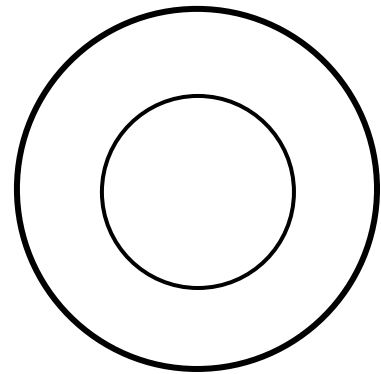


## 2004 年度電磁気学 I 定期試験問題と講評

問 I 真空中の座標原点におかれた電気双極子モーメント  $\vec{p}$  がつくる静電場を計算せよ。

コメント：頻出の問題。よくできていた（35点）。

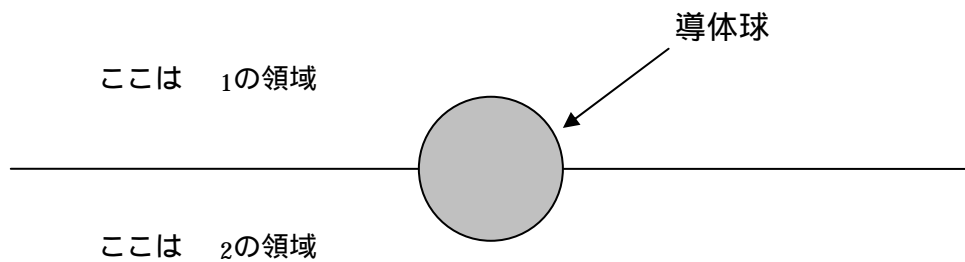
問 II 真空中に半径  $a$  と  $b$  の中空の導体球を右図の様に同心状に配し ( $a < b$ )、半径  $a$  の導体球に電荷  $Q$  を、半径  $b$  の導体球には電荷  $-Q$  を与えた。この系がもつ静電エネルギーを求めよ。



コメント：同心球コンデンサーの静電容量  $C$  を求めて、コンデンサーのエネルギーの公式にあてはめて解く人が主流だった。それに対して静電場のエネルギーを体積積分で求める人は少数派。残念なことにその場合は積分計算での誤りが目立った。ごく簡単な計算なので、どうか間違わないでほしい（35点）。

問 III 誘電率  $\epsilon_1$  と  $\epsilon_2$  の 2 種類の誘電体が無限に広い平面を境に接している。

そこに半径  $R$  の導体球を、導体球の中心がちょうどこの境界面に位置するよう入れてみた（下図はそれを真横から眺めたつもりの絵）。この導体球に電荷  $Q$  を与えたら、電荷  $Q$  は導体球表面でどのように分布するか。



コメント：予想したよりはできが良かった。じっくり考えればできる、という人が割といるということであると思われる。そのおかげで採点中は落ち込まずに済んだ。媒質 1 と 2 との界面で電場の大きさが等しいという境界条件を使えた人はほとんど正解に達していた。直感的に  $Q_1 : Q_2 = \epsilon_1 : \epsilon_2$  なることが予想できて、 $Q_1$  と  $Q_2$  の大きさを  $Q$  と  $\epsilon_1$ 、 $\epsilon_2$  で表わすところまでは至らない人も多かった。平行平板コンデンサーの場合を計算し、えいっとゆがめて結論に達した人もいた。こういうのは（完全解答にはなかなかならないが）個人的には好きである（30点）。

物理的な予想を立てて問題を解いたり、出てきた結論を物理的観点からチェックできたりすれば、物理（というか数理科学）に対する理解度やセンスは相当高まると思う。自分の答の次元をチェックしてみると言うのは基本中の基本。これをするだけで問 II での積分の間違いなんてのはすぐに確認できる。同じく問 II で仮に  $U = \frac{Q^2(b+a)}{8\pi\epsilon_0 ab}$  的な間違いをしても、「 $a=b$  の極限では、静電エネルギーはどうなるのだろうか？」と自問するだけで、どこかで間違えていることだけは、わかるはず。