電磁気学 II 定期試験問題

以下の問 I から問 III に答えよ。ただし問 I の解答は解答用紙の1枚目を用い、問 II の解答は解答用紙の2枚目を用い、問 III の解答は解答用紙の3枚目を用いること。表（おもて）面に書ききれない場合は解答用紙の裏面を用いてもかまわない。また問題文中に特に断りのない限り、真空中の場合であるとしてよい。なお問 II、問 III に対してはベクトル解析の公式等は証明抜きで用いてかまわない。

問 I （30 点）

（1） $rot(rot\vec{A}) = grad(div\vec{A}) - \Delta\vec{A}$ となることを示せ。

（2） ストークスの定理を記せ（証明は不要）。

コメント： 総じて出来は悪くないが、（1）では「$\vec{A} = (x, y, z)$ とおく・・・」として証明（？）してしまう意味不明の解答が十数件あった。いったい誰がそう仮定せよと言っているのだろうか。

問 II 次の（1）（2）のいずれか<u>一つを選び</u>、解答せよ。（35 点）

（1）無限に長い太さの無視できる直線状導線に電流 I が流れている。導線の周囲の磁束密度をビオ・サバールの法則を用いて求めよ。

（2）空間のある領域内部の電場エネルギーと磁場エネルギーの単位時間当たりの減少量が、その領域で発生するジュール熱とポインティングベクトルの面積積分に等しいこと（電磁エネルギーの保存）を示せ。必要ならば公式 $div(\vec{E}\times\vec{H}) = \vec{H}\cdot rot\vec{E} - \vec{E}\cdot rot\vec{H}$ を用いてよい。

コメント： いずれも教科書そのまんまの問題で正答率も高かったので特にコメント無し。

問 III 次の（1）（2）のいずれか<u>一つを選び</u>、解答せよ。（35 点）

（1）スカラーポテンシャル ϕ とベクトルポテンシャル $\vec{A}$ を用いると、マクスウェルの方程式は、

$$(\Delta - \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2}{\partial t^2})\phi + \frac{\partial}{\partial t}(div\vec{A} + \frac{1}{c^2}\frac{\partial\phi}{\partial t}) = -\frac{\rho}{\varepsilon_0}$$

$$(\Delta - \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2}{\partial t^2})\vec{A} - grad(div\vec{A} + \frac{1}{c^2}\frac{\partial\phi}{\partial t}) = -\mu_0\vec{i}$$

と表せることを示せ。

（2）面積 S、巻数 N、抵抗 R の長方形コイルを、磁束密度の大きさ B の一様な静磁場中で、磁場に垂直な軸のまわりに角速度ωで回転させた。長方形コイルの面が磁場に垂直な位置から半回転（πだけ回転すること）する間に移動する電気量、その間にコイルを流れる電流の平均値、さらに起電力の最大値、をそれぞれ求めよ。

コメント： 単なる計算問題である（1）に比べてより物理的な判断（？）が要求されるせいか、（2）を選択した人は総じて出来が悪かった。実際（2）はレベル的にはほとんど高校物理に毛の生えた程度にも思えるのであるが…

以上