**の測定
 - 振動子の共振周波数・Q値の測定
 - **トランスデューサの結合による反作用**を知る
 - 振動子や真空槽の取り扱いを習得
- 3日目: **ブラウン運動**の測定
 - ねじれ型振動子のブラウン運動
 - **測定結果を統計処理**し、結果(温度)を求める

6

注意事項: 準備

- 実験日までに
 - **テキストに目を通す**
 - 実験の趣旨と流れの理解
 - 実験装置の概要の把握
 - 安全で効率的な実験
 - 物理学実験「真空技術」の復習
 - 物理学実験「エレクトロニクス」の復習
- 実験当日
 - 関数電卓 (or パソコン)の準備
 - 遅刻しない
 - 積極的に実験を進める

7

注意事項: レポート

- レポートの提出
 - **実験終了(4日目)から1ヶ月以内**
 - 遅れた場合は適宜減点、未提出は単位なし
 - PDFで提出、**オンラインで試問**
- レポート内容
 - **必須課題**: 課題1, 3、実験課題2, 6, 7
 - **1つ以上の自由課題**:
 - 自由なテーマでの計算、実験、考察
 - 必須課題以外の課題でもよい
 - **実験の感想**: 内容、難易度、改善点など
- **要点を簡潔に**
- グラフを羅列せず、**何を伝えたいグラフなのか**熟慮せよ
- 結果を並べるだけでなく、**考察と結論**が重要
- **誤差**をつけること

8