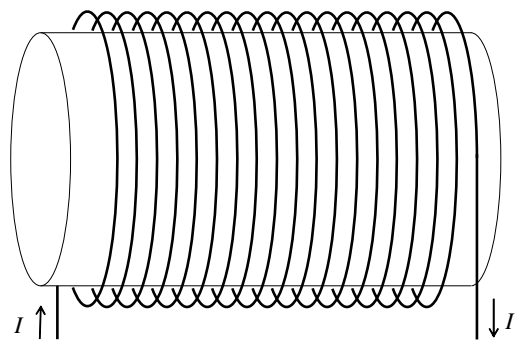
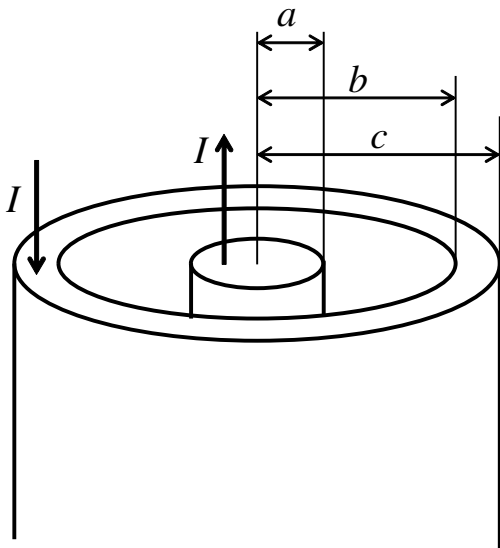


# 電磁気学 II 前期末試験 問題用紙

対象クラス：3300 令和3年9月21日(火) 3限実施  
担当：宮田(尚)

以下の各問いに答えてください。ただし、解答用紙には解答を導出するために必要な過程を示すとともに、最終的な解答は単位を付し導出過程などと区別して解答用紙に記入してください。導出過程が示されていないものや、単位が記載されていないなど、導出過程と解答の区別があいまいなものについては採点対象としません。また、特に断らない限り媒質は真空とし、真空の誘電率と真空の透磁率をそれぞれ  $\varepsilon_0, \mu_0$  としますので、よろしくお願いします。

- 以下に示す物理定数は電磁気学を修めた者であれば常識的に覚えていなければならない数値です。それぞれの値を示していただければ幸いです。よろしくお願い申し上げます。
  - 電子の電荷  $e$  (基礎：5点)
  - 真空の誘電率  $\varepsilon_0$  (基礎：5点)
  - 真空の透磁率  $\mu_0$  (基礎：5点)
  - 電子の静止質量  $m$  (基礎：5点)
- 昔々あるところに図1に示すような、断面が半径  $a$  の円柱状の内導体と、内径  $b$ 、外径  $c$  の厚みのある円筒状の外導体を有する無限長同軸ケーブルがありました。この同軸ケーブルは内導体と外導体はそれぞれの中心軸を共有するように配置されています。どこからともなく、内導体に一樣な電流  $I$  が、外導体に内導体とは逆方向に一樣な電流  $I$  が流れています。内外導体の中心軸に垂直な平面内における中心軸からの距離を  $r$  としたとき、同軸ケーブルの周囲に発生する磁界  $H$  を導出してみましょう。(基礎：20点)
- 雨ニモマケズ、風ニモマケズ、図2に示スヤウナ、単位長サ当たり  $n$  巻ノ無限長ソレノイドコイルガアル。コイルニ電流  $I$  ヲ流シタトキ、コイルノ周囲ニ発生スル磁界  $H$  ヲアンペールノ法則ヲ用イテ導出スル。サウイフモノニワタシハナリタイ。(基礎：20点)



4. これはこの辺りに住まい致すものにて候。図3に示すように、断面積が半径  $r$  の円で、比透磁率  $\mu_r$ 、半径  $R$  の円環鉄心に導線を  $N$  巻したコイルが御座ります。このコイルに電流  $I$  を流したとき、以下に示す各問いに解答頂きたく候。ただし、 $r \ll R$  とし、発生した磁界はすべて鉄心内部に存在し、漏れ磁界は存在致さず候。

- (a) 発生する磁界  $H$  をアンペールの法則を用いて導出されたく候。 (基礎：10 点)  
 (b) 鉄心内部に発生する磁束密度  $B$  を求められ候。 (基礎：5 点)  
 (c) 鉄心内部に発生する磁束  $\Phi$  を求められ候。 (基礎：5 点)  
 (d) 起磁力を  $NI$  とすると、磁気抵抗  $R_m$  は  $R_m = \frac{NI}{\Phi}$  で求められるによって、この鉄心の磁気抵抗  $R_m$  を求めていただきたくお願い申し上げ候。 (応用：5 点)

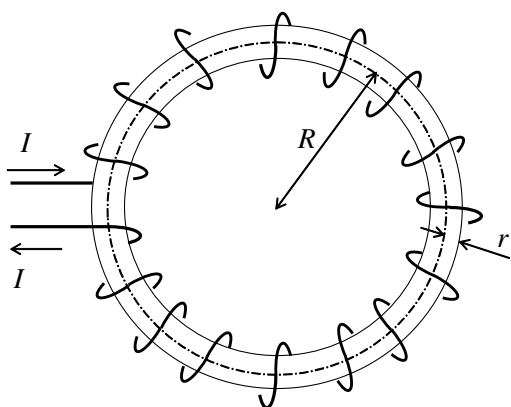


図 3:

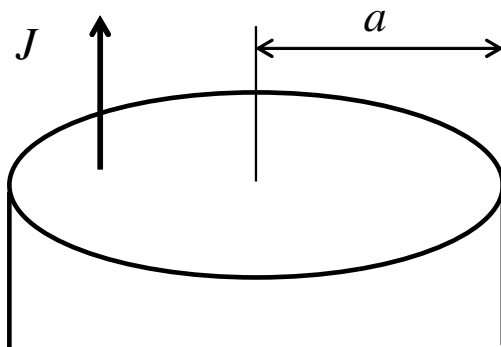


図 4:

5. とざいとうざい。図4に示すように、半径  $a$  の円を断面にもつ無限長円柱導体に中心軸方向の電流密度が流れてさせていただいております。いま、中心からの距離を  $r$  とし、電流密度  $J$  が次に示す各場合のとき、導体の内外に発生する磁界  $H$  を求めて頂きますよう、ひとえにお願い申し上げ奉ります。

- (a)

$$J = \begin{cases} J_1 & (0 \leq r \leq a/\sqrt{2}) \\ -J_1 & (a/\sqrt{2} < r \leq a) \end{cases}$$

ただし、 $J_1$  は正の実定数 (応用：8 点)

- (b)

$$J = \frac{J_2}{r}$$

ただし、 $J_2$  は正の実定数 (応用：7 点)