

電磁気学 II 前期末試験 問題用紙

対象クラス：3300 令和2年9月17日(木)1限実施

担当：宮田(尚)

以下の各問いに答えよ。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すること。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ない。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 ε_0, μ_0 とする。

- 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ある。それぞれの値を示せ。
 - 電子の電荷 e (基礎：5点)
 - 真空の誘電率 ε_0 (基礎：5点)
 - 真空の透磁率 μ_0 (基礎：5点)
 - 電子の静止質量 m (基礎：5点)
- 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ある。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る。いま、内導体に一樣な電流 I を、外導体に内導体とは逆方向に一樣な電流 I を流したとき、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 をアンペールの法則を用いて導出せよ。(基礎：20点)
- 図2に示すような、単位長さ当たり n 巻の無限長ソレノイドコイルがある。コイルに電流 I を流したとき、コイルの周囲に発生する磁界 H をアンペールの法則を用いて導出せよ。(基礎：20点)

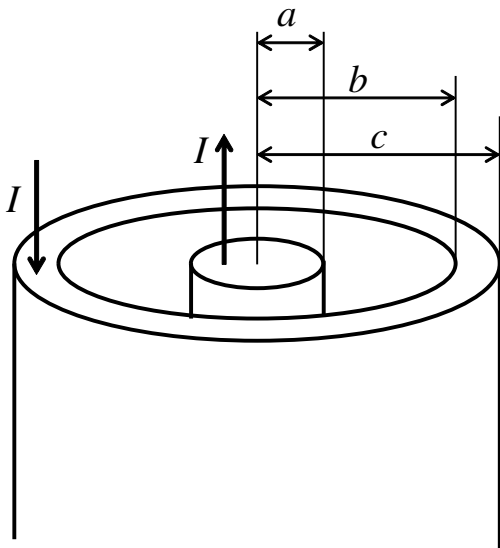


図 1:

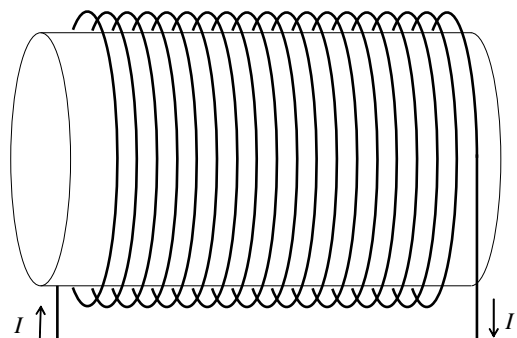


図 2:

4. 図3に示すように、断面積が半径 r の円で、比透磁率 μ_r 、半径 R の円環鉄心に導線を N 巻したコイルがある。このコイルに電流 I を流したとき、以下に示す各問いに答えよ。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、漏れ磁界は存在しないものとする。

- (a) 発生する磁界 H をアンペールの法則を用いて導出せよ。 (基礎：5点)
 (b) 鉄心内部に発生する磁束密度 B を求めよ。 (基礎：5点)
 (c) 鉄心内部に発生する磁束 Φ を求めよ。 (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。この鉄心の磁気抵抗 R_m を求めよ。 (応用：5点)

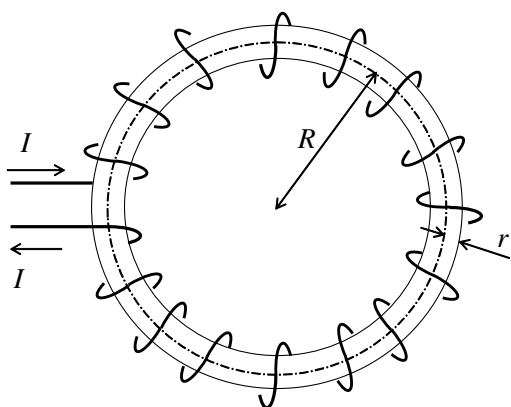


図 3:

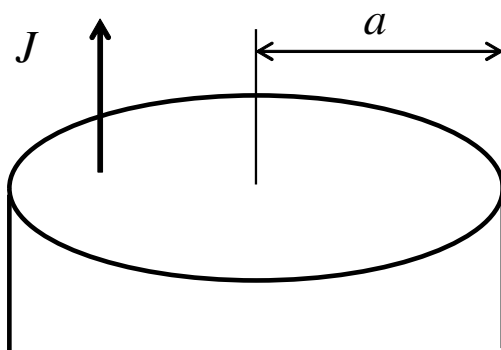


図 4:

5. 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いる。いま、中心からの距離を r とするとき、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 を求めよ。

- (a)

$$J = \begin{cases} J_1 & (r \leq b) \\ J_2 & (b < r \leq a) \end{cases}$$

ただし、 a, b, J_1, J_2 は正の実定数で、 $b < a$ とする。 (応用：10点)

- (b)

$$J = J_0 r$$

ただし、 J_0 は正の実定数。 (応用：10点)