

光科学 1 第 1 回授業課題

MS-Word で解答し、PDF に変換してアップロードしてください。

学籍番号	8223036	氏名	栗山 淳
------	---------	----	------

【課題1】

次の語句の科学的な意味について式や記号を用いずに 1 行以内の日本語で説明しなさい。

「光」:

「波」:

「電場」:

「電荷」:

「対称」:

【課題1解答欄】

「光」: 光とは電磁波であり、かつ量子であるものである

「波」: 波とは周期的対称性を持つものや現象

「電場」: 電場は電荷に力を及ぼすもの

「電荷」: 電荷は電場の発生源

「対称」: ある操作の前後で見分けがつかないこと

【課題2】

(1) マクスウェルの方程式から電流密度 $\mathbf{J} = 0$ のとき、次の式が成り立つことを示しなさい。

$$\nabla \times \mathbf{B} = \varepsilon\mu \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} \quad (**)$$

(2) (**)式を用いて、z 方向に進行する電磁波の電場の z 方向成分がゼロになることを示しなさい。

【課題2解答欄】(解答の長さは自由です。)

(1)

$$\begin{aligned}\nabla \times \mathbf{B} &= \nabla \times \mu \mathbf{H} \\ &= \mu \times \nabla \times \mathbf{H} \\ &= \mu \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} \\ &= \varepsilon\mu \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t}\end{aligned}$$

よって成り立つ

(2)

電磁波の電場の z 方向成分 E_z がゼロになることを示す。

(1)より $\nabla \times \mathbf{B} = \varepsilon\mu \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t}$ の z 方向成分を取り出すと以下のようになる

$$(\nabla \times \mathbf{B})_z = \varepsilon\mu \frac{\partial E_z}{\partial t}$$

これにより $\nabla \times \mathbf{B}$ の z 成分は $\frac{\partial E_z}{\partial t}$ に比例することがわかります。しかし、電磁波が z 軸方向に進行する場合、物理的に電場の z 方向成分 E_z は存在しない、つまり $E_z=0$ でなければなりません。これは、電磁波が横波であるため、電場が進行方向に対して垂直であるという性質に基づいています。

したがって、進行方向と同じ方向に電場が存在することは、電磁波の性質に反するため、結果的に $E_z=0$ となります。