

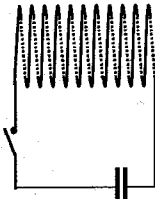
- 注 1 解答用紙は 2 枚、残りは下書き。解答が裏面にわたっても可。  
 注 2 解答が 2 枚にわたる場合は両方に、学部、入学年 (平成)、氏名、学生番号を記入。  
 注 3 氏名が表になるようにし、二つ折りにして提出。

- 問 1 電子の電荷と質量、及び真空中の光の速度を有効数字 2 桁で書け。  
 問 2 半径  $a$  の円断面を持つ無限にのびた直線状導体に沿って電流が密度  $j$  で一様に流れている。導体の中心軸を  $z$  軸にとった円柱座標  $(r, \theta, z)$  を採用する。  $B_\theta$  を  $z$  軸からの距離  $r$  の関数として求めよ。  
 問 3  $xy$  平面上に原点を中心にして置いた電流  $I$ 、半径  $a$  の環状電流ループがつくる  $z$  軸上の磁場分布をもとめよ。

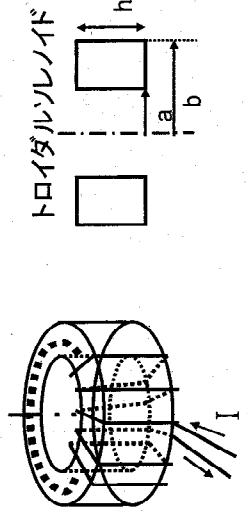
(参考) ビオ・サバルの式:  

$$\mathbf{B}(\mathbf{r}_1) = -\frac{\mu_0 I}{4\pi} \oint \hat{\mathbf{r}}_2 \times \frac{d\mathbf{l}_2}{r_2^2}$$

- 問 4 デカルト  $(xyz)$  座標表記で電場が次の式で与えられる真空中を伝わる平面波がある。それぞれの電磁波について対応する波動磁場  $\mathbf{B}$  を求めよ。角周波数  $\omega$  と波数  $k_0$  はともに正であるとす。  
 ①  $E = E_0 \sin(k_0 z - \omega t) \hat{\mathbf{x}}$     ②  $E = E_0 \sin(k_0 z + \omega t) \hat{\mathbf{x}}$   
 問 5 コンデンサ (静電容量  $C$ ) に電荷  $Q_0$  が蓄積されている。コイル (インダクタンス  $L$ ) との間のスイッチを閉じた後のコンデンサの電荷  $Q$  と回路を流れる電流  $I$  を時間の関数として表せ。抵抗はゼロでエネルギーの散逸は無いものとする。

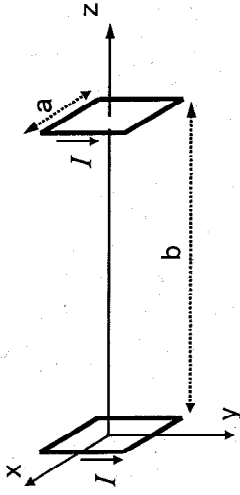


- 問 6 矩形断面を持つ軸対称なトロイダルソレノイドコイル (巻数  $N$ 、内半径  $a$ 、外半径  $b$ 、高さ  $h$ ) の自己インダクタンス  $L$  を求めよ。巻数  $N$  は十分大きく、密で且つ一様に巻いてあり、磁束はソレノイドの外に漏れないとする。

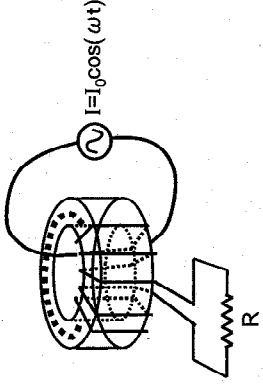


以下は選択問題: 問 7 - 9 のいずれか一つを選択して回答せよ

- 問 7 下図のように辺長が  $a$  の正方形電流ループが距離  $b$  隔たって平行に置かれている (同じ向きに電流  $I$  が流れている)。間隔  $b$  が  $a$  よりはるかに大きい場合にループ間にはたらく力を近似的に求めよ。問 3 の結果を用いて、ループが正方形ではなく半径  $a$  の環状電流ループの場合の近似解を求めてから、正方形の場合を考察してもよい。



- 問 8 問 6 のトロイダルソレノイドに抵抗  $R$  を直列に取り付け、さらにソレノイドを貫通するループを設置し、これに交流電源を取り付け、交流電流  $i = I_0 \cos(\omega t)$  を流す。このとき抵抗  $R$  に交流電流  $i$  が流れる。抵抗  $R$  が非常に大きく、 $i$  が小さく、ソレノイドの自己誘導電圧が無視できるとして  $i$  を求めよ。無視しない場合の結果も求めよ。ソレノイド自身の抵抗はゼロとする。ソレノイドの自己インダクタンスは  $L$  として解答せよ (問 6 で求めた  $L$  の表式を用いる必要はない)。トロイダルソレノイドとループ間の相互インダクタンスも  $M$  として解答してもよいが、 $M$  の表式を求めることができる場合は併記せよ。



- 問 9 径方向の波動電場  $\mathbf{E} = \hat{r} E_0 \frac{a}{r} \cos(k_0 z - \omega t)$  をもつ同軸モードの磁場、および中心導体に誘起される電荷密度と電流密度をもとめよ。さらに全断面を貫くポインティング束 (時間平均したもの) を求めよ。

