

2002年度 電磁気学Ⅰ平常試験(中間試験)問題、およびコメント

以下の問1から問4に答えよ。M K S A単位系を使用するのが望ましい。なお1枚目の解答用紙には問1の解答を、2枚目の解答用紙には問2の解答を、3枚目の解答用紙には問3の解答を、4枚目の解答用紙には問4の解答をそれぞれ記し、解答用紙の裏面は用いないこと。

問1から問4までは全て真空中の場合である。

問1. マクスウェルの方程式を用いて静電場 \vec{E} は静電ポテンシャル ϕ を用いて $\vec{E} = -\text{grad}\phi$ と表わせることを示せ(25点)。

コメント: 静電場の *rotation* が0であるということから、数学的に $\vec{E} = \text{grad}f(\vec{r})$ と表わせることを計算で示しただけの解答が多かった(この場合は20点)。なぜ f を $-\phi$ とおくべきなのか? $\dots q$ がポテンシャルエネルギーであり、従って ϕ が静電ポテンシャルであることを示してくれた完全解答は極めて少なかった。

問2. i)(積分型の)ガウスの法則を記せ(ガウスの法則の導出は不要)(5点)。

コメント: 相変わらずガウスの定理を書いた人が多かった \dots

i i)半径 $a[\text{m}]$ の球の内部に電荷が一様に分布している。この電荷の総量を $q[\text{C}]$ としたときに球の内部と外部の静電場を積分型ガウスの法則を用いて求めよ(20点)。

コメント: 相変わらず球の内部が中空であるとして解答した人が多かつ

た・・・何故だろう？　　そういえば半径 a の球の外部の静電場を $\vec{E}(\vec{r}) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 a^2} \vec{e}_r$

としてしまう人も後を絶たない。毎年思うことだが、これも不思議。

問3 . i) 無限に長い直線上に単位長さあたり $[C/m]$ の電荷が一様に分布している。この電荷により生じる静電場を求めよ (15 点)。

i i) 無限に長いまっすぐな円筒 (円筒の半径 = $a[m]$) の表面に単位長さあたり $[C/m]$ の電荷が一様に分布している。円筒内部と外部の静電場を求めよ (10 点)。

円筒ということは・・・内部は中空！

コメント：　それぞれガウスの法則を使えば簡単な問題。i) を積分で解いた人は i i) まで行った際息が続かなかった様である。この問題では内部は中空、と但し書きがあるにも関わらず、円筒内部に電荷が詰まっている場合の解答を書いた人が少なからずいた。問2と同様に円筒外部の電場を求めていると言いながら、円筒表面の電場を求めている人も多かった。

問4 . 電荷量 $Q [C]$ の点電荷が3個それぞれ x 軸上の $(-a[m], 0, 0)$

$(0, 0, 0)$ 、 $(a[m], 0, 0)$ の位置にある。各々の電荷にはたらくクーロン力はいくらか (25 点)。

コメント：　クーロン力を求める高校レベルの問題。減点されたパターンとしては、クーロン力の大きさのみ解答して、力の方向を記さなかった人が目立った。力はベクトルなので、大きさのみの情報では不十分である。またクーロン力の単位を何故か $[C/m^2]$ と書いた人が多かった。答えは無論 $[N]$ 思うに ϵ_0 に単位があることを知らなかったためであろう。問2、問3では ϵ_0 を用いて解答しているのに、クーロン力の問題になった途端、高校教科書の比例定数 k で解答しはじめるとも面白い。恐るべし高校物理の刷り込み現象。運動方程式

$m \frac{d^2x}{dt^2} = F$ を解くのに、わざわざ $\frac{d^2x}{dt^2} = a$ と置きなおしてから解こうとする場

合と似た心理か。

以上