

令和8年度 専攻科 後期 学力選抜試験

受験番号		氏名	模範解答
------	--	----	------

総得点

電気磁気学 (2の1)

(問1) 比誘電率が不明なある物質中で、2つの点電荷が1 cmの間隔で置かれているときのクーロン力が  $1 \times 10^{-4} \text{ N}$  であった。間隔が 1.41 cm になったときのクーロン力はいくらか。(配点 30 点)

問 1 (得点)

クーロンの法則より、間隔 1 cm のときには

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon} \frac{Q_1 Q_2}{r^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon} \frac{Q_1 Q_2}{0.01^2} = 1 \times 10^4 \frac{Q_1 Q_2}{4\pi\epsilon} = 1 \times 10^{-4} \text{ N}$$

$$\therefore \frac{Q_1 Q_2}{4\pi\epsilon} = 1 \times 10^{-8}$$

であるから、間隔が 1.41 cm のときには

$$F' = \frac{1}{4\pi\epsilon} \frac{Q_1 Q_2}{r'^2} = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi\epsilon} \frac{1}{r'^2} = 1 \times 10^{-8} \frac{1}{0.0141^2} = 5.03 \times 10^{-5} \text{ N}$$

となって、間隔 1 cm のときの約半分となる。

(問2) 空気中に平等電界があり、その電界の電束密度を調べたところ  $5 \times 10^{-8} \text{ C/m}^2$  であった。この電界中に  $10^{-6} \text{ C}$  の微小電荷を置いたとき、電荷に働く力はいくらか。(配点 30 点)

問 2 (得点)

電束密度  $D$  と電界  $E$  の関係より

$$E = \frac{D}{\epsilon_0} = \frac{5 \times 10^{-8}}{8.85 \times 10^{-12}} = 5.65 \text{ kV/m}$$

電界の定義より

$$F = qE = 10^{-6} \cdot 5.65 \times 10^3 = 5.65 \times 10^{-3} \text{ N}$$

(問3) 比誘電率が 1.3 の物質中において、ある閉曲面から出ていく電気力線の数が  $1 \times 10^6$  で、入り込む電気力線の数が  $2 \times 10^6$  であるとき、この閉曲面内に含まれる総電荷はいくらか。(配点 30 点)

問 3 (得点)

ガウスの法則より

$$\sum N = \frac{\sum Q}{\epsilon}$$

だから

$$\sum Q = \sum N \cdot \epsilon = (1 \times 10^6 - 2 \times 10^6) \cdot 8.85 \times 10^{-12} \cdot 1.3 = -1.15 \mu\text{C}$$

$-11.5 \mu\text{C}$

令和8年度 専攻科 後期 学力選抜試験

受験番号		氏名	模範解答
------	--	----	------

電気磁気学 (2の2)

(問4) 空気中において、非常に長い直線状導線に 50 A の電流が流れているとき、直線状導線から 1 cm 離れた点の磁束密度はいくらか。また、その電流が上から下に向かって流れているとすると、直線状導線に対して右側の空間にできる磁束密度の方向はどちらか。(配点 30 点)

問 4 (得点)

アンペアの法則より

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \cdot 50}{2\pi \cdot 0.01} = 1 \times 10^{-3} \text{ T} = 1 \text{ mT}$$

となる。磁束密度の方向は、右ねじの法則より、奥から手前側に向かう。

(問5) 空気中において、1 cm 当りの巻数が 10 回の非常に長い円筒ソレノイドがある。これに 50 A の電流を流したとき、ソレノイド内の磁束密度はいくらか。(配点 30 点)

問 5 (得点)

円筒ソレノイドの長さ方向に対する断面について、円筒内と円筒外部に渡って電流と鎖交する領域に長辺の長さが  $l$  [m] の長方形を閉曲線として考える。この閉曲線にアンペアの法則を適用すると

$$Bl = \mu_0 n l I$$

となる。ただし、円筒ソレノイド外部の磁束密度はゼロと考える。 $n$  は単位長さ当りの巻数である。これより

$$B = \mu_0 n I = 4\pi \times 10^{-7} \cdot \frac{10}{0.01} \cdot 50 = 6.28 \times 10^{-2} \text{ T} = 62.8 \text{ mT}$$

となる。