

電磁気学第一 2002年度期末試験解説

1. [真空中の静電界](#)を中心とした問題

(1)はガウスの法則を用いた電界の計算で、基本を理解していればやさしいはずです。ただし球状電荷だけではなく点電荷の作る電界も考慮に入れる必要があります。例えば[静電気力の性質](#)をうまく使うと簡単です。

(2)は、[静電エネルギー](#)の大きさを問うていますが、授業中で定義した式を使用するのは(難解なため)得策ではありません。それならば基礎的なエネルギーの定義に帰って考えれば極めて簡単です。

(3) 気づいた人もいると思いますが、電気双極子の概念が適用できます。これに気付かなくても、[電位の性質](#)をうまく利用してその点の電位を計算し、極限值を取れば解答できます。

2. [導体](#)と[誘電体](#)の融合問題

(1) 問題文の「ただし...」以下の「..大きさ σ_0 ..」は誤植で、「..[大きさ \$\sigma_0/2\$](#) ..」が正しい表現でした。お詫びして訂正します。したがって、この誤った仮定を用いた計算を行っても減点はしていません。この与えられている電束密度から電界が簡単に計算できるので、適切な電荷量と仮定すれば極板間の電位差が計算でき、定義から[静電容量](#)は簡単に計算できるはずです。

(2) これは一見難解に見えたかも知れませんが、ガウスの法則の微分形(問題用紙の末尾に記してある!)を思い出せば簡単に求められるはずです。

3. [電気映像法](#)の応用問題

(1) 電気映像法では、解くべき導体系の問題を、別の既知の静電界の問題にうまく置き換えることが肝腎で、与えられた(a)(b)(c)のどれを用いれば良いかの見極めが重要です。

(2) これは電磁気学についての理解が深くない場合は難しいかも知れませんが、ガウスの法則や電気力線の意味から考えると「意外に」容易に解けます。

4. [電位](#)に関する問題

電位の性質に、演習の最初の頃に行った球対称の場合の体積積分を利用すれば容易に計算できます。

5. [導体](#)の応用問題

3.の結果をうまく利用できるはず。その際に問題用紙の末尾に書いてある事項が有用かも知れません。

6. [誘電体](#)と導体(の[境界条件](#))の融合問題

導体表面の電界と面電荷密度との関係と、電束密度と真電荷の面密度との関係をうまく利用すれば解けます。

電磁気学第一 2003年度期末試験解説

1. 導体および誘電体の静電界の融合問題

(1)はガウスの法則を用いた電界の計算で、基本を理解していればやさしいはずです。ただし、誘電体があるためにどのガウスの法則を適用するか注意が必要。計算の前の導体の電荷分布に対する問いは導体の性質がわかれば簡単に答えられるはず。

(2)がわからなかった人は、誘電体の分極の性質を良く復習しておくように。

(3) 問題にも明記してあるように求めるのは単一導体の静電容量なので、この定義がわからないと計算が不可能です。多少はわかっている、誘電体があることに惑わされて誘電体の内側と外側の電位差だけを求めて計算を済ましていた答案が目立ちました。

2. 電位の計算問題

ガウスの法則を利用して電界を計算を試みている答案がかなりありましたが、これはほぼ不可能です。演習で極めて類似の問題を出題したのでそれを参照するように。

3. 導体系(電気映像法)と静電エネルギーの問題

(1) 電気映像法では、解くべき導体系の問題を、別の既知の静電界の問題にうまく置き換えることが肝腎で、与えられた(a)(b)(c)のどれを用いれば良いかの見極めが重要です。

(2) 静電エネルギーの計算を電界から試みた答案が目立ちましたが、これはかなり困難。もっと簡単に考えられるはず。静電エネルギーの定義法のなかのどれかを用いれば良い。

4. 導体系におけるガウスの法則の応用問題

導体の基本的な性質に注意して、ガウスの法則をうまく適用すれば、明解な筋道で証明が可能です。

総評

問題のある答案に多く見られた悪い点としては、

問題文をきちんと読まずに答案を書いている。例えば問題1の(1)で電束密度もしくは電界の片方しか求めていない。

演習の解答のパターンに盲従している。例えば問題2(2)の解法。

などがありました。

もう一つ気になったことは、論理の組み立て方や式の導出などを粗雑にしている答案があったことです。この科目に限らず、筋道の通った答案を書くことを心がけて下さい。その他は前年と同様です。

残念ながら再履修となった人は、いま一度どこが悪かったか熟考して来年に臨んで下さい。

電磁気学第一 2004年度期末試験解説

1. 真空中の静電界に関する問題

(1)はガウスの法則を用いた電界の計算で、計算の手順を理解していればやさしいはずです。(ガウス)閉曲面内の電荷量の算出に注意すること。

- ・ $r < a$ の球内の電荷量を0と誤解する、演習と同じ間違いを繰り返す人がかなりいた。
- ・ガウスの法則の面積分の計算が簡略化される理由は、電界と法線ベクトルが平行なことだけではない。
- ・「導体」はどこにもない。したがって導体の性質を使用するのは全く無意味。

(2)は、(1)で求めた電界と、電位の定義から計算できます。あるいは、この電荷分布を球面状電荷分布の和(積分)として考え、個々の球面が中心に作る電位を積分しても計算できます。

- ・ $r=0$ と $r=2a$ の間の電位差を求めるだけでは不十分。なぜそれで良いのか？

2. 誘電体と導体に関する問題

(1) 電束密度と電界の関係がわかっているれば極めて易しく求まるはずです。電束密度は x 方向成分のみなので、電界の方向は…。

- ・境界条件の適用はほとんど無意味(使う必要なし)。
- ・電束密度が与えられていることを無視したら解答は不可能なはず。
- ・ガウスの法則の使用を試みた人は明らかに問題を読んでいない。
- ・「…は使用しないこと」という注意書きを敢えて破ることの不可解。

(2) 二導体系の静電容量の定義がきちんとわかっているれば簡単な計算です。問題で与えられている σ_1 と σ_2 をどのような値にするか明記する必要あり。

- ・ σ_1 と σ_2 をそのままにして計算してはいけない。
- ・授業で導出した平行平板キャパシタの容量の公式は適用できない。なぜか？
- ・静電容量の値に座標 x が含まれることは「あり得ない。」

3. 静電エネルギーの問題

(1) キャパシタの静電容量の大小と誘電率の関係と、静電容量と電位差を用いた静電エネルギーの定義から明らか。

(2) (1)がわかれば簡単。

(3) 共に、電位差が1となっている同じ形状の導体系なので、導体系のある重要な性質から…。

4. 定常電流に関する問題

電界と電流密度の関係が、与えられている電気伝導度を用いて書ければ、後は簡単な積分計算で解答できます。積分は円筒の断面内で行うので、電流密度に掛けるものは…。

電磁気学第一 2005年度期末試験解説

1. 静電界に関する総合問題

(1) 導体の性質と、ガウスの法則を用いた電界の計算に関する問題で、計算の手順を理解していればやさしいはず。「ガウスの法則」の適用を問うているので、**計算経過を省略した答案の評価は0**としました。

・**ガウスの法則の面積分の計算が簡略化される理由は、電界と法線ベクトルが平行なことだけではない。**

(2)は、与えられた導体系の静電容量を計算すれば良く、問題の指定により、 $Q_1=Q$, $Q_2=-Q$ とにおいて(1)で求めた電界を表現して導体間電位差を求め、静電容量の定義を用いれば簡単に計算できます。**電荷量の与え方の指定を無視した答案の評価は0**としました。

(3)は、(2)で求めた静電容量 C と電位差を用いたエネルギーの表現がわかっていれば簡単です。

・**無関係な平行平板キャパシタの静電容量の公式の引用は全く意味なし。**

(4)は、誘電体の存在によって電界や静電容量がどのように変化するかがわかればよいわけで、具体的な電界と静電容量の式を示すことができれば簡単です。

・**(3)同様に平行平板キャパシタとは問題が異なる。**

2. 導体に関する問題

(1) 電気影像法の応用なので、(a)から(c)の中で「球内の電荷分布と球面の電位」が問題と等しいものを(それを述べた上で)選びます。求めるものは「力」なので授業中に何度か注意したことを怠った**答案の評価は0**としました。「外向き法線方向」という言い方はこの問題の場合は全く意味をなさず。

(2) (1)において球殻外部の電界がどのようになっているか、その電界の要因の電荷分布は何か、の二つがわかれば簡単です。

・**この問題の場合、球殻内部の空間に電荷が存在するので「導体に囲まれた空間の電界は0」とはならず。**

・**条件が異なる演習の答案の「丸写し?」は無意味(評価対称外)。**

・**「球殻外部の空間の電気力線を描け」を無視して「球殻内部」の力線を書く意図は??**

3. 電荷分布の作る電位と電界の問題

(1) 重ね合せの原理を用いて、微小長さの点電荷が作る電位を積分すれば良い。

(2) (1)を用いてスカラーの勾配から電界計算が可能。

・**与えられた線電荷は、点 $-l/2$ にある点電荷とみなすことは出来ない。**

4. 定常電流に関する問題

電界と電流密度の関係が与えられているので、簡単な積分計算で解答できます。積分は円筒の断面内で行うので、電流密度に掛けるものは...

・**線路の断面積(πa^2)を問題とするのは無意味。**

・**「ガウスの法則」や「ガウス面上」の積分がなぜ出てくるのか??**

情報通信工学科 C2クラス

電磁気学第一 2006年度期末試験解説

1. 静電界に関する総合問題

(1) 電位の基準点では電位が0となるが、問題の電位においては単に「原点に関して無限遠」とするだけでは電位は0とならない場合(反例)がある。その反例を指摘すれば良い。

・「**原点に関して無限遠**」の定義が相応しくない理由を明確に述べること。

(2) 電位と静電界の関係がわかっているれば計算は容易(演習でも取り上げている)。

(3) エネルギーと電位差の関係がわかっているれば簡単です。

・「**静電エネルギーを定義する公式**」の適用は無意味。

(4) ガウスの法則を適用すれば良いが、電界の面積分を正確に計算する必要あり。

2. 静電界に関するもうひとつの総合問題

(1) ガウスの法則の理解を試す設問で、演習でも取り上げている問題。**注意書きを無視した答案の評価は0**としました。

(2) 静電エネルギーの定義によって、複数の解法がある。いずれにしても、解答の筋道が明解に示されていれば良い。

・**条件が異なる演習問題の答案の「丸写し?」は無意味(評価対称外)**。

(3) 「導出せよ」という設問なので、**原点の電位の式をいきなり示した答案の評価は0**としました。

3. 導体系の静電界の問題

(1) 省略(言うまでもないこと)。

(2) 解答の前提となる条件(導体の性質に関係すること)を明記することは必須。

4. 定常電流に関する問題

電界と電流密度の関係が与えられているので、簡単な積分計算で解答可能。演習でも取り上げた課題。

・**面積分がわかっているれば簡単な計算のはず。 a と α の違いに注意すること。**

総評

問題のある答案に多く見られた悪い点としては、例年どおり、

問題文を(全く)読んでいない(問題の仮定を無視する)。

例題や演習問題の解答のパターンに盲従している。

問題用紙の冒頭に明記したにもかかわらず結果のみを記して済ましている。

そのような答案の評価は0としました。

スカラーとベクトルの区別をつけていない。

電界の計算結果の表示に「電界の方向」が欠けている。

電磁気学第一 2007年度期末試験解説

1. 静電界に関する総合問題

- (1) 電位と静電界の関係がわかっているれば計算は容易(演習でも取り上げている)。
 - ・電位が場合分けで定義されていることを見落とした答案が少なからずありました。この場合、(3)が解けなくなる。
 - ・「勾配」の定義(ベクトルとスカラーの区別)は押さえておくべき。
- (2) 単に「球」と述べるのは駄目(そもそも「球」は面ではない)。正確に特定すること。電界の方向が特定できれば等電位面と直交することを説明することは簡単。
- (3) エネルギーと電位差の関係がわかっているれば簡単。
 - ・ $U=QV/2$ は使用できない。なぜか。(2006年度の問題1.(3)と同様)
- (4) ガウスの法則を微分形を適用すれば計算可能。その際に発散の定義式を間違えないように。

2. 静電界に関するもうひとつの総合問題(導体系・ガウスの法則)

- (1) 二つの電荷量をまず求めること。これをせずに電界を求めることは不可能にもかかわらず、これらを明示していない答案が少なからずありました。
- (2) 電界の式が点電荷の作るものと類似なことから早合点して電位を求めることは出来ない(ことに空洞内部)。定義にしたがって計算すること。
 - ・「電界=0、よって電位=0」は大間違い。
- (3) 「接地」の意味がわかり、導体の電位を決めるのはどの電荷かがわかれば解けるはず。
- (4) 電荷を近付けることで変化するものと変化しないものは何か、考えること。
 - ・「接地すれば導体の電荷が逃げていく」とは限らない。

3. 誘電体の静電界の問題

- (1) 境界条件を適用できれば簡単。
- (2) 境界面における電気力線の本数の変化から考えれば良い(ガウスの法則をうまく利用する)。

4. 静電エネルギーに関する問題

- いくつかの解法がある。電界によるエネルギーの定義を用いるのが最も簡単。その際に、与えられた二つの場合の球内外の電界の比較をきちんと行うこと(厳密な計算は不要)。
- ・ U_2 の計算の際に式 $U=QV/2$ は使用できない。なぜか。
 - ・与えられた電荷分布を作るために要したエネルギーで考える場合、導体球内に一様に電荷を分布させた場合、最終的な電荷分布がどうなるかがわかれば、うまく解答できる。

情報通信工学科 C2クラス

電磁気学第一 2008年度期末試験解説

1. 静電界に関する総合問題

- (1) 電位と静電界の関係がわかっていれば計算は容易(演習でも取り上げている)。
 - ・「スカラーの勾配」の計算間違いや意味の取違いが見られました。
 - ・「勾配」の定義(ベクトルとスカラーの区別)は押さえておくべき。
- (2) エネルギーと電位(差)との関係がわかればとても簡単。
- (3) ガウスの法則が使えないか?

2. 静電界に関するもうひとつの総合問題(導体系・ガウスの法則)

- (1) ガウスの法則を用いた電界計算法を習得していれば簡単。
- (2) いくつかの計算法がある。導体系であることはあまり気にしなくても良い。
- (3) 「導線でつなぐ」ことの意味がわかり、各導体の電位の計算が出来れば解ける。
- (4) いくつかのエネルギーの計算法の中で、どれが一番簡単に適用出来るか。

3. 誘電体の静電界の問題

- (1) 境界条件を適用できれば簡単。
- (2) 境界面における電気力線の本数の変化から考えれば良い(ガウスの法則をうまく利用する)。

4. 電流に関する問題

電流密度と電界の関係、全電流の積分計算が出来れば簡単。

総評

問題のある答案に多く見られた悪い点としては、例年どおり、

問題文を全く読んでいない(問題の仮定を無視する)。
問題にはない仮定をでっち上げる。(例:問題3で導体を持ち出す)
問題用紙の冒頭に明記したにもかかわらず結果のみを記して済ましている。
そのような答案の評価は0としました。
スカラーとベクトルの区別をつけていない(問題1に多く見られた)。
電界の計算結果の表示に「電界の方向」が欠けている。

などがありました。

毎年同じようなことなので何度も再履修となる人はことに注意するように。
今回残念ながら再履修となった人は、いま一度どこが悪かったか熟考して来年に臨んで下さい。

情報通信工学科 C2クラス

電磁気学第一 2009年度期末試験解説

1. 静電界に関する総合問題

(1)「電位」の定義を理解していれば簡単はず。公式 $W=1/2 QV$ の当てはめは無意味(不正確)。(2) 電位と静電界の関係がわかっているれば計算は容易(演習でも取り上げている)。

・「スカラーの勾配」の計算間違いや意味の取違いが見られました。

・「勾配」の定義(ベクトルとスカラーの区別)は押さえておくべき。

(3) ガウスの法則が使えないか?

2. 静電界に関するもうひとつの総合問題(導体系・ガウスの法則)

(1) ガウスの法則を用いた電界計算法を習得していれば簡単。

(2) 導体の「大原則」とも言うべき性質は何か。

(3) (2)の「大原則」から考えれば簡単はず。(4) 極めて基本的な問いかけ。(3)が出来れば明らか。

3. 誘電体の静電界の問題

(1) 境界条件を適用できれば簡単。

(2) 境界面における電気力線の本数の変化から考えれば良い(ガウスの法則をうまく利用する)。

4. 電流に関する問題

電流密度と電界の関係、全電流の積分計算が出来れば簡単。

総評

問題のある答案に多く見られた悪い点としては、例年どおり、

問題文を全く読んでいない(問題の仮定を無視する)。

問題にはない仮定をでっち上げる。(例:問題3で導体を持ち出す)

問題用紙の冒頭に明記したにもかかわらず結果のみを記して済ませている。

そのような答案の評価は0としました。

スカラーとベクトルの区別をつけない(問題1に多く見られた)。

電界の計算結果の表示に「電界の方向」が欠けている。

などがありました。

毎年同じようなことなので何度も再履修となる人はことに注意するように。

今回残念ながら再履修となった人は、いま一度どこが悪かったか熟考して来年に臨んで下さい。