

課程及教學規劃表

課程名稱	中文名稱	選修物理 IV(全)		
	英文名稱			
授課年段	高三	學分數	2	
課程屬性	☐ 專題探究 ☒ 跨領域／科目專題 ☐ 跨領域／科目統整 ☐ 實作(實驗) ☐ 探索體驗 ☐ 特殊需求 ☐ 其他			
師資來源	☒ 校內單科 ☐ 校內跨科協同 ☐ 外聘 (大學) ☐ 外聘 (其他)			
課綱核心素養	A.自主行動	☒ A1.身心素質與自我精進 ☒ A2.系統思考與問題解決 ☒ A3.規劃執行與創新應變		
	B.溝通互動	☒ B1.符號運用與溝通表達 ☒ B2.科技資訊與媒體素養 ☒ B3.藝術涵養與美感素養		
	C.社會參與	☒ C1.道德實踐與公民意識 ☒ C2.人際關係與團隊合作 ☒ C3.多元文化與國際理解		
學生圖像				
學習目標	(1) 培養學生科學的基礎能力與核心素養。 (2) 強調物理在生活上的實用性與培養探究思考的能力。 (3) 培養學生跨科技術領域的了解。			
教學大綱	1	選修物理IV 第一章 靜電學 1-1 電荷與庫侖定律 1-2 電場與電力線	1. 認識基本電荷，與夸克的電荷量。 2. 認識庫侖定律，並能與萬有引力定律比較。 3. 知道電荷守恆定律。 4. 認識電場的概念，及正負電荷所產生的電場差異。 5. 電力線概念由法拉第所提出，為假想的線。利用電力線來描述空間中電場的分布狀況，認識各種常見的電力線及其性質。 6. 認識帶電實心導體球（半徑為 R、電荷為+ Q）的電場，並能了解金屬球內外的電場分布。 7. 認識電場的疊加原理：空間中某處的電場，等於各個帶電體在該處電場的向量和，即 $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} = \frac{q(\vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \cdots + \vec{E}_N)}{q} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \cdots + \vec{E}_N$	
	2	1-2 電場與電力線 1-3 電 位 能與電位	1. 無限大且均勻帶電平板產生的電場：所有電力線平行往外延伸，其疏密程度維持定值。且無論與平板的距離為何，電場的量值均維持定值 E ₀ 。 若平板帶正電，產生的電場方向朝外。 若平板帶負電，產生的電場方向朝內。 2. 帶等量異性電平行電板間的電場：由疊加原理可知，在平行電板外側，正電荷與負電荷產生的電場相消，故疊加後的電場為零；在平行電板內側，正電荷與負電荷產生的電場相同，故疊加後電場量值為原來 2 倍，方向則是由正電板指向負電板，為一均勻電場。 3. 平板的邊緣場效應：當空間某處與平板的距離不再遠小於平板	

			的長寬時，平板邊緣的電場不是均勻的，而且兩平行板的外側也會有微弱的電場。 4. 帶電粒子在均勻電場中的運動模式，和質點在均勻重力場中的運動類似，故電荷的軌跡可能為直線或拋物線。 5. 電子以初速 v_0 水平射入一向下的均勻電場 E 中，其運動軌跡方程式：由水平、鉛直方向各作等速、等加速運動可得 $\begin{cases} x = v_0 t \\ y = \frac{1}{2} a_y t^2 = \frac{1}{2} \left(\frac{eE}{m} \right) t^2 \Rightarrow y = \frac{1}{2} \left(\frac{eE}{m} \right) \left(\frac{x}{v_0} \right)^2 = \frac{1}{2} \left(\frac{eE}{mv_0^2} \right) x^2 \end{cases}$ 此為拋物線的方程式，與水平拋射的軌跡方程式相似。 6. 認識噴墨印表機的運作原理。 7. 由重力位能類比說明電位能概念。而由於電荷有正有負，因此電位能可區分為引力位能、斥力位能兩種。 8. 多電荷系統的電位能：電位能是純量，每兩個電荷之間即產生一電位能，因此只要將兩兩帶電體間的電位能相加，即可得到系統的總電位能。 9. 由於靜電力是保守力，故靜電力做功與選取的路徑無關，只與起點、終點有關，因此電荷在靜電力的作用下，滿足力學能守恆。 10. 電位的定義：單位正電荷在空間中某點所具有的電位能，即為該處的電位。 $V = \frac{U}{q} = \frac{\frac{kQq}{r}}{q} = \frac{kQ}{r}$ 11. 點電荷 Q 在空間產生的電位為 電荷有正有負，因此電位有高有低。若 Q 為正電荷，則電位恆為正，正電荷的電位隨著距離 r 增加而降低。若 Q 為負電荷，則電位恆為負，負電荷的電位隨著距離 r 增加而升高。 12. 電位的疊加：若有多個帶電體同時存在，多個帶電體在該點產生的電位為 $V = \frac{U}{q} = \frac{kQ_1}{r_1} + \frac{kQ_2}{r_2} + \cdots + \frac{kQ_N}{r_N} = V_1 + V_2 + \cdots + V_N$ 即空間中某處的電位等於所有電荷在該處造成的電位總和。
3	1-3 電位能與電位 實驗 1: 等位線與電場		$V(x) = \frac{U(x)}{q} = \frac{qEx}{q} = Ex$ 1. 平行電板間的電位為 兩電板間的電位差 ΔV（俗稱電壓）為 $\Delta V = V(d) - V(0) = Ed - 0 = Ed$ 2. 電荷的運動傾向： (1) 正電荷在電場中釋放，受靜電力作用有從高電位移至低電位的傾向。 (2) 負電荷在電場中釋放，受靜電力作用有從低電位移至高電位的傾向。 (3) 正電荷在高電位處具有較高的電位能，而負電荷在低電位處則具有較高的電位能，因此無論是正電荷或負電荷，兩者都有由「高電位能」往「低電位能」處移動的傾向。 3. 等位面與等位線： (1) 電荷在空間產生電場與電位，其中電場可由電力線描繪，而

		電位則可由等位面提供直觀的圖像。 (2)等位面是空間中電位相同的點所連成的曲面，例如平行電板間的等位面，是一系列平行的平面，而點電荷的等位面，則是一系列的同心球面。 (3)從無限大平行電板可看出電力線總是與等位面垂直，即使是其他的帶電體，電力線（電場）總是處處垂直於等位面。 (4)若選取電荷所在的平面進行分析，原先等位面可表示為平面上的線，稱為等位線，等位線與電力線仍然保持垂直。 4. 當導體處於靜電平衡時，整個導體的電位相同，稱為等位體。因為導體內若電位不同，則電位差會驅動電荷移動，直到達成靜電平衡，故平衡後整個導體為等位體。 5. 導體靜電平衡時的性質： (1)導體內的電場為零：導體內部的電位差為零，故其電場亦為零。 (2)導體表面為等位面：整個導體（包含導體表面）為等位體，故其表面為等位面。 (3)導體電荷分布於導體表面：導體內部電場為零，故內部沒有淨電荷，因此電荷只能分布於導體表面。 (4)導體表面的電場垂直表面：導體表面為等位面，而電場必定垂直於等位面，因此表面的電場垂直表面。 6. 帶靜電金屬球（金屬球電荷+ Q、半徑 R）的電場與電位：由於電荷只能均勻分布於球面上，在球內沒有電力線，因此無論是實心或是空心導體球，其內、外的電位與電場分布都相同。 (1)球內（$r < R$）： 球內沒有電力線通過，故球內的電場為零，$E = 0$； 整個金屬球為等位體，其電位等於金屬球表面的電位， $V = \frac{kQ}{R}。$ (2)球外（$r \geq R$）： 電場、電位皆與電荷集中於球心時相同，故 $E = \frac{kQ}{r^2}、V = \frac{kQ}{r}。$ 7. 靜電屏蔽：導體達靜電平衡時，其內部的電場為零，不會因為導體外部是否存在電場而改變；因為導體內部不受導體表面上的電荷或外在電場的影響，此種現象稱為導體的靜電屏蔽。 (1)當導體外加一電場時，導體表面的自由電子會重新分布，使得導體表面電荷在內部產生的電場 E'，與外加電場 E 互相抵消，最後導體內部又會回到電場為零，這就是導體靜電屏蔽的原因。 (2)導體內部如果有空洞，只要空洞內沒有電荷，則空洞中的電場仍不受外在電場的影響，保持為零。 (3)導體如果接地，無論導體為實心或空心，其內部仍不受導體外部電場的影響。 8. 操作「等位線與電場」實驗。
4	第二章 電流的磁效應 2-1 電流與磁場	1. 認識電流的定義與單位。 2. 電流的方向： (1)電流來自正電荷的移動，則電流方向與正電荷移動方向相同。 (2)電流來自負電荷的移動，則電流方向與負電荷移動方向相

	2-2 載流導線產生的磁場	反。 3. 磁力線概念由法拉第所提出，用來描述空間中磁場的分布狀況，磁力線的性質有： (1)磁力線永遠形成封閉曲線：在磁鐵外部由 N 極出發，回到 S 極，在磁鐵內部則由 S 極，再回到 N 極。 (2)磁力線的切線方向即為磁針 N 極在該處的方向，代表磁場的方向。 (3)磁力線的密度與小磁針在該處所受磁力成正比，代表磁場量值。 (4)磁力線不會相交。 4. 認識電流的磁效應與安培右手定則。 (1)載流直導線：右手拇指伸直指向電流方向，四指彎曲方向為導線周圍的磁場方向。 (2)載流圓形線圈：四指彎曲方向為電流方向，拇指伸直的方向為圓形線圈中心處的磁場方向。 5. 認識必歐—沙伐定律， $\Delta \vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I \Delta \vec{\ell} \times \hat{r}}{r^2} \quad (\text{或 } \Delta \vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I \Delta \vec{\ell} \times \vec{r}}{r^3})$ $\Delta \vec{B}$ 的量值：若 $I \Delta \vec{\ell}$ 與 $\hat{r}$ 的夾角為 θ，則電流元產生的磁場量值可表示為 $\Delta B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I \Delta \ell \sin \theta}{r^2}$ (1) $\theta = 0^\circ$ 或 180°（在電流元的前方或後方），則 $\Delta B = 0$。 (2) $\theta = 90^\circ$（與電流元垂直的位置），則 $\Delta B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I \Delta \ell}{r^2} \propto \frac{1}{r^2}$，磁場 ΔB 與 r^2 成反比，這部分與點電荷建立的電場量值與距離平方成反比相同。 6. 圓線圈中心軸上的磁場：$B = \frac{\mu_0 I R^2}{2(a^2 + R^2)^{\frac{3}{2}}}$。 圓線圈中心軸上磁場的特例： (1)P 點距離圓心極遠（$a \gg R$）：$B = \frac{\mu_0 I R^2}{2(a^2 + R^2)^{\frac{3}{2}}} \approx \frac{\mu_0 I R^2}{2(a^2)^{\frac{3}{2}}} = \frac{\mu_0 I R^2}{2a^3} \propto \frac{1}{a^3}$。 (2)圓心處（$a = 0$）的磁場：$B = \frac{\mu_0 I R^2}{2(R^2)^{\frac{3}{2}}} = \frac{\mu_0 I}{2R}$。 (3)圓心角為 θ 的載流圓弧導線在圓心處產生的磁場： $B = \frac{\mu_0 I}{2R} \cdot \frac{\theta}{2\pi} = \frac{\mu_0 I \theta}{4\pi R}$ 7. 長螺線管的磁場 = $B = \mu_0 \frac{N}{L} I = \mu_0 n I$。 8. 螺線管的應用： (1)均勻磁場：實驗室常須均勻磁場提供實驗之用，螺線管為常用的裝置。 (2)電磁鐵：螺線管中插入容易磁化的鐵心，即為電磁鐵，利用電流控制磁場的方向與量值，可用於搬運貨櫃的起重機、磁浮
--	----------------------	---

			列車等。
5	2-3 載流導線所受的磁力 實驗 2: 電流天平	1. 載流直導線在均勻磁場中所受的磁力：$\vec{F} = I\vec{\ell} \times \vec{B}$。 磁力的量值 $F = I\vec{\ell} \cdot \vec{B} \sin \theta$，$\theta$ 為 $\vec{\ell}$（電流方向）和 $\vec{B}$ 所夾的角度，則 $\theta = 0^\circ$ 或 $180^\circ \Rightarrow F = F_{\min} = 0$ $\theta = 90^\circ \Rightarrow F = F_{\max} = I\ell B$ $\theta \neq 0^\circ、90^\circ、180^\circ \Rightarrow F = I\ell B \sin \theta$ 2. 任意形狀的載流導線在均勻磁場中所受的磁力：上述的磁力公式仍然適用，此時載流導線所受的磁力，只跟連接端點的長度向量有關，與如何彎曲的細節無關。 3. 封閉載流導線，由於連接端點的長度為零（起點與終點重合），因此封閉載流導線在均勻磁場中所受的磁力必為零。 4. 平行載流導線間的磁力： (1) 同向載流導線間的磁力：彼此相吸，且兩導線上單位長度所受磁力的量值相等，即 $\frac{F_1}{\ell} = \frac{F_2}{\ell} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi r}$。 (2) 反向載流導線間的磁力：彼此相斥，且兩導線上單位長度所受磁力的量值相等，即 $\frac{F_1}{\ell} = \frac{F_2}{\ell} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi r}$。 5. 電動機是一種將電能轉換成力學能的裝置，利用載流導線在磁場中受力的原理，會使線圈順時針轉動。當線圈每轉半圈，線圈中的電流即改變方向，但換向器隨線圈轉動，與不同的電刷交替接觸，使換向器與電源的正、負極也交替連接，因此所受力矩的方向即可維持不變，故可繼續做同一方向的轉動。 6. 操作「電流天平」實驗。	
6	2-4 帶電質點在磁場的運動	7. 帶電粒子所受的磁力：$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$。 8. 勞侖茲力：帶電粒子通過電場 $\vec{E}$ 與磁場 $\vec{B}$ 同時存在的區域時，會受到靜電力與磁力的作用，此電磁力稱為勞侖茲力，即 $\vec{F} = q\vec{E} + q\vec{v} \times \vec{B}$。 9. 速度選擇器：藉由互相垂直的電場與磁場，篩選出以特定速度運動的質點。 10. 認識帶電質點在磁場中的軌跡。 11. 當帶電質點的初速與磁場平行（$\theta = 0^\circ、180^\circ$）：質點所受磁力為零，故在磁場中作等速直線運動。 12. 當帶電質點的初速與磁場垂直（$\theta = 90^\circ$）：電荷所受的磁力恆與速度垂直，故質點作等速圓周運動，此時磁力為圓周運動的向心力，量值為 qvB。 (1) 向心力：$F = qvB = m \frac{v^2}{r}$。 (2) 迴旋半徑：$r = \frac{mv}{qB} = \frac{p}{qB} = \frac{\sqrt{2mK}}{qB}$。 (3) 荷質比：帶電質點的電荷與質量的比值，即 $\frac{q}{m} = \frac{v}{Br}$。 在速率 v 與磁場量值 B 已知的情形下，測量帶電質點的迴旋半徑 r，即可推得其荷質比。	

		(4)迴旋頻率與週期、角速度： ①週期 $T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi}{v} \cdot \frac{mv}{qB} = \frac{2\pi m}{qB}$。 ②迴旋頻率 $f = \frac{1}{T} = \frac{qB}{2\pi m}$。 ③角速度 $\omega = 2\pi f = 2\pi \cdot \frac{qB}{2\pi m} = \frac{qB}{m}$。 13. 當帶電質點的初速與磁場既非平行亦非垂直：質點一邊作等速圓周運動，一邊以等速前進，故帶電質點的軌跡為螺旋線。 (1)向心力：$F = qv_{\perp}B = m \frac{v_{\perp}^2}{r}$。 (2)迴旋半徑：$r = \frac{mv_{\perp}}{qB} = \frac{mv \sin\theta}{qB}$。 (3)迴旋頻率與週期、角速度： ①週期 $T = \frac{2\pi r}{v_{\perp}} = \frac{2\pi}{v_{\perp}} \cdot \frac{mv_{\perp}}{qB} = \frac{2\pi m}{qB}$。 ②迴旋頻率 $f = \frac{1}{T} = \frac{qB}{2\pi m}$。 ③角速度 $\omega = 2\pi f = 2\pi \cdot \frac{qB}{2\pi m} = \frac{qB}{m}$。 (4)螺距：質點在一個週期的時距內沿磁場方向移動的距離， $d = v_{\parallel}T = v \cos\theta \cdot \frac{2\pi m}{qB} = \frac{2\pi m v \cos\theta}{qB}$ 。
學習評量	課本練習題(含素養題)、習作簿(含閱讀題)、分冊講義(含基礎題、進階題、大考題與素養題) 測驗卷(含素養題)	
對應學群	☐ 資訊 ☐ 工程 ☒ 數理化 ☐ 醫藥衛生 ☐ 生命科學 ☐ 生物資源 ☐ 地球環境 ☐ 建築設計 ☐ 藝術 ☐ 社會心理 ☐ 大眾傳播 ☐ 外語 ☐ 文史哲 ☐ 教育 ☐ 法政 ☐ 管理 ☐ 財經 ☐ 遊憩運動	
備註		