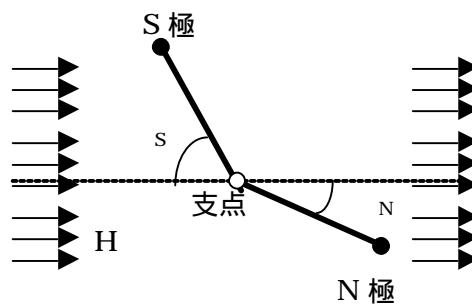


答えは解答用紙に書くこと。答えを導き出す過程を必ず書くこと。全ての問題において、単位を書くこと。電子の電荷は $-q$ [C]である。問題用紙は持ちかえってください。真空透磁率は μ_0 、透磁率は μ である。太く、斜体で書かれた記号はベクトルを表わす。

問題1 磁界 H と磁束密度 B との関係を示せ。(4点)

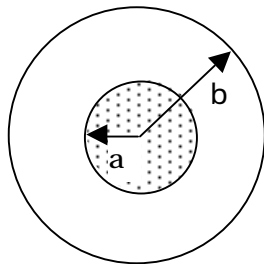
問題2 電子による磁気モーメント (磁気双極子) について述べよ。(6点)

問題3 以下の小問に答えながら、折れ曲がった棒磁石に生じるトルク (回転力) を求めよ。磁極の強さ (磁荷) を m [Wb]、支点から S 極までの長さを L_S [m]、支点から N 極までの長さを L_N [m]、磁界となす角を θ_S と θ_N 、磁界の強さを H [A/m] とし、磁界の向きを矢印で示す。(合計 16点)



- 3-1 N 極にはたらく力を求めよ。(2点)
- 3-2 N 極で、棒磁石と垂直にはたらく力を求めよ。(2点)
- 3-3 N 極に生じるトルクを求めよ。(2点)
- 3-4 S 極にはたらく力を求めよ。(2点)
- 3-5 S 極で、棒磁石と垂直にはたらく力を求めよ。(2点)
- 3-6 S 極に生じるトルクを求めよ。(2点)
- 3-7 棒磁石に生じるトルクを求めよ。(2点)
- 3-8 棒磁石の回転方向 (時計方向、反時計方向) を答えよ。(2点)

問題4 半径 a [m] の無限長の円柱導体と、同軸上の半径 b [m] の無限長の円筒導体がある。中心軸から r [m] 離れた点の磁界の強さを求める。円柱導体には紙面から手前に電流 I_1 [A]、円筒導体には紙面から奥に電流 I_2 [A] が流れている。(合計 20点)



- 4-1 円柱導体に流れる電流密度を求めよ。(2点)
- 4-2 $r < a$ の場合、半径 r の円内を通過する電流を求めよ。(2点)
- 4-3 $r < a$ の場合、磁界の強さと向き (時計方向、反時計方向) を求めよ。(2点 x2)
- 4-4 $a < r < b$ の場合、半径 r の円内を通過する電流を求めよ。(2点)
- 4-5 $a < r < b$ の場合、磁界の強さと向き (時計方向、反時計方向) を求めよ。(2点 x2)
- 4-6 $r > b$ の場合、半径 r の円内を通過する電流を求めよ。(2点)
- 4-7 $r > b$ の場合、磁界の強さと向き (時計方向、反時計方向) を求めよ。(2点 x2)

問題5 半径 a [m] の円形コイルに電流 I [A] が流れている。以下の小問に答えながら、円形コイルの中心 O での磁界の強さを求めよ。

(合計 15 点)

5-1 円形コイルのうち、微小長さ dL [m] に電流 I [A] が流れていることにより、中心 O に生じる微小磁界 dH を求めよ。(5 点)

5-2 円形コイルの中心 O に生じる磁界の強さを求めよ。(5 点)

5-3 半径 5.0 cm の円形コイルに電流 4.5 A を流したとき、円形コイルの中心 O に生じる磁界の強さを有効数字 2 桁で答えよ。(5 点)

問題6 以下の小問に答えながら、磁束密度 B [T] 中に長さ L [m] の導線を置き、電流 I [A] を流したとき、この導線にはたらく力を求めよ。

(合計 18 点)

6-1 電界 E [V/m] 中で電荷 Q [C] をもつ荷電粒子が受ける力 (ベクトル表示) を求めよ。(2 点)

6-2 磁束密度 B [T] 中で速度 v [m/s] で移動する上記の荷電粒子が受ける力 (ベクトル表示) を求めよ。(2 点)

6-3 上記の荷電粒子が電界 E [V/m] 及び磁束密度 B [T] 中を、速度 v [m/s] で移動するときに受ける力 (ベクトル表示) を求めよ。(2 点)

6-4 導線を通るのは電子である。磁束密度 B [T] 中を速度 v [m/s] で移動する電子にはたらく力 (ベクトル表示) を求めよ。(2 点)

6-5 導線の断面積を S [m²]、導線中で移動できる電子の密度を n [m⁻³] とすると、導線 1 m 当りの移動できる電子の数を求めよ。(2 点)

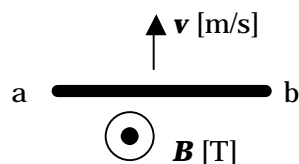
6-6 導線 1 m 当りに受ける力 (ベクトル表示) を求めよ。(2 点)

6-7 導線の断面積 S [m²]、導線中で移動できる電子の密度 n [m⁻³]、電子の速度 v [m/s] を用いて、電流 I をベクトル表示せよ。(2 点)

6-8 長さ L [m] の導線にはたらく力 (ベクトル表示) を、 I 、 B 、 L を用いて表わせ。(2 点)

6-9 磁束密度と電流のなす角が θ であるとき、この導線にはたらく力をスカラー (大きさ) で表わせ。(2 点)

問題7 磁束密度 B [T] 中、長さ L [m] の導線を磁界の方向と垂直に速度 v [m/s] で移動させたとき、導線に生じる起電力を求める。磁界の方向は紙面から手前である。(合計 21 点)



7-1 導線を速度 v [m/s] で移動させることは、導線中の電子を同じ方向に速度 v [m/s] で移動させるのと同じである。一個の電子にはたらく力と向き (a または b) を求めよ。(3 点 x2)

7-2 導線中で電子はどちら (a または b) に蓄積されるか。(3 点)

7-3 電子が蓄積したために導線中に生じた電界を E [V/m] としたとき、この電界によって電子が受ける力を記号 E を用いて表わせ。(3 点)

7-4 電子にはたらく、磁界による力と電界による力がつりあったときを定常状態という。この時の電界の強さが導線中に一様に生じたことになる。この電界の強さを求めよ。(3 点)

7-5 導線に生じた誘導起電力を求めよ。(3 点)

7-6 この時の起電力の正側 (a または b) を答えよ。(3 点)