平成 28 年度後期試験（基礎物理Ⅱa）問題

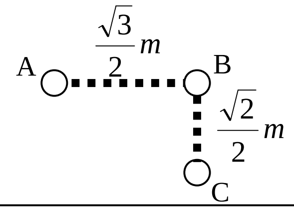
学科名（　　　　　）学籍番号（　　　　　　）氏名（　　　　　　　　　　　　　　）

以下の問題文中で、$\boxed{}$には適当な語句、式等を記入し、｛　　　　　｝の語句のうちで正しいものを○で囲め。

1. 同量の電荷をもつ三個の球が右図のように配置されている。A が B に 3.0×10^{-6}N の力を及ぼす。

   (a) C が B に及ぼす力はいくらか。

   (b) B に働く全体の力の大きさはいくらか。有効数字２桁で答えよ。



(a)	(b)

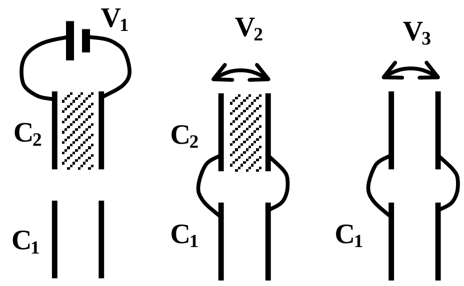
2. 半径 R(m)の球の表面に単位面積当たり σ (C/m²)の電荷が一様に分布しているとき、中心から r(m)の位置の電場を $E(r)$ とする。$E(r)$を半径 r の球面にガウスの法則を適用して計算する。

   (a) 電場に関するガウスの法則を、数式を用いて書け。但し、数式中の文字については何を表しているのか、定義を記すこと。

   (b) 半径 r の球面における電場の向きは面に対し、｛　平行　・　垂直　｝であり、表面積は$\boxed{}$であるので、球面を通り抜ける全電気力線束は、$\boxed{}$と表される。この球面内の全電荷は $r>R$ のときは$\boxed{}$、$r<R$ のときは$\boxed{}$であるので、ガウスの法則より、$E(r)$は $r>R$ のときは$\boxed{}$、$r<R$ のときは$\boxed{}$となる。

3. (a) C_1 と C_2 は同じ形で同じ大きさのキャパシターとし、C_2 には誘電体の板がはさんである．C_2 を充電しその電位差 V_1 を測る。次に電池をはずしてから C_1 と C_2 を並列につないで共通の電位差 V_2 を測る。誘電体の比誘電率ε_r を V_1, V_2 で表せ。

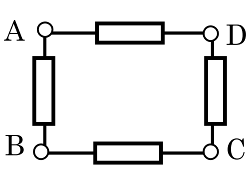
   (b) そのままで誘電体を抜いたときの電位差 V_3 をε_r, V_1 で表せ。



(a)	(b)

4. 誘電体内部の分子は電場 E 中では正電荷$+q$ と負電荷$-q$ が距離 d だけ離れた状態となる。このとき$\boxed{}$モーメント $\vec{p}$ の大きさは qd で表され、分極の大きさ P は単位体積に含まれる分子数を N として、$\boxed{}$で表される。また、誘電体の表面に誘起される分極電荷の面密度 σ_p は｛　P　・　NP　・　dP　｝に等しい。また、真空の誘電率を ε_0 として、電束密度 D, E, P との間には、$\boxed{}$という関係が成り立つ。全電荷を自由電荷と分極電荷に分類すると、電束線が発生、消滅するのは｛　全　・　自由　・　分極　｝電荷であり、電気力線が発生、消滅するのは｛　全　・　自由　・　分極　｝電荷である。一方、磁場の場合には、磁場（磁束密度）B が電流により作られることを考慮して B に関するガウスの法則を数式で表すと、$\boxed{}$となる。

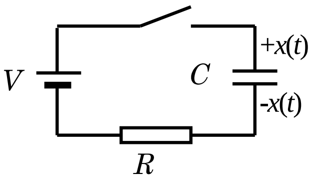
5. 10Ωの抵抗４本を下図のように接続する。AB 間、AC 間の合成抵抗を求めよ。



答 AB 間	AC 間

学科名（　　　　　　）学籍番号（　　　　　　　）氏名（　　　　　　　　　　　　　　　　　）

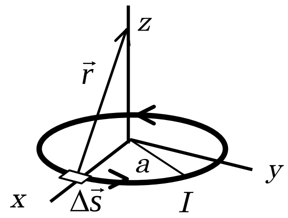
6. 右図のように電池、電気抵抗、キャパシターを組み合わせた回路で、最初(t=0)キャパシターには電荷は蓄えられていないものとする。時刻 t における電荷 $x(t)$の従う微分方程式は $R\dfrac{dx(t)}{dt}+\dfrac{x(t)}{C}=V$ である。



この方程式の解は、$x(t)=A\{1-\exp(\lambda t)\}$ （但し A, λ は定数）の形で表され、これを微分方程式に代入した式 $\boxed{\quad}$ が t によらず成り立つことより、$\lambda=$ $\boxed{\quad}$ $A=$ $\boxed{\quad}$ と求まる。

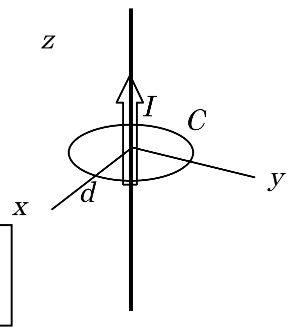
授業中の実験も思い出して、$x(t)$のグラフを実線で描け。また、R を２倍にした場合のグラフを点線で描け。

7. xy 面上の半径 a の円形導線中を電流 I が図のように左回りに流れている。円形導線の x 軸上の点$(a,0,0)$にある微小部分Δs が z 軸上の点$(0, 0, z)$に作る磁場は、ビオ・サバールの法則により、$\Delta\vec{B}=\dfrac{\mu_0 I\Delta\vec{s}\times\vec{r}}{4\pi r^3}$ で表される。$\Delta\vec{s}=(0,\ \Delta s, 0)$ で $\vec{r}=(-a, 0, z)$より、$\Delta\vec{B}$ の大きさ$|\Delta\vec{B}|$は $\boxed{\quad}$ となる。また、$\Delta\vec{B}$ は $\vec{r}$ に垂直な方向を向いているが、導線の各部分の作る $\Delta\vec{B}$ を足し合わせると z 軸方向の成分のみが残るので、先に求めた$|\Delta\vec{B}|$に $\boxed{\quad}$ をかけたものを足し合わせればよい。Δs を足し合わせると長さ $\boxed{\quad}$ の円周となるので、円形電流が点$(0, 0, z)$に作る磁場は大きさ $\boxed{\quad}$ を持ち、方向は z 軸の｛　正　・　負　｝の方向を向いていることが分かる。



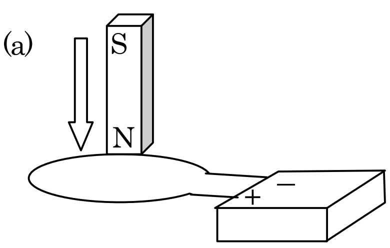
8. 磁場 $\vec{B}$ の中を速度 $\vec{v}$ で運動する電荷 q の荷電粒子に働く力 $\vec{F}$ を外積を用いて表すと、$\vec{F}=$ $\boxed{\quad}$ となる。この電磁気力は $\boxed{\quad}$ 力と呼ばれる。例えば磁場 B が z 軸方向を向き、速度 $\vec{v}$ が最初 x 軸方向を向いているとき、即ち $\vec{B}=(0,0,B)$ 、$\vec{v}=(v,0,0)$ と表されるとき、最初に力の向きは｛　x　・　y　・　z　｝軸の｛　正　・　負　｝の方向を向いており、その後粒子は $\boxed{\quad}$ の形の軌道を描くことになる。また、もし粒子の速度に z 軸方向の成分もある場合（$\vec{v}=(v,0,v')$）には、$\boxed{\quad}$ の形の軌道を描く。

9. 電流 I が z 軸上$-\infty$から∞まで存在する電線中を z 軸の正方向に流れている。この時、電流が x 軸上の点$(d, 0, 0)$に作る磁場 B は、｛　x　・　y　・　z　｝軸の｛　正　・　負　｝の方向を向いており、その大きさは真空の透磁率をμ_0として $\boxed{\quad}$ で表される。また、図のような半径 d の円周 C 上で線積分 $\oint_C Bds$ を計算すると $\boxed{\quad}$ となる。この結果は電流とそれの作る磁場の間で一般的に成り立ち、$\boxed{\quad}$ の法則と呼ばれている。



10. 下図のように電線で作ったループを電圧計につなげた回路がある。電圧計は図の＋端子の電位が－端子の電位より高いときに、正の電圧値を指示する。(a)図のように磁石の N 極が近づくときは電圧は｛　正　・　負　｝であり、(b)図のように磁石の S 極が遠ざかるときには、電圧は｛　正　・　負　｝となる。

(a)



(b)