平成 10 年度　前期　試験問題 (1 枚目・1 枚中)　　大阪電気通信大学

試験日	月　日　限	科目	電磁気学 I	クラス		担当者	松浦秀治	年次		学生番号		氏名	

参照・持込等許可条件	一切不可とする	問題回収	しない	解答用紙の別紙使用枚数	1 枚

問題用紙は持ち帰ること。必ず、単位を書くこと。真空誘電率を ε_0 とする。導体・電極は完全導体と考えられる。

問題 1　真空中に三つの点電荷 Q_1、Q_2、Q_3 が、この順番で一直線上にある。$Q_1=5.0\times10^{-16}$ C、$Q_2=-2.0\times10^{-16}$ C、$Q_3=1.0\times10^{-16}$ C、
(10 点)　Q_1 と Q_2 の距離は 2.0 μm、Q_2 と Q_3 の距離は 4.0 μm である。ただし、$1/(4\pi\varepsilon_0)=9.0\times10^9$ m/F であり、有効数字 2 桁で答えよ。

1－1　Q_1 が Q_3 に及ぼす力を求めよ。(3 点)

1－2　Q_2 が Q_3 に及ぼす力を求めよ。(3 点)

1－3　Q_3 にはたらく力を求めよ。(3 点)

1－4　Q_3 にはたらく力の方向を答えよ。(1 点)

問題 2　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]での電位を求めよ。
(30 点)　ただし、球内外の全領域での比誘電率は ε_s である。

2－1　球外を考える。($r\geqq a$)

2-1-1　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。この閉曲面内の電荷を求めよ。(2 点)

2-1-2　ガウスの定理より、この閉曲面を貫く電気力線の数を求めよ。(2 点)

2-1-3　この閉曲面の表面積を求めよ。(2 点)

2-1-4　この閉曲面表面での電界の強さを E としたとき、この閉曲面を貫く電気力線の数を求めよ。(2 点)

2-1-5　半径 r [m]での電界の強さを求めよ。(2 点)

2-1-6　半径 r [m]での電位を求めよ。（導き出す過程を必ず書くこと。）(4 点)

2－2　球内を考える。($r<a$)

2-2-1　半径 a [m]の球内の電荷密度を求めよ。(2 点)

2-2-2　半径 r [m]の球（ガウスの定理を用いるための閉曲面）の体積を求めよ。(2 点)

2-2-3　この閉曲面内の電荷を求めよ。(2 点)

2-2-4　ガウスの定理より、この閉曲面を貫く電気力線の数を求めよ。(2 点)

2-2-5　この閉曲面表面の電界の強さを E としたとき、この閉曲面を貫く電気力線の数を求めよ。(2 点)

2-2-6　半径 r [m]での電界の強さを求めよ。(2 点)

2-2-7　半径 r [m]での電位を求めよ。（導き出す過程を必ず書くこと。）(4 点)

問題 3　真空中で 3 個の点電荷 4.0 μC、－9.0 μC、5.0 μC がある。4.0 μC から 20 cm、－9.0 μC から 30 cm、5.0 μC から 20 cm 離
(5 点)　れた点 A での電位を求めよ。（導き出す過程を必ず書くこと。）ただし、$1/(4\pi\varepsilon_0)=9.0\times10^9$ m/F であり、有効数字 2 桁で答えよ。

問題 4　半径 a [m]の導体球(内部球)と内径 b [m]の同心導体球(外部球)との間に、比誘電率 ε_s の誘電体が挿入されている。内部球表面に
(12 点)　電荷+Q [C]、外部球の内側表面に電荷－Q [C]を与える。

4－1　半径 r [m]（ただし、$a\leqq r\leqq b$）での電界の強さを求めよ。（導き出す過程を必ず書くこと。）(3 点)

4－2　両導体間の電位差を求めよ。（導き出す過程を必ず書くこと。）(3 点)

4－3　静電容量 C、与えた電荷 Q、電位差 V との関係(定義式)を示せ。(3 点)

4－4　この同心導体球の静電容量を求めよ。（導き出す過程を必ず書くこと。）(3 点)

問題 5　平行平板電極間全体に、一様な電荷密度 ρ [C/m³]を持つ比誘電率 ε_s の誘電体が挿入されている。電極間に電圧 V_0 [V]を印加した
(34 点)　とき、下部電極からの距離が x [m]での電位 V と電界の強さ E を求めよ。ここで、電極間隔は W [m]で、下部電極（x=0 m）のとき V=0 V、上部電極（x=W [m]）のとき $V=V_0$ [V]である。

5－1　ガウスの定理を適用するために、下部電極内に面積 S [m²]の底面、下部電極から距離 x [m]離れたところに上面を持つ直方体(右図の破線)を考える。

5-1-1　この閉曲面（直方体）内の電荷を求めよ。(2 点)

5-1-2　この閉曲面を貫く電気力線の数を、ガウスの定理から求めよ。(2 点)

5-1-3　下部電極内の閉曲面の底面での電界の強さを求めよ。(2 点)

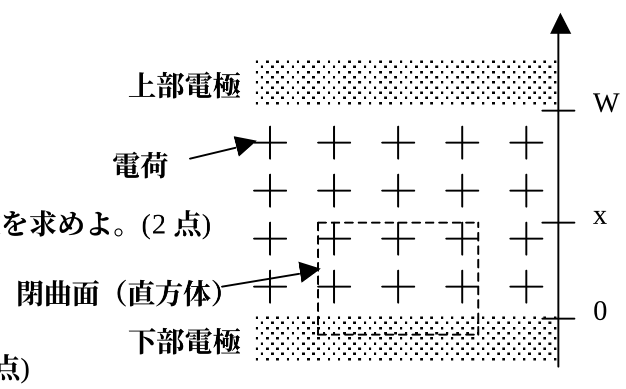
5-1-4　上面での電界の強さを E としたとき、この閉曲面を貫く電気力線の数を求めよ。(2 点)

5-1-5　電界の強さ E と電荷密度 ρ との関係を求めよ。(2 点)

5-1-6　電界 E と電位 V との関係(定義式)を示せ。(2 点)

5-1-7　5-1-6 の定義式を用いて、電位 V と電荷密度 ρ との関係を求めよ。(2 点)

5-1-8　5-1-7 の関係式を距離 x で微分せよ。(2 点)



裏面に続く

5-1-9　5-1-8 で示された方程式の名前を答えよ。(2 点)

5－2　上記方程式を解いて、電位 V と電界 E を求める。

5-2-1　この方程式を一回積分せよ。積分定数を C_1 とする。(2 点)

5-2-2　さらにもう一回積分せよ。積分定数を C_2 とする。(2 点)

5-2-3　境界条件から積分定数 C_2 を求めよ。(2 点)

5-2-4　境界条件から積分定数 C_1 を求めよ。(2 点)

5-2-5　距離 x [m]での電位を求めよ。(2 点)

5-2-6　距離 x [m]での電界を求めよ。(2 点)

5-2-7　x=W [m]で電界がちょうどゼロになった。このようになる電極間隔 W を求めよ。（導き出す過程を必ず書くこと。）(4 点)

問題 6　電子が導体中を一定方向に速度 v [m/s]で移動しているとき、断面積 S [m^2]の導体を流れる電流 I を求めよ。ただし、一個の電子
(9 点)　の電荷量は－q [C]であり、この導体中の単位体積当たりの電子数(電子密度)は n [m^{-3}]である。

6－1　1 秒間に断面積 S [m^2]を通過する電子の数を求めよ。(3 点)

6－2　1 秒間に断面積を通過する総電荷量を求めよ。(3 点)

6－3　導体中を流れている電流 I を求めよ。(3 点)