

問題 1 から問題 3 を解きなさい。また、問題 4、問題 5 は選択問題であり、いずれかを選択しなさい。
ただし、両方解答したときは、点数の高い方を採点に加える。

問題 1

(あ)～(し)の空欄を埋めなさい。物理量は電磁理論の教科書に準じるものとする。必要に応じて、下記枠内や図 1、図 2 に記載されている物理量を用いてよい。

電界 E 、電束密度 D 、電位 ϕ 、電荷密度 ρ 、電荷 Q 、真空の誘電率 ϵ_0 、磁束密度 B 、磁界の強さ H 、ベクトルポテンシャル A 、電流 I 、電流密度 J 、真空の透磁率 μ_0

真空中における静電界・静磁界現象は、

$\nabla \cdot \epsilon_0 E =$	(あ)
$\nabla \times E =$	(い)
$\nabla \cdot H =$	(う)
$\nabla \times H =$	(え)

である。まず、静電界において図 1 のように領域 I の誘電率を ϵ_1 、電界を E_1 、領域 II の誘電率を ϵ_2 、電界を E_2 とし、境界面には面電荷密度 ξ が存在する。

領域 II から領域 I へ向く境界面に垂直な法線ベク

トルを n とするとき、領域 I、領域 II で区分けされる不連続面における境界条件は

$n \cdot$	(お)	$=$	(か)
$n \times$	(き)	$=$	(く)

によって記述することができる。

次に静磁界において図 2 のように、領域 I の透磁率を μ_1 、磁界の強さを H_1 、領域 II の透磁率を μ_2 、磁界の強さを H_2 とし、境界面には面電流密度 K が存在する。領域 II から領域 I へ向く境界面に垂直な法線ベクトルを n とするとき、領域 I、領域 II で区分けされる不連続面における境界条件は

$n \cdot$	(け)	$=$	(こ)
$n \times$	(さ)	$=$	(し)

によって記述することができる。

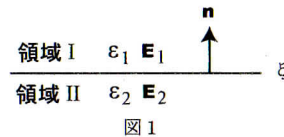


図 1

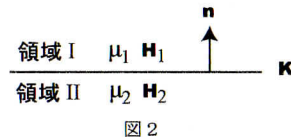


図 2

問題 2 静電界の問題（誘電率は ϵ_0 とする。球座標系を用い、単位ベクトルは i_r, i_θ, i_ϕ 。）

(す)～(ひ)の空欄を埋めなさい。

半径 a の球がある。(1)は球内に電荷密度 ρ が一様分布、(2)は導体球表面に面電荷密度 ξ が一様に分布している。(3)(4)は内半径 b 、外半径 c ($a < b < c$) の導体球殻で包まれ、(3)では内球に電荷 Q_1 、外球に Q_2 の電荷が与えられている。(4)では、内球の電位 V 、外球は接地されている。原則、無限遠方の電位を零とする ((4)のみ例外)。誘電率を ϵ_0 と与えた場合、(1)～(4)について、指示がある各領域における電位 ϕ と電界 E 、表面電荷密度 ξ を求めなさい。座標は球座標系を用いる。

(1)の解答項目

領域	電位 ϕ	電界 E
$0 < r < a$	(す)	(せ)
$a < r$	(そ)	(た)

(2)の解答項目

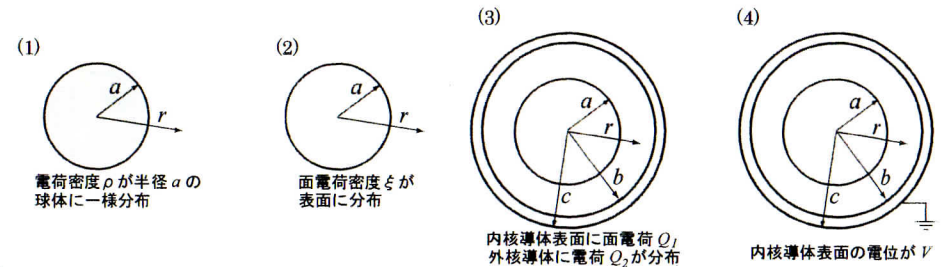
領域	電位 ϕ	電界 E
$0 < r < a$	(ち)	(つ)
$a < r$	(て)	(と)

(3)の解答項目

領域	電位 ϕ	電界 E
$a < r < b$	(な)	(に)
$r > c$	(ぬ)	(ね)

(4)の解答項目

領域	電位 ϕ	電界 E	面密度 ξ
$a < r < b$	(の)	(は)	-----
$r = b$	-----	-----	(ひ)



問 3 静磁界の問題（透磁率は μ_0 とする。円柱座標系を用い、単位ベクトルは i_r, i_θ, i_z 。中心軸は z 方向）

- 下左図のように半径 a なる円形電流 I の中心軸上の磁界の強さ H を求めよ。
- 軸方向に一樣に磁化された半径 a 、長さ $2L$ なる棒磁石の軸上の磁界の強さを求めよ。ここで、棒磁石の両端の面磁荷の大きさを ξ_m として表す。
- 内部導体の半径が a 、外部導体の内半径が b となる軸方向に一樣な無限長同軸導体があり、電流が内部導体と外部導体と逆向きに電流が流れている。内部導体表面を流れる周方向の単位長さあたりの面電流密度は、

$$K_a = i_z K_a$$

であり、均一に分布して z 方向に流れている。

3-1 $a < r < b$ において、ベクトルポテンシャル A を用いてベクトルラプラスの方程式を記せ。

3-2 ベクトルポテンシャル A を求めよ。

3-3 磁界の強さ H を求めよ。

3-4 単位長さあたりの自己インダクタンス L を求めよ。

