

2001 年度秋学期電磁気学 II 定期試験問題

問 2 と問 3 は真空中の場合

問 1 静電容量 C の平行平板コンデンサーがある。このコンデンサーの電極間に在る誘電率の誘電体をすべて取り除き、その代わり電気伝導度の導体をつめた。その様な場合、電極間に電流を流したときの電気抵抗 R が $R = \quad / (C)$ で表わされることを示せ(25点)。

これは中間試験で出した問題。一般的に解いても、また平板コンデンサーという special case として解いてもよし。

問 2 半径 a の中空の金属円筒と半径 b の中空の金属円筒を同軸に配置して、一種の(直線状)同軸ケーブルを作製した ($a < b$ とする)。内部の金属円筒と外部の金属円筒にそれぞれ逆向きで同じ大きさの電流を流した際の(同軸ケーブルの単位長さあたりの)自己インダクタンス L を計算せよ。ここで金属円筒の長さは無限大とする(25点)。

B が計算できたか、磁気エネルギーが計算できたか、磁気エネルギーとインダクタンスの関係式を知っているか、等が採点上のポイント。磁束とインダクタンスの関係から求めようとした人も割といた。実はこのやり方の方がどちらかと言えば簡単に解けるのであるが、このやり方を取った人全員が正解に至らなかった。講義でこの問題を解説した際、磁束からインダクタンスを求める流儀で解いて見せなかったせいだと思うが、学生諸君の応用力の無さを露呈しているかの様で残念。

問 3 電場 \vec{E} 、磁束密度 \vec{B} を用いた *Maxwell* の方程式を、*Lorentz* 条件

$$\text{div} \vec{A} + \epsilon_0 \mu_0 \frac{\partial \phi}{\partial t} = 0$$
 も用いて、4元ポテンシャル(ϕ 、 \vec{A})を用いた *Maxwell* の方程式に変形せよ(25点)。

採点上のポイントは、マックスウェルの方程式、磁束密度とベクトルポテンシャルの関係、電場と静電ポテンシャル&ベクトルポテンシャルの関係、ベクトルポテンシャルのみたす微分方程式、静電ポテンシャルのみたす微分方程式、と論理的に進んでいけるかという点。

問 4 晴れた水曜の昼下がり A 君は三田幹線沿いのファーストフード店でハンバーガーを食べていた。マナーモードにしていた携帯電話が振動したので、ポケットから電話を取り出し

(周囲の迷惑にならぬよう小声で) 友達の B 君と通話した。その後残っていたウーロン茶を飲んでから席を立ち、電磁気の過去問を受け取る為にバイクで B 君のアパートに向かった。

問：上記の状況下で生じていたと思われる電磁気現象を想像できる限り列挙し、それぞれに簡潔な解説を与えよ。 (適切な数式や公式が適切に記されている解答はより高く評価される可能性が大きいであろう) (25点)

日常生活のなかでどれだけ電磁気現象を認識しているのかをふと聞いてみたくなって出してみた。気楽に出題したが、採点の方は予想外に苦労した。沢山の電磁気現象を挙げている人、電磁気現象の数は少ないが説明の内容の濃い人は点数を高くした。点数配分は25、20、15、10、0点の5段階で出した。生命現象と化学反応時の電磁気力に対する言及が無かったのは当方の予想と異なる点。生体内の反応、化学反応、何れも電磁気力が主役である。そう言えば地学的方面からの指摘も少なかった。昨今マスコミは大学生の学力低下を騒ぎ立て、今も昔も老人達は若者連中の教養の無さを嘆くけれど、確かに何らかの変化は起きているのかもしれない。