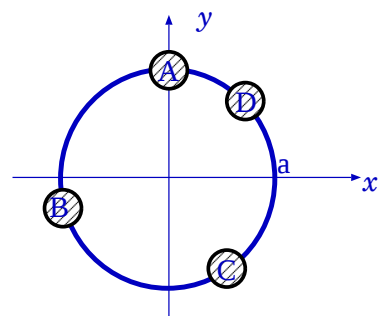


第一回電磁気学レポート問題

福島孝治 (東京大学大学院総合文化研究科)

平成 26 年 10 月 16 日: ver. 1.0

問題 1 「クーロン力と電場」: 右図に示すように, xy 平面上に原点の回りに半径 a のリングがあり, そのリング上を自由に運動できる 4 つ点電荷 (電気量 $-q$) A, B, C, D がある. 点電荷の間にはクーロン力のみが働いている (重力は z 方向に働いていると考えてもよい). さらに, それぞれの点電荷にはリングからは束縛力 (リング上から飛び出さないような力) が働いている. ただし, 点電荷 A だけは, $(0, a)$ に固定されているとする.



1. 4 つ点電荷に働く力がちょうどつりあうような配置を求めよ.
2. そのとき, 4 つの点電荷が原点につくる電場を求めよ.
3. 原点の位置に目隠しをして立ったあなたは, 点電荷の位置 A, B, C, D がわかるだろうか? わかるならばその方法を提案せよ.
4. 4 つの点電荷をつりあいの配置に固定し, その後で点電荷 A の固定をはずして, わずかに右側にずらしてみた. 点電荷 B, C, D はつりあいの配置に固定したときに A はどのようなになるか説明せよ.

問題 2: 「ベクトル演算の練習」位置ベクトル $x = (x, y, z)$, ナブラ $\nabla = \left(\frac{\partial}{\partial x}, \frac{\partial}{\partial y}, \frac{\partial}{\partial z} \right)$ として, 次の問に答えよ.

1. ベクトル場 $A(x)$, $B(x)$ に対して,

$$\nabla \cdot (A \times B) = B \cdot (\nabla \times A) - A \cdot (\nabla \times B)$$

が成り立つことを示せ.

2. スカラー場 $\phi(x) = \frac{1}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}}$ に対して, ベクトル場 $A(x) = \nabla \phi$ を求めよ.

問題 3: 「電磁気力」 何故日常生活では電磁気力よりも万有引力 (重力) を主に感じるか理由を考察せよ. また, 電磁気力を日常生活で感じる例を挙げよ.

問題 4 「講義について」: あなたは大学の講義に何を期待しているか? また, この講義に期待していることや感想等を自由に述べよ.

レポート提出に際して

- ルール:
1. A4 レポート用紙で作成し, 枚数制限はしないが, 片面にのみ記載されていること.
 2. レポートの冒頭に氏名と学籍番号, 講義の曜日, それからレポート作成の時に一緒に悩んだ共同研究者名を明記のこと.
 3. 締め切りは 2 週間後
 4. 提出先は, 16 号館 221A 室, あるいは 2 週後の講義終了時に.

レポート問題の返却：赤を入れて返します．

レポートは共同作業でもいいのかな ... よい．普段から友人と議論して，講義で分らなかったことを話をしたりするのは大変有意義なことなので，レポートもその範疇に入ると考える．レポートは試験では無いのだから，何も一人ぼっちで悩むことはない．沢山議論した結果を個人個人でうまくまとめて欲しい．ただし，レポートの解答まで共同作業では困る．ましてや，レポート作成解答例を移してもあんまり「得」はないと心得よ．総合評価に対するレポートの比率はかなり低いので，そのことを考えると，「悩むことなく作成されたレポート」などほとんど何の役にも立たない．むしろ，紙の無駄，作成する時間や採点する時間の無駄であり，お互いの不幸しかもたらさない．

レポートは手紙と同じ と思って，提出する時には自分でよく読み直して，意味が通っているかよく確認して欲しい．他人が読むとすぐに混乱するようなレポートは困る．また，ありがちな混乱の原因として，

1. 式変形

$$f(x) = \int dx g(x, x') \quad (1)$$

のように x で積分しているのに，左辺が x の関数になっていたり，右辺は x' の関数なのに，左辺はそうでないなどの間違いは，読み返すとそのおかしいところにすぐに気づくはず．

2. 電場 (磁場も) はベクトル場であるので，大きさと方向，向きがあることを常に気にしておくべきである ... 電場を求めるということは，どちらの方向に，どちら向きに，どれだけの大きさ，を明らかにすることであって，それらのどれが欠けても不完全である．

3. ベクトル=スカラー??? 計算の途中でベクトル=スカラーという変形がたびたび見受けられる．例えば，

$$\boldsymbol{E}(x) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{x^2} \quad (2)$$

等である．これはあり得ないので，よくチェックすること．慣例的にベクトルは太字 $\boldsymbol{E}$ で，スカラーは普通に E と書くことが多い．

「式で表すこと」と「絵で描いてみること」中学生にもわかるように説明するには絵で描いてみせることが大事で，本当に理解できていると，式など使わずに絵で描けるはず．一方で，だれにも正確に情報を伝えるには数学で記述する必要がある．どちらも，大事だということ．レポート問題でも出てきた結果は一度はグラフや絵に描いてみるともっとよくわかることがある．