

誘電体の蓄積エネルギーと力 (演習問題)

v1.4 Dec.2020

番号: _____ 氏名: _____

1. ◇ 半径 a [m] の導体球が、内半径 a [m]、外半径 b [m] で比誘電率 ϵ_r の誘電体層で覆われている。この導体球に電荷 Q [C] を与えたとき、次の各量を求めよ。(1) 誘電体外部の電界と電位、(2) 誘電体中の電界と電位 (3) 導体球の静電容量 (4) 導体球の静電エネルギー*¹
2. ◇ 厚さ 1 mm で比誘電率 2 の誘電体を電極板で挟み、電極間に 100 V の電圧を加えたとき、誘電体中のエネルギー密度および誘電体の受ける圧力を求めよ。*²
3. ◇ 電位差 V [V] が加えられた平行平板コンデンサの空隙中に誘電体を挿入したとき、この誘電体板に作用する力を求めよ。ただし、極板の間隔を d [m]、長さを l [m]、幅を w [m]、誘電体の誘電率を ϵ [F/m] とする。*³
4. ♡ 比誘電率 ϵ_r の均質な半無限大誘電体平面が空気と接している。境界面に境界の法線に対して θ_0 の角度で、空気中から一様な電界 E_0 [V/m] が入射したとき、境界面に作用する力を求めよ。*⁴
5. マクスウェルの応力について簡単に説明せよ。*⁵

*¹ 答え : $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$ [V/m], $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r}$ [V] ($b < r$),
 $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 \epsilon_r r^2}$ [V/m], $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0} [\frac{1}{b} + \frac{1}{\epsilon_r} (\frac{1}{r} - \frac{1}{b})]$ ($a < r < b$),
 $\frac{4\pi\epsilon_0}{\frac{1}{b} + \frac{1}{\epsilon_r} (\frac{1}{a} - \frac{1}{b})}$ [F], $\frac{Q^2}{8\pi\epsilon_0} [\frac{1}{\epsilon_r} (\frac{1}{a} - \frac{1}{b}) + \frac{1}{b}]$ [J]

*² 答え : 8.85×10^{-2} J/m³, 8.85×10^{-2} Pa

*³ 答え : $\frac{V^2 w (\epsilon - \epsilon_0)}{2d}$ [N], コンデンサ空隙に引き込まれる方向

*⁴ 答え : $\frac{\epsilon_0 (\epsilon_r - 1) E_0^2}{2\epsilon_r} (\cos^2 \theta_0 + \epsilon_r \sin^2 \theta_0)$ [Pa]

*⁵ 答え : 略