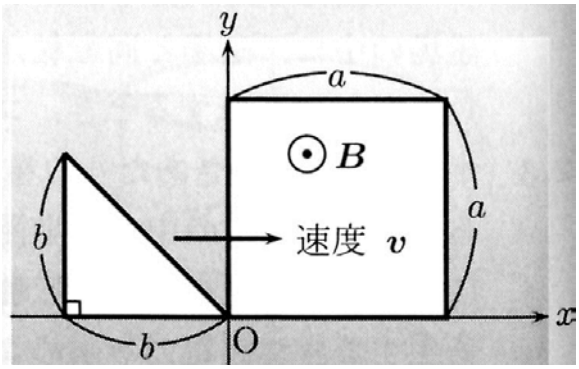
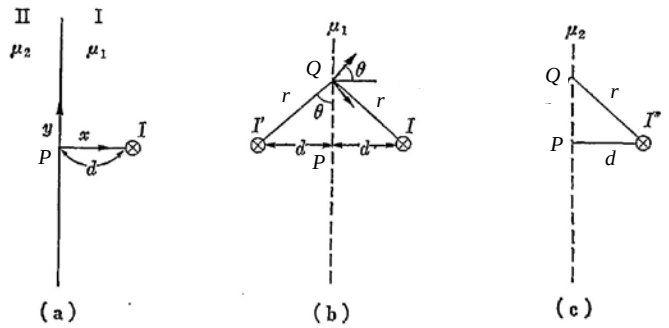
電磁気学Ⅱ演習12 2018/7/24

学籍番号	氏名

1. 図のように，一辺がaの正方形の領域内に磁束密度Bの一様磁場があり，その他の領域での磁場は0である。いま，二辺がb(b<a)の直角三角形のコイルを図のように速度vでx方向に移動させる。図の状態を初期状態(t=0)として，時刻tでコイルを貫く磁束ならびにコイルに発生する誘導起電力を求めよ。



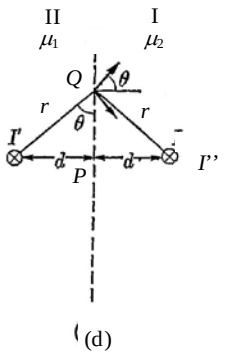
2．図(a)のように透磁率が$\mu 1$(領域I)，$\mu 2$(領域II)の2種類の磁性体が平面境界で接しており，この面と距離d離れたところを平行に無限長の直線電流Iが紙面の手前から奥へ流れている。なお，境界には電流は流れていない。また，$\mu 2 > \mu 1$とする。次の各問に答えよ。



(1)　図(a)で領域Iの磁界を考えるときには，図(b)のように全領域が透磁率$\mu 1$の媒質中に，電流Iの他に境界の反対側のdの距離に電流I'を考え，これらによる磁界の重ね合わせであると仮定する。また，図(a)で領域IIの磁界を考えるときには，図(c)のように全領域が$\mu 2$の媒質中に電流I''を考え，これによる磁界と仮定する。この仮定が正しくなる条件を説明せよ。

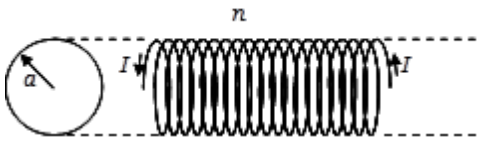
(2)　I', I''を求めよ。導出も書くこと。

(3)　図(a)において，電流Iに働く力の向きと単位長さあたりのその大きさを求めよ。導出も書くこと。また，I'，I''は使わない。



(4)　図(d)に示すように，領域Iの透磁率が$\mu 2$で電流がI''，　領域IIの透磁率が$\mu 1$で電流がI'のような状況を考える。このとき，電流I'とI''のそれぞれに働く力の向きと単位長さあたりのその大きさを求めよ。ただし，I'，I''は使わない。

3. 図のような半径a，単位長さあたりの巻数nの無限長コイルがある。

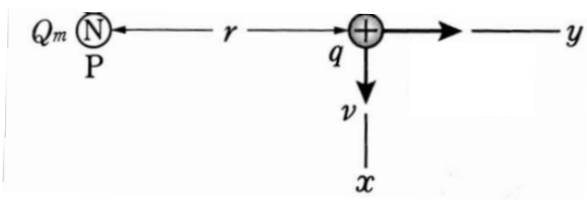


(i) この無限長コイルの単位長さあたりの自己インダクタンスLを求めよ。(I→B→ ϕ →Φ→Lの順に求める)

(ii) このコイルに電流Iを流した場合に，コイルの線間に働く軸方向の力F_1を求めよ。
(長さxでの磁気エネルギーWを求め，$F_1 = \left(\dfrac{\partial W}{\partial x}\right)_I$。ただし，$n$も$x$の関数で，$nx = N(=\text{定数})$
なので$\dfrac{\partial n}{\partial x}x + n\dfrac{\partial x}{\partial x} = 0 \quad \therefore \dfrac{\partial n}{\partial x} = -\dfrac{n}{x} \quad \left(= -\dfrac{N}{x^2}\right)$。)

(iii) 電流Iを流した場合のコイルの径方向に働く，コイル単位長さあたりの力F_2を求めよ。
($F_2 = \left(\dfrac{\partial W}{\partial a}\right)_I$)

4　次の文章の(　　)にあてはまる式あるいは言葉を書け。下向きが$+x$, 右向きが$+y$, 紙面の奥から手前へ方向が$+z$である。磁荷Q_mが距離r離れた位置でつくる磁界ベクトル$\boldsymbol{H}$は外向きで，その大きさは$\dfrac{Q_m}{4\pi\mu_0 r^2}$である。磁界ベクトル$\boldsymbol{H}$の中におかれた磁荷$Q_m$が受ける力ベクトルは$Q_m\boldsymbol{H}$である。



図のように，原点から左側の距離r離れたy軸上にQ_mがおかれており，電荷qが等速度vでx軸上を下方向に走る。距離rは十分大きく，速度vは光速に比べて小さいとする。

磁荷Q_mが原点に作る磁束密度ベクトル$\boldsymbol{B}$の方向は(　①　)であり，その大きさは(　②　)である。電荷qが原点を通るとき，うけるローレンツ力ベクトルの方向は(　③　)であり，その大きさは(　④　)である。よって磁荷Q_mがうける力ベクトルの方向は(　⑤　)(理由を説明せよ)であり，その大きさは(　⑥　)である。よって，磁荷Q_mの位置での磁界ベクトル$\boldsymbol{H}$の方向は(　⑦　)であり，その大きさは(　⑧　)である。電荷qが原点を通るとき，磁荷Q_mの位置での電束密度ベクトル$\boldsymbol{D}$の方向は(　⑨　)であり，その大きさは(　⑩　)である。磁界ベクトル$\boldsymbol{H}$は，速度ベクトル$\boldsymbol{v}$と電束密度ベクトル$\boldsymbol{D}$を用いて(　⑪　)とあらわされる。