

問題 6 - 1 及び 6 - 2 以外の答えには、単位を正確に書くこと。

問題 7 は答えを導き出す過程も書くこと。それ以外は、答えだけを書くこと。

問題 1 真空中に 2 個の陽子 (電荷 $q=1.6 \times 10^{-19}$ [C]、質量 $m_p=1.7 \times 10^{-27}$ [kg]) が距離 1.0×10^{-10} [m] 隔てて置いてあるとき、両陽子間に働く静電気力を求めよ。ただし、 $1/(4\pi\epsilon_0)=9.0 \times 10^9$ m/F であり、有効数字 2 桁で示せ。

問題 2 $+Q_1$ [C] の電荷をもつ点電荷 A と、 $-Q_2$ [C] の電荷をもつ点電荷 B が距離 d [m] 離れて置かれている。A から B の方へ r [m] ($r < d$) だけ離れた点 C の電界 E と電位 V を求めよ。ただし、誘電率を ϵ_0 とする。

問題 3 半径 a [m] の球内に一様な密度の電荷が分布していて、全電荷は Q [C] である。中心より、任意の半径 r [m] での電位を下記の問いに答えながら求めよ。ただし、真空誘電率を ϵ_0 とし、比誘電率は、球内で ϵ_s であり、球外では 1 である。

3 - 1 球外を考える。($r > a$)

3-1-1 半径 r [m] の球 (ガウスの定理を用いるための閉曲面) を考える。球内の電荷を求めよ。

3-1-2 ガウスの定理より、この球表面を貫く電気力線の数を求めよ。

3-1-3 この球表面での電界を E としたとき、この球面を貫く電気力線を求めよ。

3-1-4 半径 r [m] での電界の強さを求めよ。

3-1-5 半径 r [m] での電位を求めよ。

3 - 2 球内を考える。($r < a$)

3-2-1 球内の電荷密度 $[\text{C}/\text{m}^3]$ を求めよ。

3-2-2 半径 r [m] の球 (ガウスの定理を用いるための閉曲面) 内の電荷を求めよ。

3-2-3 ガウスの定理より、この球面を貫く電気力線の数を求めよ。

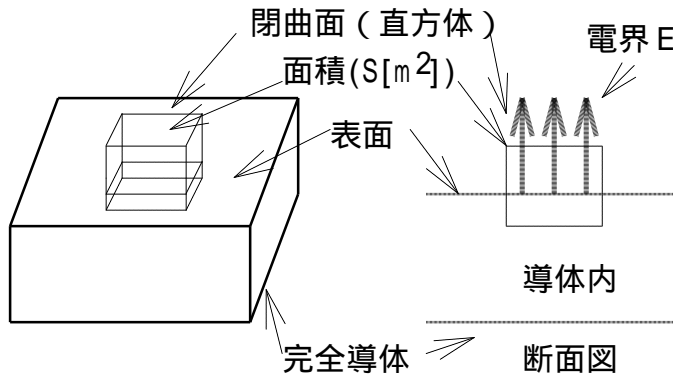
3-2-4 この球表面での電界を E としたとき、この球面を貫く電気力線の数を求めよ。

3-2-5 半径 r [m] での電界の強さを求めよ。

3-2-6 半径 r [m] での電位を求めよ。

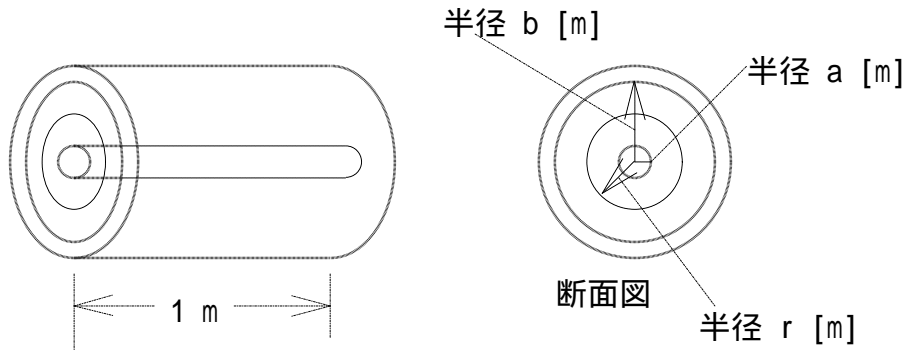
3 - 3 電界と電位のグラフを示せ。

問題4 完全導体の表面に $[C/m^2]$ の電荷が一様に分布しているときの導体表面の電界 E を求める。ガウスの定理を用いるため、図中のように閉曲面（直方体）を考える。次の問いに答えよ。ただし、誘電率を ϵ_0 とする。



- 4 - 1 完全導体内の電界を求めよ。
- 4 - 2 直方体内の電荷を、 ϵ_0 と直方体上底の面積 S を用いて表せ。
- 4 - 3 直方体から出ている電気力線の数を下記の指示通りに求めよ。
 - 4-3-1 E と S を用いて表せ。
 - 4-3-2 誘電率 ϵ_0 、 ϵ_0 および S を用いて表せ。
- 4 - 4 導体表面の電界 E を求めよ。

問題5 無限長の同軸ケーブルの1 m当りの静電容量を考える。



半径 a [m] の内部円柱導体に1 m当り $+Q$ [C] の電荷を、これを囲んだ内径 b [m] の外部円筒導体に1 m当り $-Q$ [C] の電荷を与える。ただし、誘電率を ϵ_0 とする。

- 5 - 1 長さ1 mで、半径 r [m] の円柱（ガウスの定理を用いるための閉曲面）を考えて、半径 r [m] での電界の強さ E を求める。
 - 5-1-1 この円柱内の電荷を求めよ。
 - 5-1-2 ガウスの定理より、円柱から出ていく電気力線の数をも求めよ。
 - 5-1-3 この円柱のうち、電気力線が貫く所の面積を求めよ。
 - 5-1-4 半径 r [m] での電界を E としたとき、円柱から出ていく電気力線の数をも求めよ。
 - 5-1-5 半径 r [m] での電界を求めよ。

5 - 2 内部導体と外部導体間の電位差 V_{AB} を求める。

5-2-1 半径 r [m] に 1 C の電荷を置いたとき、この電荷に働く力を求めよ。

5-2-2 1 C の電荷を外部円筒導体から内部円柱導体に移動させるのに必要な仕事（つまり電位差 V_{AB} ）を求めよ。

5 - 3 静電容量 C を V_{AB} と Q を用いて表せ。

5 - 4 1 m 当りの静電容量を求めよ。

問題 6 平行平板電極間全体に、負の電荷密度 $-\rho$ [C/m^3] をもつ絶縁体（比誘電率 ϵ_s ）が挿入されている。電極間に電圧 V_0 [V] を印加したときの、距離 x [m] での電位 V と電界 E を求めよ。ただし、電極間隔は d [m] で、 $x=0$ [m] のとき $V=0$ [V] であり、 $x=d$ [m] のとき $V=V_0$ [V] とする。ただし、 ρ は正であり、 $V_0 < d^2/(2 \epsilon_0 \epsilon_s)$ とする。

6 - 1 この問題を解くために用いる方程式名を示せ。

6 - 2 その方程式を示せ。

6 - 3 x [m] での電位 V を求めよ。

6 - 4 x [m] での電界 E を求めよ。

6 - 5 電界と電位のグラフを示せ。

問題 7 完全導体の上空 h [m] の所に点電荷 Q [C] を置いたときの完全導体表面について考える。ただし、比誘電率を ϵ_s とする。

7 - 1 完全導体表面での電界 E を求めよ。

7 - 2 完全導体表面に誘起された電荷密度 σ を求めよ。

問題1 (5点)

答え _____ .

問題2 (4点 × 2 = 8点)

電界 _____ .

電圧 _____ .

問題3 (2点 × 13 = 26点)

3 - 1

3-1-1 _____ 3-1-2 _____ .

3-1-3 _____ 3-1-4 _____ .

3-1-5 _____ .

3 - 2

3-2-1 _____ 3-2-2 _____ .

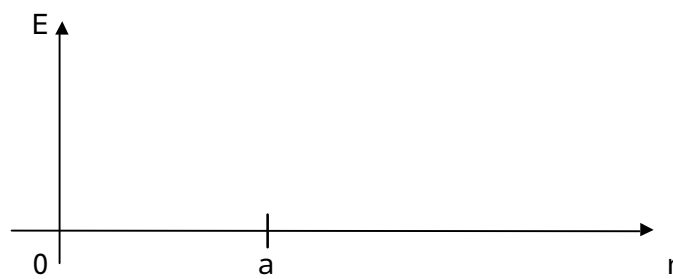
3-2-3 _____ 3-2-4 _____ .

3-2-5 _____ .

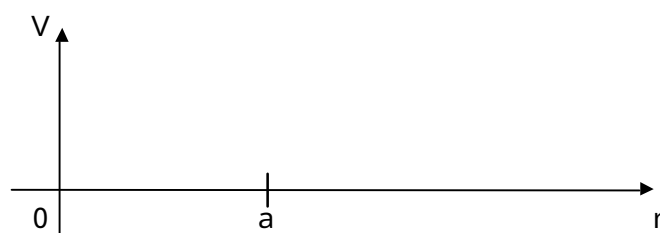
3-2-6 _____ .

3 - 3

電界



電位



問題4 (3点 × 5 = 15点)

4 - 1 _____ 4 - 2 _____ .

4 - 3

4-3-1 _____ 4-3-2 _____ .

4 - 4 _____ .

問題5 (2点 × 9 = 18点)

5 - 1

5-1-1 _____ 5-1-2 _____ .

5-1-3 _____ 5-1-4 _____ .

5-1-5 _____ .

5 - 2

5-2-1 _____ 5-2-2 _____ .

5 - 3 _____ 5 - 4 _____ .

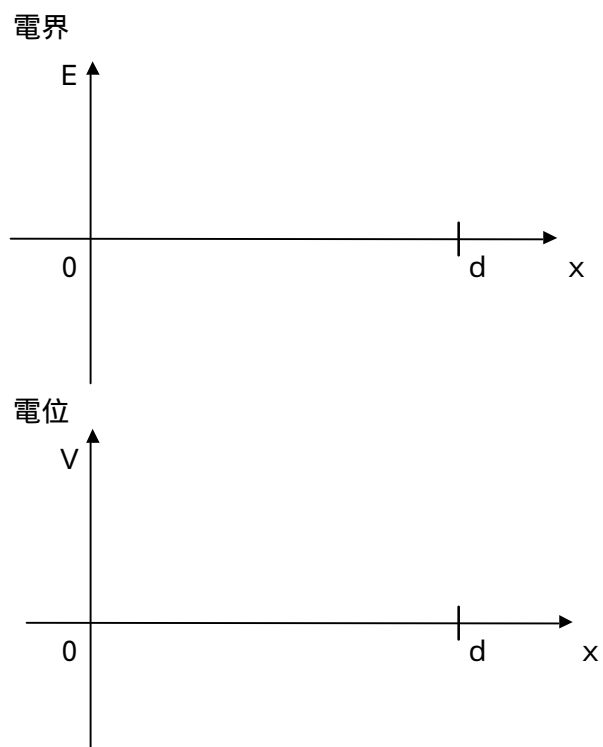
問題6 (3点 × 6 = 18点)

6 - 1 _____ 6 - 2 _____ .

6 - 3 _____ .

6 - 4 _____ .

6 - 5



問題7 (5点×2 = 10点)

7 - 1

7 - 2