

10. フランク・ヘルツの実験

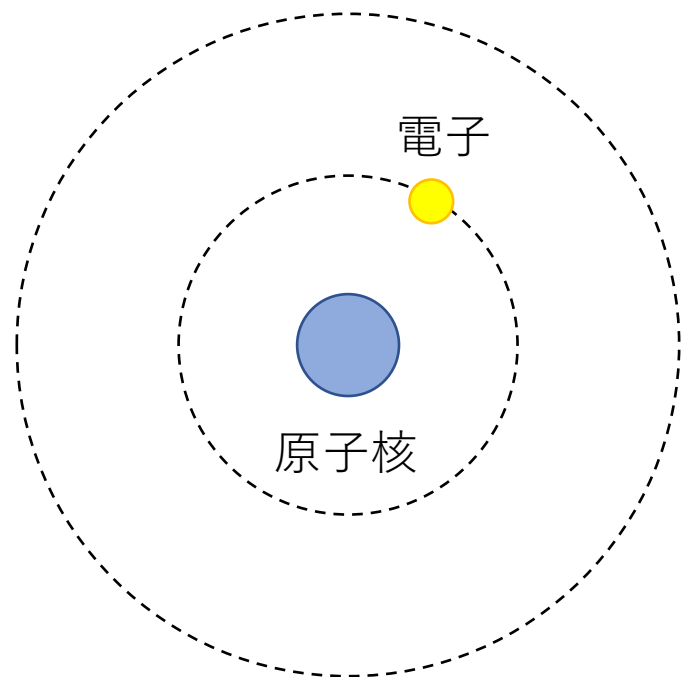
担当教員：石井智士 (s.Ishii@rikkyo.ac.jp)
TA：寺口凜

目的

フランク・ヘルツの実験は、原子のとりうるエネルギーの値が離散的であるという量子力学の基礎的な考え方を、実験によって確立した大変著名な実験である。ここではフランク・ヘルツの実験装置を用いて測定を行い、日常的な（マクロな）現象では常識とされている「エネルギーの値は連続的に変化する」という概念が、原子分子の世界では成立していないことを確認する。

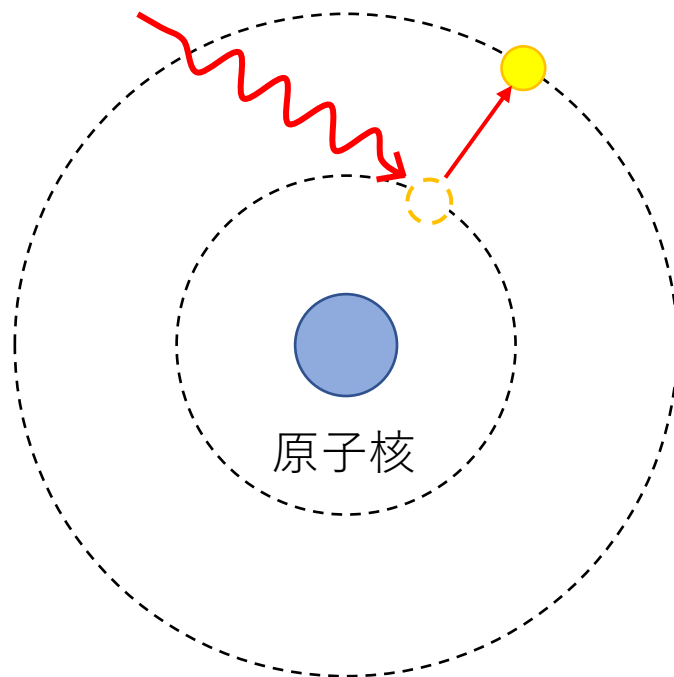
励起エネルギーを求め、測定原子が何かを考察する。

励起状態(例:水素原子)

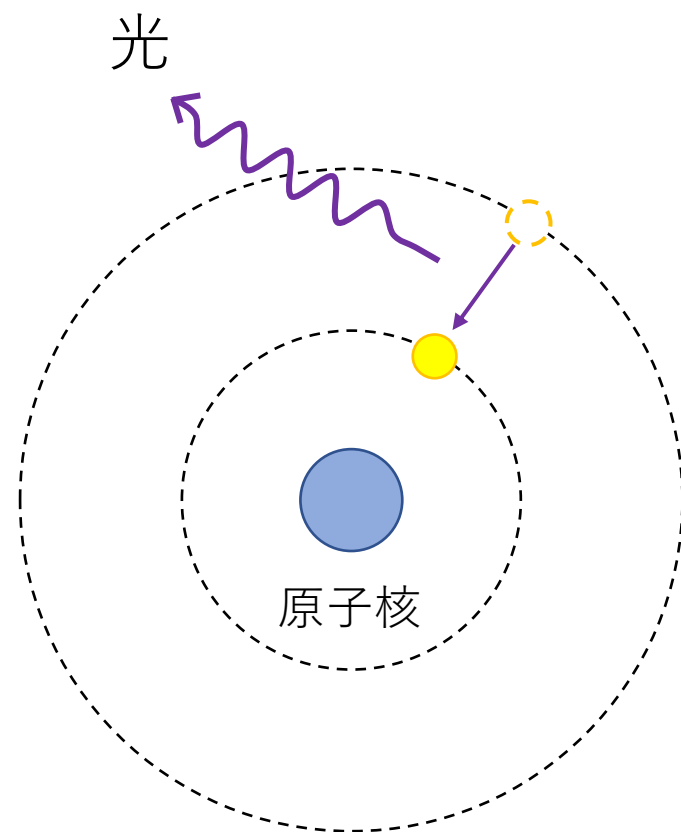


基底状態

エネルギー

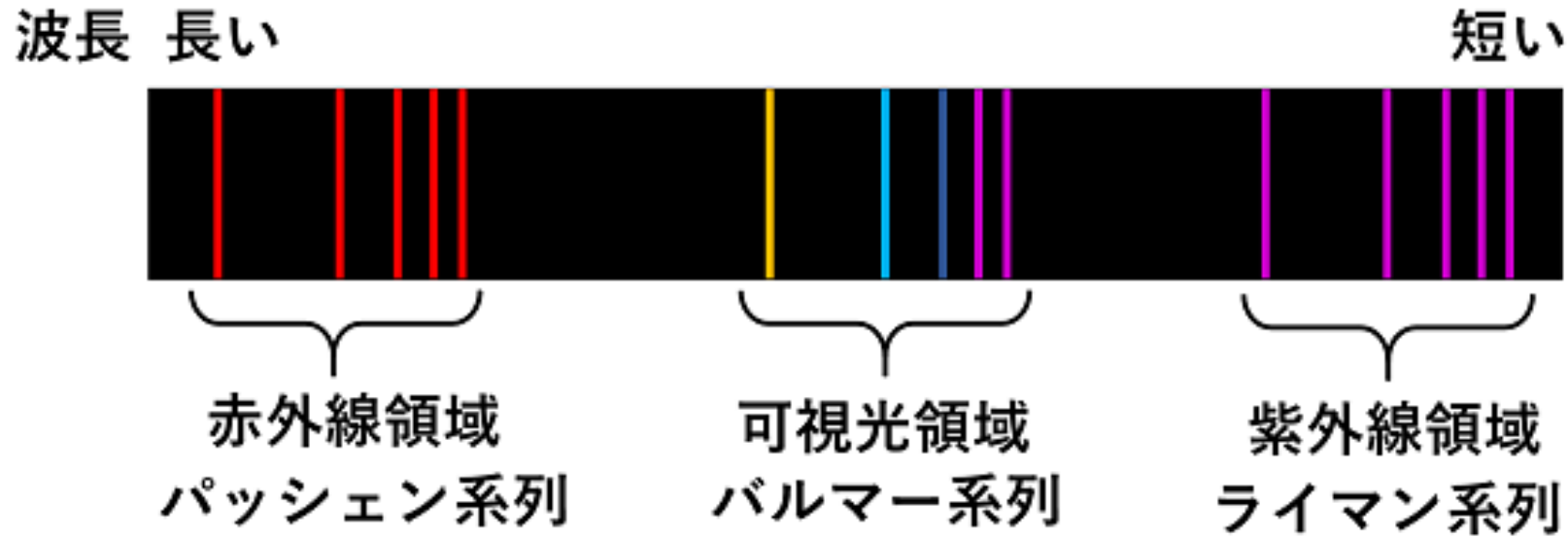


励起状態
(不安定)



基底状態

水素原子の発光



$n_1 \rightarrow n_2$ から遷移したときの光の波長 λ

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

R : リュードベリ定数

K殻, L殻, M殻・・・を $n=1, 2, 3, \dots$

フランク・ヘルツの実験

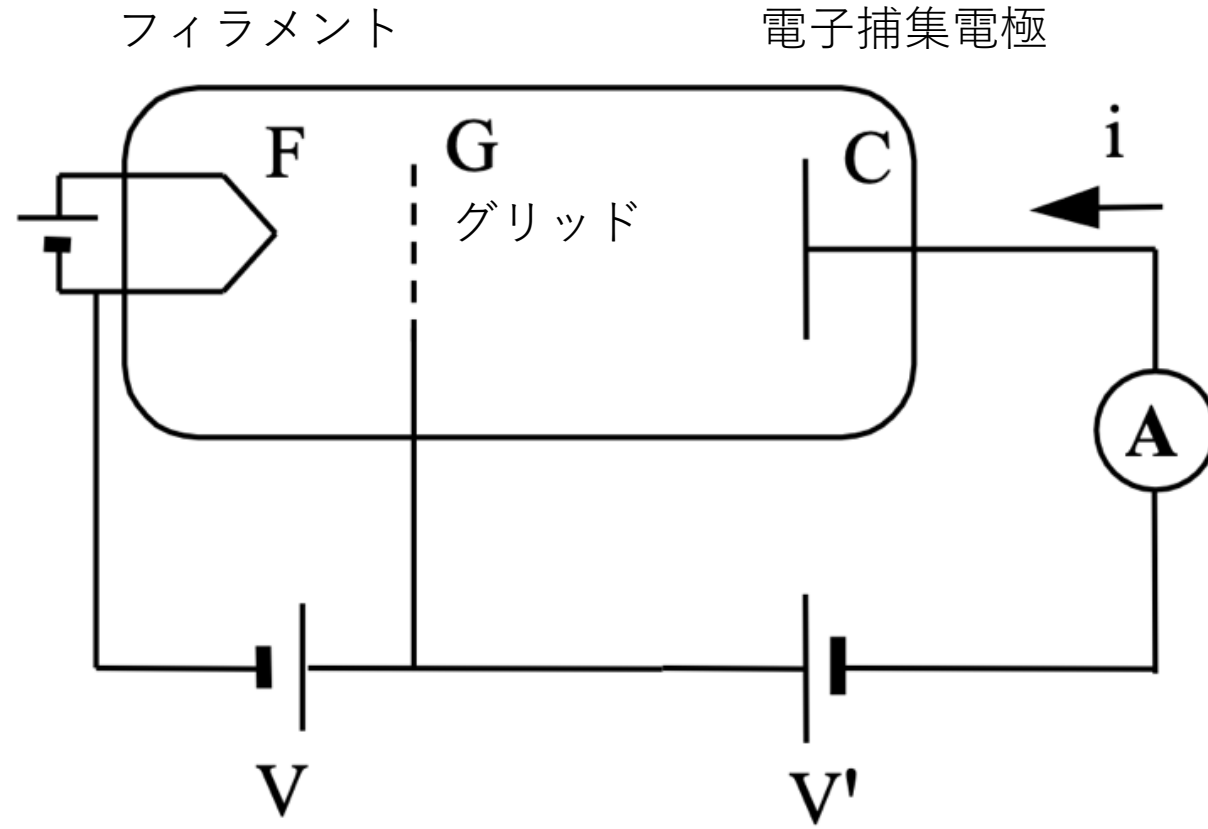


図 1. フランク・ヘルツの実験装置模式図

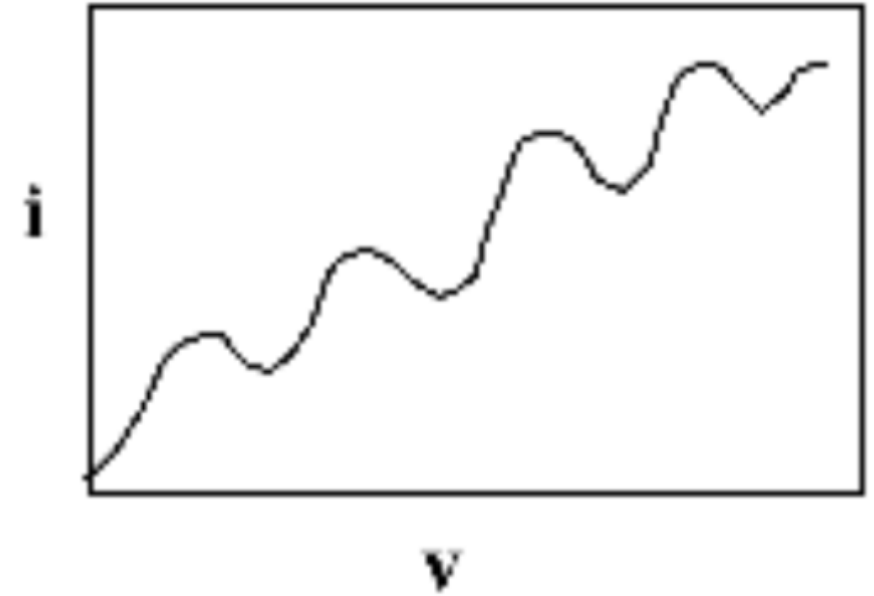


図 2. 加速電圧と電子電流の関係

実験装置

- フランク・ヘルツ実験器
- 100 V 直流電圧計
- 300 μ A 直流電流計
- フランク・ヘルツ管
- 配線用リード線

測定

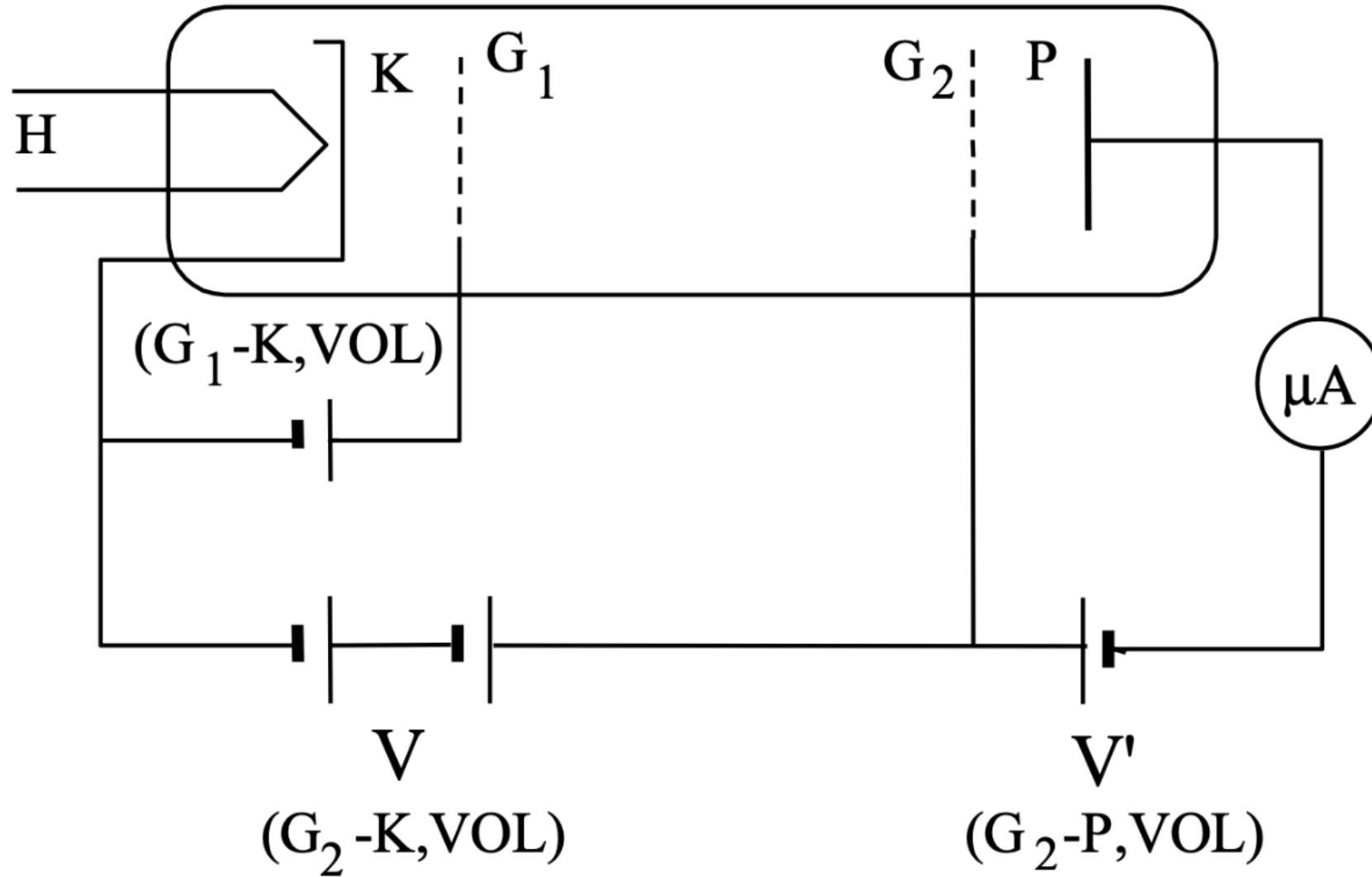


図 3. 今回用いる実験装置の回路図

測定

手順書1～8の通りに実験装置をセットアップして測定を始めよ

※ 4. 「テキストを見よ。」 無視

8. まで完了したらスイッチ10を「External」側にする

つまみを回した場合には安定するまで少し待ってから次の操作に移る

※ピークが**偶数個**になるようにデータをとると解析しやすい

測定

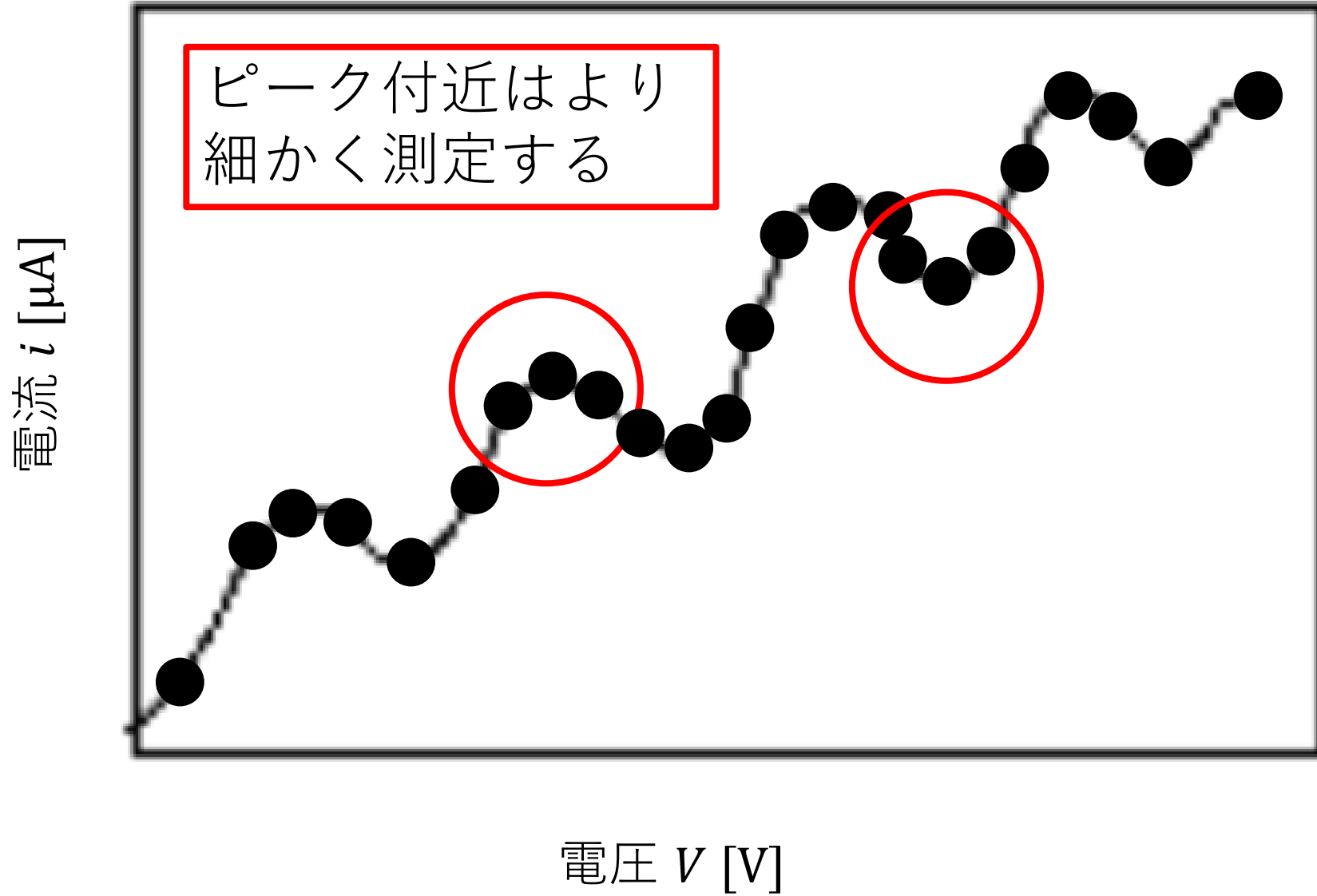
表1 電圧と電流の測定値

電圧 [V]	電流 [μ A]
0	0
1	10
2	13
3	17
・	・
・	・
・	・
99	270
100	278

表2 電圧と電流の測定値

電圧 [V]	電流 [μ A]
0	0
2	13
4	19
6	18
7	19.6
7.4	20.1
7.7	20.6
8.1	19.9
・	・
・	・
・	・

測定



解析①

教科書式（１）を用いて気体原子の励起エネルギーを求めよ。

$$W = \frac{1}{n} \left(\frac{V_{2n} - V_n}{n} + \frac{V_{2n-1} - V_{n-1}}{n} + \cdot \cdot \cdot + \frac{V_{n+1} - V_1}{n} \right)$$

※単位はeVで表すこと

解析②

励起エネルギーの誤差を評価せよ。式（１）より、

$$W_1 = \frac{V_{n+1} - V_1}{n}, \quad W_2 = \frac{V_{n+2} - V_2}{n}$$

とすると、 W の誤差 δW は、

$$\delta W = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (W - W_i)^2}{n(n-1)}}$$

となる。 励起エネルギーを $W \pm \delta W$ の形で報告せよ。

レポート作成時の注意点

1. 図番号・タイトルは**図の下**に書く
2. 表番号・タイトルは**表の上**に書く
3. 解析に使用した式を示す。途中式も書いてエネルギー、誤差の導出過程を示す。
4. 数値には単位をつける

レポート作成時の注意点

表作成の例

表番号をつける

表タイトルをつける

表〇〇 電圧 V と電流 I の測定値

電圧 V [V]	電流 I [μA]
0	0
20	15
40	7
60	25
80	18

測定値の単位を
明記する

レポート作成時の注意点

作成したレポートを読み直してください。

- ・ この実験をしたことがない人が読んでも
理解できる文章になっているか
- ・ **誤字・脱字**はないか
- ・ **図・表**は読み取りづらくないか

確認しましょう。