

演習問題解答 第13章

- 問1 変位電流は $j = \epsilon_0 \frac{\partial E}{\partial t}$ と定義されている。
- 問2 Poynting ベクトルは $S = \frac{1}{\mu_0} E \times B$ で定義されている。これは例えばコンデンサーにおいてその場のエネルギーが増えたり減ったりする事であり、外部にエネルギーを光子と言う形で放出するものではない。
- 問3 フォトンにスピンは1ではあるが偏極ベクトルはスピン演算子とは無関係である。従って、スピン演算子の固有関数ではない。
- 問4 変位電流は $j_D = \epsilon_0 \frac{\partial E}{\partial t}$ なので $j_D = \epsilon_0 \omega E_0 \cos \omega t$ である。一方、オームの法則では $j = \kappa E = \kappa E_0 \sin \omega t$ である。
- 問5 $W_0 = \int E \cdot j d^3r$ において j を Ampere-Maxwell の法則より書き換えると $W_0 = \frac{1}{\mu_0} \int \left(B \cdot \nabla \times E - \nabla \cdot (E \times B) - \frac{1}{c^2} \frac{\partial E}{\partial t} \cdot E \right) d^3r$ となる。ここで Faraday の法則を用いて式変形をして、さらに Poynting ベクトルを $S = \frac{1}{\mu_0} E \times B$ と定義すると仕事率 W_0 は $W_0 = - \left\{ \frac{d}{dt} \left[\int \left(\frac{1}{2\mu_0} |B|^2 + \frac{\epsilon_0}{2} |E|^2 \right) d^3r \right] + \int \nabla \cdot S d^3r \right\}$ と書ける。
- 問6 電気容量 C もインダクタンス L も場が変化しているだけでエネルギーが外部に光子が出るわけではない。しかし抵抗 R があると伝導電子と格子との衝突により格子を励起したりまた光子を放出したりしてエネルギーを失う。