

1. 任意の関数 ϕ 、および、任意のベクトル A, B について以下のベクトル恒等式が成り立つことを証明せよ。

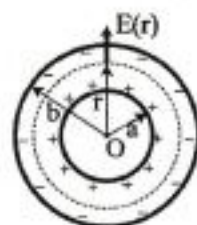
$$(1) \nabla \times (\nabla \phi) = 0$$

$$(2) \nabla \cdot (A \times B) = B \cdot (\nabla \times A) - A \cdot (\nabla \times B)$$

$$(3) \nabla \cdot (\nabla \times A) = 0$$

$$(4) \nabla \times (\nabla \times A) = \nabla(\nabla \cdot A) - \Delta A \quad \text{ただし、} \Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} \text{ とする。}$$

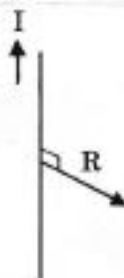
2. 内径 a 、外形 b 、長さ l の円筒形のコンデンサがある。内側と外側の電極は、導電性の物質で作られており、それぞれ、 $+Q, -Q$ に帯電している。また、電極の間は真空である。このとき、以下の問いに答えよ。



- (1) このコンデンサが作る電場を、円筒の中心 O から距離 r の関数として求め、これを図示せよ。
 (2) このコンデンサの静電容量を求めよ。
 (3) このコンデンサが作る静電場のエネルギーを求めよ。

3. 無限に長い導線を通る電流 I が半径 R の地点に作る磁束密度 B について以下の問いに答えよ。

- (1) アンペールの法則を用いて B とその向きを求めよ。
 (2) ビオ-サバルの法則を用いて B を求め、(1)で求めた B と一致することを確認せよ。



4. Maxwell 方程式を微分形で示し、それぞれの方程式が意味する物理法則を簡単に説明せよ。
 5. Maxwell 方程式から自由空間における電磁波の波動方程式を導け。また、その波動方程式をもとに、真空中における光速を有効数字 2 桁で導け。
 ただし、 $\epsilon_0 = 8.9 \times 10^{-12} \text{ F/m}$, $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N/A}^2$, $\sqrt{11} = 3.3$ とする。
 6. 講義の感想を正直に自由に記述せよ。(褒めてくれたからと言って良い点が貰えるわけではないので注意。あくまで正直に。)

(以下、余白。)