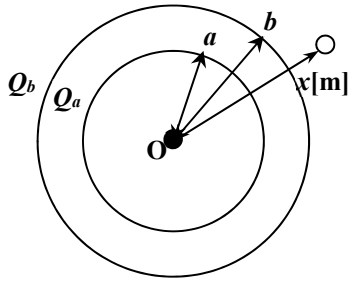


小テスト(11/15)

クラス: _____ 組 番号: _____ 氏名: _____

以下の設問において、真空の誘電率は全て ϵ_0 とする。

1. 互いに絶縁された2つの同心の金属の薄い球殻 A, B があり、その半径は小さい方からそれぞれ順に a, b である。球殻の電荷の総量が、それぞれ Q_a, Q_b (ただし、 $Q_a < Q_b$) の場合、中心から x の距離における電界の強さ E 、および電位 V を求めよ。また、そのグラフを示せ。



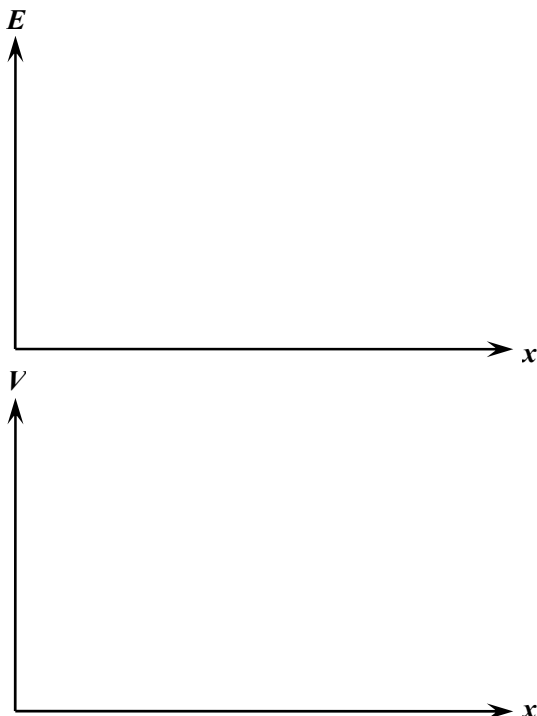
2. 平行板コンデンサ(面積 S 、間隔 d)がある。
 (1) コンデンサに蓄えられるエネルギー U を ϵ_0, S, d および、電界の強さ E を用いて表せ。

- (2) エネルギー U が、極板を引き合う力 F で距離 d だけ引き離すのに必要な仕事と等しいと考えると、電極の単位面積あたりに働く力(静電応力) f はどのように表すことができるか。

- (3) 下記の①②の条件が与えられたとき、両極の引き合う力 F を、 E を用いずに表せ。
 ① 両極に分布する電荷 $\pm Q$

- ② 両極間の電位差 V

3. 感想等を書いて下さい。



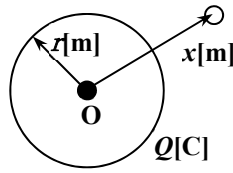
小テスト(11/20)

農学部: _____ 組 番号: _____

氏名: _____

以下の設問において、真空の誘電率は全て ϵ_0 とする。

1. 電荷 Q [C] で一様に分布している半径 r [m] の球殻の中心から x [m] の距離における電界の強さ E [V/m]、および電位 V [V] を求めよ。また、そのグラフを示せ。



球外は Q の点電荷を置いたときと同じなので、ガウスの法則より、 $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{x^2}$

球殻上はマクスウェルの法則より、 $E = \frac{1}{8\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2}$

球内は電界が存在しないため $E = 0$

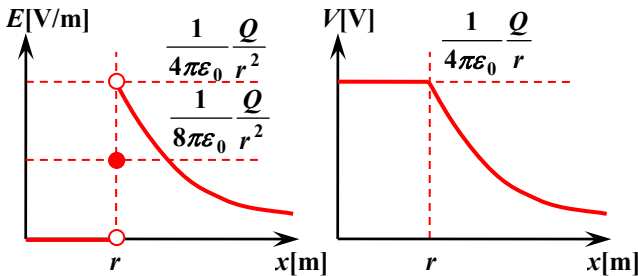
球殻外の電位は無限遠から距離 x までの仕事なので、

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{x}$$

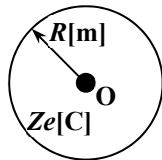
球殻上の電位は $x = r$ を代入すると、 $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r}$

球殻内の電位は、電界が0なので球殻上と同じになるので、

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r}$$



2. 半径 R [m]、全電荷 Ze [C] (Z は正の整数) の原子核を作るのに要する仕事 W [J] を求めよ。ただし、クーロン力だけとし、核の電荷は一様に体積分布しているとする。



半径 r 、電荷密度 ρ の帯電球の電位は、

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{4\pi r^3 \rho}{3} \cdot \frac{1}{r} = \frac{\rho r^2}{3\epsilon_0}$$

電荷 dQ を増して球の半径を dr だけ増す仕事 dW は、

$$dW = VdQ = \frac{\rho r^2}{3\epsilon_0} (\rho \times 4\pi r^2 dr) = \frac{4\pi\rho^2 r^4}{3\epsilon_0} dr$$

よって、求める仕事 W は、

$$W = \int_{r=0}^{r=R} dW = \frac{4\pi\rho^2}{3\epsilon_0} \cdot \frac{R^5}{5} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{3(Ze)^2}{5R}$$

3. 平行板コンデンサ(面積 S 、間隔 d) がある。

- (1) コンデンサに蓄えられるエネルギー U を ϵ_0 、 S 、 d および、電界の強さ E を用いて表せ。

$$U = \frac{1}{2} CV^2 \text{ に、 } C = \frac{\epsilon_0 S}{d} \text{ と } V = Ed \text{ を代入すると、}$$

$$U = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \epsilon_0 S d E^2$$

- (2) エネルギー U が、極板を引き合う力 F で距離 d だけ引き離すのに必要な仕事と等しいと考え、電極の単位面積あたりに働く力(静電応力) f はどのように表すことができるか。

$$U = Fd \text{ と、 } U = \frac{1}{2} \epsilon_0 S d E^2 \text{ より、}$$

$$f = \frac{F}{S} = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2$$

- (3) 両極に、 $\pm Q$ の電気量を分布したとき、それぞれ両極の引き合う力 F を求めよ。

$$E = \frac{Q}{\epsilon_0 S} \text{ より、}$$

$$F = fS = \frac{Q^2}{2\epsilon_0 S}$$

- (4) 両極の間の電位差を V としたとき、それぞれ両極の引き合う力 F を求めよ。

$$E = \frac{V}{d} \text{ より、}$$

$$F = fS = \frac{\epsilon_0 V^2 S}{2d^2}$$

4. 感想等を書いて下さい。