

基礎物理学 B 第 1 回確認テスト問題

I. 位相速度 v で x 方向に伝搬する一次元波動に関して以下の問に答えよ。

1. 一次元波動方程式として正しいものを答えよ。

選択肢 A :

$$\begin{array}{lll} \text{(a)} \frac{d^2 \phi(t, x)}{dt^2} = v^2 \frac{d^2 \phi(t, x)}{dx^2} & \text{(b)} \frac{\partial^2 \phi(t, x)}{\partial t^2} = v^2 \frac{\partial^2 \phi(t, x)}{\partial x^2} & \text{(c)} \frac{\partial^2 \phi(t, x)}{\partial t^2} = v^2 \frac{\partial \phi(t, x)}{\partial x} \\ \text{(d)} \frac{d^2 \phi(t, x)}{dt^2} = v^2 \frac{d \phi(t, x)}{dx} & \text{(e)} \frac{\partial^2 \phi(t, x)}{\partial t^2} = v^2 \phi(t, x) & \text{(f)} \frac{d^2 \phi(t, x)}{dt^2} = v^2 \phi(t, x) \end{array}$$

2. A , B , k , l を任意の定数として、波動方程式を満たすものを すべて 答えよ。

選択肢 B :

$$\begin{array}{llll} \text{(a)} A \sin[k(x - vt)] & \text{(b)} A \cos[k(x - vt)] & \text{(c)} A \sin[k(x + vt)] & \text{(d)} A \cos[k(x + vt)] \\ \text{(e)} A \sin[k(vx - t)] & \text{(f)} A \cos[k(vx - t)] & \text{(g)} A \sin[k(vx + t)] & \text{(h)} A \cos[k(vx + t)] \\ \text{(i)} A(x - vt) & \text{(j)} A \sin[k(x - vt)] + B \cos[k(x + vt)] & \text{(k)} A \sin[k(x - vt)] + B \cos[l(x - vt)] \end{array}$$

3. $\phi(t, x) \equiv A \sin[k(x - vt)]$ によって表される波動について以下の問に答えよ。ただし、 A と k は実数定数である。

- i. $\phi(t, x)$ の位相として正しいものを選べ。
- ii. $\phi(t, x)$ の角波数として正しいものを選べ。
- iii. $\phi(t, x)$ の角振動数として正しいものを選べ。
- iv. $\phi(t, x)$ の波長として正しいものを選べ。
- v. $\phi(t, x)$ の周期として正しいものを選べ。

選択肢 C :

$$\begin{array}{lllll} \text{(a)} A & \text{(b)} k & \text{(c)} \frac{k}{2\pi} & \text{(d)} \frac{1}{k} & \text{(e)} \frac{2\pi}{k} \\ \text{(f)} kv & \text{(g)} \frac{kv}{2\pi} & \text{(h)} \frac{1}{kv} & \text{(i)} \frac{2\pi}{kv} & \\ \text{(j)} kx & \text{(k)} kvt & \text{(l)} k(x - vt) & \text{(m)} k(x + vt) & \end{array}$$

II. 真空中のある領域 \mathcal{V} の内部に、電荷量 Q_1 の電荷 1 と電荷量 $-Q_2$ の電荷 2 があり、 \mathcal{V} の外部には、電荷量 Q_3 の電荷 3 が静止しているとする。 \mathcal{V} の境界をなす閉曲面を S 、 S の外向き単位法線ベクトルを \mathbf{n} とし、これら 3 つの電荷が作る電場を $\mathbf{E}(\mathbf{r})$ 、その静電ポテンシャルを $\phi(\mathbf{r})$ として、以下の問に答えよ。ただし、真空の誘電率を ε_0 とする。

1. 静電ポテンシャル $\phi(\mathbf{r})$ として正しいものを答えよ。ただし、静電ポテンシャルの基準点は無限遠に取り、無限遠における静電ポテンシャルの値はゼロに選ぶものとする。また、無限遠を始点として任意の位置 \mathbf{r} を終点とする曲線を C とする。
2. S を貫く電束の 定義として正しいものを答えよ。
3. 物理法則も考慮した上で、 \mathcal{V} の内部に含まれる電荷量として正しいものを すべて 答えよ。

選択肢 D :

- (a) $Q_1 + Q_2$ (b) $Q_1 + Q_3$ (c) $Q_2 + Q_3$ (d) $Q_1 - Q_2$ (e) $Q_1 - Q_3$ (f) $-Q_2 + Q_3$
- (g) $Q_1 + Q_2 + Q_3$ (h) $Q_1 - Q_2 + Q_3$ (i) $Q_1 + Q_2 - Q_3$ (j) $Q_1 - Q_2 - Q_3$
- (k) $\int_C \mathbf{E}(\mathbf{r}) \cdot d\mathbf{r}$ (l) $-\int_C \mathbf{E}(\mathbf{r}) \cdot d\mathbf{r}$ (m) $\int_C \mathbf{E}(\mathbf{r}) \cdot \mathbf{n} dS$ (n) $-\int_C \mathbf{E}(\mathbf{r}) \cdot \mathbf{n} dS$
- (o) $\oint_S \mathbf{E}(\mathbf{r}) \cdot d\mathbf{r}$ (p) $-\oint_S \mathbf{E}(\mathbf{r}) \cdot d\mathbf{r}$ (q) $\oint_S \mathbf{E}(\mathbf{r}) \cdot \mathbf{n} dS$ (r) $-\oint_S \mathbf{E}(\mathbf{r}) \cdot \mathbf{n} dS$
- (s) $\varepsilon_0 \int_C \mathbf{E}(\mathbf{r}) \cdot d\mathbf{r}$ (t) $-\varepsilon_0 \int_C \mathbf{E}(\mathbf{r}) \cdot d\mathbf{r}$ (u) $\varepsilon_0 \int_C \mathbf{E}(\mathbf{r}) \cdot \mathbf{n} dS$ (v) $-\varepsilon_0 \int_C \mathbf{E}(\mathbf{r}) \cdot \mathbf{n} dS$
- (w) $\varepsilon_0 \oint_S \mathbf{E}(\mathbf{r}) \cdot d\mathbf{r}$ (x) $-\varepsilon_0 \oint_S \mathbf{E}(\mathbf{r}) \cdot d\mathbf{r}$ (y) $\varepsilon_0 \oint_S \mathbf{E}(\mathbf{r}) \cdot \mathbf{n} dS$ (z) $-\varepsilon_0 \oint_S \mathbf{E}(\mathbf{r}) \cdot \mathbf{n} dS$