問　題　用　紙

2025	科目名	物理情報：電磁気学	1／2	通し番号	

【問題 1】

以下の文章を読み問いに答えよ。

一様な電場ベクトル E($\boldsymbol{r}$, t)の中で時刻 t に位置 $\boldsymbol{r}$ を速度 $\boldsymbol{v}$ で運動している電荷 q を持つ粒子に働く力 $\boldsymbol{F}$ を、[A]とよび、式で書くと [B]で与えられる。
同様に、一様な磁場ベクトル B($\boldsymbol{r}$, t)の中で時刻 t に位置 $\boldsymbol{r}$ を速度 $\boldsymbol{v}$ で運動している電荷 q を持つ粒子に働く力 $\boldsymbol{F}$ を、[C]とよび、式で書くと [D]で与えられる。
一般に、一様な電場 E($\boldsymbol{r}$, t)と磁場 B($\boldsymbol{r}$, t)が同時に存在するとき、位置 $\boldsymbol{r}$ を速度 $\boldsymbol{v}$ で運動している電荷 q を持つ粒子に働く力 $\boldsymbol{F}$ を、[E]とよび、式で書くと [F]で与えられる。

上の文章の，[A]～[F]にあてはまる最も適切な語句や式を記せ。
なお、ベクトル量はボールド体(X)、または、ベクトル記号($\vec{X}$)を用いること。

【問題 2】

電磁波に関する以下の問いに答えよ。

電荷も電流も存在しない真空中では、電場ベクトル $\mathbf{E}$ と磁場ベクトル（磁束密度）$\mathbf{B}$ に関するマクスウェル方程式は，以下のように書ける。

$$\nabla \cdot \mathbf{E} = \boxed{\text{問 1}} \qquad \text{式(1)}$$

$$\nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \qquad \text{式(2)}$$

$$\nabla \cdot \mathbf{B} = \boxed{\text{問 4}} \qquad \text{式(3)}$$

$$c^2 \nabla \times \mathbf{B} = \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} \qquad \text{式(4)}$$

ここで，c は電磁波の速度、t は時間を示す。
電場ベクトルを、 x 軸の正の向きに進行し、y 軸方向に振動する波数 k ,角振動数 ω を持つ以下の正弦波で表すことにする。

$$\mathbf{E} = (0, E_0 \sin(kx - \omega t), 0) \qquad \text{式(5)}$$

ここで、E_0 は振幅（定数）を示す。

以下の（問１）～（問９）に答えよ。
ベクトル量はボールド体(X)、または、ベクトル記号($\vec{X}$)を用いること。
（なお、x, y, z 軸の単位ベクトルをそれぞれ、 $\mathbf{e}_x$, $\mathbf{e}_y$, $\mathbf{e}_z$ とする。）

（問１）式(1)の左辺を計算して、その結果を右辺の括弧内[問1] に答えよ。

（問２）式(2)の左辺の正しい答えを下記の(a)-(d)の中から選び、記号で答えよ。

(a) $kE_0 \cos(kx - \omega t)\mathbf{e}_x$　　(b) $kE_0 \cos(kx - \omega t)\mathbf{e}_y$
(c) $kE_0 \cos(kx - \omega t)\mathbf{e}_z$　　(d) $kE_0 \sin(kx - \omega t)\mathbf{e}_x$

（問３）（問２）の結果を用いて、式(2)を満たす磁場ベクトルを求めよ。ただし、積分定数はゼロとしてよい。

問　題　用　紙

2025	科目名	物理情報：電磁気学	２／２	通し番号	

（問４）式(3)の左辺を計算して、その結果を右辺の括弧内 $\boxed{\text{問4}}$ に答えよ。

（問５）式(4)の左辺の正しい答えを下記の(a)-(d)の中から選び、記号で答えよ。

(a)　$-(c^2k^2E_0/\omega)\cos(kx-\omega t)\mathbf{e}_x$　　(b)　$-(c^2k^2E_0/\omega)\cos(kx-\omega t)\mathbf{e}_y$

(c)　$-(c^2k^2E_0/\omega)\cos(kx-\omega t)\mathbf{e}_z$　　(d)　$-(c^2k^2E_0/\omega)\sin(kx-\omega t)\mathbf{e}_x$

（問６）式(4)を満たす電磁波の進む速さ c を、波数 k と角振動数 ω で表せ。

（問７）式(1)-(5)を満たす電磁波が x, y, z 空間をどの方向に、どのように伝わっていくのかを、電場と磁場の概略図で示せ。

（問８）代表的な電磁波を２種類答えよ。

（問９）電磁波の周波数(f)と角振動数(ω)の間には、$\omega = 2\pi f$ の関係があり、波長は $\lambda = 2\pi/k$ で与えられる。NHKFM福岡放送の周波数が84.8MHzであるとき、その波長を求めよ。電磁波の速度は、$c = 3.0\times10^8$ m/s で計算せよ。答えは有効数字２桁で答えよ。