

目的

運動する磁石により、コイル状の導体に誘導電圧を発生させること。

まとめ

管の中を棒磁石が自由落下することで、同一の径、同一の巻き数の直列につながれたコイルを磁石が次々と通過していきます。それぞれのコイルに誘導起電力が発生しますが、棒磁石の速度が増すにつれて、最大電圧は大きくなります。しかし通過する磁束は、一定に保たれます。

必要機器

| 品番 | 品名 | 数量 |
|------------|----------------------------|----|
| U8511200 | 速度と誘起電圧の関係実験器 | 1 |
| U13800 | 低電圧用リード線・75cm・15本セット | 1 |
| U11300-115 | 3B NETlog™ (100V, 50/60Hz) | 1 |
| U11310 | Windows® 用 3B NETlab™ | 1 |

実験の手順

- ・直列に接続されたコイルに磁石が通過していく様子を観察します。
- ・誘導起電力を落下が終わるまで測定・記録します。
- ・磁束を時間ごとに計算します。

基礎実験

- 仕様は予告なく変更されることがあります。
- 品番・品名をクリックすると製品仕様ページ（外部サイト）が開きます。

基本原理

閉じた回路をなしているコイルに磁束の変化を与えると、誘導起電力が発生します。この実験器では、コイルを巻きつけた管を固定し、磁石を自由落下させることで誘導起電力を観測できるよう設計されています。

この実験では各瞬間の誘導起電力だけでなく、発生電圧を時間積分することで現れる磁束も扱います。

誘導電圧 $U(t)$ は次の式で表わされます。

$$(1) \quad U(t) = -\frac{d\phi(t)}{dt} \quad \text{ここで } \phi(t) \text{ は磁束}$$

更に、この式を時間積分すると次のように時間 $t_1 - t_2$ 間の磁束の変化が現れます。

$$(2) \quad \int_{t_1}^{t_2} U(t) \cdot dt = \phi(t_1) - \phi(t_2)$$

これは観察する現象の最初と終わりの磁束の差を示しています。

管内を磁石が自由落下することで、管に巻きつけた同一巻数のコイル6つを磁石が順に通過します。それぞれのコイルに誘起される電圧は、正負ともコイルが下に位置している方が大きくなります。これは磁石が自由落下という等加速度運動をしているので、下に行くほど速度が速くなり、磁束の時間変化が大きくなるためです。(図1)

しかし式にもあるとおり、電圧を時間積分したもの (= 磁束) は最大値が一定となります。磁束が最大値を取るのは、磁石がコイルの中心にいる時となります。



図1：時間に対する誘導起電力 U のグラフ

評価

実験は磁石がコイルに近づいてきたときに、発生電圧が負になるようにセッティングします。

誘導電圧は磁石が通過中に、一旦0になります。この時磁石はコイルの中心に位置していて、磁束の変化がなくなるためです。その後、磁石がコイルから離れていくと正の電圧が誘起されます。

時間に対する電圧の測定より、任意の時間の磁束を式から求めることが可能です。

$$(3) \quad \Phi(t) = \Phi(0) - \int_0^t U(t') \cdot dt'$$

磁束の最大値は、どのコイルでも測定誤差の範囲内で同じになります。(図2)

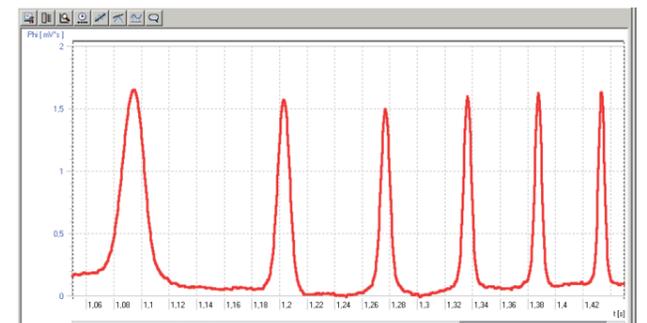


図2：時間に対するコイルを通過する磁束 Φ のグラフ