物理学B (I類b組) 2012中間試験(岡本)

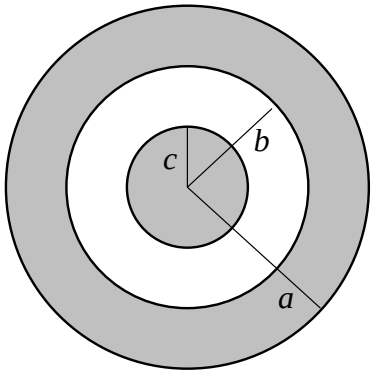
2012.11.26

◎ 解答は解答用紙に記入のこと．
◎ 適宜説明を入れること．単なる式の羅列型解答は減点されることがある．
◎ 時間制限のある試験なので「言われなくても ⋯ 」は要求しない．

【1】《(i)20 点,(ii)10 点，計 30 点》
x 軸上の $x = -a$ から $x = a$ の部分 $(a > 0)$ に電荷が一様に線密度 λ で分布している $(\lambda > 0)$.
(i) x 軸上の点 $\mathrm{P}(x, 0, 0)$ における電界を求め，グラフを描け.
(ii) $x/a \to \infty$ における電界の振舞いについて議論せよ.

【2】《各 10 点，計 30 点》
半径 a で無限に長い円柱内に軸方向の単位長さ当たり Q_1 の割合で電荷が詰まっている $(Q_1 > 0)$. 円柱の軸からの距離を r とするとき，電荷の体積密度 $\rho(r)$ は $1/r$ に比例している.
(i) 体積密度 $\rho(r)$ を求めよ.
(ii) 各部分の電界を求め，その大きさ $E(r)$ を r の関数としてグラフを描け.
(iii) 各部分の電位 $\phi(r)$ を求め，r の関数としてグラフを描け．ただし，電位の基準点は $r = R$ の点とする $(R > a)$.

【3】《(i)10 点，(ii)(iii) 各 15 点，計 40 点》
半径 c の導体球および内径が b で外径が a の導体球殻があり $(a > b > c)$，両者は同心である．内側の導体球に電荷 Q，外側の導体球殻に電荷 $2Q$ をそれぞれ与えた $(Q > 0)$.
(i) 導体球と導体球殻に与えた電荷はそれぞれどのように分布するか.
(ii) 各部分の電界を求め，その大きさを中心からの距離 r の関数としてグラフを描け.
(iii) 各部分の電位を求め，中心からの距離 r の関数としてグラフを描け.



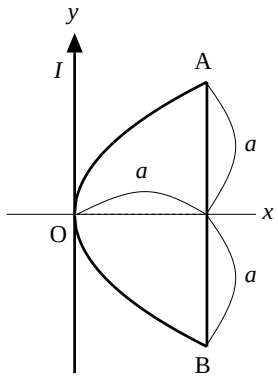
○ 答案は返却しないが，解答と採点基準を後日配布する.
○ 各自の試験点数は演習レポートに記入して通知する．演習に出ていない学生は講義時に直接岡本まで.

物理学B (I類b組) 2012期末試験(岡本)

2013.2.4

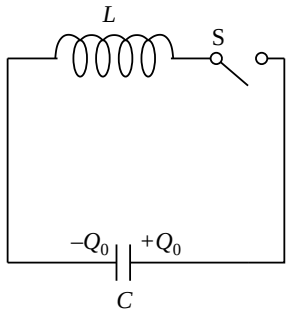
◎ 解答は解答用紙に記入のこと．
◎ 「いきなり答」は原則不可．適宜説明を入れること．また，単なる式の羅列型解答は減点されることがある．
◎ 時間制限のある試験なので「言われなくても ⋯ 」は要求しない．

【1】《各 10 点，計 40 点》



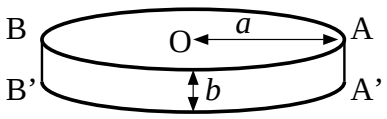
xy 平面上に図のような閉回路 AOBA がある．曲線 AOB は放物線で，頂点が原点，軸が x 軸になっている．AB は y 軸に平行な直線である．また，y 軸上を正の方向に大きさ I の電流が流れている．
(i) 電流 I が点 $\mathrm{P}(x, y, z)$ につくる磁束密度を求めよ．
(※) 導出あるいは説明が必要．
(ii) 閉回路 AOBA を貫く磁束 Φ を求めよ．
(iii) 電流を $I = bt\mathrm{e}^{-ct}$ のように時間変化させた $(b, c > 0)$．b と c の次元は何か (単位を答えてもよい)．
(iv) (iii) の電流が流れているとき，閉回路に生ずる誘導起電力 $V^{(i)}$ を求め，t の関数として図示せよ ($t > 0$ のみでよい)．ただし，誘導起電力の方向は $\mathrm{A} \to \mathrm{O} \to \mathrm{B} \to \mathrm{A}$ の向きを正とする．

【2】《各 10 点，計 30 点》



図のようにコンデンサー C とコイル L からなる回路がある．コンデンサーに電荷 Q_0 を充電しておき，$t = 0$ でスイッチ S を入れた．以後の電流は反時計回りに $I(t)$，コンデンサーの電荷は図の $+Q_0$ 側の極板に $Q(t)$ とする．
(i) $Q(t)$ を決める微分方程式はどのようになるか．$I(t)$ を含まない形で示せ．
(ii) (i) の微分方程式から初期条件を考慮して $Q(t)$ を求め，グラフの概形を描け．
(iii) コンデンサーのエネルギー $W_C(t)$ とコイルのエネルギー $W_L(t)$ を求め，それぞれのグラフの概形を描け．

【3】《(i)10 点，(ii)20 点，計 30 点》
(i) 長さが L で断面が一辺 c の正方形である一様な棒があり，電気抵抗率が ρ である．電気抵抗 R を求めよ．
(ii) 右図のような，半径 a，厚さ b の一様な円板があり，電気抵抗率は ρ である．AA' と BB' 間の電気抵抗 R を求めよ．AB は直径である．



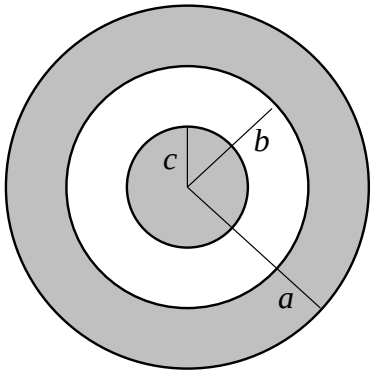
物理学B (V類-c) 2011中間試験(岡本)

2011.11.29

【1】《各10点，計30点》
x 軸上の $x=-a$ から $x=a$ の部分 $(a>0)$ に総量 Q の電荷が分布していて $(Q>0)$，その線密度 $\lambda(x)$ は原点からの距離 $|x|$ に比例している．
(i) 線密度 $\lambda(x)$ を求めよ．
(ii) y 軸上の点 $\mathrm{P}(0,y,0)$ における電界を求めよ．
(iii) (ii) の結果で $y/a\to\infty$ での振る舞いについて議論せよ．

【2】《各10点，計30点》
半径 a の球内に総量 Q の電荷が詰まっている $(Q>0)$．球の中心からの距離を r とする．電荷の体積密度 $\rho(r)$ は $r=0$ での値から r に比例して変化し $r=a$ ではゼロである．
(i) 体積密度 $\rho(r)$ を求めよ．
(ii) 各部分の電界を求め，その大きさ $E(r)$ を r の関数としてグラフを描け．
(iii) 各部分の電位 $\phi(r)$ を求め，r の関数としてグラフを描け．

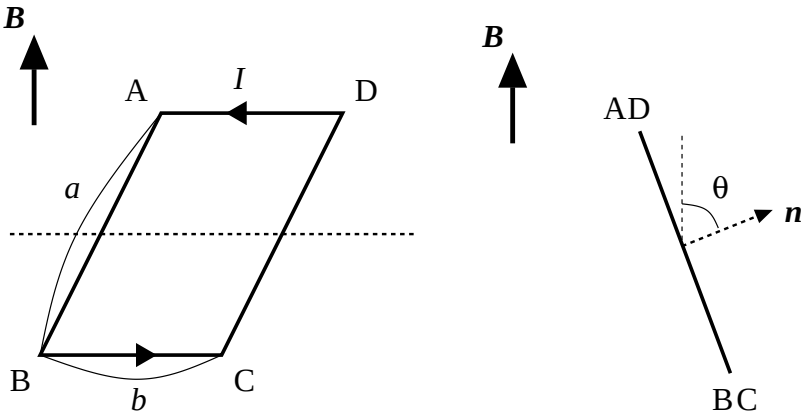
【3】《各20点，計40点》
半径 c の無限に長い円柱導体および内径が b で外径が a の無限に長い導体円筒があり $(a>b>c)$，両者は同軸である．図は軸に垂直な面での断面図である．内側の円柱導体に単位長さ当たり Q_1 の電荷を与えた $(Q_1>0)$．
(i) 各部分の電界を求め，その大きさを軸からの距離 r の関数としてグラフを描け．
(ii) 各部分の電位を求め，軸からの距離 r の関数としてグラフを描け．ただし，電位の基準点は軸より R の点とする $(R>a)$．



物理学B (V類-c) 2011期末試験(岡本)

2012.2.8

【1】《各 10 点，計 30 点》



鉛直上方を向いた一様な磁束密度 $\boldsymbol{B}$ 中で，水平な回転軸 (左図の破線) を持つ長方形のコイルに電流 I が流れている．右図はコイルの軸に沿って左側から見た図で，$\boldsymbol{n}$ はコイル面の単位法線ベクトルであり，電流の向きと右ねじ関係になるように設定している．

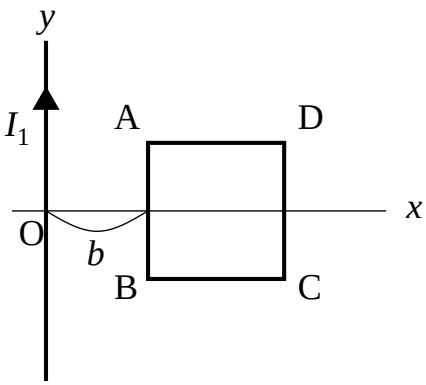
(i) 図のように $\boldsymbol{n}$ と $\boldsymbol{B}$ が角 θ をなしているとき，コイルの磁気モーメント $\boldsymbol{M}$ の大きさと方向を求めよ．

(ii) 図のように $\boldsymbol{n}$ と $\boldsymbol{B}$ が角 θ をなしているとき，コイルに働く力のモーメントの大きさと方向を求めよ．

(iii) BC の中点に質量 m のおもりをつけた．コイルの面はどのような角度 θ をなしてつりあうことになるか．

【2】《各 10 点，計 40 点》

y 軸に沿った無限に長い電流 I_1 がある．また，xy 平面上に一辺 a の正方形コイルがあり，正方形の辺 AB は y 軸に平行で y 軸から b だけ離れている．



(i) I_1 が平面上の点 $\mathrm{P}(x, y)$ につくる磁束密度を求めよ．

(ii) 正方形を貫く磁束 Φ を求めよ．

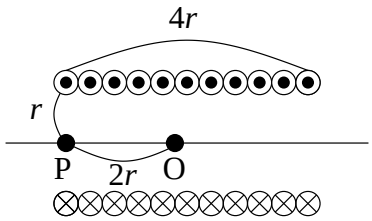
(iii) 直線電流と正方形コイルの間の相互インダクタンス M を求めよ．

(iv) 時刻 $t = 0$ から直線電流を $I = I_0 \mathrm{e}^{-\lambda t}$ のように変化させるとき ($I_0 > 0$, $\lambda > 0$)，正方形コイルに起きる誘導起電力の大きさを求め，方向も明示せよ (実際の起電力の向きを示すこと)．

【3】《(i)10 点，(ii)20 点，計 30 点》
(i) xy 平面上で原点を中心とする半径 a の円周上を反時計回りに電流 I が流れている．点 $\mathrm{P}(0,0,z)$ における磁束密度を Biot-Savart の法則

$$\Delta \boldsymbol{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{\Delta \boldsymbol{s} \times \boldsymbol{r}}{r^3} \tag{1}$$

から求めよ．
(ii) 半径 r，長さ $4r$，単位長さ当たりの巻数 n のソレイドに電流 I が流れている．ソレノイドを円形コイルが連なったものと見なして，中心軸上の O 点と P 点における磁束密度を求めよ．O 点はソレノイドの中点，P 点はソレノイドの端の点である．

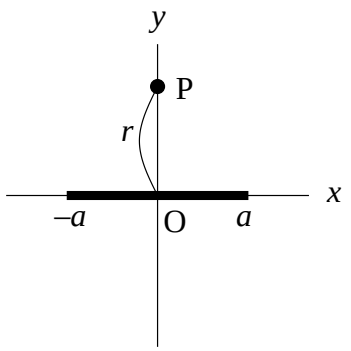


物理学 B-V-b 2010 中間試験 (岡本)

2011.10.18

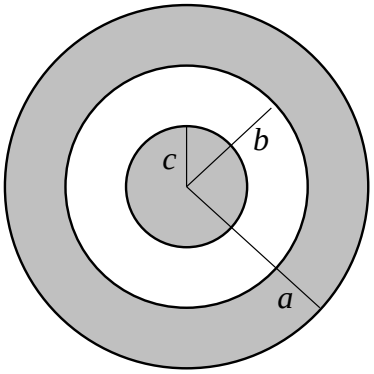
◎ 2010 年度物理 B 中間試験 (過去問) です

【1】《30 点》
図のように x 軸上の $x = -a$ から $x = a$ の部分 $(a > 0)$ に電荷が一様に線密度 λ で分布している．y 軸上で，原点Oから r だけ離れた点 P での電界を求めよ．



【2】《(i)20 点，(ii)10 点，計 30 点》
$(0, 0, l/2)$ に電荷 $q > 0$ が，$(0, 0, -l/2)$ に電荷 $-q$ が，それぞれ置かれている $(l > 0)$．
(i) z 軸上の点 $(0, 0, z)$，および xy 平面上で原点より距離 r だけ離れた点での電界を求めよ．またそれらを z あるいは r の関数として図示せよ．
(ii) 上の電界は原点から十分遠い場所ではどのように振る舞うか．

【3】《各 20 点，計 40 点》
半径 c の球状導体および内径が b で外径が a の導体球殻があり $(a > b > c)$，両者は同心である．内側の球状導体に正の電荷 Q を与えた．
(i) 各部分の電界を求め，その大きさを中心からの距離 r の関数として図示せよ．
(ii) 各部分の電位を求め，中心からの距離 r の関数として図示せよ．

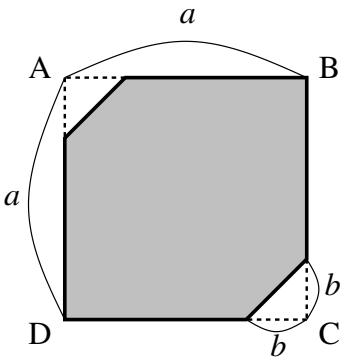


物理学B 2010年期末試験過去問(岡本)

2011.12.4

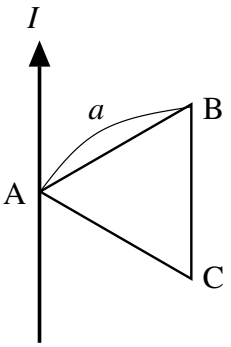
【1】《各10点，計30点》
半径 a の円柱と半径 b の円筒 (厚さは無視する) があり ($a < b$)，両者は同軸である．長さは共に l であり，$l \gg a, b$ とする．円柱内部には総量 Q の電荷が一様に分布しており，円筒には総量 $-Q$ の電荷が一様に分布している．
(i) 電界を求め，その大きさを軸からの距離の関数としてグラフを描け.
(ii) 電位を求め，軸からの距離の関数としてグラフを描け.
(iii) 静電エネルギーを求めよ.

【2】《各10点，計30点》



(i) 断面が $0.5\,[\mathrm{mm}] \times 1\,[\mathrm{mm}]$ で長さが $2[\mathrm{m}]$ の銅線に $1[\mathrm{A}]$ の電流を流した．電流密度を求めよ.
(ii) (i) で，銅の電気抵抗率を $1.7 \times 10^{-8}\,[\Omega\mathrm{m}]$ として，導線両端間の電位差を求めよ.
(iii) 1辺が a で厚さが d の正方形の導体板 ABCD − A′B′C′D′ から2箇所の角を落としたものがある．右図は板を真上から見たところで，頂点A(切り落としてしまっている) の下面の頂点が A′ である．左上と右下は同じように切り落としてある．この導体の電気抵抗率を ρ とするとき，AA′ に近い左上の斜めの面と CC′ に近い右下の斜めの面との間の電気抵抗を求めよ.
(※) (iii) は (i)(ii) とは独立した問題である.

【3】《各10点，計40点》
無限に長い直線電流 I と同一平面内に1辺 a の正三角形コイル ABC が図のように置かれている．辺 BC は電流と平行である.



(i) 直線電流 I の作る磁束密度を求めよ.
(ii) 正三角形コイルを貫く磁束を求めよ.
(iii) 図の直線導線と正三角形コイルの間の相互インダクタンス M を求めよ.
(iv) 直線導線に流れる電流が交流電流 $I = I_0 \sin \omega t$ であるとき，コイルに生ずる誘導起電力はどのようになるか．ただし，コイル自身の誘導電流の作る磁界は無視するものとする.