物理学演習II　第5回　磁場中の荷電粒子　2015年10月30日　担当：佐藤 純

問題1 [**ベクトルの外積**]

下図(a)の立方体において，以下の外積ベクトルを $\vec{a}=\overrightarrow{\mathrm{OA}}$, $\vec{b}=\overrightarrow{\mathrm{OB}}$, $\vec{c}=\overrightarrow{\mathrm{OC}}$ を用いて表せ．

(1-1) $\overrightarrow{\mathrm{DB}}\times\overrightarrow{\mathrm{DA}}$　**(1-2)** $\overrightarrow{\mathrm{OA}}\times\overrightarrow{\mathrm{OC}}$　**(1-3)** $\overrightarrow{\mathrm{AD}}\times\overrightarrow{\mathrm{AE}}$　**(1-4)** $\overrightarrow{\mathrm{CE}}\times\overrightarrow{\mathrm{CA}}$　**(1-5)** $\overrightarrow{\mathrm{CG}}\times\overrightarrow{\mathrm{CE}}$

問題2 [**ローレンツ力**]

下図(b)のように，z 軸方向の一様な磁束密度 $\vec{B}=(0,0,B_z)$ の中を電荷 q が速度 $\vec{v}$ で運動しているとき，電荷が受ける力 $\vec{F}$ を求め，図中に描きこめ．

(2-1) $\vec{v}=(v_x,0,0)$　**(2-2)** $\vec{v}=(0,v_y,0)$　**(2-3)** $\vec{v}=(0,0,v_z)$

問題3 [**平行電流に働く力**]

下図(c)のように，原点を通り z 軸正方向に電流 I_1 が，$(a,0,0)$ を通り z 軸正方向に電流 I_2 が流れている．

(3-1) 電流 I_2 が点Aに作る磁場 $\vec{H}$ を求め，図中に描きこめ．

(3-2) 電流 I_1 の導線の電荷密度（単位長さの導線中にある電荷の量）を λ とするとき，図中の Δz の部分にある電荷量 q を求めよ．

(3-3) 電流 I_1 中の電荷の速度を v とするとき，電流 I_1 を λ, v で表せ．

(3-4) 問題(3-2)で求めた電荷 q が，電流 I_2 が作る磁場から受ける力 $\vec{F}$ を求め，図中に描きこめ．

(3-5) 同方向に流れる平行電流の間に働く力は，引力か，斥力か？

問題4 ⋆ [**ビオサバールの法則，直線電流が作る磁場**]

下図(c)において，(無限に長い)直線電流 I_1 が作る磁場を計算する．

(4-1) 点 $(a,0,0)$ にある磁荷 q_m が点 $(0,0,z)$ に作る磁場 $\vec{H}_0$ を求めよ．

(4-2) この磁場により，電流 I_1 の z と $z+\Delta z$ の間にある電荷が受けるローレンツ力 $\vec{F}$ を求めよ．

(4-3) 作用反作用の法則により，電流 I_1 の z と $z+\Delta z$ の間にある部分が点 $(a,0,0)$ に作る磁場 $\Delta\vec{H}$ を求めよ．

(4-4) 上の結果を積分することにより，電流 I_1 が点 $(a,0,0)$ に作る磁場 $\vec{H}$ を求め，図示せよ．

(4-5) 同様に，電流 I_1 が点 $(0,a,0)$, $(-a,0,0)$, $(0,-a,0)$ に作る磁場を求め，図示せよ．