

物理学 II

西尾 泉

2002 年度 後期

中間試験 実施日：12月9日 試験時間：90分

1. 以下のベクトル場を簡単に図示し，発散 (*div*) および回転 (*rot*) を計算にて湧きだしのある場，渦のある場に分類して下さい．

(a)

$$\vec{A}(x, y) = \frac{x\hat{x} + y\hat{y}}{(x^2 + y^2)} \quad (10 \text{ 点})$$

(b)

$$\vec{B}(x, y) = \frac{-y\hat{x} + x\hat{y}}{(x^2 + y^2)} \quad (10)$$

(c)

$$\vec{C}(x, y) = \frac{y\hat{x} - x\hat{y}}{(x^2 + y^2)^{\frac{1}{2}}} \quad (10)$$

(d)

$$\vec{D}(x, y) = \frac{x\hat{x} + y\hat{y}}{(x^2 + y^2)^{\frac{1}{2}}} \quad (10)$$

2. 原点を中心とする半径 a の球と b , ($b > a$) の球の間に電荷密度 $\rho_0[\text{C}/\text{m}^3]$ で分布した球殻電荷の作る電場を積分形のガウス法則

$$\int_{\text{平曲面 } S} \vec{E} \cdot \hat{n} dS = \frac{Q}{\epsilon_0} \quad Q \text{ は閉曲面内部の総電荷量}$$

を使って以下の順路にしたがって求めた下さい．

- (a) この電荷が作る電場は $\vec{E}(r, \theta, \phi) = E_r(r)\hat{r}$ と書けることを示して下さい．

10 点

- (b) 積分形のガウスの法則をどんな閉曲面について適用したら良いか考えて下さい．

10

- (c) (b) で決めた閉曲面について積分形のガウスの法則の左辺を計算して
みて下さい。 10
- (d) 積分形のガウスの法則の右辺を計算して下さい。 10
- (e) 電場を決めて下さい。 10
またこの電場の湧き出しを計算して下さい。 10

3. ここまでの授業の感想・アドバイスなど書いて下さい。(10点) また、このテストの予想点を書いて下さい。ビンゴには5点差しあげます。ただし、0点と10点はビンゴに含まれません。

中間について 製作者より

テストが始まってから下記のヒントが与えられる。

$$\operatorname{div} \vec{A} = \frac{\partial A_x}{\partial x} + \frac{\partial A_y}{\partial y} + \frac{\partial A_z}{\partial z}$$

$$\operatorname{rot} \vec{A} = \left(\frac{\partial A_z}{\partial y} - \frac{\partial A_y}{\partial z} \right) \hat{x} + \left(\frac{\partial A_x}{\partial z} - \frac{\partial A_z}{\partial x} \right) \hat{y} + \left(\frac{\partial A_y}{\partial x} - \frac{\partial A_x}{\partial y} \right) \hat{z}$$

最高点は101点。最低は10点。最後の感想で点数をくれるので0点はない。昨年度(2001年度)は満点を予想し、実際に前問正解の学生もいたそうだ。

「45点を取ればいい」

と述べた。なにが「いい」のかは良くわからないが。

また、質問は広く受け付けることになっている。とは言っても実際に質問する人は少ない。

前の授業で、テスト範囲が発表される。今回は小テストの類題が半分、それ以外が半分ということだった。このテストで類題というのは2。

小テストからの出題は何とか予想できるだろう。返却された小テストは取っておこう。小テストの問題や解答を見てみると、テストに出題されそうか否かある程度は見極められる。

出題されそうにも関わらず解答が解らないことはあるだろう。高得点を記録したいなら、誰かにAAの解答を見せてもらった方がいい。定期テストは小テストのように甘く点を付けないというので、Aでは厳しいだろう。ちなみにBというのは当てにしているのではない。内容がなくてもBはもらえる。

とは言っても、ヤマが外れるときもあるだろう。解らなくても、可能な限りがんばろう。何も解かない解答があったらしく、テストが終わって次の授業では、先生がかなり不機嫌だった。この問題で言うなら、最初の大問で偏微分くらいは何とかしよう。

授業で出来ないままなら、テストではとても答えは書けない。出来る人と出来ない人でどんどん差が大きく出る不平等な問題かもしれない。期末は60分テストなので、中間の方がウェイトが高いそう。つまり中間は1番重要なテストといえる。単位を取りたいなら是非ともいい点を取りたい。

期末試験 実施日：2月3日 試験時間：60分

1. z 軸上を無限直線電流 I_0 が流れている。この電流の作る磁束密度 $\vec{B}(\vec{r})$ を以下のように求めてください。

z 軸を中心とし $x-y$ 平面に平行な半径 r の円を考え、この円についてアンペールの法則

$$\oint_{\text{閉曲線 } c} \vec{B} \cdot \hat{t} ds = \mu_0 I \quad \text{ただし } I \text{ は閉曲線 } c \text{ を貫く総電流。}$$

を適用して以下の問に答えて下さい。

- (a) \vec{B} は円筒座標系を使った時、どのように書けるか求めて下さい。 10
- (b) アンペールの法則の左辺を求めて下さい。 20
- (c) アンペールの法則の右辺を求めて下さい。 10
- (d) この結果を使って \vec{B} を決定して下さい。 20
- (e) この \vec{B} を xyz 座標系で書いて下さい。 20
- (f) この \vec{B} の回転 (rot) を計算して下さい。 20

ヒント

$$\nabla \times \vec{A} = \left(\frac{\partial A_z}{\partial y} - \frac{\partial A_y}{\partial z} \right) \hat{x} + \left(\frac{\partial A_x}{\partial z} - \frac{\partial A_z}{\partial x} \right) \hat{y} + \left(\frac{\partial A_y}{\partial x} - \frac{\partial A_x}{\partial y} \right) \hat{z}$$

2. この授業全体の感想・アドバイスなどを書いて下さい。(10点) また、このテストの予想点を書いて下さい。ビンゴには5点差し上げます。ただし、0点と10点はビンゴに含まれません。

期末について 製作者より

難しい問題ばかりである。解けなくて普通だと思う。(a)が解ければ、順に解くことができると先生が言っていた。