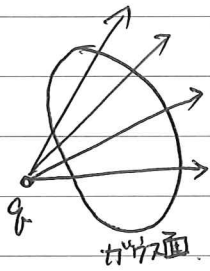


物理学Ⅱ レポート④ 解答編

問4-1 $\Phi_E = EA \cos \theta = (2.00 \times 10^4 \text{ [N/C]}) (18.00 \text{ [m}^2\text{]}) \cos 10^\circ$
 $= 355 \text{ [KN m}^2\text{/C]}$

問4-2 (a) 常に成り立たない。例: 同数の正電荷と負電荷が存在する場合。

(b) 真である。



(c) 常に成り立たない。例: 左図の様に、電荷がガウシアン面に閉じ込められていない場合、面内に入る電束と面外に出る電束の量が等しいので、面を貫く全電束は零。しかし、電場は零でない。

(d) 真である。

問4-3 (a) 電荷 q によって作られる (q から出る) 電束の半分が平面をよぎる

$$\Phi_{E, \text{plane}} = \frac{1}{2} \Phi_{E, \text{Total}} = \frac{1}{2} \frac{q}{\epsilon_0}$$

(b) 電荷からみて、四角形は無限大の平面と等価であるから

※ Lecture Note ⑥-4 ex 4.

$$\lim_{x \rightarrow 0} E_x \text{ と } \lim_{R \rightarrow \infty} E_x \text{ は等価}$$

$$\Phi_{E, \text{square}} \approx \Phi_{E, \text{plane}} = \frac{1}{2} \frac{q}{\epsilon_0}$$

問4-4 (a) $r < a$ に於てガウスの法則より (ガウシアン面に含まれる電荷は),

$$q_{IN} = \rho \cdot \left(\frac{4}{3} \pi r^3 \right) \quad \text{よって } E = \frac{q_{IN}}{4\pi r^2 \epsilon_0} = \frac{\rho r}{3\epsilon_0}$$

$a < r < b$ に於て同様に

(空洞)
内

$$q_{IN} = Q$$

$$E = \frac{Q}{4\pi r^2 \epsilon_0}$$

$b \leq r \leq c$ (導体内部) では わたるこゝ等電位 であり、その中に電場は無い。 $E = 0$

$r > c$ $q_{IN} = Q$

$$E = \frac{Q}{4\pi r^2 \epsilon_0}$$

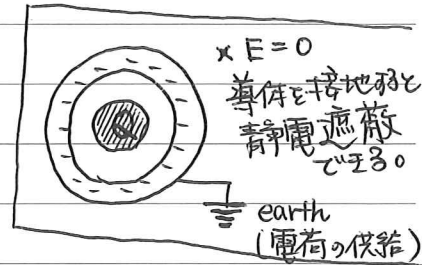
※ 遮蔽効果とは? → 静電誘導 (electrostatic induction) により、導体の内壁に負外壁(表面)は正に帯電するが、導体は接地してないので導体内の電荷の総量は零。導体内のあらゆる点で $E=0$ とする様に分布する。

問4-4 (continued) 表面

(b) 中空殻の内壁に誘起される電荷を q_1 とすると、
導体内の電場は $E=0$ より、導体内 ($b \leq r \leq c$) に含まれる全電荷は零、

よて $q_1 + Q = 0$

電荷密度は $\sigma_1 = \frac{q_1}{4\pi b^2} = \frac{-Q}{4\pi b^2}$



中空殻の外壁に誘起される電荷を q_2 とする。

導体は帯電していないので $q_1 + q_2 = 0$. よて $\sigma_2 = \frac{q_2}{4\pi c^2} = \frac{+Q}{4\pi c^2}$
(接地もしていない)

問4-5 立方体内部の全電荷は $Q = 6|q|$

立方体から外に出る全電束はガウスの法則より $\frac{Q = 6|q|}{\epsilon_0}$

とよび、面にその $\frac{1}{6}$ が貫通するので

$(\oint E)_{\text{ONE SURFACE}} = \frac{Q = 6|q|}{6\epsilon_0}$

$= \frac{(5.00 - 6.00) \times 10^{-6} [C]}{6 \times 8.85 \times 10^{-12} [C^2/N \cdot m^2]} = -18.8 [kNm^2/C]$

小テストの解答 「点電荷 q の周りの球対称なガウシアン面」

(A) 電荷を2倍にする \rightarrow 全電束はガウシアン面内部の電荷量に比例するので、2倍になる。

(B) ガウシアン球の半径を2倍にする \rightarrow 全電束は変わらない。なぜなら、半径に依らず、電荷が作る全電束が通るので。

(C) ガウシアン球を立方体に変える \rightarrow 上と同様に、形状にも依らない。

(D) 電荷の位置をガウシアン球内の別の位置に移動させる

\rightarrow 全電束は変わらない。

ガウシアン面内部の電荷量が変化しなくても、電荷の位置に依らない。