

電磁気学 B (1, 2 クラス) 関場担当分 レポート課題

7月6日(24時)までに電磁気学 A と同じ electrostatic.sekiba@gmail.com に PDF メール添付で提出してください。質問や、動画で解説してほしいことがあれば早めにメールでお知らせください。

図1のように、無限に広い平坦な導体表面に xy 平面をとり、導体表面に垂直な方向に z 軸をとる。 z 軸上に2つの点電荷がある。点電荷の大きさは導体表面に近い側が $-q$ 、遠い側が $+q$ である。原点 O と点電荷 $-q$ と $+q$ までの距離をそれぞれ d と $2d$ とする。

(1) 導体の外側 ($z > 0$ の領域) の電位と電場を求めるため、2つの点電荷とそれらに対応する鏡像の位置を図示せよ。

(2) 導体の外側での静電ポテンシャル $\phi(x, y, z)$ を求めよ。

(3) 上でもとめた静電ポテンシャルの z 方向の偏微分係数を求め、かつ $y = 0, z = 0$ とおくことで、導体表面の x 軸上ごく近傍の電場および電荷密度 $\sigma(x)$ を求めよ。

(4) 導体表面に誘起される電荷は、原点 O の付近で正電荷が多く、原点から離れた領域には負電荷が分布すると考えられる。図2は $\sigma(x)$ の概略をグラフ化したものである。電荷密度が正から負に変わる点 P と原点 O との間の距離を求めよ。ただし、必要であれば4の立方根を $\sqrt[3]{4}$ と表せ。

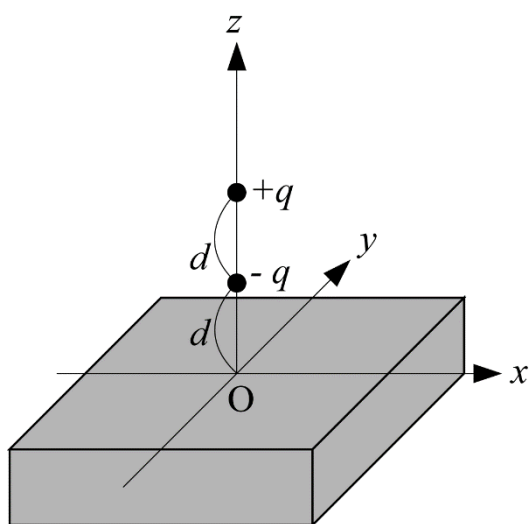


図1

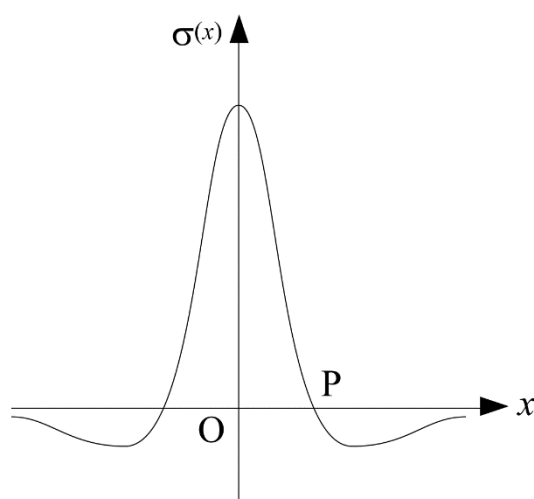


図2

問2 面積 A の3枚の導体板 a 、 b 、 c を図3のように間隔 d_1 、 d_2 をおいて平行に並べた。導体板 a と c を導線で接続し、導体板 b に電荷 Q を与えた。導体板の端の効果は無視せよ。

(1) 導体板 b の上表面の電荷の面密度を σ_1 、下表面の電荷の面密度を σ_2 とする。導体板 b の全電化は Q であることから σ_1 と σ_2 の満たす関係式を求めよ。

(2) 導体板 a と b の間の電場の大きさを E_1 、導体板 b と c の間の電場の大きさを E_2 とする。ただし、 E_1 については上向きを正、 E_2 については下向きを正にとる。 σ_1 、 σ_2 、 E_1 、 E_2 の関係式を求めよ。ただし、真空の誘電率を ϵ_0 とする。

(3) 導体板 a と c を導線で接続していることから E_1 と E_2 の満たすべき関係式を求めよ。

(4) (1)~(3)で求めた式より電荷の面密度 σ_1 と σ_2 を ϵ_0 、 A 、 d_1 、 d_2 、 Q を使って表せ。

(5) 導体板 a と c を導線で接続したままの状態、導体板 a に電荷 q を与えたとする。このとき電荷の面密度 σ_1 と σ_2 は変化するか、変化しないか、理由とともに示せ。

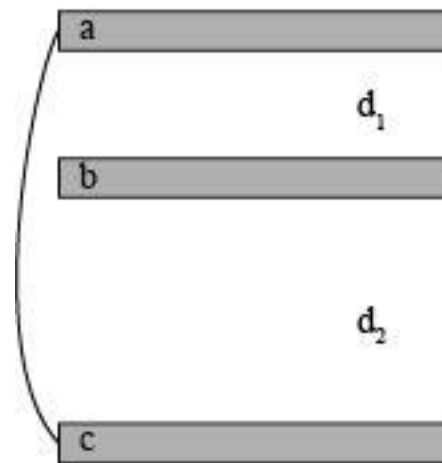


図3