

2013 / 2014 學年教學設計獎勵計劃

電 磁 感 應

參選編號：C082

科 目：物理

教育階段：高二



目錄

目錄.....	ii
教學活動目錄.....	iii
活動工作紙目錄.....	iii
鞏固練習目錄.....	iii
小組製作目錄.....	iii
一 教學計劃內容簡介.....	iv
1. 教學目標.....	iv
2. 主要內容.....	iv
3. 設計創意和特色.....	iv
4. 教學重點.....	vii
5. 教學難點.....	vii
6. 教學用具.....	vii
7. 教學課時.....	viii
二 教案.....	1
1. 電磁感應現象.....	1
第一節課.....	2
2. 法拉第電磁感應定律.....	11
第二節課.....	13
第三節課.....	22
3. 楞次定律.....	27
第四節課.....	28
4. 電磁感應的應用.....	40
第五節課.....	41
三 試教評估.....	50
四 反思與建議.....	51
參考文獻.....	52
附錄.....	53
1. 互動課件簡介.....	53
2. PowerPoint 課件.....	56



教學活動目錄

活動 1.1：「擦」出電火花.....	2
活動 1.2：找出運動方法與電流方向的規律.....	4
活動 1.3：感應電流方向與什麼因素有關.....	6
活動 2.1：法拉第電磁感應實驗.....	15
活動 2.2：引入法拉第電磁感應定律.....	16
活動 2.3：法拉第電磁感應定律的特例.....	22
活動 2.4：公式比較.....	23
活動 3.1：「欲拒還迎」的鋁環.....	28
活動 3.2：電流方向現形記.....	31
活動 3.3：判定感應電流方向的流程.....	34
活動 3.4：楞次定律的特例.....	35
活動 4.1：「Shake」出電火花.....	41
活動 4.2：成果展現及評量活動.....	48

活動工作紙目錄

活動 2.1：「法拉第電磁感應」實驗工作紙.....	16
活動 2.2：「法拉第電磁感應」定律工作紙.....	16
活動 2.4：公式比較工作紙.....	26
活動 3.1：「欲拒還迎」的鋁環工作紙.....	30
活動 3.2：電流方向現形記工作紙.....	33
活動 3.3：感應電流方向的流程(流程圖測試).....	33
活動 3.4：楞次定律特例(右手定則).....	33
活動 4.2：小組製作 1：自製喇叭評量表.....	49

鞏固練習目錄

鞏固練習 1：電磁感應現象.....	9
鞏固練習 2：法拉第電磁感應定律 1.....	21
鞏固練習 3：法拉第電磁感應定律 2.....	26
鞏固練習 4：楞次定律.....	38

小組製作目錄

小組製作 1：自製喇叭.....	10
小組製作 2：創意發電.....	45



一 教學計劃內容簡介

1. 教學目標

I. 認知目標：

- 通過演示實驗知道電磁感應現象，知道什麼是感應電動勢；
- 瞭解磁通量、磁通量的變化量和磁通量的變化率；
- 在實驗基礎上，瞭解法拉第電磁感應定律、楞次定律的內容；
- 瞭解及應用法拉第電磁感應定律數學運算式；
- 學會應用楞次定律、法拉第電磁感應定律，分析與解決問題；
- 培養類比、假設、推理、歸納、觀察、實驗等尋找物理規律的能力。

II. 技能目標：

- 能依程式進行實驗、製作或改良應用電磁感應的簡單器材；
- 能觀察、分析、歸納和聯繫簡單現象及探索物理規律。

III. 情意目標：

- 能重視到科學研究的精神及其堅毅品質；
- 體驗「實踐是檢驗真理的唯一標準」的科學觀點；
- 體會科學知識、技術與生活的關係。

2. 主要內容

- 電磁感應現象、產生條件及其應用；
- 法拉第電磁感應定律及其應用；
- 楞次定律及其應用；
- 發電機結構及其發電原理。

3. 設計創意和特色

本教學設計採用建構主義，採用多種教學方法包括有實驗觀察法、分析法、實驗探究實作、講授法等。通過探究感應電動勢和感應電流產生的原因和規律，



培養學生對知識的理解和邏輯推理能力，並從不同物理現象中抽象出個性與共性問題，培養學生對不同事物進行分析，並找出共性。又參考了科學探究教學模式五個階段的五 E（投入 Engage、探究 Explore、解釋 Explain、精緻化 Elaborate、評量 Evaluate）來設計教學活動。考慮了學生特性後，本教學設計的演示、活動、評量均以趣味性為考量了，以期調動學生積極參與。

現今，在資訊發達的時代，透過互聯網學生在家可以很容易獲得大量的資訊，故而課堂應提供些豐富而有別於此的體驗，如小組協作、討論、實作探究、自我及同儕評量等。而為了在有限的課時內，體會更多的經歷，本教學設計對課程進行過適當的剪裁。教學設計特色可歸納為以下三點：

I. 注重培養多元能力：

教學以實驗及活動為主體，通過思考、討論總結規律。除課堂由教師演示、學生觀察、然後驗證結論，也有由以學生為主體，教師從旁導引、協助、組織。內容方面結合科學史、科學原理、科學技術、實際應用等元素，構成一個豐富、立體的情境脈絡。學生藉著親身參與，不僅能對物理現象深刻理解，而且也增進了實驗操作技能、分析、歸納、概括、總結等邏輯思維能力。如活動 1.3，學生可設計探究實驗方案，然後展示及討論；活動 3.3，學生應用楞次定律建構「決定感應電流方向」的流程圖，然後再與其他同學比較各自特點及自行測試；然後又結合活動 3.4，在特定情況下，與右手定則進行印證及比較。

II. 融入現代化教學手段：

實物演示最能直觀明瞭地反映事物的某些現象，但往往只能看到一些宏觀現象，但對本章相關定律的微觀本質分析就顯得無能為力了（如：磁體周圍的磁感線既看不見，又摸不著；磁學三維空間的展演）。現代化教學技術，動畫模擬課件的使用，能生動形象地展示磁場間作用機制，這樣將抽象思維事物具體顯現、連結現實與虛擬，不僅能突出本節的重點，



還突破了難點，使學生對定律有一個深刻理解，生動的記憶，同時又激發了學生的學習興趣。此外，從知識結構上來說，法拉第的電磁實驗室(中).jar、EM Wire.swf、感應電動勢 3.swf、綫圈切割磁感綫.swf 這四個課件已很好地涵蓋本章主要內容，進度較落後或對課題有興趣的同學，亦可使用互動課件進行課後研究及學習。Generator.jar、LenzsLaw.jar 的立體展示，則有助空間能力較弱學生體會及理解。

III. 多元教學與多元評量結合：

教學內容涉及多個認知與知識層面(詳見 Bloom 認知領域雙向分類表)，兼顧情意價值及技能。就情意層面而言涵蓋自評、分析、價值排列等；技能維度則有模仿、嘗試及創作。除傳統紙筆評量之外，還有口頭、表述、展示、發表、實作、自評、互評。評量任務具有一定程度的開放性，以培養學生發散思維及創造、創新能力。如鞏固練習 1，學生透過閱讀課本內「法拉第關於電磁感應現象的實驗」材料及回答問題，學生認知到科學研究工作的艱辛、歸納科研人員的性格特質及技能、思考比較自身與所處環境特點、考慮未來人生及科研成果對社會的影響；又如活動 4.2，學生使用評量表，評量自己及別人的作品；而小組作業 2，學生按流程製作簡單發電器具、改良設計，並與其他同學作比較、選評。

Bloom 認知領域雙向分類表(教學活動)

	1.記憶	2.瞭解	3.應用	4.分析	5.評鑑	6.創造
A.事實知識	3.4 4.1					
B.概念知識		1.1 2.1 - 2.3 3.2、3.4 4.1		2.4		
C.程式知識		1.2	1.3 3.1、3.3	3.1	1.2 總結	3.3
D.後設認知知識					4.2	



Bloom 認知領域雙向分類表(作業)

	1.記憶	2.瞭解	3.應用	4.分析	5.評鑑	6.創造
A.事實知識						
B.概念知識		練習 1	練習 2、3			
C.程式知識			練習 4			製作 1、2
D.後設認知知識				練習 1	製作 2	

4. 教學重點

- 實作探究產生感應電流的條件及影響感應電流方向的因素；
- 知道磁通量的變化率是表示磁通量變化快慢的物理量；
- 楞次定律的歸納、理解及應用於判斷感應電流的方向；
- 導體切割磁感線時，用右手定則判斷感應電流的方向；
- 發電機的發電原理及發電方式。

5. 教學難點

- 歸納及理解產生感應電流的條件之一「切割磁感線運動」；
- 能應用法拉第電磁感應定律 $E = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 和 $E = BLv \sin \theta$ 解決問題；
- 正確且充分理解及應用楞次定律；
- 發電機的發電原理。

6. 教學用具

- 教師演示
 - Flash 及 Java 課件、智能手機、手搖發電機、迷你風力發電機；
 - 「神仙魚」、DIY 模型、假髮、白袍、蹄形磁鐵、條形磁鐵；
 - 螺綫管(不同大小橫截面積、不同匝數)、標有明確繞向的線圈；



- 靈敏電流計、電流計、開關、電源、導線、線圈、LED 燈、尺。
- 學生每組(x10)
 - 靈敏電流計、電流計、開關、電源、導線、線圈、LED 燈；
 - 蹄形磁鐵、條形磁鐵、螺綫管(不同大小橫截面積、不同匝數)；
 - A4 紙、活動工作紙、鞏固練習紙。
- 學生每人(x40)
 - 活動工作紙、鞏固練習紙、小組製作簡介。
 - 材料與工具包(粗吸管 1 支、漆包銅線、LED 燈、膠帶、剪刀、磁鐵 2-3 顆)。

7. 教學課時

單元由五節課構成，每一節課時為 40 分鐘，合共 200 分鐘。教學進度如下：

教學進度表

課節	課題	課題內容	授課日期	課時
第一節	電磁感應現象	認識電磁感應現象及其產生條件	2014/1/20(一)	1
第二節	法拉第電磁感應定律	法拉第電磁感應定律認識及理解	2014/1/21(二)	1
第三節		法拉第電磁感應定律特殊情況及其應用	2014/1/23(四)	1
第四節	楞次定律	楞次定律認識、理解及應用	2014/1/24(五)	1
第五節	電磁感應應用	發電機原理與結構	2014/1/27(一)	1



二 教案

1. 電磁感應現象

單元名稱	電磁感應現象(第一節)	班級	高一
教材來源	物理高二(人民教育出版社)	人數	38 - 40 人
學生分析	學生大部份來自社經地位較低的雙職工家庭或單親家庭，學生與父母相處的時間較少，缺乏溝通。部份學生有網癮，有部份同學放學後有兼職。學生具有一定動手及分析歸納能力，但普遍對學習物理自信心不足。		
教學目標	<p>一、 知識與技能：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 知道電磁感應現象；知道產生感應電流的條件。 2. 知道感應電流的方向與磁場方向及導體切割磁感線運動的方向有關。 3. 瞭解電流磁效應、電與磁的交互作用及電磁感應的原理。 4. 能主動探究問題，並收集資料並進行歸納分析。 <p>二、 過程與方法：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 經歷探究「磁生電」的過程，進一步瞭解磁和電之間的相互聯繫，提高學生觀察、分析、歸納和聯繫簡單現象探索物理規律的能力。 2. 發展學生逆向思維和發散思維的能力。 <p>三、 情感、態度與價值觀：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 認識自然現象之間是相互聯繫的，進一步瞭解探索自然奧秘的科學方法。 2. 學生透過法拉第的事蹟，使學生重視鍥而不捨、堅忍不拔的精神品質。 3. 認識任何創造發明都是科學探索的成果，初步具有創造發明的意識。 		
教學重點	實作探究產生感應電流的條件及影響感應電流方向的因素。		
教學難點	歸納產生感應電流的條件之一「切割磁感線運動」。		
教學器材	Flash 課件、「神仙魚」、螺綫管、A4 紙。		
實驗器材	電流計、蹄形磁鐵、線圈、LED 燈、開關、導線及 DIY 模型等。		
教學方法	實驗法、探究式教學法、資訊融入、合作學習、互動式問答、交流討論法。		



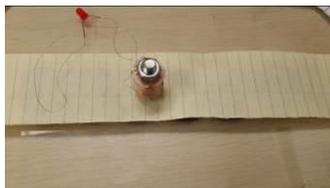
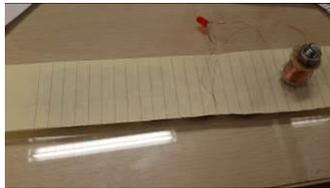
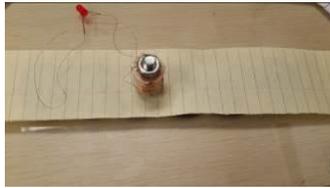
第一節課

目標	活動流程	時間	資源 評量
	<p>一、 準備活動(引起動機)：</p> <p>表演魔術</p> <p>1. 接電源使「神仙魚」發光。</p>  <p>2. 回顧初中學習內容，提問燈泡能發光條件？【電源、燈、導線組成連通的電路】</p> <p>3. 斷電源也可使「神仙魚」發光。(揮手)</p> <p>4. 問題：沒電源為什麼也可發光呢？【衝擊學生原有認知】</p> <p>5. 帶出課堂主題《電磁感應現象》。</p>	<p>3 mins</p>	<p>「神仙魚」、 電源、燈、 導線、 線圈組、 磁體</p>
<p>一、知識與技能：</p> <p>1. 知道電磁感應現象；知道產生感應電流的條件。</p>	<p>二、 發展活動：探究產生感應電流的條件</p> <p>以 4-5 人作小組活動</p> <p>活動 1.1：「擦」出電火花</p> <p>1. 指導學生接連電路，將鐵芯線圈在帶有磁鐵的直尺中來回滾動(如圖示)，使 LED 燈發亮的裝置。</p> <p>2. 引導學生思考從能量轉換角度去思考及何種情況下 LED 燈才發亮。【機械能→電能】</p> <p>3. 並請學生把小組討論的結果寫下來並發表。【導體在磁場中運動會產生電源】</p> <p>器材準備</p> 	<p>4 mins</p>	<p>鐵芯線圈、 LED 燈、 磁鐵、 直尺(長紙)</p> <p>小組討論及發表</p>

鐵芯線圈



將鐵芯線圈在帶有磁鐵的軌道中來回滾動





一、知識與技能：

2. 知道感應電流的方向與磁場方向及導體切割磁感線運動的方向有關。

4. 能主動探究問題，並收集資料並進行歸納分析。

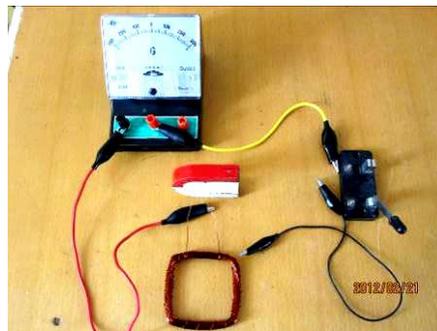
二、過程與方法：

1. 提高學生觀察、分析、歸納和聯繫簡單現象探索物理規律的能力。

2. 發展學生逆向思維和發散思維的能力。

活動 1.2：找出運動方法與電流方向的規律

1. 將線圈與電流計連接。
2. 使用線圈、磁鐵與電流計，讓學生嘗試各種不同的方法，找出「如何能使線圈有持續的電流」。



3. 學生分組討論設計實驗方案，並進行實驗並作實驗總結。

磁鐵放置方式	閉合電路部分導體在磁場中的運動方向	電流計指針偏轉情況
	(左右運動)	
	(上下運動)	
	(前後運動)	
	(斜向運動)	
	學生自行嘗試	

10 mins

線圈、磁鐵、導線、電流計、A4 紙

學生分組彙報設計/實驗結論



<p>一、知識與技能：</p> <p>3. 瞭解電流磁效應、電與磁的交互作用及電磁感應的原理。</p> <p>三、情感、態度與價值觀：</p> <p>1. 認識自然現象之間是相互聯繫的，進一步瞭解探索自然奧秘的科學方法。</p>	<p>活動 1.2 總結</p> <p>4. 請部份組別同學在展示其實驗設計及實驗結果及總結。要求學生比較及評價不同組別的方案設計，總結各方案設計的特點。</p> <p>5. 教師引導學生分析及歸納實驗結果，並用大型磁體模型說明「切割磁感線運動」。板書【閉合電路的一部分導體在磁場中做切割磁感線運動時，導體中就會產生電流。】</p> <div data-bbox="564 869 892 1095" data-label="Image"></div> <p>注意講解</p> <p>1. 電磁感應現象：閉合電路的一部分導體在磁場中做切割磁感線的運動時，導體中就會產生電流。這種現象叫做「電磁感應現象」，其產生的電流叫做「感應電流」。</p> <p>2. 若只是將磁鐵放在封閉螺旋形線圈外，則沒有電流產生。是因為磁力線疏密程度沒有改變，且沒有能量可以轉成電能。</p> <p>3. 變化的磁場能產生電流，是 動能→電能 的轉換</p>	<p>5 mins</p>	
--	---	----------------------	--



一、知識與技能：

4. 能主動探究問題，並收集資料並進行歸納分析。

二、過程與方法：

1. 提高學生觀察、分析、歸納和聯繫簡單現象探索物理規律的能力。

活動 1.3：感應電流方向與什麼因素有關

- 就以上活動觀察所得提問：感應電流方向是否不變？其變化是否有規律？並請學生猜想電流方向與那些因素有關？【磁場方向、導體切割磁感線運動的方向】
- 要求基於所猜想的因素，學生小組討論並提出設計實驗方案。結合之前的方案設計，導引學生運用「控制變數法」設計實驗方案，注要設計時要考慮種可能性及條理性。
- 時間充足時可給與學生進行實驗及得出結論。若時間不足時可只總結出實驗設計方案(如下表)，由老師作演示實驗或播放實驗片段。

磁場方向		導體切割磁感線運動的方向	電流計指針偏轉方向
	上 N	向左	
	下 S	向右	
	上 S	向左	
	下 N	向右	

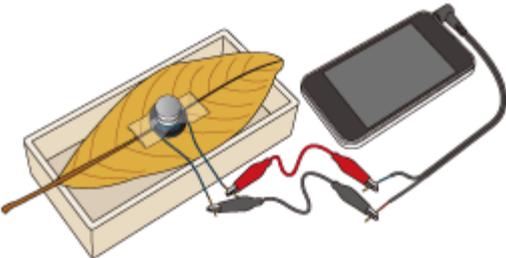
感應電流的方向與磁場的方向及導體做切割磁感線運動的方向有關。板書【導體在磁場中運動會產生電源感應電流的方向與磁場的方向及導體做切割磁感線運動的方向有關】

13 mins

A4 紙

學生分組彙報實驗設計/實驗結論



<p>三、情感、態度與價值觀：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 認識自然現象之間是相互聯繫的，進一步瞭解探索自然奧秘的科學方法。2. 學生透過法拉第的事蹟，使學生重視鍥而不捨、堅忍不拔的精神品質。3. 認識任何創造發明都是科學探索的成果，初步具有創造發明的意識。	<p>三、 課堂總結活動：</p> <p>學生先總結，然後老師補充。</p> <ol style="list-style-type: none">1. 閉合電路的一部分導體在磁場中做切割磁感線運動時，導體中就會產生電流。2. 導體在磁場中運動會產生電源感應電流的方向與磁場的方向及導體做切割磁感線運動的方向有關。3. 如何基於猜想設計實驗，並以「控制變數法」設計實驗方案。 <p>作業報置：完成鞏固練習 1</p> <p>小組製作 1：學生以 4-5 人一組</p> <p>自製喇叭(電磁感應現象的應用)</p>  <p>提示：展示實物，剖析結構，引導學生分析原理。</p> <p>使用教師提供基本材料(電綫、螺綫管、磁體、電綫)外，自行選擇喇叭膜片及外框的材料，並製作成喇叭。(學生可使用互聯搜尋相關原理及資料)</p>	<p>5 mins</p>	<p>圖片、智能電話、樹葉、導線、小喇叭、膠紙</p> <p>鞏固練習 1</p> <p>分組實作 自評及互評(見評量表)</p>
--	---	----------------------	---



	<p>評量在本單元最後一節課上進行，每組只有不多於 3 分鐘時間進行介紹、接駁及播放音樂。(注：若課時不足，可考慮班務堂兩班一起準行)</p> <p>評量時採用教師提供的手機及電綫，測試歌曲為《澳門之歌》(澳門回歸 10 週年主題曲)</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=eF0iJSBB4zo</p> <p>(注：視情況可選用國歌、校歌或其他有特別意義的歌)</p> <p>評量標準：音量(20%)、音質(20%)、設計(10%)。</p> <p>評分：主任/老師(50%)；學生個人自評及互評(50%)</p> <p>獎項：每班設有三甲及雄混獎(音量最大)、海豚音獎(音質最清晰)、創意設計大獎(物料使用及外型設計最佳)。</p>		
--	---	--	--

板書

電磁感應現象：

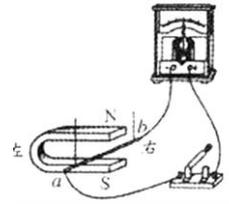
閉合電路的一部分導體在磁場中做**切割磁感線運動**時，導體中就會產生電流的現象。其產生的電流叫做「**感應電流**」。

導體在磁場中運動產生電源(或感應電流)的方向與**磁場的方向**及導體做**切割磁感線運動的方向**有關

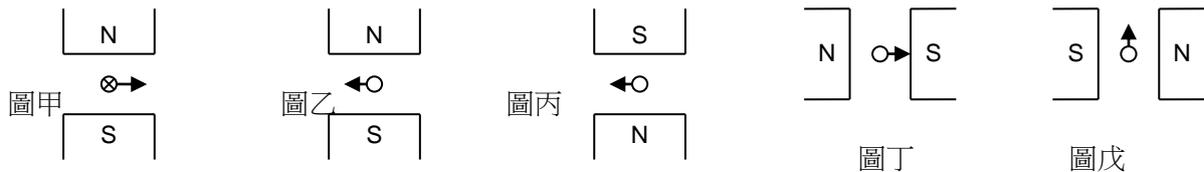


鞏固練習 1：電磁感應現象

(1) 如右圖所示，導體 ab 在磁場中左右擺動時，與之相連的靈敏電流計的指針會發生偏轉。在這個閉合電路中，_____ 相當於電源，這一現象中能量的轉化情況是 _____ 能轉為 _____ 能。如果導體運動方向和磁場方向同時改變，指標偏轉方向 _____ (會/不會) 改變。



- (2) 磁生電：若將棒型磁鐵靠近或遠離線圈，則封閉線圈周圍的 _____ 改變，則線圈上便能產生電流，此電流稱為 _____。
- (3) 若只是將磁鐵放在封閉螺旋形線圈外，則 _____ (有/沒有) 電流產生，是因為磁力線 _____ 沒有改變。從能量守恆來看是由於 _____ (有/沒有) 能量轉成電能。
- (4) 變化的磁場能產生電流，其能量的轉換是 _____ 能轉化為 _____ 能。
- (5) 圖甲至戊中圓卷為垂直於紙面的一根導體，且均為閉合電路的一部份，在磁場中如圖所示的方向運動時，感應電流方向如甲圖示。現於圖乙至圖戊中**畫出**感應電流方向。



- (6) 閱讀課本內「法拉第關於電磁感應現象的實驗」的材料，並回答以下問題：
- 你認為從事科學研究工作，需要具備那些人格特質及個人技能？你認為你具備有上述的那些特質及技能？

 - 你比較現代與法拉第所處時代，進行科學研究的環境條件何者較有利？為什麼？

 - 你將來會從事科學研究的工作嗎？為什麼？

 - 若一直都沒有法拉第磁化電的構想出現，你覺得現代社會有那些轉變？



小組製作 1：自製喇叭

學生自由組合，以 4-5 人一組，使用教師所提供的材料(電綫、螺綫管、磁體、電綫)外，並自行**選擇**喇叭膜片及外框的材料，製成喇叭。評量在本單元的最後一節課上進行，每組只有不多於 3 分鐘的時間進行介紹、接駁及播放音樂。播放時採用教師提供的手機及電綫，測試歌曲為《澳門之歌》<https://www.youtube.com/watch?v=eF0iJSBB4zo>。

評分標準及構成：音量、音質、設計。主任/老師(50%)；學生個人自評及互評(50%)

獎項：每班設有三甲及**雄混獎**(音量最大)、**海豚音獎**(音質最清晰)、**創意設計大獎**(物料使用及外型設計最佳)。

評量標準

評量標準	優	良	一般	有待改善
音量(20%)	音量充足雄亮，課室任何角落及時間均可清楚聽到。 (20 分)	音量充足良好，課室大部份地方及時間均可清楚聽到。 (18 分)	音量一般，課室內部份時間或地方需集中精神才可清楚聽到。 (14 分)	音量不足，極需改善。 (10 分)
音色(20%)	高音及低音音質優良，悅耳動聽。 (20 分)	音質的大致良好，但有少量高音或低音音色不准。 (18 分)	高音或低音中只有一個音域表現良好。 (14 分)	高、低音均極需改善。 (10 分)
設計(10%)	設計外型優美及穩固，能充份考慮及善用不同物料的特性。 (10 分)	設計外型良好或穩固，或善用不同物料。 (9 分)	設計外型一般或不穩固，或未能善用不同物料。 (7 分)	設計外型不良或具不穩固。 (5 分)



2. 法拉第電磁感應定律

單元名稱	法拉第電磁感應定律(第二、三節)	班級	高一
教材來源	物理高二(人民教育出版社)	人數	38 - 40 人
教學目標	<p>一、 知識與技能：</p> <ol style="list-style-type: none"> 知道感應電動勢，及決定感應電動勢大小的因素。 知道磁通量的變化率是表示磁通量變化快慢的物理量 $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$。 理解法拉第電磁感應定律內容、數學運算式。 知道 $E=BLv\sin\theta$ 如何推得。 會用 $E = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 解決問題。 <p>二、 過程與方法：</p> <ol style="list-style-type: none"> 經歷探究「磁生電」的過程，進一步解磁和電之間的相互聯繫，提高學生觀察、分析、歸納和聯繫簡單現象探索物理規律的能力。 發展學生逆向思維和發散思維的能力。 <p>三、 情感、態度與價值觀：</p> <ol style="list-style-type: none"> 認識自然現象之間是相互聯繫的，進一步瞭解探索自然奧秘的科學方法。 學生透過法拉第的事蹟，使學生重視鏗而不捨、堅忍不拔的精神品質。 認識任何創造發明都是科學探索的成果，初步具有創造發明的意識。 		
教學重點	<ol style="list-style-type: none"> 知道磁通量的變化率是表示磁通量變化快慢的物理量。 能區別 Φ、$\Delta\Phi$、$E = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 		
教學難點	能應用法拉第電磁感應定律和 $E = BLv\sin\theta$ 解決問題。		
教學器材	Flash、Java 課件、假髮、白袍、電源、燈、導線、線圈組、磁體。		
實驗器材	電流計、蹄形磁鐵、線圈、LED、開關、導線(不同大小橫截面積、不同匝數)。		
教學方法	實驗法、探究式教學法、資訊融入、合作學習、互動式問答、交流討論法。		





第二節課

目標	活動流程	時間	資源 評量
<p>三、情感、態度與價值觀：</p> <p>1. 認識自然現象之間是相互聯繫的，進一步瞭解探索自然奧秘的科學方法。</p> <p>2. 學生透過法拉第的事蹟，使學生重視鍥而不捨、堅忍不拔的精神品質。</p>	<p>一、 準備活動(引起動機)：</p> <p>《科學小故事》</p> <p>【設計的構思和意圖：老師一邊介紹，一邊扮演法拉第演示相關的電磁實驗，吸引學生的注意力，同時也給學生瞭解一些科學史】</p> <p>電能變磁</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 1820 年奧斯特宣佈電能使磁針偏轉後，法拉第就想，這一定是電產生了磁，才影響到磁針。 ● 1825 年皮鞋匠出身的電學家斯特詹在一塊馬蹄形軟鐵上通電後竟能吸起四公斤的鐵塊。 ● 不久，又一美國人改進實驗吸起了三百斤重的鐵塊，電真的變成了磁，而且力量這樣巨大。 ● 法拉第反過來想，磁為什麼變不成電呢？如果能變成電，力量也一定不會小的。 <p>研究歷程</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 1821 年做完那個電繞磁轉的實驗後，一直到 1831 年每時每刻都想著這個問題。 ● 在筆記本上寫了「轉磁為電」幾個大字，口袋裡常裝著一塊馬蹄形磁鐵，一個線圈。一直苦思苦想，常驗常試。 ● 先是用磁鐵去碰導線，電流計不動，在磁鐵上繞上導線，還是沒有電。乾脆把磁鐵裝在線圈的肚子裡，接上電流計，指針依然紋絲不動。 <p>偶然發現</p>	<p>5 mins</p>	<p>假髮、白袍、電源、燈、導線、線圈組、磁體</p>

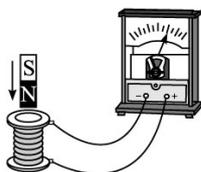


- 一天他又在地下實驗室幹了半天，還是毫無結果，便說了聲：「算了吧！」氣得將那根長條磁鐵向線圈裡通地一聲扔進去，仰身向椅子上坐去。
- 可是就在他仰身向椅子上坐的一剎那間，他忽然看見電流計上的指針向左顫動了一下。他趕緊眨了一下眼，再看指針又在正中不動了。
- 也許是看花眼了，因為在高度集中精力的實驗中，有時看到的只是自己希望的假像。
- 他這麼想著就欠著身子將磁鐵抽出來再試一次。不想這一抽指針又向右動了一下，這回可是真真切切的。他忙又將磁鐵插回，指針又向左偏了一下。哎呀，有電了，磁成電了。

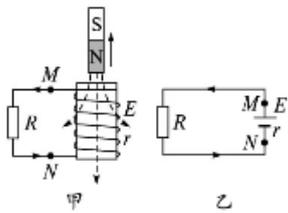
研究成功

- 法拉第將那磁鐵在線圈裡不停地抽出插入，那電流計指針也左右搖個不停，而且「動作越快」，「電流計」的指針偏轉幅度「越大」。
- 他先將直棒磁鐵換成馬蹄形的，將「小線圈」換成一個「大銅盤」，大銅盤可以連續搖動，這樣就可以獲得持續電流，電流也更大。這是世界上第一台發電機。

【「」號內為著重演示之處，要使學生注意】





<p>一、知識與技能：</p> <p>1. 知道感應電動勢，及決定感應電動勢大小的因素。</p> <p>二、過程與方法：</p> <p>1. 提高學生觀察、分析、歸納和聯繫簡單現象探索物理規律的能力。</p>	<p>二、發展活動：</p> <p>活動 2.1：法拉第電磁感應實驗</p> <p>1. 老師提問、總結。學生以 4-5 人作分組討論及嘗試，並完成下面的工作紙。</p> <p>2. 提問過程中，學生回想演示實驗，並可動手嘗試。</p> <p>3. 老師進一步引導理解感應電動勢：</p> <p>【在電磁感應現象中，產生感應電流的那部分導體就相當於電源，其所在電路就是內電路，電源的電動勢就是感應電動勢。】</p>  <p>4. 提問：電路中感應電流與感應電動勢有什麼關係？</p> <p>【提示：歐姆定律，電動勢與電流的關係 $I = \frac{E}{R+r}$】</p> <p>感應電動勢與感應電流的關係 $I = \frac{E}{R+r}$</p> <p>5. 感應電動勢大小與什麼因素有關？抽出插入磁鐵快代表什麼呢？</p> <p>【示學生情況給與提示，如回想剛才演示的過程；三個線圈兩者的差異：匝數相同的，兩者面積不同；面積相同的，兩者匝數不同。】</p> <p>【感應電動勢與磁場改變的速率、線圈的面積、線圈的匝數成正比。】</p>	<p>15 mins</p> <p>不同匝及不同面積鐵芯線圈 3 個、不同強度磁體、LED 燈、磁鐵、直尺</p> <p>小組討論、口頭回答及工作紙</p>
--	--	--



活動 2.1：「法拉第電磁感應」實驗工作紙

- 電磁感應的發現者：法拉第。
- 現象：
 - 當螺旋形線圈兩端只連接檢流計時，電流計的指針不會偏轉，表示 沒有電流 通過線圈。
 - 當磁鐵 靠近 或 遠離 線圈時，此時封閉線圈內的 磁場 發生改變，電流計的指針發生 偏轉，表示 有電流 通過線圈。
- 內容：因磁場變化而產生電流的現象稱為 電磁感應，產生的電流稱為 感應電流。
- 影響感應電流大小的因素：
 - 磁場改變的速率：磁鐵進出 封閉螺旋形線圈 的速率 越快，會使線圈內磁場變化的速率越 快，則線圈內產生的感應電流也越 大。
 注：若磁鐵靜止不動，改由線圈靠近或遠離磁鐵，因磁鐵和線圈間仍有相對運動，因此線圈內的磁場也會發生變化，線圈也一樣會有感應電流產生。
 - 線圈的 面積：增加線圈單位長度的面積，可使線圈內的感應電流 增大。
 - 線圈的 匝數：增加線圈單位長度的匝數，可使線圈內的感應電流 增大。

活動 2.2：「法拉第電磁感應」定律工作紙

5. 物理量符號及單位

物理量	符號	單位名稱	單位符號
磁場強度的變化量	ΔB	特斯拉	T
磁場強度的變化率	$\Delta B/\Delta t$	特斯拉每秒	T/s
磁通量	Φ	韋伯	Wb
磁通量的變化量	$\Delta \Phi$	韋伯	Wb
磁通量的變化率	$\Delta \Phi/\Delta t$	韋伯每秒	Wb/s

6. 影響磁通量的變化的因素，及磁通量的變化量、感應電動勢的關係

變化物理量	磁通量的變化量 $\Delta \Phi$	感應電動勢 ϵ
磁場強度 ΔB	$\Delta B S \cos \theta$	$\Delta B S (\cos \theta) / \Delta t$
綫圈面積 ΔS	$B \Delta S \cos \theta$	$B \Delta S (\cos \theta) / \Delta t$
磁場與綫圈平面夾角餘弦 $\Delta(\cos \theta)$	$B S \Delta(\cos \theta)$	$B S \Delta(\cos \theta) / \Delta t$

一、知識與技能：	活動 2.2：引入法拉第電磁感應定律	15 mins	工作紙
----------	--------------------	---------	-----



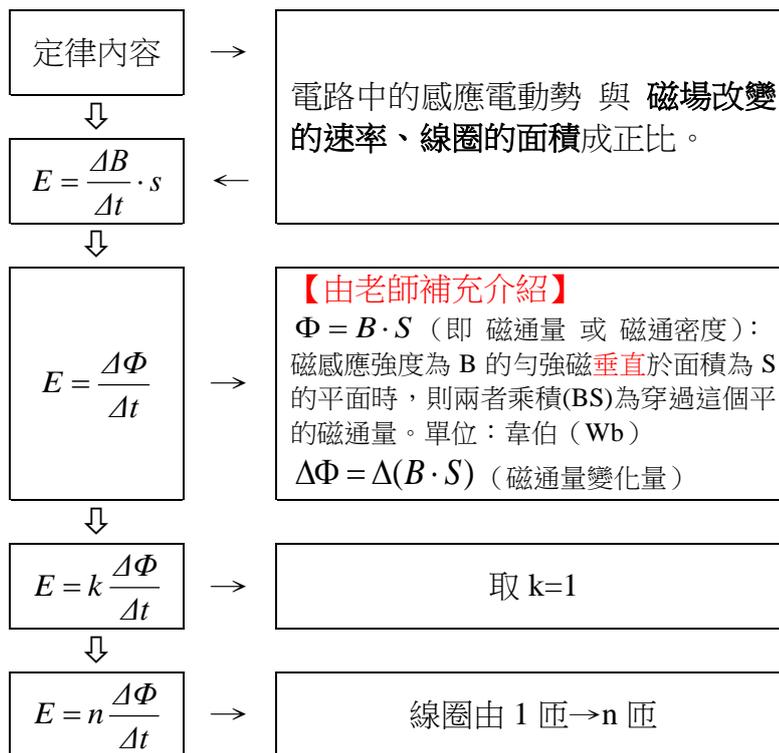
2. 知道磁通量的變化率是表示磁通量變化快慢的物理量。

3. 理解法拉第電磁感應定律內容、數學運算式。

二、過程與方法：

1. 提高學生觀察、分析、歸納和聯繫簡單現象探索物理規律的能力。

法拉第電磁感應定律推導流程



1. 直接講述：

在法拉第、紐曼、韋伯等人工作的基礎上，人們認識到：電路中的感應電動勢 與 **磁場改變的速率、線圈的面積、線圈的匝數** 成正比，這就是**法拉第電磁感應定律**。

2. 運算式推導：教師引導學生推導

由**法拉第電磁感應定律**開始推導，代入不同的物理量。

磁場強度的變化率

如果時刻 t_1 穿過面積為 S 的閉合電路的磁場強度為 B_1 ，時刻 t_2 穿過面積為 S 閉合電路的磁通量為 B_2 ，則在時間 $\Delta t = t_2 - t_1$ 內，磁場強度的變化量為 $\Delta B = B_2 - B_1$ ，磁場強度的變化率就是 $\frac{\Delta B}{\Delta t}$ 。

3. 單位推導：比例係數取 $k=1$

學生根據單位元運演算法則在國際單位制中推導

$$1 \text{ Wb/s} = 1 \text{ V}$$

$$(1 \text{ Wb} = 1 \text{ T} \cdot \text{m}^2)$$

引申問題：是不是所有比例係數都可取 1？為什麼要取 1？什麼情況下可取 1？



(應給與充足時間思考，課上容許討論時間看進度而定，若時間緊迫可提出問題後，下一節課再跟進)

4. 據以住所學，讓學生改寫**法拉第電磁感應定律**

【**電路中感應電動勢的大小跟穿過這一電路的磁通量的變化率成正比。**】

5. 如果閉合電路由 n 匝線圈串聯組成，整個線圈總的感

應電動勢是單個線圈的 n 倍，即 $E = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 。

【說明：穿過每匝線圈的磁通量的變化率是相同的。】

結論：法拉第電磁感應定律的數學運算式： $E = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

6. 提問使學生注意：

甲、 $\Delta\Phi$ 、 $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 中的 $\Delta\Phi$ 取絕對值， $E = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 表示的是感應電動勢的**大小**，不涉及**方向**。

乙、 $\Delta\Phi$ 等於 Δt 這段時間內，末時刻的磁通量 Φ_2 與初時刻磁通量 Φ_1 的差值，而與這段時間內磁通量是否均勻變化無關。

【 $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 實際上表示 Δt 這段時間內磁通量的**平均變化率**， E 是 Δt 這段時間內的**平均感應電動勢**，只有 Δt 特別小(Δt 趨於 0)時，才是**瞬時值**。當在 Δt 時間內，磁通量均勻變化， $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 的瞬時值和平均值相等。】

【可回顧運動學平均速度及瞬時速度內容，並作對比。】

7. 提問磁通量、磁通量的變化量、磁通量的變化率的區別(Φ 、 $\Delta\Phi$ 、 $\Delta\Phi/\Delta t$)。

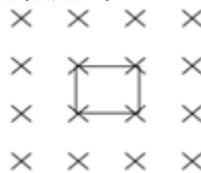
8. 感應電動勢的**大小與磁通量的變化率成正比**；**方向由楞次定律**來判斷。



9. 提問若磁場方向若不垂直的平面時，如何計算磁通？
【計算垂直分量，乘上 $\cos\theta$ ，其中 θ 為磁場與綫圈平面夾角】
10. 提問磁通量的變化有那些情況(/因素)，那磁通量的變化量、感應電動勢又如何計算？

變化物理量	磁通量的變化量 $\Delta\Phi$	感應電動勢 ε
磁場強度 ΔB	$\Delta B S \cos\theta$	$\Delta B S (\cos\theta) / \Delta t$
綫圈面積 ΔS	$B \Delta S \cos\theta$	$B \Delta S (\cos\theta) / \Delta t$
磁場與綫圈平面夾角餘弦 $\Delta(\cos\theta)$	$B S \Delta(\cos\theta)$	$B S \Delta(\cos\theta) / \Delta t$

11. 例題：
 邊長為 10 cm 的正方形綫圈，垂直於磁感應強度 B 的方向置於 0.2 T 的勻強磁場中。試求：
- 圖示位置時，穿過綫圈的磁通量為多少？
 - 若將綫圈以一邊為軸轉過 90° ，則穿過綫圈的磁通量變為多少？
 - 若此過程軸轉過程歷時 0.1 s，求其感應電動勢？



已知： $S = 0.1^2 = 0.01 \text{ m}^2$

$\Delta t = 0.1 \text{ s}$

$B = 0.2 \text{ T}$

求： Φ 、 $\Delta\Phi$ 、 E

解：

$\Phi = BS = 0.2 \times 0.01 = 2 \times 10^{-3} \text{ T}$

$\Phi' = 0 \text{ T}$

$\Delta\Phi = \Phi' - \Phi = 0 - 2 \times 10^{-3} \text{ T} = -2 \times 10^{-3} \text{ T}$

$E = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = 1 \times \frac{2 \times 10^{-3}}{0.1} = 0.02 \text{ V}$



	<p>三、 課堂總結活動：</p> <p>學生先總結，然後老師補充。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 法拉第電磁感應定律：電路中的感應電動勢 與 磁場改變的速率、線圈的面積、線圈的匝數 成正比。 2. 數學運算式：$E = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 3. 磁通量、磁通量的變化量、磁通量的變化率的區別(Φ、$\Delta\Phi$、$\Delta\Phi/\Delta t$)。 <p>作業報置：鞏固練習 2</p> <p>鞏固練習 2</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 下列說法正確的是(D) <ul style="list-style-type: none"> A. 線圈中磁通量變化越大，線圈中產生的感應電動勢一定越大。 B. 線圈中的磁通量越大，線圈中產生的感應電動勢一定越大。 C. 線圈處在磁場越強的位置，線圈中產生的感應電動勢一定越大。 D. 線圈中磁通量變化得越快，線圈中產生的感應電動勢越大。 2. 一個匝數為 100、面積為 10 cm² 的線圈垂直磁場放置，在 0.5 s 內穿過它的磁場從 1 T 增加到 9 T，求線圈中的感應電動勢。 解： 由電磁感應定律可得 $E = n\Delta\Phi/\Delta t$ ① $\Delta\Phi = \Delta B \times S$ ② 由①②聯立可得 $E = n\Delta B \times S/\Delta t$，代入數值可得 $E = 1.6 \text{ V}$ 3. 將面積是 0.8 m² 的導線環放入勻強磁場中，環面與磁場方向垂直，已知穿過這個導線環的磁通量是 3.2Wb，求磁場的磁感應強度。 解： $B = \Phi/S = 3.2/0.8 = 4 \text{ T}$ 	5 mins	鞏固練習 2
--	---	--------	--------

板書

在電磁感應現象中，產生感應電流的那部分導體就相當於**電源**，其所在電路就是內電路，電源的電動勢就是感應電動勢。

法拉第電磁感應定律

感應電動勢大小 與

1. **磁場改變的速率、線圈的面積、線圈的匝數**成正比。
2. 穿過閉合電路的**磁通量變化率、線圈的匝數**成正比；

法拉第電磁感應定律數學運算式： $E = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

$\Phi = B \cdot S$ (即 **磁通量** 或 磁通密度)：

磁感應強度為 B 的勻強磁垂直於面積為 S 的平面時，則兩者乘積(BS)為穿過這個平的磁通量。單位：韋伯 (Wb)

$\Delta\Phi = \Delta B \cdot S$ 或 $\Delta\Phi = B \cdot \Delta S$ (磁通量變化量)



鞏固練習 2：法拉第電磁感應定律 1

1. 下列說法正確的是()
 - A· 線圈中磁通量變化越大，線圈中產生的感應電動勢一定越大。
 - B· 線圈中的磁通量越大，線圈中產生的感應電動勢一定越大。
 - C· 線圈處在磁場越強的位置，線圈中產生的感應電動勢一定越大。
 - D· 線圈中磁通量變化得越快，線圈中產生的感應電動勢越大。
2. 一個匝數為 100、面積為 10 cm^2 的線圈垂直磁場放置，在 0.5 s 內穿過它的磁場從 1 T 增加到 9 T，求線圈中的感應電動勢。

解：

3. 將面積是 0.8 m^2 的導線環放入勻強磁場中，環面與磁場方向垂直，已知穿過這個導線環的磁通量是 3.2 Wb ，求磁場的磁感應強度。

解：

第三節課

一、知識與技能：
4. 知道 $E=BLv\sin\theta$ 如何推得。

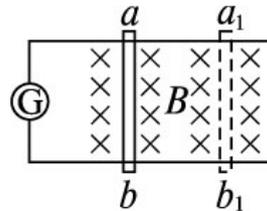
二、發展活動

活動 2.3：法拉第電磁感應定律的特例

導體切割磁感線時的感應電動勢

課件展示

如圖所示電路，閉合電路一部分導體 ab 處於勻強磁場中，磁感應強度為 B ， ab 的長度為 L ，以速度 v 勻速切割磁感線，求產生的感應電動勢。



解析：

設在 Δt 時間內導體棒由原來的位置運動到 a_1b_1 ，

這時線框面積的變化量為 $\Delta S = Lv\Delta t$ ，

穿過閉合電路磁通量的變化量為 $\Delta\Phi = B\Delta S = BLv\Delta t$ ，

據法拉第電磁感應定律，得感應電動勢 $E = \Delta\Phi/\Delta t = BLv$ ，

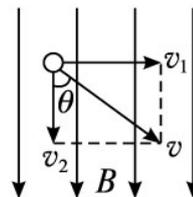
這是在導線切割磁感線時，計算感應電動勢更簡捷公式。

需要注意：

1. B ， L ， v 兩兩垂直。
2. 導線的長度 L 應為有效長度。
3. 導線運動方向和磁感線平行時， $E=0$ 。
4. 速度 v 為平均值(瞬時值)， E 就為平均值(瞬時值)。

問題：當導體的運動方向跟磁感線方向有一個夾角 θ ，感應電動勢可用上面的公式計算嗎？

用課件展示如圖所示電路，閉合電路的一部分導體處於勻強磁場中，導體棒以 v 斜向切割磁感線。



解析：

可以把速度 v 分解為兩個分量：

垂直於磁感線的分量 $v_1 = v\sin\theta$ 和
平行於磁感線的分量 $v_2 = v\cos\theta$ 。

15 mins 口頭回答



	<p>後者 v_2 不切割磁感線，不產生感應電動勢。 前者 v_1 切割磁感線，感應電動勢為 $E = BLv_1 = BLv \sin\theta$</p> <p>向學生提問各物理量單位： 在國際單位制中，上式中 B、L、v 的單位分別是特斯拉(T)、米(m)、米每秒(m/s)，θ 指 v 與 B 的夾角。</p>		
--	--	--	--

<p>一、知識與技能：</p> <p>3. 理解法拉第電磁感應定律內容、數學運算式。</p>	<p>活動 2.4：公式比較</p> <p>讓學生討論什麼情況下得出平均/瞬時感應電動勢。</p> <p>【提示學生：參照有關運動學中的功率。】</p> <p>$E = \Delta\Phi/\Delta t$ $E = BLv$</p> <table border="1" data-bbox="325 896 1093 1149"> <thead> <tr> <th>感應電動勢</th> <th>$E = \Delta\Phi/\Delta t$</th> <th>$E = BLv$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>平均</td> <td>一般</td> <td>v 為平均速度</td> </tr> <tr> <td>瞬時</td> <td>$\Delta t \rightarrow 0$</td> <td>v 為瞬時速度</td> </tr> </tbody> </table> <p>有關 $\Delta t \rightarrow 0$ (注意學生數學及理解情況)</p>	感應電動勢	$E = \Delta\Phi/\Delta t$	$E = BLv$	平均	一般	v 為平均速度	瞬時	$\Delta t \rightarrow 0$	v 為瞬時速度	<p>5 mins</p>	<p>工作紙</p>
感應電動勢	$E = \Delta\Phi/\Delta t$	$E = BLv$										
平均	一般	v 為平均速度										
瞬時	$\Delta t \rightarrow 0$	v 為瞬時速度										



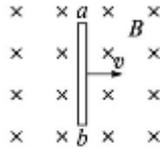
二、過程與方法：

1. 提高學生觀察、分析、歸納和聯繫簡單現象探索物理規律的能力。

三、 課堂練習：

鞏固練習 3

1. 如圖所示，一段直導線 ab 放在勻強磁場中，導線長為 20 cm ，磁感應強度為 0.50 T ，導線以方向和導線垂直、大小為 5.0 m/s 的速度做切割磁感線運動時，電勢差為 0.5 V ；如果將導線在紙面內轉過 30° 角，保持速度的大小不變，方向仍跟導線垂直，做切割磁感線運動， ab 兩端的電勢差為 0.433 V 。



2. 在 0.8 T 的勻強磁場中，長度為 15 cm 的導線以 8 m/s 的速度做切割磁感線運動，運動方向跟導線本身垂直，跟磁感線成 30° 度角，求感應電動勢。

解：

$$E = BLv\sin\theta = 0.8 \times 0.15 \times 8 \times 0.5 = 0.48\text{ V}$$

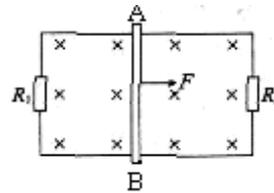
3. 如圖，在磁感應強度為 0.2 T 的勻強磁場中，有一長為 0.5 m 的導體 AB 在金屬框架上以 10 m/s 的速度向右滑動， $R_1 = R_2 = 20\ \Omega$ ，則流過 AB 的電流多少？

解：

$$\text{並聯 } R = 10\ \Omega$$

$$E = BLv = 1\text{ V}$$

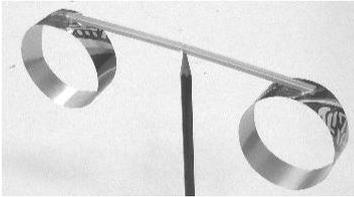
$$I = E/R = 1/10 = 0.1\text{ A}$$



15 mins

鞏固練習 3



	<p>四、 課堂總結活動：</p> <p>學生先總結，然後老師補充。</p> <p>1. 導體切割磁感線時的感應電動勢 $E = BLv \sin \theta$。</p> <p>2. 瞬時及平均感應電動勢。</p> <table border="1" data-bbox="327 566 1129 819"> <thead> <tr> <th>感應電動勢</th> <th>$E = \Delta\Phi/\Delta t$</th> <th>$E = BLv$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>平均</td> <td>一般</td> <td>v 為平均速度</td> </tr> <tr> <td>瞬時</td> <td>$\Delta t \rightarrow 0$</td> <td>v 為瞬時速度</td> </tr> </tbody> </table> <p>作業報置：完成鞏固練習 3</p> <p>材料準備：</p> <p>每組準備空鋁罐一個，裁剪出兩片鋁環，並將兩片鋁環分別黏在吸管的兩端，如圖示。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>	感應電動勢	$E = \Delta\Phi/\Delta t$	$E = BLv$	平均	一般	v 為平均速度	瞬時	$\Delta t \rightarrow 0$	v 為瞬時速度	<p>5 mins</p>	
感應電動勢	$E = \Delta\Phi/\Delta t$	$E = BLv$										
平均	一般	v 為平均速度										
瞬時	$\Delta t \rightarrow 0$	v 為瞬時速度										

板書

法拉第電磁感應定律的特例

導線切割磁感綫時產生的感應電動勢大小

跟磁場強度 B 、導綫長度 L 、運動速度 v 及運動方向與磁感綫方向夾角 θ 的正弦 $\sin\theta$ 成正比。

$$E = BLv_1 = BLv \sin \theta$$

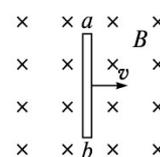


活動 2.4：公式比較工作紙

感應電動勢	$E = \Delta\Phi/\Delta t$	$E = BLv$
平均		
瞬時		

鞏固練習 3：法拉第電磁感應定律 2

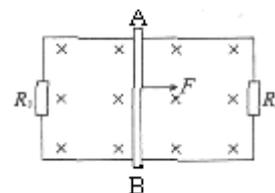
1. 如圖所示，一段直導線 ab 放在勻強磁場中，導線長為 20 cm ，磁感應強度為 0.50 T ，導線以方向和導線垂直、大小為 5.0 m/s 的速度做切割磁感線運動時，電勢差為_____；如果將導線在紙面內轉過 30° 角，保持速度的大小不變，方向仍跟導線垂直，做切割磁感線運動， ab 兩端的電勢差為_____。



2. 在 0.8 T 的勻強磁場中，長度為 15 cm 的導線以 8 m/s 的速度做切割磁感線運動，運動方向跟導線本身垂直，跟磁感線成 30° 度角，求感應電動勢。

解：

3. 如圖，在磁感應強度為 0.2 T 的勻強磁場中，有一長為 0.5 m 的導體 AB 在金屬框架上以 10 m/s 的速度向右滑動， $R_1 = R_2 = 20\ \Omega$ ，則流過 AB 的電流多少？



解：

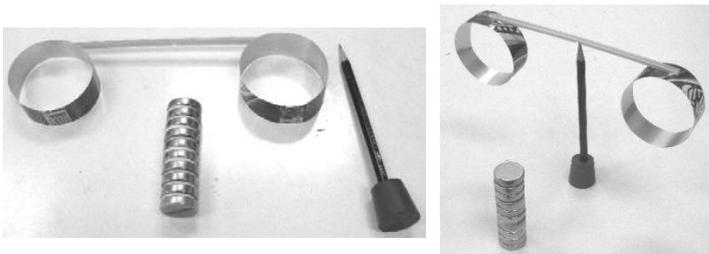


3. 楞次定律

單元名稱	楞次定律(第四節)	班級	高一
教材來源	物理高二(人民教育出版社)	人數	38 - 40 人
教學目標	<p>一、 知識與技能：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 掌握楞次定律的內容，能運用楞次定律判斷感應電流方向。 2. 培養觀察實驗的能力以及對實驗現象分析、歸納、總結的能力。 3. 能從磁通量變化的角度和相對運動的角度正確地應用楞次定律。 4. 掌握右手定則，並理解右手定則實際上為楞次定律的一種具體表現形式。 <p>二、 過程與方法：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 通過實踐活動、觀察得到的實驗現象，再通過分析論證、歸納總結，得出結論。 2. 通過應用楞次定律判斷感應電流的方向，培養學生應用物理規律解決實際問題的能力。 <p>三、 情感、態度與價值觀：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 在本節課的學習中，同學們直接參與物理規律的發現過程，參與問題的解決，體驗了一次自然規律發現過程中的樂趣和規律美，培養學生科學的探究能力和合作精神。 2. 體驗「實踐是檢驗真理的唯一標準」的科學觀點。 3. 使學生學會由個別事物的個性來認識一般事物的共性的認識事物的一種重要的科學方法。 		
教學重點	<ol style="list-style-type: none"> 1. 楞次定律的歸納及理解。 2. 應用楞次定律判斷感應電流的方向。 3. 導體切割磁感線時，利用右手定則判斷感應電流的方向。 		
教學難點	充分理解及正確應用楞次定律。		
教學器材	課件、靈敏電流錶、標有明確繞向的線圈、條形磁鐵、導線。		
實驗器材	電流計、蹄形磁鐵、線圈、LED、開關、導線及 DIY 模型。		
教學方法	實驗法、探究實作式教學法、合作學習、互動式問答、交流討論法。		



第四節課

目標	活動流程	時間	資源評量
<p>一、知識與技能：</p> <p>2. 培養觀察實驗的能力以及對實驗現象分析、歸納、總結的能力。</p> <p>二、過程與方法：</p> <p>1. 通過實踐活動、觀察得到的實驗現象，再通過分析論證、歸納總結，得出結論。</p> <p>三、情感、態度與價值觀：</p> <p>1. 在本節課的學習中，同學們直接參與物理規律的發現過程，參與問題的解決，體驗了一次自然規律發現過程中的樂趣和規律美，培養學生科學的探究能力和合作精神。</p> <p>2. 體驗「實踐是檢驗真理的唯一標準」的科學觀點。</p>	<p>一、 小組動手探究活動：</p> <p>活動 3.1：「欲拒還迎」的鋁環</p> <p>1. 從上一堂我們已經知道，當封閉線圈周圍的磁場發生變化時，便能產生感應電流。但是，感應電流的方向是怎樣的呢？</p> <p>2. 將兩片鋁環分別黏在吸管的兩端；為了減少摩擦力，中間再利用尖銳物將吸管頂起，使其可自由轉動(如圖示)。【上堂已要求準備材料】</p>  <p>3. 回答工作紙中的問題：</p>  <p>4. 完成後，請同學分享，及由教師總結。</p> <p>【磁體運動引致鋁環的磁通量發生變化，而產生感應電流，又由感應電流生磁，與磁體作用會發生相吸或相斥的現象】</p> <p>【本小組活動讓學生結合已有理論知識，並反覆實作觀察、假設(理論建立)、推論、檢驗、討論等科學探究進程，使學生體會及經歷科學研究過程。】</p> <p>【由於本活動有一定難度，教師要有恰當的提示，且著眼於讚賞學生的猜想及其合理推論過程。】</p>	<p>10 mins</p>	<p>每組物料</p> <p>a. 吸管一條、</p> <p>b. 強力磁鐵若干、</p> <p>c. 空鋁罐一個(裁剪出兩片鋁環)、</p> <p>小組討論、簡報、實作及工作紙</p>





活動 3.1：「欲拒還迎」的鋁環工作紙

製作方法：如右圖



- a. 將兩片鋁環分別黏在吸管的兩端。
 - b. 為了減少摩擦力，中間用尖銳物將吸管頂起，使其可自由轉動。
1. 鋁環靜止時，將磁鐵 **N** 極慢慢從兩個鋁環中任意一個穿過(但不要觸碰到)，你觀察到什麼？

2. 將磁鐵 **N** 極置在其中一個鋁環中心，並保持鋁環靜止，慢慢從鋁環中抽回(但不要觸碰到)，你又觀察到什麼？

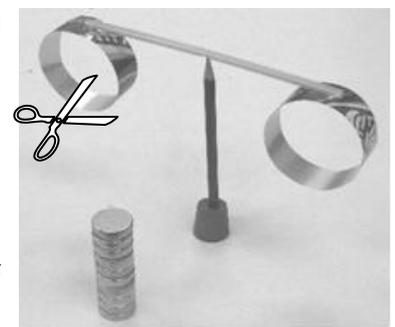
- A. 結合感應電流的知識，就以上現象，試作出符合物理學原理的猜想。

- B. 若用 **S** 極重覆題 1 及 2，以題 A 所作的猜想作推斷，現象會如何？

3. 用 **S** 極重覆題 1 及 2，你觀察到什麼？這與你的猜想相同嗎？

4. 將其中一邊的鋁環從中剪斷後。靜止時，將磁鐵從這個剪斷的鋁環中穿過及抽出，你又觀察到什麼？

- C. 就以上現象，題 A 所作的猜想能合理解釋到嗎？若不能，再試作出符合物理學原理的猜想。





一、知識與技能：

1. 掌握楞次定律的內容，能運用楞次定律判斷感應電流方向。
2. 培養觀察實驗的能力以及對實驗現象分析、歸納、總結的能力。

二、過程與方法：

1. 通過實踐活動、觀察得到的實驗現象，再通過分析論證、歸納總結，得出結論。

三、情感、態度與價值觀：

3. 使學生學會由個別事物的個性來認識一般事物的共性的認識事物的一種重要的科學方法。

二、發展活動：

活動 3.2：電流方向現形記

1. 總結活動 3.1：「欲拒還迎」的結果發現，
 - a. 當磁鐵由遠靠近線圈，線圈會有排斥的現象；
 - b. 當磁鐵由近遠離線圈，線圈會有吸引的現象。

【引導學生進行實驗檢示，以安培右手定則判斷感應電流造成的磁場方向為何，從不同方法得出感應電流的方向，這便是物理學的理論與現實的一致性。】

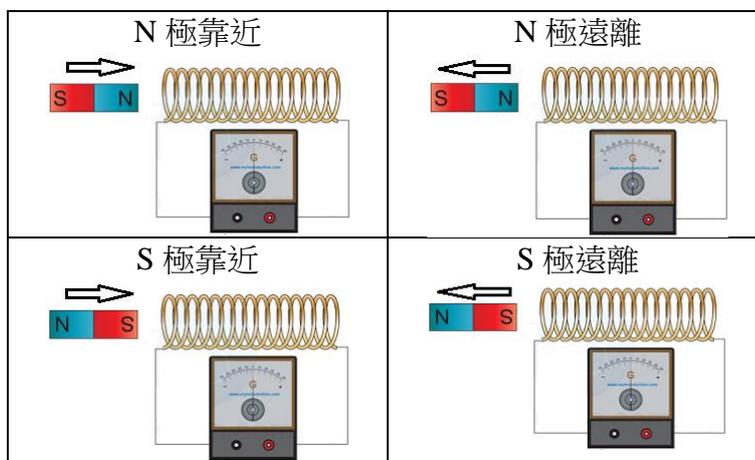
【若結果不一致，則需要檢示原因，是實驗操作、器材的錯誤，還是理論出問題。】

2. 提出如何判斷線圈上產生的感應電流方向？實驗器材為何？【可分開問】

【設計實驗方案、安培定則；線圈、磁鐵、導線、電流計】

3. 提出感應電流方向

4. 學生分組依實驗方案執行，然後發表結果。



實驗：取一組螺旋形線圈，接上電流計後，利用磁鐵靠近或遠離線圈來找出感應電流方向判定的準則。

5. 讓學生找出以上四種情形，磁鐵產生磁場方向、線圈磁通量變化、感應電流方向、感應電流產生的磁場方向。

6. 老師引導學生一起分析實驗結果：

10 mins

線圈、磁鐵、導線、電流計

小組發表及工作紙



	<p>當磁鐵移近線圈時，感應電流的磁場方向與磁體磁場方向 相反； 當磁鐵離開線圈時，感應電流的磁場方向與磁體磁場方向 相同。 當穿過線圈的磁通量增加時，感應電流的磁場與磁體磁場方向 相反； 當穿過線圈的磁通量減少時，感應電流的磁場與磁體磁場方向 相同。</p> <p>當穿過線圈的磁通量增加時，感應電流的磁場 阻礙 (促進/阻礙)磁通量增加； 當穿過線圈的磁通量減少時，感應電流的磁場 阻礙 (促進/阻礙)磁通量減少。</p> <p>7. 提問如何用一句原則性的話來總結？ 感應電流的方向，即感應電流的磁場 總要阻礙 引起感應電流的磁通量的變化，這就是 楞次定律。</p> <p>8. 楞次定律簡介：物理學家楞次概括了各種實驗結果，在 1834 年提出了感應電流方向的判定方法。</p> <p>9. 理解楞次定律：</p> <ul style="list-style-type: none">(1) 引起感應電流的磁通量 指 磁體的原磁通量。(2) 阻礙 並不是 相反 ；而是<ul style="list-style-type: none">a. 磁通量增加時，感應電流的磁場與原磁場方向相反；b. 磁通量減少時，感應電流的磁場與原磁場方向相同。(3) 阻礙 也不是 阻止 ；感應電流的磁場對原磁通量的變化所起的阻礙作用不能改變原磁通量變化的趨勢，僅起到一種延緩作用。	
--	--	--



活動 3.2：電流方向現形記工作紙

磁體運動情況	N 極靠近	N 極遠離	S 極靠近	S 極遠離
磁體的磁場方向 $B_{原}$ (左/右)				
線圈的磁通量變化 $\Delta\Phi_{原}$ (增/減)				
感應電流方向 $I_{感}$ (順時針/逆時針)				
感應電流磁場 產生的磁場方向 $B_{感}$ (左/右)				

歸納以上結果，得出

磁鐵移近線圈時，感應電流的磁場方向與磁體磁場方向 _____ (相同/相反)；

磁鐵離開線圈時，感應電流的磁場方向與磁體磁場方向 _____ (相同/相反)。

穿過線圈的磁通量增加時，感應電流的磁場與磁體磁場方向 _____ (相同/相反)；

穿過線圈的磁通量減少時，感應電流的磁場與磁體磁場方向 _____ (相同/相反)。

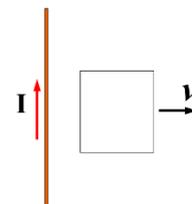
當穿過線圈的磁通量 增加 時，感應電流的磁場 _____ (促進/阻礙)磁通量增加；

當穿過線圈的磁通量 減少 時，感應電流的磁場 _____ (促進/阻礙)磁通量減少。

活動 3.3：感應電流方向的流程(流程圖測試)

如圖示，通電直導線與矩形線圈在同一平面內，當線圈遠離導線時，判斷線圈中感應電流的方向，並總結判斷感應電流方向的步驟。

- i. 原磁場的方向： _____
- ii. 原磁通量變化情況： _____
- iii. 感應電流的磁場方向： _____
- iv. 感應電流的方向： _____



活動 3.4：楞次定律特例(右手定則)

以右手定則決定上圖中，感應電流的方向： _____



一、知識與技能：

3. 能從磁通量變化的角度和相對運動的角度正確地應用楞次定律。

4. 掌握右手定則，並理解右手定則實際上為楞次定律的一種具體表現形式。

二、過程與方法：

1. 提高學生觀察、分析、歸納和聯繫簡單現象探索物理規律的能力。

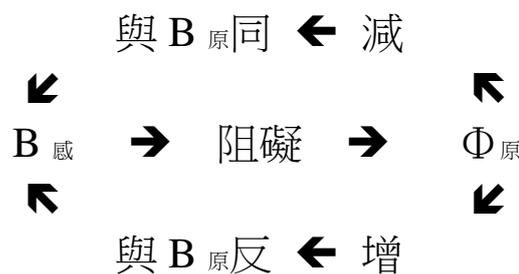
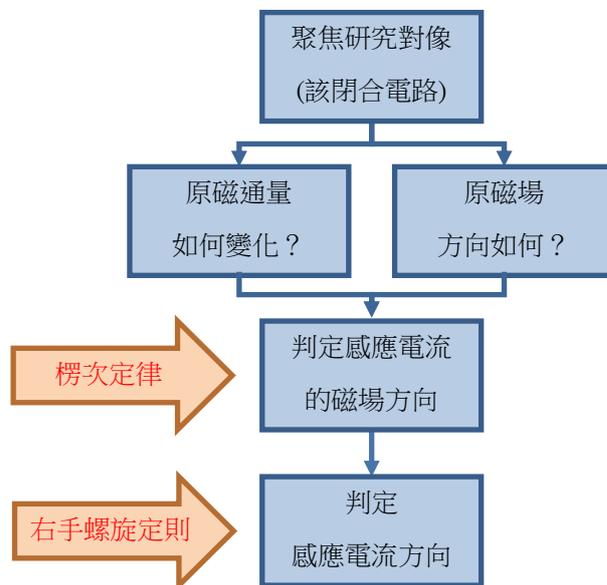
2. 通過應用楞次定律判斷感應電流的方向，培養學生應用物理規律解決實際問題的能力。

三、情感、態度與價值觀：

1. 使學生學會由個別事物的個性來認識一般事物的共性的認識事物的一種重要的科學方法。

活動 3.3：判定感應電流方向的流程

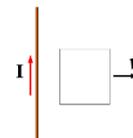
1. 要求學生討論，然後繪出判定感應電流方向的流程圖，完成後作分享。**【每組可設計多於一個】**
【視程況而需要解釋流程圖】



1. 學生發表後，並要求學生比較及點評不同組別的流程圖。教師作總結。
2. 學生用自己的設計流程圖法判定感應電流方向。

通電直導線與矩形線圈在同一平面內，當線圈遠離導線時，判斷線圈中感應電流的方向，並總結判斷感應電流方向的步驟。

- i. 原磁場的方向：向裏
- ii. 原磁通量變化情況：減少
- iii. 感應電流的磁場方向：向裏
- iv. 感應電流的方向：順時針



【此活動可擴展要求學生用 Word/ PowerPoint/ Publisher 等繪圖軟件或手繪製作，然後採用評量表，作同儕評量，評量範疇包括：正確性、內容完整性、操作性、美觀性等】

15 mins

流程圖、
小組發表
及工作紙



活動 3.4：楞次定律的特例

閉合電路中部分導體切割磁感線的感應電流

一、知識與技能：

3. 能從磁通量變化的角度和相對運動的角度正確地應用楞次定律。

4. 掌握右手定則，並理解右手定則實際上為楞次定律的一種具體表現形式。

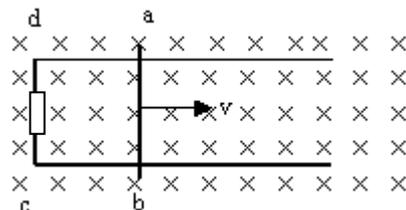
二、過程與方法：

2. 通過應用楞次定律判斷感應電流的方向，培養學生應用物理規律解決實際問題的能力。

三、情感、態度與價值觀：

3. 使學生學會由個別事物的個性來認識一般事物的共性的認識事物的一種重要的科學方法。

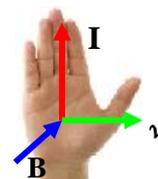
1. 提問：如圖示，當閉合回路的部分導體切割磁感線也會引起磁通量的變化，從而使回路中產生感應電流，這種情況下回路中的電流的方向如何判斷呢，可以用楞次定律判斷電流的方向嗎？



【可以用楞次定律來判斷感應電流的方向，如果導體棒 ab 向右運動，則由楞次定律可知，穿過閉合回路的磁通量增加，則感應磁場就要與原磁場方向相反，即感應磁場方向向外，所以感應電流的方向 $a \rightarrow d \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow a$ 】

2. 用楞次定律判斷感應電流的過程很複雜，能否歸納找到一種更簡單的方法來判斷閉合回路中部分導體切割磁感線產生的電流的方向呢？

【結合及提示之前所學左手定則】
【研究及歸納電流 I 的方向、原磁場 B 的方向、導體棒運動的速度 v 的方向，右手定則】



3. 右手定則：伸開右手讓拇指跟其餘四指垂直，並且都跟手掌在一個平面內，讓磁感線垂直從掌心進入，拇指指向導體運動方向，其餘四指指向的就是導體中感應電流方向。【只適用於切割磁感線運動】

	右手
B 磁場	穿手心
I 感應電流方向	四指
v 導體運動方向	拇指

【讓學生連結比較左右手定則】

4. 右手定則較楞次定律方便，但適用範圍較窄，而楞次定律應用於所有情況。

5 mins 工作紙



三、 課堂總結活動：

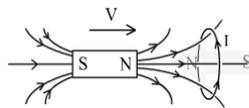
學生先總結，然後老師補充。

- 楞次定律：感應電流的方向，即感應電流的磁場 總要阻礙 引起感應電流的磁通量的變化。
- 理解楞次定律：
 - 引起感應電流的磁通量 指 原磁通量；
 - 阻礙 並不是 相反；
 - 阻礙 也不是 阻止 ，而是 延緩。

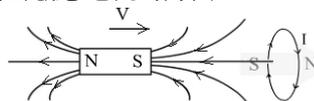
作業報置：完成鞏固練習 4

鞏固練習 4

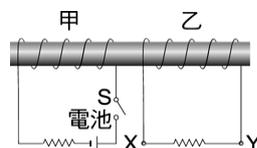
- 磁棒靠近線圈時：線圈靠近磁棒的一方會有 **斥** 的傾向而產生 **同** 名極的磁場。
請在下圖線圈上畫出感應電流的方向。



- 磁棒遠離線圈時：線圈靠近磁棒的一方會有 **吸** 的傾向而產生 **異** 名極的磁場。
請在下圖線圈上畫出感應電流的方向。



- 當封閉線圈上的磁場發生變化時，線圈上所產生的感應電流方向，是使感應電流 **抵抗** 磁場改變的方向，此為「**楞次定律**」。
- 如圖示，甲乙兩組線圈纏繞在同一根軟鐵棒上，且甲電路上有一開關。



- 開關剛接通使甲電路由開路變成通路時，則乙電路上有何變化？
【產生感應電流，電流方向是電阻由Y向X。】
- 甲電路形成通路較長一段時間後，則乙電路上有何變化？
【沒有感應電流。】
- 開關剛斷開使甲電路由通路變成開路時，則乙電路上有何變化？
【產生感應電流，電流方向是電阻由X向Y。】

- 如圖示，閉合回路 abcd 完全在垂直勻強磁場的面內切割磁感線，

5 mins

鞏固練習 4



則回路中有無感應電流？為什麼？試用楞次定律解釋說明。

x x x x x x
 x_a x x_b x x x
 x x x x x x x
 x x x x x x x
 x_d x x_c x x x

【沒有。根據楞次定律，感應電流的磁場總要阻礙引起感應電流的磁通量的變化，而閉合回路在垂直勻強磁場運動時，其磁通量並沒有變化，故並沒有感應電流】

6. 如圖所示，平行金屬導軌的左端連有電阻 R，金屬導線框 ABCD 的兩端用金屬棒跨在導軌上，勻強磁場方向指向紙內。當線框 ABCD 沿導軌向右運動時，線框 ABCD 中有無閉合電流？沒有；電阻 R 上有無電流通過？有；電流方向為：由 M 至 N(上至下)。

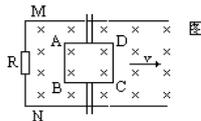
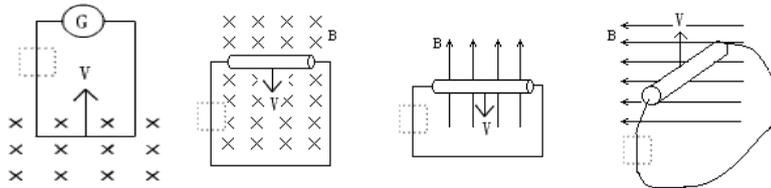


圖 11

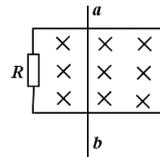
7. 下列導體切割磁感線運動，利用右手定則判斷感應電流方向：



↑ ↑ 沒有感應電流 ↓

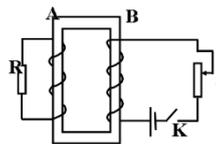
8. 如圖裝置中，判斷下列各種情況下，通過 R 的電流方向？（向上或向下）

- a. ab 棒向右加速 向下
 b. ab 棒向右減速 向下
 c. ab 棒向右勻速 向下
 d. ab 棒向左加速 向上



9. 如圖裝置，判斷下列不同情況下，A 線圈中感應電流 I 的方向（對 R 而言，填向上或向下）

- a. 斷開 K 瞬間 向上
 b. 滑頭 P 向下滑動過程 向下



板書

楞次定律

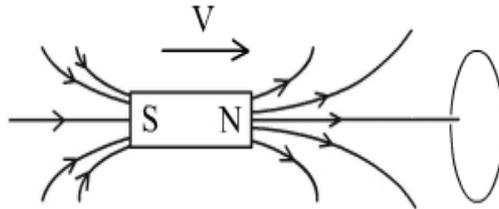
感應電流的方向具有這樣的規律，即感應電流的磁場 總要阻礙 引起感應電流的磁通量的變化
 楞次定律的特例

右手定則	右手
B 磁場	穿手心
I 感應電流方向	四指
v 導體運動方向	拇指

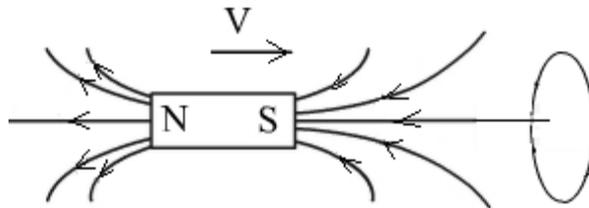


鞏固練習 4：楞次定律

1. 磁棒靠近線圈時：線圈靠近磁棒的一方會有相 ____ 的傾向而產生 ____ 名極的磁場。
請在下圖線圈上畫出感應電流的方向。

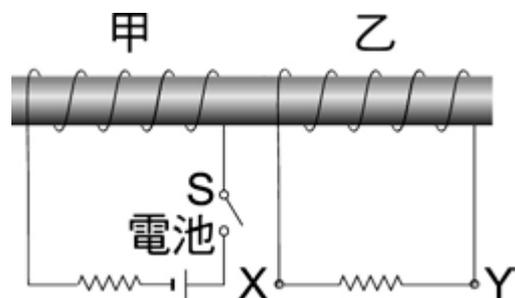


2. 磁棒遠離線圈時：線圈靠近磁棒的一方會有相 ____ 的傾向而產生 ____ 名極的磁場。
請在下圖線圈上畫出感應電流的方向。



3. 封閉線圈上的磁場發生變化時，線圈上所產生的感應電流方向，是使感應電流 ____ 磁場改變的方向，此為「_____」。

4. 如圖示，甲乙兩組線圈纏繞在同一根軟鐵棒上，且甲電路上有一開關。



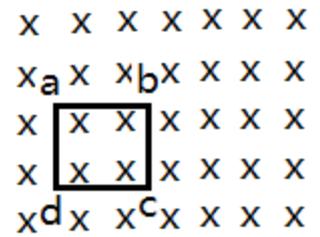
- a. 開關剛接通使甲電路由開路變成通路時，則乙電路上有何變化？

- b. 甲電路形成通路較長一段時間後，則乙電路上有何變化？

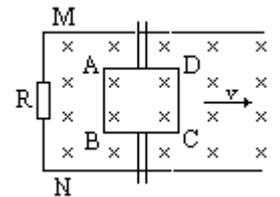
- c. 開關剛斷開使甲電路由通路變成開路時，則乙電路上有何變化？



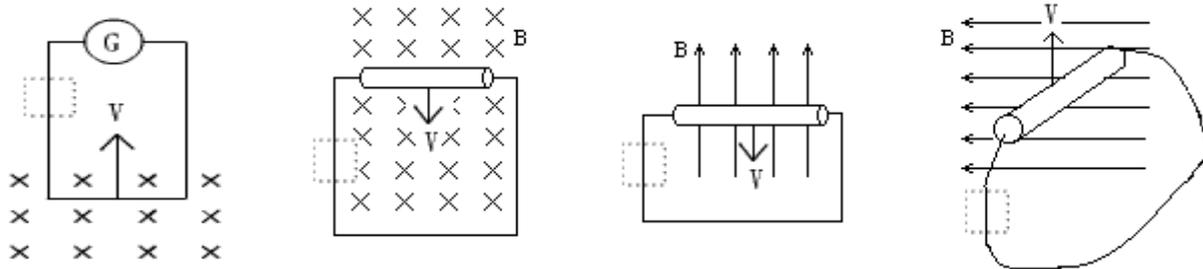
5. 如圖示，閉合回路abcd完全在垂直勻強磁場的面內切割磁感線，則回路中有無感應電流？
為什麼？試用楞次定律解釋說明。



6. 如圖所示，平行金屬導軌的左端連有電阻 R ，金屬導線框 $ABCD$ 的兩端用金屬棒跨在導軌上，勻強磁場方向指向紙內。當線框 $ABCD$ 沿導軌向右運動時，線框 $ABCD$ 中有無閉合電流？_____；電阻 R 上有無電流通過？_____；電流方向為：_____。

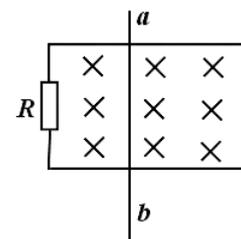


7. 下列導體切割磁感線運動，利用右手定則判斷感應電流方向



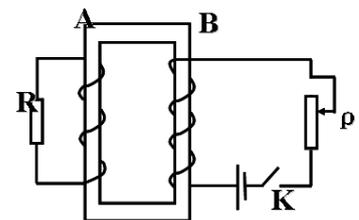
8. 如圖裝置中，判斷下列各種情況下，通過 R 的電流方向？（向上或向下）

- ab棒向右加速 _____
- ab棒向右減速 _____
- ab棒向右勻速 _____
- ab棒向左加速 _____



9. 如圖裝置，判斷下列不同情況下，A 線圈中感應電流 I 的方向（對 R 而言，填向上或向下）

- 斷開 K 瞬間 _____
- 滑頭 P 向下滑動過程 _____





4. 電磁感應的應用

單元名稱	電磁感應的應用(第五節)	班級	高一
教材來源	物理高二(人民教育出版社)	人數	38 - 40 人
教學目標	<p>一、 知識與技能：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 知道發電機的發電原理。 2. 能製作簡易發電機，並運用知識提高發電機的發電效率。 3. 知道發電廠的發電方式有火力、水力、核能等。 <p>二、 過程與方法：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 通過實踐活動、觀察得到的實驗現象，再通過分析論證、歸納總結，得出結論。 2. 讓學生能學以致用，根據所學「電是怎麼來」的知識，設計一個簡單的發電方式。 <p>三、 情感、態度與價值觀：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 讓學生感受電就是這樣來的，培養學生創造力與訓練成未來的發明家。 2. 讓學生感受電磁感應在生活中的應用。 3. 讓學生感受科學知識、科學技術、現實社會，個人與團體之間的關聯及在其中的作用。 		
教學重點	<ol style="list-style-type: none"> 1. 發電機的發電原理。 2. 發電廠的發電方式。 		
教學難點	發電機的發電原理。		
教學器材	課件、教學用手搖發電機、迷你風力發電機、導綫、智能手機。		
實驗器材	自製發電機材料與工具包每個學生一份(粗吸管一支、漆包銅線、LED 燈、膠帶、剪刀、磁鐵 2-3 顆)。		
教學方法	直述式、實驗法、實作式教學法。		

第五節課

一、知識與技能：

1. 知道發電機的發電原理。
2. 能製作簡易發電機，並運用知識提高發電機的發電效率。
3. 知道發電廠的發電方式有火力、水力、核能等。

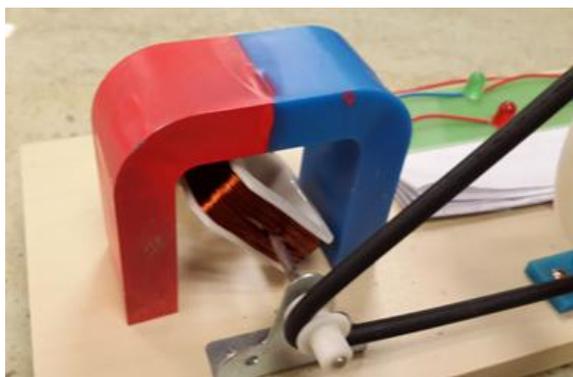
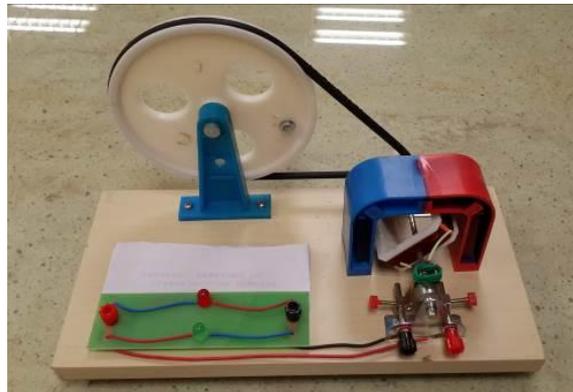
二、過程與方法：

1. 通過實踐活動、觀察得到的實驗現象，再通過分析論證、歸納總結，得出結論。

一、 引入及發展活動：

活動 4.1：「Shake」出電火花

1. 提問：教室的燈為什麼會亮呢？
【有電】
2. 提問：電到底從哪裡來的呢？
【電廠】
3. 提問：發電廠又是怎麼「製造」電的呢？
【發電機】
4. 教師展示教學用的手搖發電機，同時介紹發電機的結構。然後讓同學嘗試。



5 mins

教學用手搖發電機、迷你風力發電機



另一形式手搖發電



5. 提問：發電機發電的物理學原理？

【學生可能答：磁通量變化、法拉第電磁感應定律、切割磁力線等】

【整理發電的原理回答，指出現實中電廠的發電機也是相同原理】

如：【利用各種動力（如水力、風力）使線圈在磁鐵的兩極間轉動；當線圈轉動時，線圈內的磁場改變，因此產生感應電流，是運用「電磁感應」原理將動力所作的功轉換成電能的裝置。】

6. 提問：當代發電機的發電模式有那幾種？

【水、海潮、風、地熱、燃燒(石油、煤炭、天然氣)、核能、太陽能(利用光電效應)等】

7. 教師展示迷你風力發電機，並請同學嘗試。



【這裡頭並不需用到電池，然後請同學吹一口，燈泡亮了！這就是一個簡單的風力發電機組喔！風讓扇葉轉動，（燈亮了）然後電就產生啦！】

二、過程與方法：

2. 讓學生能學以致用，根據所學「電是怎麼來」的知識，設計一個簡單的發電方式。

三、情感、態度與價值觀：

1. 讓學生感受電就是這樣來的，培養學生創造力與訓練成未來的發明家。

2. 讓學生感受電磁感應在生活中的應用。

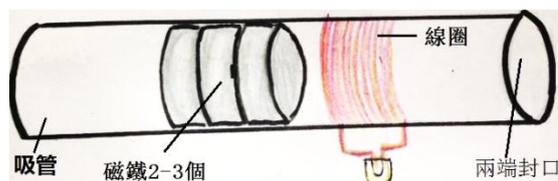
3. 讓學生感受科學知識、科學技術、現實社會，個人與團體之間的關聯及在其中的作用。

作業報置：小組製作 2「創意發電」

提供材料：(每人)

粗吸管一支（或可自行改用亞克力管）、漆包銅線、LED 燈、膠帶、剪刀、磁鐵 2-3 顆。

製作步驟：如圖示



1. 將管子兩端用膠帶封住，要注意兩端內側不可有背膠。
2. 管子內徑與磁鐵外徑要差不多能自由移動，如果距離太大，包膠帶增加磁鐵外徑。
3. 將線圈繞在管子中央並固定好，漆包線兩頭要刮漆。
4. 將燈接在兩線頭，用膠帶固定好。
5. 用力搖晃磁鐵，燈就會亮喔！



6. 在原有材料基礎上，利用所學到的知識改良你的發電機，使 LED 更亮。(能源限為機械能)
7. 每人均交出一件作品，每件作品棒底部寫有姓名、班別、學號、組別。

分組：

6 至 7 人一組(來自不同組同學，否則扣分)

評量標準：

個人分數：作品評量基於光亮度（用電流錶測量發電機的發電量）(10 分)、設計特色及創意(10 分)及不多於 30 字的關於設計概念的文字介紹(5 分)。(佔 25 分)

小組分數：每組自行選出小組自認為最好的 3 個作品作評分，並說明選出的理由(不多於 50 字)。3 個選評作品(每個 20 分)及選評理由(每個 5 分)為小組分數(佔 75 分)。【見表】

2 mins

自製發電機材料包與工具每生一份：
(粗吸管一支、漆包銅線、LED 燈、膠帶、剪刀、磁鐵 2-3 顆)

「創意發電」成品、介紹及說明



<p>總分計算：小組分 + 個人分 — 原小組人數 x10 分。 【為了鼓勵與不同同學合作及討論】</p>			
姓名 (學號)	選評 (<input checked="" type="checkbox"/>)	特色介紹	選評理由
()	<input type="checkbox"/>		
()	<input type="checkbox"/>		
()	<input type="checkbox"/>		
()	<input type="checkbox"/>		
()	<input type="checkbox"/>		
()	<input type="checkbox"/>		
()	<input type="checkbox"/>		

板書

發電機發電原理

利用各種動力（如水力、風力）使線圈在磁鐵的兩極間轉動；當**線圈轉動**時，線圈內的**磁場改變**，因此產生感應電流，是運用「**電磁感應**」原理將動力所作的功轉換成電能的裝置。

當代發電機的發電模式

水、海潮、風、地熱、燃燒(石油、煤炭、天然氣)、核能、**太陽能(光電效應)**等。

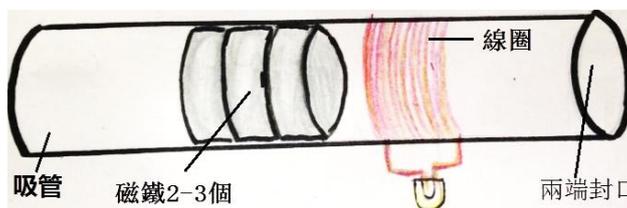


小組製作 2：創意發電

提供材料：(每人)

粗吸管一支（或可自行改用亞克力管）、漆包銅線、LED 燈、膠帶、剪刀、磁鐵 2-3 顆。

製作步驟：如圖示



1. 將管子兩端用膠帶封住，要注意兩端內側不可有背膠。
2. 管子內徑與磁鐵外徑要差不多能自由移動，如果距離太大，包膠帶增加磁鐵外徑。
3. 將線圈繞在管子中央並固定好，漆包線兩頭要刮漆。
4. 將燈接在兩線頭，用膠帶固定好。
5. 用力搖晃磁鐵，燈就會亮喔！



6. 在原有材料基礎上，利用所學到的知識改良你的發電機，使 LED 更亮。(能源限為機械能)
7. 每人均交出一件作品，每件作品棒底部寫有姓名、班別、學號、組別。

分組：

6 至 7 人一組(來自不同組同學，否則扣分)

評量標準：

個人分數：作品評量基於光亮度（用電流錶測量發電機的發電量）(10 分)、設計特色及創意(10 分)及不多於 30 字的關於設計概念的文字介紹(5 分)。(佔 25 分)

小組分數：每組自行選出小組自認為最好的 3 個作品作評分，並說明選出的理由(不多於 50 字)。3 個選評作品的分數總和(每個 20 分，共 60 分)及選出的理由(每個 5 分，共 15 分)為小組分數(佔 75 分)。

總分計算：小組分 + 個人分 減 原小組人數 x10 分。



小組製作 2：創意發電

在方格內勾選三個☑並說明評選理由，以作評分之用。

姓名 (學號)	選評	設計概念介紹	選評理由
()	<input type="checkbox"/>		
()	<input type="checkbox"/>		
()	<input type="checkbox"/>		
()	<input type="checkbox"/>		
()	<input type="checkbox"/>		
()	<input type="checkbox"/>		
()	<input type="checkbox"/>		





<p>三、情感、態度與價值觀：</p> <p>2. 讓學生感受電磁感應在生活中的應用。</p> <p>3. 認識任何創造發明都是科學探索的成果，初步具有創造發明的意識。</p>	<p>活動 4.2：成果展現及評量活動</p> <p>自製喇叭展現及評量(電磁感應現象的應用)</p> <p>學生依評量表作評量</p> <p>評量標準：音量(20%)、音質(20%)、設計(10%)。</p> <p>評分：主任/老師(50%)；學生個人自評及互評(50%)。</p>	<p>30 mins</p>	<p>自製喇叭、知能手機、導線、自製喇叭評量表</p> <p>小組成果展現、自評及互評(見評量表)</p>
--	--	-----------------------	---

	<p>二、 課堂總結：</p> <p>收集評量表，計算後才宣佈結果。</p> <p>【完結時，請主任/科組長/其他老師/領導講話表揚學生的能力，給學生正增強。】</p>	<p>3 mins</p>	
--	--	----------------------	--



活動 4.2：小組製作 1：自製喇叭評量表

姓名：_____ 班別：高二_____ 學號：() 組別：()

圈出各組所選評分，並將分數加起填入總分格內。

評量標準及描述		組別									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
音 量	充足雄亮，課室任何角落及時間均可清楚聽到。	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	充足良好，課室大部份地方及時間均可清楚聽到。	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
	一般，課室內部份時間或地方需集中精神才可清楚聽到。	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	不足，極需改善。	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
音 色	高、低音音質優良，悅耳動聽。	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	大致良好，少量高音或低音音色不准。	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
	高音或低音中只有一個音域表現良好。	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	高、低音均極需改善。	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
設 計	外型優美及穩固，能充份考慮及善用不同物料的特性。	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	外型良好或穩固，或善用不同物料。	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
	外型一般或不穩固，或未能善用不同物料。	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
	外型不良或具不穩固。	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
總分											



三 試教評估

學生對演示電磁感應現象的「神仙魚」、活動 1.1「擦」出電火花、活動 3.1「欲拒還迎」的鋁環，都表現出濃厚既興趣和積極性。雖然在最後總結和論述等環節，因能力、經驗等問題而略顯鬆散，但在老師導引下大部份能領悟且能靈活運用。在小組製作 2 創意發電的發電機模型製作時，同學們也表現出驚人既動手能力和探究能力，在同儕間既合作又競爭的情況下，各自都爆發出非凡的創意。此外，由於活動較豐富，部份組別學生亦太過投入討論及實踐，忽略時限而超時，甚而某些課節時間顯得不夠充裕。學習進度較落後的部份同學，則利用互動課件，進行課後補習堂輔導。



四 反思與建議

電磁感應這一章在電磁學中既是基礎理論，又是重點與難點；在生活中也得到廣泛的應用。電磁感應既是熟悉，又是那麼抽象，為將難點突破，課堂教學設計以「活動式」和「探究性」為主結合演示實驗，增加學生的感性認識並增強他們對物理學習的興趣。設計思路分為以下幾步：「提出問題→實驗驗證→論證探究→得出結論→課堂講練→鞏固練習」。

為了令課堂較為生動，在教學引入的過程中，採用角色扮演去演繹法拉第發現電磁感應現象的科學探索過程，讓學生對電磁感應現象有感性的認識，以此對學生進行科學研究態度的教育。為了驗證感應電流的產生，安排多個探究實驗，然後引導學生自己通過觀察到的實驗現象，討論磁生電的條件，先讓學生各自發表，最後老師進行點評和歸納整合，這樣，課堂的主要知識點都是學生通過實驗探究及自己建構得出，並通過已掌握的知識加以解釋，激發學生學習的興趣。通過這樣的學習過程，既培養了學生的探究、分析、解決問題的能力，又培養學生的交流合作的精神，同時也培養了學生的實驗觀察能力、歸納總結能力和語言表述能力。整個課堂教學中，以學生為主體，讓學生充分展示自己、參與分析和討論，在活動中學習科學知識，掌握科學方法，達到既定的教學目標，突破教學的重點與難點。

課堂中發現有改善的地方：由於學生的素質參差不齊、獲取知識比較分散，須通過教師的導向、點評、規範來協助學生建構知識、形成科學觀念、科學研究方法。為解決問題，一方面提高課堂的效率，儘量在課堂上讓學生多動手，多展示自己，對學生出現的問題及時糾正，也提醒其他學生避免重蹈覆轍；其次也要做好課後的輔導工作，對於個別落後的學生或個別問題及時得當處理；最後要鼓勵學生多思考、多動手，儘量多的給學生設計和動手的機會。

對學生回應開放式及情境式問題，要多加肯定，發問時注意難度及給與充分思考時間，教師也要及時給與恰切的提示及鼓勵。此外，由於活動很多以小組形式進行，分組時要多加留意，採用異質分組，每組均有男女同學及不同能力的學生組成。而面對學生爭論劇烈時，要看程況而適時介入調停。

由於活動較豐富，部份組別學生亦太過投入討論及實踐，要視情況調節難度及內容，或提醒同學把握時間。部份課節活動時間較緊迫，如自製喇叭評量，可多安排一組智能手機及導線給下一組準備，以減省時間。又或者考慮再統整課程，看是否可再減低負荷，給與學生發表、討論、敘述、實作及探究有更充裕的時間。



參考文獻

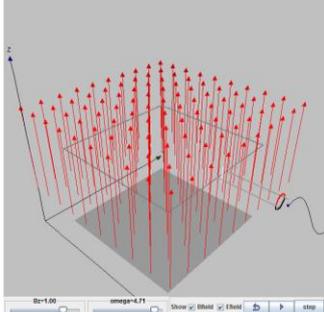
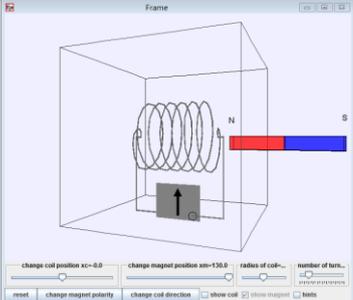
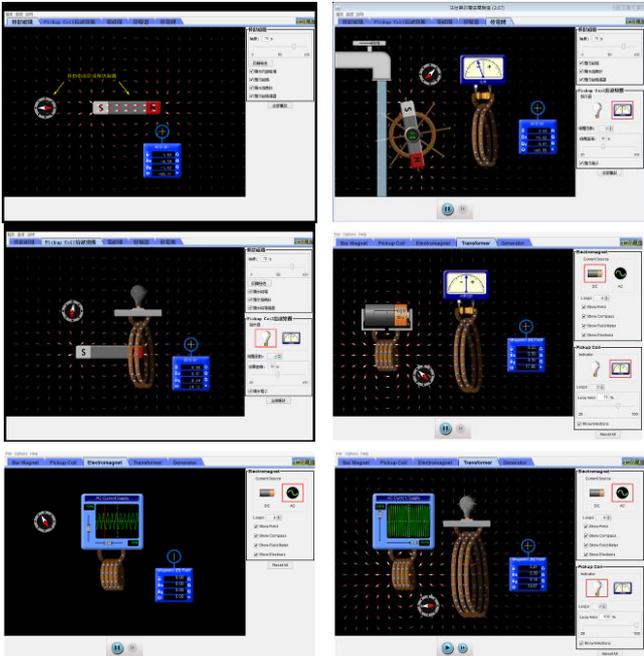
- 人民教育出版社物理室。(2003)。全日製普通高級中學教科書（必修加選修）物理第二冊。廣州：廣東教材。
- 朱慶琪(2010)。2010 中華民國物理教學及示範研討會論文集。中壢：中央大學物理系科教中心。
- 陳龍安。(2006)。創造思考教學的理論與實際（第六版）。台北：心理。
- 暨南大學華文學院預科部。(2007)。物理（附物理同步練習冊）。廣州：暨南大學。
- Clark, D. R. (1999). *Bloom's Taxonomy of Learning Domains*. Retrieved from www.nwlink.com/~donclark/hrd/bloom.html on 18 Jun 2014.
- Karelina, A., Etkina, E., Ruibal-Villasenor, M., Rosengrant, D., Van Heuvelen, A., & Hmelo-Silver, C. (2007, November). Design and non-design labs: does transfer occur?. In *2007 Physics Education Research Conference*, 951, 92-95.
- 網站：
- 人民教育出版社 (<http://www.pep.com.cn>)
- 中國園丁網 (<http://www.inewton.com.tw>)
- 中學學科網 (<http://www.zxxk.com>)
- 牛頓科學雜誌網站 (<http://www.inewton.com.tw>)
- 台灣中大科學教育中心 (<http://sci.ncu.edu.tw>)
- 台灣中央大學物理演示室 (<http://demo.phy.tw>)
- 台灣師範大學物理學系 (<http://www2.phy.ntnu.edu.tw>)
- Animations for Physics and Astronomy Catalog for: Electricity and Magnetism Animations (http://phys23p.sl.psu.edu/phys_anim/EM/indexer_EM.html)
- Miss Geraghty's Physics Wiki (<https://physics-geraghty.wikispaces.com/>)
- PhET Interactive Simulations (<http://phet.colorado.edu/en/simulation/faraday>)



附錄

1. 互動課件簡介

Java 課件

課件名稱	說明	圖像
Generator.jar	三維演示發電機原理，具定格及動態功能，能改變磁場大小及極向、轉速、視角。	
LenzsLaw.jar	三維演示楞次定律，能改變線圈匝數、線圈面積、磁極方向、線圈或磁體水平位移、視角。	
法拉第的電磁實驗室(中).jar 法拉第的電磁實驗室(英).jar	儀器包括磁場、電磁感應、通電線圈、變壓器、發電機等，功能多樣包括：電源選直流或交流及大小、線圈大小及匝數、燈泡或電壓計、磁感綫、磁場強度測量、動態或靜態等。	



Flash 課件

課件名稱	說明	圖像
EM Wire.swf	說明切割磁感線。	
EM Coil.swf	說明磁場方向、磁場強度、螺線圈匝數與感應電動勢關係。	
Faraday.swf	可顯示磁感線、選兩個綫圈及磁場方向。	
探究電磁感應的產生條件.swf	歸納電磁感應的產生條件：磁體移動及螺線圈電流變化。	

課件名稱	說明	圖像
------	----	----

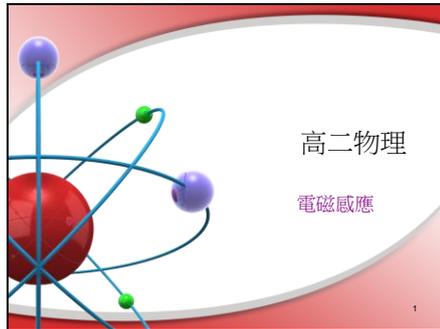


<p>感應電動勢 1.swf</p>	<p>電磁感應的產生條件：磁通量變化</p>	
<p>感應電動勢 2.swf</p>	<p>感應電動勢產生條件：磁通量變化。 感應電動勢大小與磁通量變化快慢有關。</p>	
<p>感應電動勢 3.swf</p>	<p>法拉第電磁感應定律的特例演示：導線長度、移動速度不同與感應電動勢大小的關係。</p>	
<p>楞次定律電流方向演示.swf</p>	<p>不同磁場方向、移近或遠離時，所產生感應電流的方向。</p>	
<p>電磁感應插磁鐵.swf</p>	<p>感應電流的大小與磁體進出速度的關係。</p>	
<p>綫圈切割磁感綫.swf</p>	<p>演示發電機原理。</p>	

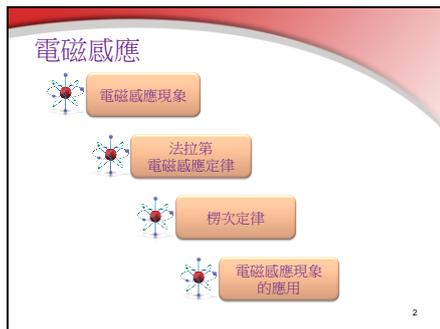


2. PowerPoint 課件

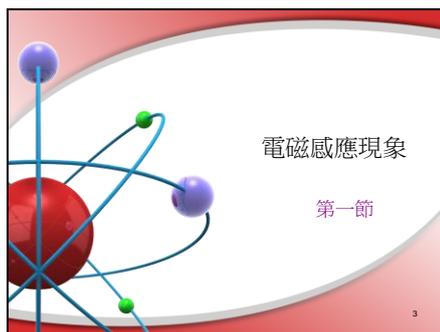
投影片 1



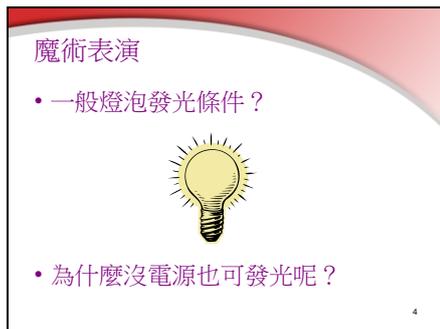
投影片 2



投影片 3



投影片 4



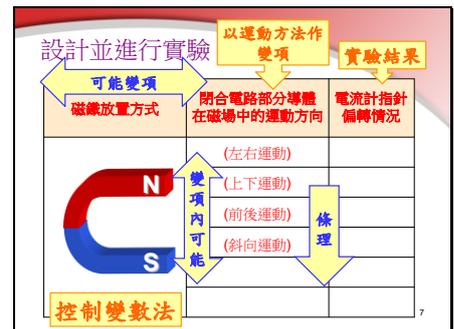
投影片 5



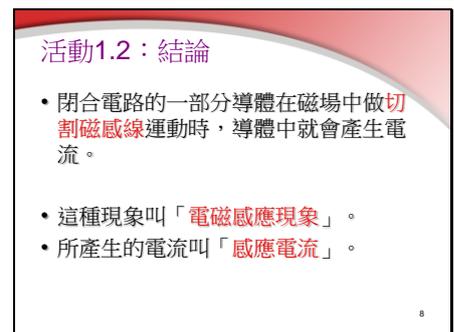
投影片 6



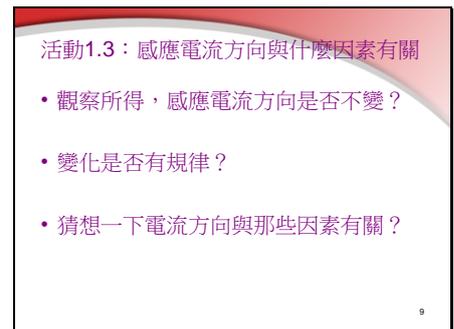
投影片 7



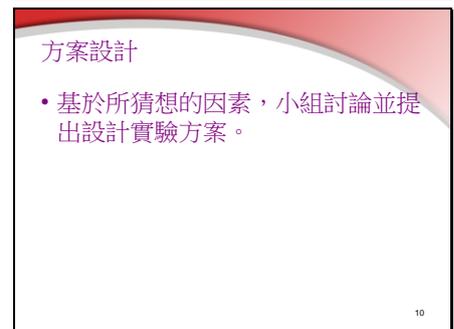
投影片 8



投影片 9



投影片 10





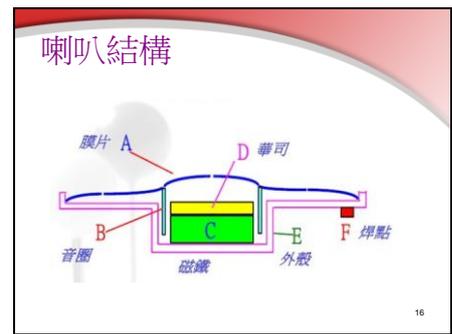
投影片 11

設計並進行實驗

變數 變數

磁場方向	導體切割磁感線運動的方向	電流計指針偏轉方向
	向下	向左
	向右	向右
	向左	向左
	向右	向右

投影片 16



投影片 12

活動1.3：結論

- 導體在磁場中運動會產生電源(感應電流)的方向與磁場的方向及導體做切割磁感線運動的方向有關。

投影片 17

評分標準：

評量標準	優	良	一般	有待改善
音量 (20%)	音量大且穩定，音量充足良好，聲音一般，樂音在何角落及時間均可清楚聽到。	音量大部份地方及時間均可清楚聽到。	音量大部份地方及時間均可清楚聽到。	音量不足，極高改善。
音色 (20%)	高音及低音音質優良，悅耳動聽。	音質的大致良好，但有少量高音或低音音色不佳。	高音或低音中只有一個音域表現良好。	高、低音均極需改善。
設計 (10%)	設計外觀優美及穩固，能充分考慮及善用不同物料的特性。	設計外觀良好或穩固，或善用不同物料。	設計外觀一般或穩固，或未能善用不同物料。	設計外型不良或與不穩固。
	(10分)	(9分)	(7分)	(5分)

投影片 13

總結

- 閉合電路的一部分導體在磁場中做切割磁感線運動時，導體中就會產生「感應電流」，這現象叫「電磁感應現象」。
- 導體在磁場中運動會產生電源感應電流的方向與磁場的方向及導體做切割磁感線運動的方向有關。
- 如何基於猜想設計實驗，並以「控制變數法」設計實驗方案。

投影片 18



投影片 14

作業

- 鞏固練習1

投影片 19

獎項

- 冠、亞、季軍；
- 技術獎：
 - 雄混獎、
 - 海豚音獎、
 - 創意設計大獎

投影片 15

小組製作1：自製喇叭

- 自由組合，以4-5人一組
- 使用電綫、螺綫管、磁體、電綫，
- 喇叭膜片及外框的材料自選。
- 不多於3分鐘的時間進行介紹、接駁及播放音樂。
- 歌曲為《澳門之歌》
<https://www.youtube.com/watch?v=eFOJ5BB4zo>

投影片 20

法拉第電磁感應定律

第二節



投影片 21

法拉第(Michael Faraday)

- 英國物理學家
- 1791-1867
- 被認為是科學史上最優秀的實驗家
- 電磁學及電化學
- 主要貢獻為電磁感應、抗磁性、電解
- 磁感綫、電磁感應的原理、抗磁性、法拉第電解定律
- 電磁旋轉機器
- 本生燈及氧化數、推廣陽極、陰極、電極及離子等
- 受過很少的正式教育，自學為主
- 著作《電的實驗研究》

投影片 26

活動2.1：法拉第電磁感應實驗工作紙(續)

4. 影響感應電流大小的因素：

- 磁場改變的 ：磁鐵進出 **封閉螺旋形線圈** 的速率越 ，會使線圈內磁場變化的速率越 ，則線圈內產生的感應電流也越 。
- 線圈的 ：增加線圈單位長度的面積，可使線圈內的感應電流 。
- 線圈的 ：增加線圈單位長度的匝數，可使線圈內的感應電流 。

投影片 22

科學小故事

投影片 27

活動2.2：引入法拉第電磁感應定律

定律內容：電路中的感應電動勢與磁場改變的速率、線圈的面積成正比。

$$E = \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot S$$

$\Phi = BS$ (磁通量 或 磁通密度)：磁感應強度為B的勻強磁垂直面積為S的平面時，則兩者乘積(BS)為穿過這個平的磁通量。單位：韋伯(Wb)

$$E = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

成正比 $E = k \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ 取k=1

多於1匝 $E = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ n匝

投影片 23

活動2.1：法拉第電磁感應實驗

討論或實驗嘗試，並完成2.1工作紙

- 感應電流與感應電動勢有什麼關係？
- 感應電動勢大小與什麼因素有關？
- 抽出插入磁鐵快慢代表什麼呢？

投影片 28

磁通量 (p.171)

可想像為穿過閉合回路的磁感綫條數。

- 磁感應強度為B的勻強磁垂直於面積為S的平面時，則兩者乘積(BS)為穿過這個平的磁通量。

投影片 24

感應電動勢(p.176)

- 由電磁感應現象產生電動勢。
- 產生感應電動勢的那部份導體可看成電源。

投影片 29

磁通量

磁通量 $\Phi = BS$

磁場強度 特斯拉 T

面積 平方米 m^2

韋伯 Wb

$1 \text{ Wb} = 1 \text{ T} \cdot \text{m}^2 = 1 \text{ V} \cdot \text{s}$

1韋伯 = 1特斯拉平方米 = 1伏特秒

投影片 25

活動2.1：法拉第電磁感應實驗工作紙

- 電磁感應的發現者：。
- 現象：
 - 當螺旋形線圈兩端只連接檢流計時，電流計的指針不會偏轉，表示 通過線圈。
 - 當磁鐵 或 線圈時，此時封閉線圈內的發生改變，電流計的指針發生 ，表示 通過線圈。
- 內容：

因磁場變化而產生電流的現象稱為 ，產生的電流稱 電流。

投影片 30

感應電動勢

感應電動勢 $E = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$

伏特 V

磁通量變化 韋伯 Wb

經歷時間 秒 s

$1 \text{ V} = 1 \text{ Wb/s}$

1伏特 = 1韋伯每秒

$\Delta \Phi = \Phi_2 - \Phi_1$

$\Delta t = t_2 - t_1$



投影片 31

活動2.2：引入法拉第電磁感應定律工作紙

物理量	符號	單位名稱	單位符號
磁場強度的變化量			
磁場強度的變化率			
磁通量			
磁通量的變化量			
磁通量的變化率			

投影片 36

法拉第電磁感應定律

第三節

投影片 32

活動2.2：引入法拉第電磁感應定律工作紙(續)

變化物理量	磁通量的變化量 $\Delta\Phi$	感應電動勢 ϵ
磁場強度 ΔB		
線圈面積 ΔS		
磁場與線圈平面夾角餘弦 $\Delta(\cos\theta)$		

投影片 37

活動2.3：法拉第電磁感應實驗特例

設在 Δt 時間內導體棒由原來的位置運動到 a, b_1

面積的變化量 $\Delta S = Lv\Delta t$

磁通量的變化量 $\Delta\Phi = B\Delta S$

法拉第電磁感應定律 $\Delta\Phi = BLv\Delta t$

感應電動勢 $E = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

感應電動勢 $E = BLv$

投影片 33

例題

邊長為 10 cm 的正方形線圈，垂直於磁感應強度 B 的方向置於 0.2 T 的勻強磁場中。試求：

a. 圖示位置時，穿過線圈的磁通量為多少？

b. 若將線圈以一邊為軸轉過 90° ，則穿過線圈的磁通量變為多少？

c. 若此過程轉過過程歷時 0.1 s，求其感應電動勢？

已知： $S = 0.1^2 = 0.01 \text{ m}^2$

$B = 0.2 \text{ T}$ $\Delta t = 0.1 \text{ s}$

求： Φ 、 $\Delta\Phi$ 、 E

解： $\Phi = BS = 0.2 \times 0.01 = 2 \times 10^{-3} \text{ T}$

$\Phi = 0 \text{ T}$

$\Delta\Phi = \Phi' - \Phi = 0 - 2 \times 10^{-3} \text{ T} = -2 \times 10^{-3} \text{ T}$

$E = n(\Delta\Phi/\Delta t) = 1 \times (2 \times 10^{-3}/0.1) = 0.02 \text{ V}$

投影片 38

感應電動勢 (p.177)

感應電動勢 伏特 V

磁場強度 特斯拉 T

導線速度 米每秒 m/s

通電導線長度 米 m

$E = BLv$

投影片 34

總結

- 法拉第電磁感應定律：電路中的感應電動勢與磁場改變的速率、線圈的面積、線圈的匝數成正比。
- 數學運算式： $E = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$
- 磁通量、磁通量的變化量、磁通量的變化率 (Φ 、 $\Delta\Phi$ 、 $\Delta\Phi/\Delta t$)。

投影片 39

運動方向與磁場方向成夾角 θ

$v_{\perp} = v \sin \theta$ $v_{\parallel} = v \cos \theta$

磁場與運動方向夾角

$E = BLv \sin \theta$

投影片 35

作業

- 鞏固練習2

投影片 40

活動2.4：公式比較

$E = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ $E = BLv$

- 有什麼區別？
- 瞬時及平均感應電動勢，如何求？



投影片 41

活動2.4：公式比較工作紙

感應電動勢	$E = \Delta\Phi/\Delta t$	$E = BLv$
平均		
瞬時		

41

投影片 42

鞏固練習3

1. 如圖所示，一段直導線ab放在勻強磁場中，導線長為20 cm，磁感應強度為0.50 T，導線以方向和導線垂直、大小為5.0 m/s的速度做切割磁感線運動時，電勢差為？
 如果將導線在紙面內轉過30°角，保持速度的大小不變，方向仍跟導線垂直，做切割磁感線運動，ab兩端的電勢差為？

已知： $L = 0.2 \text{ m}$ $B = 0.50 \text{ T}$
 $v = 5.0 \text{ m/s}$ $\theta = 90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$

求： E 、 E'

解： $E = BLv = 0.50 \times 0.2 \times 5.0 = 0.5 \text{ V}$
 $E' = BLv\sin\theta = 0.50 \times 0.2 \times 5.0 \times \sin 60^\circ = 0.433 \text{ V}$

42

投影片 43

鞏固練習3

2. 在0.8 T的勻強磁場中，長度為15 cm的導線以8 m/s的速度做切割磁感線運動，運動方向跟導線本身垂直，跟磁感線成30度角，求感應電動勢。

已知： $L = 0.15 \text{ m}$ $B = 0.8 \text{ T}$
 $v = 8 \text{ m/s}$ $\theta = 30^\circ$

求： E

解： $E = BLv\sin\theta = 0.8 \times 0.15 \times 8 \times \sin 30^\circ = 0.48 \text{ V}$

43

投影片 44

鞏固練習3

3. 如圖，在磁感應強度為0.2 T的勻強磁場中，有一長為0.5 m的導體AB在金屬框架上以10 m/s的速度向右滑動， $R_1 = R_2 = 20 \Omega$ ，則流過AB的電流多少？

已知： $L = 0.5 \text{ m}$ $B = 0.2 \text{ T}$
 $v = 10 \text{ m/s}$ $R_1 = R_2 = 20 \Omega$

求： I

解： $E = BLv = 0.2 \times 0.5 \times 10 = 1 \text{ V}$
 並聯電阻 $R = (R_1 \times R_2)/(R_1 + R_2) = 10 \Omega$
 $I = E/R = 1/10 = 0.1 \text{ A}$

44

投影片 45

總結

- 1. 導體切割磁感線時的感應電動勢
 $-E = BLv\sin\theta$ 。
- 2.

感應電動勢	$E = \Delta\Phi/\Delta t$	$E = BLv$
平均	一般	v 為平均速度
瞬時	$\Delta t \rightarrow 0$	v 為瞬時速度

45

投影片 46

材料準備

每組準備空鋁罐一個，裁剪出兩片鋁環，並將兩片鋁環分別黏在吸管的兩端，如圖示。

46

投影片 47

楞次定律

第四節

47

投影片 48

活動3.1：「欲拒還迎」的鋁環

分組完成3.1工作紙

Q. 1, 2, A, B, 3 Q. 4, C

48

投影片 49

活動3.1：「欲拒還迎」的鋁環討論

- 鋁環靜止時，將磁鐵N極慢慢從兩個鋁環中任意一個穿過(但不要觸碰到)，你觀察到什麼？
- 將磁鐵N極置在其中一個鋁環中心，並保持鋁環靜止，慢慢從鋁環中抽回(但不要觸碰到)，你又觀察到什麼？
 - 結合感應電流的知識，就以上現象，試作出符合物理學原理的猜想。
 - 若用S極重覆題1及2，以題A所作的猜想作推斷，現象會如何？
- 用S極重覆題1及2，你觀察到什麼？這與你的猜想相同嗎？

49

投影片 50

活動3.1：「欲拒還迎」的鋁環討論(續)

- 將其中一邊的鋁環從中剪斷後。靜止時，將磁鐵從這個剪斷的鋁環中穿過及抽出，你又觀察到什麼？
- 就以上現象，題A所作的猜想能合理解釋到嗎？若不能，再試作出符合物理學原理的猜想。

50



投影片 51

活動3.2：電流方向現形記

總結活動3.1：「欲拒還迎」

- a. 當磁鐵由遠處靠近線圈，線圈會有排斥的現象；
- b. 當磁鐵由近處遠離線圈，線圈會有吸引的現象。

投影片 56

活動3.2：總結

如何用一句話概括？
感應電流的方向，即感應電流的磁場 **總要阻礙** 引起感應電流的磁通量的變化，這就是 **楞次定律**。

注意：
引起感應電流的磁通量指 **原磁通量**；
阻礙 並不是 相反；
阻礙 也不是 阻止，而是 **延緩**。

投影片 52

實驗方案設計及實行

- 如何判斷線圈上產生的感應電流方向？
- 所需實驗器材為何？
- 螺絲管電流方向用何法決定？

投影片 57

楞次(Heinrich Lenz)

- 俄國物理學家、地球物理學家
 - 1804-1865波羅的海德國人
 - 16歲考入德爾帕特大學電
 - 1823-1826第三次遠征世界進行研究
 - 1840-1863，聖彼得堡大學教授，數學物理系系主任
 - 1863-1865，校長
- 物理學研究
 - 1831，研究電磁學
 - 1833，電動力學的「楞次定律」
 - 1842，「焦耳-楞次定律」
 - 電感符號L

投影片 53

活動3.2：電流方向現形記工作紙

磁鐵運動情況	N極靠近	N極遠離	S極靠近	S極遠離
磁體的磁場方向 $B_{原}$ (左右)				
線圈的磁通量變化 $\Delta\Phi_{原}$ (增減)				
感應電流方向 $I_{感}$ (順時針/逆時針)				
感應電流磁場產生的磁場方向 $B_{感}$ (左右)				

投影片 58

活動3.3：判定感應電流方向的流程

應用楞次定律，分組製作「判定感應電流方向」的流程圖。
(每組可設計多於一個)

```

    graph TD
      A[放入微波爐 加熱30秒] --> B[取出並 小心試溫]
      B --> C{夠熱嗎?}
      C -- 否 --> D[再熱多次]
      C -- 是 --> E[好好享受]
  
```

投影片 54

活動3.2：電流方向現形記工作紙(續)

- 磁鐵移近線圈時，
 - 感應電流的磁場方向與磁體磁場方向(相同/相反)；
- 磁鐵離開線圈時，
 - 感應電流的磁場方向與磁體磁場方向(相同/相反)。
- 穿過線圈的磁通量增加時，
 - 感應電流的磁場與磁體磁場方向(相同/相反)；
- 穿過線圈的磁通量減少時，
 - 感應電流的磁場與磁體磁場方向(相同/相反)。

投影片 59

```

    graph TD
      A[聚焦研究對象 (該閉合電路)] --> B[原磁通量 如何變化?]
      A --> C[原磁場 方向如何?]
      B --> D[判定 感應電流磁場方向]
      C --> D
      D -- 楞次定律 --> E[判定感應電流方向]
      F[右手螺旋定則] --> E
  
```

投影片 55

活動3.2：電流方向現形記工作紙(續)

- 當穿過線圈的磁通量 **增加** 時，
 - 感應電流的磁場(促進/阻礙)磁通量增加；
- 當穿過線圈的磁通量 **減少** 時，
 - 感應電流的磁場(促進/阻礙)磁通量減少。

投影片 60

與 $B_{原}$ 同 ← 減
 $B_{感}$ → 阻礙 → $\Phi_{原}$
 與 $B_{原}$ 反 ← 增



投影片 61

活動3.3：感應電流方向的流程(流程圖測試)

如圖示，通電直導線與矩形線圈在同一平面內，當線圈遠離導線時，判斷線圈中感應電流的方向，並總結判斷感應電流方向的步驟。

- 原磁場的方向： **包裏**
- 原磁通量變化情況：**減少**
- 感應電流的磁場方向：**包裏**
- 感應電流的方向：

61

投影片 66

作業

- 鞏固練習4

66

投影片 62

活動3.4：楞次定律的特例

當閉合回路的部分導體切割磁感線，會引起磁通量的變化，則回路中產生感應電流的方向如何判斷呢？可用楞次定律嗎？

導體棒ab向右運動時，則由楞次定律可知，穿過閉合回路的磁通量增加，則感應磁場就要與原磁場方向相反，即感應磁場方向向外，所以感應電流的方向 $a \rightarrow d \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow a$

62

投影片 67

楞次定律的應用

第五節

67

投影片 63

活動3.4：楞次定律的特例

有沒有簡易的方法？

右手定則

B 磁場	右手
I 感應電流方向	穿手心
v 導體運動方向	四指
	拇指

楞次定律 ? 右手定則

63

投影片 68

活動4.1：「Shake」出電火花

- 教室的燈為什麼會亮呢？
- 電到底從哪裡來的呢？
- 發電廠又是怎麼「製造」電的呢？
- 發電機發電的物理學原理？
 - 利用各種動力（如水力、風力）使線圈在磁鐵的兩極間轉動；當線圈轉動時，線圈內的磁場改變，因此產生感應電流；
 - 應用「電磁感應」原理；
 - 將動力所作的功轉換成電能的裝置。

68

投影片 64

活動3.4：楞次定律特例(右手定則)

以右手定則決定上圖中，感應電流的方向：

$a \rightarrow d \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow a$

64

投影片 69

當代發電機的發電模式有那幾種？

69

投影片 65

總結

- 楞次定律：感應電流的方向，即感應電流的磁場總要 **阻礙** 引起感應電流的磁通量的變化。
- 注意理解楞次定律：
 - 引起感應電流的磁通量指 **原磁通量**；
 - 阻礙 並不是 相反；
 - 阻礙 也不是 阻止，而是 **延緩**。

右手定則	右手
B 磁場	穿手心
I 感應電流方向	四指
v 導體運動方向	拇指

65

投影片 70

發電機

70

