

淡江大學 101 學年度碩士班招生考試試題

系別：物理學系

科目：電 磁 學

考試日期：2 月 26 日(星期日) 第 4 節

本試題共 6 大題， 共 1 頁

1. 是非題 (答錯不倒扣，空白不計分； 20%)
 - (a) 在無電荷分佈之區域內，存在電位最低點，故穩定的「靜電平衡」是可能的。
 - (b) 磁偶極受磁場的磁力矩作用而傾向於順著磁場方向排列，故磁偶極本質上是「順磁性的」；
 - (c) 設一帶電粒子在均勻磁場中作圓周運動；若此均勻磁場增強，則依據 Lenz's law 或 Lorentz force law 可發現：該帶電粒子轉速會增加，故帶電粒子之軌道運動本質上是「順磁性的」；
 - (d) 穩態下，Ampère's law 之微分形式可表為 $\nabla \times \vec{H} = \vec{J}$ ， \vec{J} = 自由電流密度， \vec{H} = 磁場強度；
 - (e) 鐵磁性物質可被高度磁化，且其磁化強度與外加磁場強度(\vec{H})間有一遲滯關係(hysteresis)；當外磁場消失時，它們的磁性亦隨即消失；
 - (f) 不論磁場是否為均勻，磁場中的任何微小磁偶極所受之總磁力 恆為零。
 - (g) 根據 Ohm's law 可知：在定溫下，一般導體中之電流密度與其驅動電流的電場成反比。
 - (h) 磁化強度(magnetization) \vec{M} 之物理意義是 每單位體積的磁場能量；
 - (i) 設沿 z 軸方向有一無限長且直(均勻)的螺線管(由細導線纏繞而成)，其中通有穩定電流。在螺線管外部，雖然磁場 \vec{B} 為零，但是，「向量位勢(vector potential)」不為零；
 - (j) 體束縛電流(密度) $\vec{J}_b = \nabla \times \vec{M}$ 是因磁性物質內部之不均勻磁化而產生的。
2. 假設 電荷 Q 均勻地分佈於一個半徑為 R 的球體。
 - (a) 試求出此系統的電場 $\vec{E}(\vec{r})$ 及電位勢(electric potential) $V(r)$ 之分佈；設 $V(\infty) = 0$ 。
 - (b) 計算此系統的 靜電位能 W 。 (20%)
3. (a) 與 $\epsilon_0 \nabla \cdot \vec{E} = \rho$ 相較 (ρ 為電荷密度, \vec{E} 為電場), $\nabla \cdot \vec{B} = 0$ (\vec{B} 為磁場) 有何物理意義
(b) 為何一均勻磁化的球體 和 一均勻帶電的旋轉球面 會產生相同形式的磁場? (10%)
4. 設空間中之電荷密度及電流密度分佈分別為 ρ 及 \vec{J} 。
 - (a) 試由電荷守恆原理，show that $\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot \vec{J} = 0$ (the continuity equation);
 - (b) 假設：在一質地均勻的圓柱形導線中，有穩定電流通過(穩態)，此歐姆導體之電導率 (conductivity) 為 σ (一常數)；試找出該導線內部各處之淨電荷密度。 (20%)
5. 設穩定電流 I 均勻分佈於半徑為 R 的(無限)長直導線($\parallel \hat{z}$, 平行 z 方向)，此導線不具磁性。試(計算)找出 空間中之磁場 \vec{B} (須說明如何決定其方向) 及 向量位勢 \vec{A} 之分佈。 (15%)
6. 假設在一均勻磁場($\vec{B} \parallel \hat{z}$)中，有一金屬圓盤繞其中心軸(垂直於盤面)等速旋轉，其旋轉角速度 ω 與 \vec{B} 平行。考慮圓盤中電荷載子之運動及受力，計算
 - (a) 圓盤中(任意位置)每單位電荷(電荷載子)所受的驅動力(\vec{f})；及
 - (b) 圓盤中心至圓盤邊緣的「電動勢」，並說明何處電位較高。 (15%)