

物理学 B 第 7 回演習課題

濱本 雄治 *

2025 年 11 月 10 日、12 日

問題 1 一辺 a の正三角形の頂点を A, B, C とする。各頂点にそれぞれ電荷 Q_A, Q_B, Q_C が置かれているとき、次の問いに答えよ。ただし静電ポテンシャルは無限遠をゼロとする。

(a) $Q_A = Q_B = Q_C = Q > 0$ のとき、 Q_A と Q_B が頂点 C に作る電場の大きさと向きを求めよ。また Q_C がこの電場から受けるクーロン力の大きさと向きを求めよ。さらに Q_A と Q_B が頂点 C に作る静電ポテンシャルを求めよ。

(b) $Q_A = -Q_B = Q_C = Q > 0$ のとき、 Q_A と Q_B が頂点 C に作る電場の大きさと向きを求めよ。また、この電場が Q_C に及ぼすクーロン力の大きさと向きを求めよ。さらに Q_A と Q_B が頂点 C に作る静電ポテンシャルを求めよ。

問題 2 一辺 a の正方形の頂点を反時計回りに A, B, C, D とする。各頂点にそれぞれ電荷 Q_A, Q_B, Q_C, Q_D が置かれているとき次の問いに答えよ。ただし静電ポテンシャルは無限遠をゼロとする。

(a) $Q_A = Q_B = Q_C = Q_D = Q > 0$ のとき、 Q_A, Q_B および Q_C が頂点 D に作る電場の大きさと向きを求めよ。また Q_D がこの電場から受けるクーロン力の大きさと向きを求めよ。さらに Q_A, Q_B および Q_C が頂点 D に作る静電ポテンシャルを求めよ。

(b) $Q_A = -Q_B = Q_C = -Q_D = Q > 0$ のとき、 Q_A, Q_B および Q_C が頂点 D に作る電場の大きさと向きを求めよ。また Q_D がこの電場から受けるクーロン力の大きさと向きを求めよ。さらに Q_A, Q_B および Q_C が頂点 D に作る静電ポテンシャルを求めよ。

問題 3 半径 a の球の内部に電荷 Q が一様に分布しているとき次の問いに答えよ。

(a) 球状電荷の内部および外部における静電場の大きさと向きを求めよ。

(b) 球状電荷の内部および外部における静電ポテンシャルを求めよ。ただし静電ポテンシャルは無限遠をゼロとする。

(c) 球状電荷が作る静電場のエネルギーを求めよ。

問題 4 半径 a の導体球が内径 b ($> a$)、外径 c の導体球殻の中心に置かれているとき次の問いに答えよ。ただし静電ポテンシャルは無限遠をゼロとする。

(a) 導体球に電荷 Q を与えたとき、電荷がどのように分布するか説明せよ。

(b) (a) のとき、各領域における静電場と静電ポテンシャルを求めよ。

(c) (b) の静電場から、導体球の表面、導体球殻の内側と外側の表面における電荷面密度を求めよ。

(d) 導体球殻に電荷 Q を与えたとき、電荷がどのように分布するか説明せよ。

(e) (d) のとき、各領域における静電場と静電ポテンシャルを求めよ。

(f) (e) の静電場から、導体球の表面、導体球殻の内側と外側の表面における電荷面密度を求めよ。

* 居室: 2111, email: hamamoto@c.oka-pu.ac.jp

- (g) 導体球と導体球殻にそれぞれ電荷 $Q, -Q$ を与え、間を誘電率 ε の誘電体で満たしたとき、真電荷と分極電荷がどのように分布するか説明せよ。
- (h) (g) のとき、各領域における静電場と静電ポテンシャルを求めよ。
- (i) (h) の静電場から、誘電体の内側と外側の表面に現れる分極電荷の面密度を求めよ。
- (j) (h) の静電ポテンシャルから、導体球と導体球殻の間の静電容量を求めよ。
- 問題 5** 無限に長い半径 a の円柱の内部に電荷が単位長さ当り λ で一様に分布しているとき次の問いに答えよ。
- (a) 円柱状電荷の内部および外部における静電場の大きさと向きを求めよ。
- (b) 円柱状電荷の内部および外部における静電ポテンシャルを求めよ。ただし静電ポテンシャルは円柱状電荷の表面をゼロとする。
- (c) 円柱状電荷が作る単位長さ当りの静電場のエネルギーを求めよ。
- 問題 6** 無限に長い半径 a の導体円柱が半径 $b (> a)$ 、厚さ c の導体円筒の中心に置かれているとき次の問いに答えよ。ただし静電ポテンシャルは導体円柱の表面をゼロとする。
- (a) 導体円柱に電荷を単位長さ当り λ で与えたとき、電荷がどのように分布するか説明せよ。
- (b) (a) のとき、各領域における静電場と静電ポテンシャルを求めよ。
- (c) (b) の静電場から、導体円柱の表面、導体円筒の内側と外側の表面における電荷面密度を求めよ。
- (d) 導体円筒に電荷を単位長さ当り λ で与えたとき、電荷がどのように分布するか説明せよ。
- (e) (d) のとき、各領域における静電場と静電ポテンシャルを求めよ。
- (f) (e) の静電場から、導体円柱の表面、導体円筒の内側と外側の表面における電荷面密度を求めよ。
- (g) 導体円柱と導体円筒に電荷をそれぞれ単位長さ当り $\lambda, -\lambda$ で与え、間を誘電率 ε の誘電体で満たしたとき、真電荷と分極電荷がどのように分布するか説明せよ。
- (h) (g) のとき、各領域における静電場と静電ポテンシャルを求めよ。
- (i) (h) の静電場から、誘電体の内側と外側の表面に現れる分極電荷の面密度を求めよ。
- (j) (h) の静電ポテンシャルから、導体円柱と導体円筒の間の単位長さ当りの静電容量を求めよ。
- 問題 7** 無限に広い平面に電荷が単位面積当り ω で一様に分布しているとき次の問いに答えよ。
- (a) 平面状電荷の外部における静電場と静電ポテンシャルを求めよ。
- (b) 平面状電荷の外部における静電ポテンシャルを求めよ。ただし静電ポテンシャルは平面上をゼロとする。
- (c) 面状電荷が作る単位体積当りの静電場のエネルギーを求めよ。
- 問題 8** 無限に広い 2 枚の極板からなる平行板コンデンサーについて次の問いに答えよ。ただし静電ポテンシャルは負極上をゼロとする。
- (a) 正負極に電荷を単位面積当り $\pm\omega$ で与えたとき、電荷がどのように分布するか説明せよ。
- (b) (a) のとき、極板間における静電場と静電ポテンシャルを求めよ。
- (c) (b) の静電場から、単位体積当りの静電場のエネルギーを求めよ。
- (d) 正負極に電荷を単位面積当り $\pm\omega$ で与え、間を誘電率 ε の誘電体で満たしたとき、真電荷と分極電荷がどのように分布するか説明せよ。
- (e) (d) のとき、極板間における静電場と静電ポテンシャルを求めよ。
- (f) (e) の静電場から、単位体積当りの静電場のエネルギーを求めよ。
- (g) (e) の静電ポテンシャルから、極板間の単位面積当りの静電容量を求めよ。