

3.5. 電磁感應 (Electromagnetic Induction)

3.5.1. 檢測運動導體在穩定磁場中、或靜止導體在變化磁場中產生的感生電動勢 (Examining Induced E.M.F. resulting from a Moving Conductor in a Steady Magnetic Field or a Stationary Conductor in a Changing Magnetic Field)

- 2 前面教過當一個喺磁場入面嘅導體有電流通過嘅時候會產生一個作用力喺導體身上。
- l 另一樣喺中學文憑入面要學嘅就係“當一個導體四周嘅磁場有改變時，導體就會感生一個電動勢（簡單嚟講即係電壓）”。
- l 大家要留意嘅係“要磁場有改變”。“磁場有改變”嘅情況包括：
- n 磁場雖然不變，但導體喺磁場入面移動。
 - u 我哋叫依個情形做“導體切割磁場線”。
 - n 磁鐵正移向（或移離）導體；或導體正移向（或移離）磁鐵。
 - n 改變電磁鐵產生的磁場（例如改變流過電磁鐵的電流的大細或者方向）。
- l 為咗簡單起見，有時我哋會話感生嘅係一個電流（而唔講係一個電動勢）。
- n 但要留意如果電路並唔係一個完整嘅電路，係唔會有電流嘅。但電動勢就依然存在。
 - u 情形就好似一粒電池就算冇俾電流出嚟，電池都係有 1.5V 嘅電動勢。

3.5.2. 利用楞次定律測定感生電動勢/感生電流的方向 (Applying Lenz's Law to determine the Direction of Induced E.M.F./Current)

- l 要決定感生電動勢或者電流嘅方向，我哋要用楞次定律。
- l 楞次定律內容：感生電流的方向總是抗衡磁場的改變。
- l 所謂“抗衡磁場的改變”，即係：
- n 如果磁石嘅北極正移向一個線圈：
 - u 線圈感生出嚟嘅電流最終會產生一個“北極”嚟住磁石（好似想推反佢走咁）。
 - u 大家只要用“右手握拳定則”睇吓電流點走先會有一個“向右嘅作用力”就可以知道感生電流嘅方向。
 - n 又例如一條導條喺磁場入面向左走：
 - u 導線感生出嚟嘅電流最終會同磁場產生一個“向右嘅作用力”。
 - u 大家只要用“弗林明左手定則”睇吓電流點走先會有一個“向右嘅作用力”就可以知道感生電流嘅方向。

3.5.3. **定義磁通量 $\Phi = BA \cos \theta$ (Defining Magnetic Flux $\Phi = BA \cos \theta$)**

2 這是延展課題。

3.5.4. **闡釋磁場 B 為磁通量密度 (Interpreting Magnetic Field B as Magnetic Flux Density)**

2 這是延展課題。

3.5.5. **說出法拉第定律 $\varepsilon = -\Delta \Phi / \Delta t$ ，並應用其計算平均感生電動勢 (Stating Faraday's Law as $\varepsilon = -\Delta \Phi / \Delta t$ and Applying it to calculate the Average Induced E.M.F.)**

2 這是延展課題。

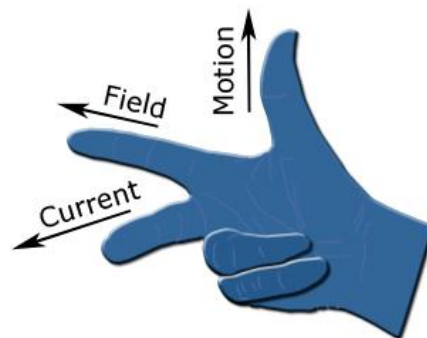
3.5.6. **以探察線圈檢測磁場 (Examining Magnetic Fields using a Search Coil)**

2 這是延展課題。

3.5.7. 描述簡單直流及交流發電機的結構和它們如何運作 (Describing the Structures of Simple D.C. and A.C. Generators and How they work)

弗林明右手定則 (Fleming's Right Hand Rule)

- I 前面 3.5.2 提到點樣利用“楞次定律”嚟定出“導體在磁場下移動時感生電流嘅方向”。另一個方法係運用“弗林明右手定則”。
- I 弗林明左手定則又稱為“發電機定則”。
- I 我哋可以用佢嚟求出導體在磁場下移動時感生電流嘅方向。方法如下：
 - n 先把右手三根手指伸直且互相垂直
 - n 轉動手腕使“拇指嘅方向同導體動運方向一致”
 - n 轉動手腕使“食指嘅方向同磁場方向一致”
 - n 最後中指嘅方向就係導體中感生電動勢/電流嘅方向



簡單直流發電機的結構和運作原理 (Operating Principle of Simple D.C. Generators)

- I 直流發電機嘅構造基本上同直流電動機係一樣嘅。
 - I 唔同嘅只係我哋唔係用電去推動個線圈轉 (即係將電能變成動能)，而係用其他方法俾力嚟轉動個線圈 (例如靠手轉、用風力) 嚟產生電力 (即係將動能變成電能)。
- I 留意“直流發電機”產生出嚟嘅電流喺外部電路係以同一方向流通嘅。
 - I 但對於線圈嚟講，入面嘅電流係會轉向嘅 (亦因為咁所以先要用“換向器”)。

簡單交流發電機的結構和運作原理 (Operating Principle of Simple A.C. Generators)

- I 交流發電機與直流發電機不同之處就係有咗個換向器，改為用“匯電環 (slip ring)”。
- I 當然叫得做交流發電機，它產生出嚟對外部電路嘅電係一個交流電。

2 有關交流發電機嘅圖嘅圖大家請睇返課本或參考書。

2 大家亦可以到以下網頁睇吓交流發電機運作時嘅動畫：

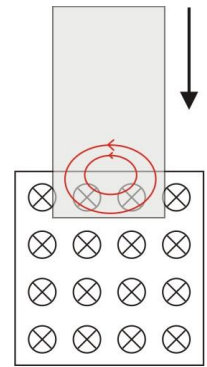
http://home.phy.ntnu.edu.tw/~haha90/content/TeachAnime/Teach_content/AC_generator/acgenerator.html

3.5.8. 討論渦電流的產生及其實際應用 (Discussing the Occurrence and Practical Uses of Eddy Currents)

I 考慮好似右邊幅圖咁有一塊金屬片向下跌而經過一個磁場。

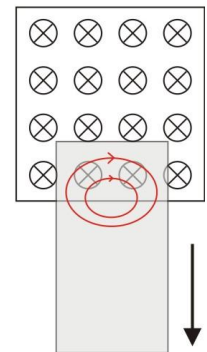
(留意磁場嘅方向係指入紙度。)

- n 當金屬片進入磁場嘅時候，經過金屬片嘅磁場 (即磁通量) 會多咗。
- n 因此金屬片上會感生一個電流來抗衡依個改變。
- n 根據楞次定律，感生電流要產生一個“指出紙面”嘅磁場，因此感生電流係會以逆時針方向流動。
- n 而因為感生嘅電流以一個漩渦形狀流動，所以依個電流就叫“渦電流”。



I 留意當金屬片開始離磁場嘅範圍嘅時候，

- n 經過金屬片嘅磁場 (即磁通量) 會減少。
- n 根據楞次定律，感生電流要產生一個“指入紙面”嘅磁場嚟抗衡依個改變
- n 因此感生電流係會以順時針方向流動 (同最初嘅方向剛好相反)。



I 有關渦電流嘅實際應用，平日我哋最常見嘅應該係“電磁爐” (Induction Cooker)。

- n 而電磁爐嘅原理係：
 - u 電磁爐會不斷改變爐面嘅磁場，所以放喺爐面嘅金屬器皿入面產生渦電流。
 - u 而當電流喺金屬中流動嘅時候就會產生熱能 (仲記得 $P = I^2R$ 嗎?)。
 - u 依個亦都解釋點解我哋唔可以用瓦煲同電磁爐嚟煮食。

I 除此之外，金屬探測器亦都係用咗渦電流嘅原理。

- n 金屬探測器利用電磁感應的原理，利用有交流電通過的線圈，產生迅速變化嘅磁場。
- n 而依個磁場會喺金屬物體上感生渦電流。
- n 產生出嚟嘅渦電流又會產生磁場，倒過來影響原來嘅磁場，引發探測器發出鳴聲。