

2018 一般物理学  
練習問題  
電磁気学

## 例題-01

陽子と電子が  $1 \times 10^{-8}$  [m] 離れた位置にある。

このときの電子と陽子に作用するクーロン力の大きさ  $|F|$  を計算し、引力か斥力かを答えよ。

但し、電子の電荷を  $1.6 \times 10^{-19}$  [C]、クーロン定数を  $9.0 \times 10^9$  [N·m<sup>2</sup>/C<sup>2</sup>] とする。

## 例題-02

ヘリウムの原子核は2個の陽子と2個の中性子で構成され、大きさは約  $2 \times 10^{-15}$  [m] である。

ヘリウムの原子核内の陽子に作用しているクーロン力を求めよ。

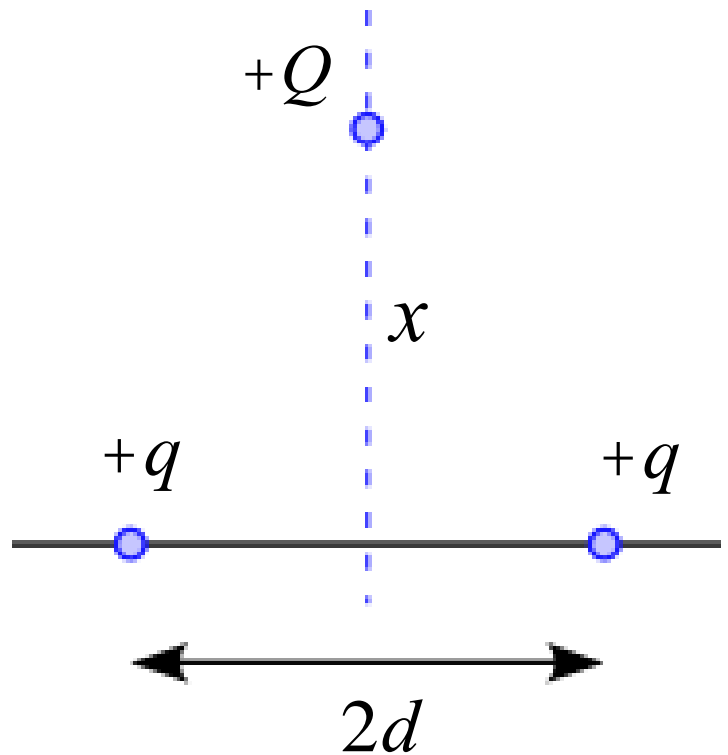
但し、電子の電荷を  $1.6 \times 10^{-19}$  [C]

クーロン定数を  $9.0 \times 10^9$  [N·m<sup>2</sup>/C<sup>2</sup>] とする。

### 例題-03

図のように、正の電気量  $+q$  をもつ2つの点電荷を距離  $2d$  離して固定する

この2つの点電荷を結ぶ線分の垂直二等分線上に  $+Q$  の点電荷を置くとき、この点電荷が受ける力が最も大きくなる場所  $x$  を考える。以下の問いに答えよ。



(1) 点電荷  $+Q$  が2個の点電荷から受ける力を図に書き込め。

(2) この2つの点電荷のうち1つから受ける力  $f$  を求めよ

(3) この2つの点電荷から受ける力  $F$  を求めよ

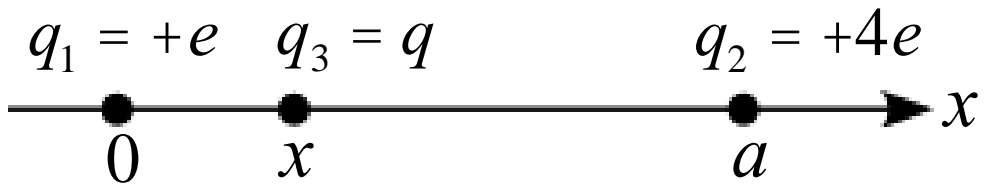
(4) この力  $F$  が最も大きくなる場所  $x$  はどこか求めよ。

## 例題-04

2つの電荷が  $x$  軸上に置かれている。

電荷1:  $x = 0, q_1 = +e$

電荷2:  $x = a, q_2 = +4e$

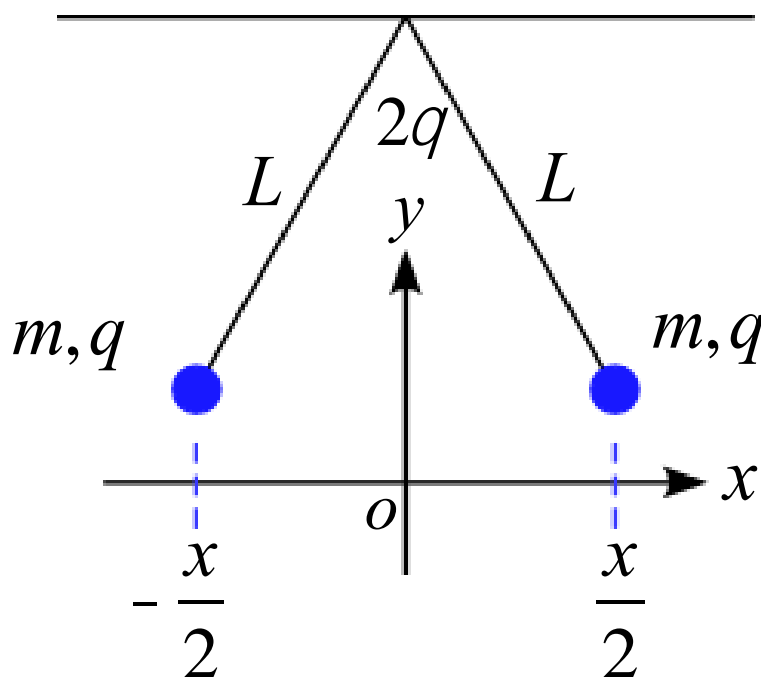


- (1) 電荷3 ( $q_3 = q$ ) を  $x$  軸上  $0 < x < a$  に置いたとき、電荷3が受ける力を求めよ。
- (2) 電荷3の電荷1と電荷2から受ける力がゼロになる場所を求めよ。
- (3) 3つの電荷の受ける力をゼロにするための電荷3の電気量を求めよ。

### 例題-05

質量  $m$ 、電荷  $q$  をもつ十分に小さな球が、長さ  $L$  の糸で吊るされて静止している。2つの球の間隔  $x$  はいくらか求めよ。

但し、角度  $\theta$  は十分に小さいとする。



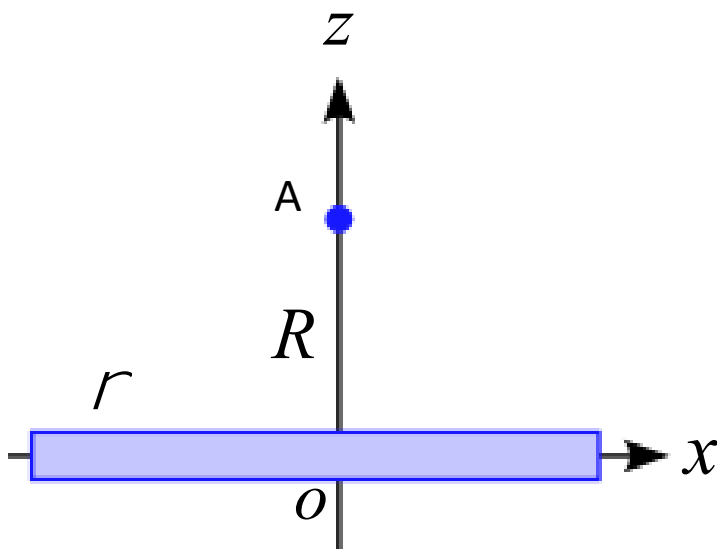
## 例題-06

単位長さあたりの電気量(線密度)が  $\lambda$  である無限に長い直線状の電荷がある。但し、線の太さは無視できるものとする。

(1) 直線から距離  $R$  にある点Aでの電場の大きさを求めよ。

(2) 直線から距離  $R_1$  と  $R_2$  の点での電位差を求めよ。

注) クーロンの法則を用いて計算すること



## 例題-07

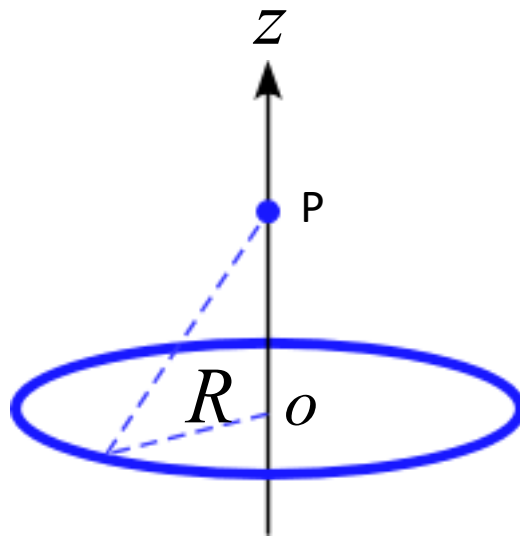
図のような  $Z$  軸を中心軸にもつ半径  $R$  のリング状の電荷がある。単位長さあたりの電荷量(線密度)が  $\lambda$  である場合、次の問いに答えよ。

(1)  $OP$  の距離を  $Z$  とすると、点  $P$  での電場の大きさを求めよ。

(2)  $OP$  の距離を  $Z$  とすると、点  $P$  での電位の大きさを求めよ。

但し、電位の基準は無限遠とする。

注) クーロンの法則を用いて計算すること



## 例題-08

無限に広い平面がある。

この平面上に面密度  $S$  で一様に電荷が分布しているとする。

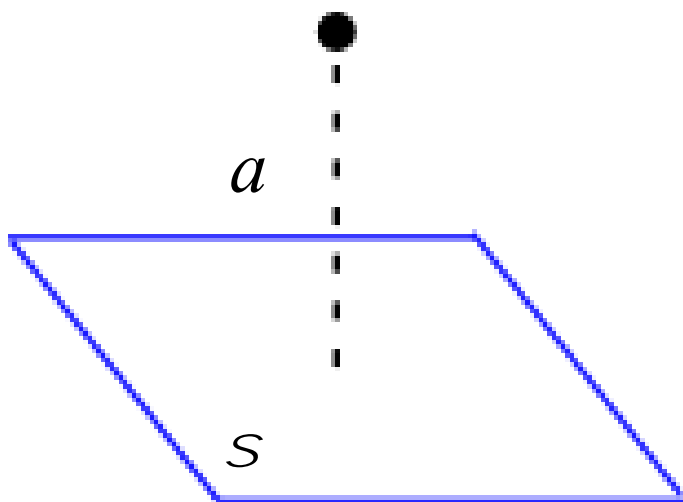
真空誘電率は  $\epsilon_0$  として以下の問いに答えよ。

(1) 平面から距離  $a$  にある点での電場の大きさを求めよ。

(2) 平面から距離  $a$  にある点での電位の大きさを求めよ。

但し、電位の基準は平面とする。

注) クーロンの法則を用いて計算すること





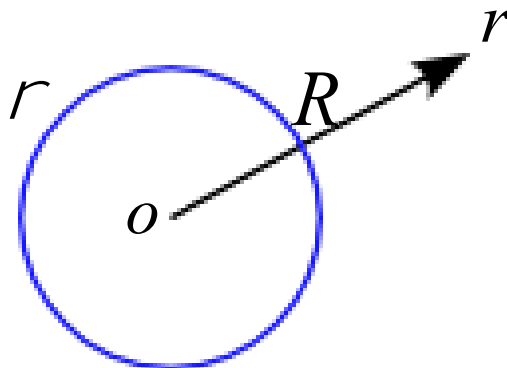
## 例題-09

図のように、半径  $R$  の球の内部に単位体積あたり電気量  $\rho (> 0)$  の荷電粒子が一様に分布しているとする。

以下の問に答えよ。

- (1) この球の中心から距離  $r (\geq R)$  での電場の大きさ  $E(r)$  を求めよ。
- (2) この球の中心から距離  $r (< R)$  での電場の大きさ  $E(r)$  を求めよ。
- (3) 球の内外につくる静電場を距離  $r$  の関数としてグラフを書け。

注) ガウスの法則を用いて計算すること



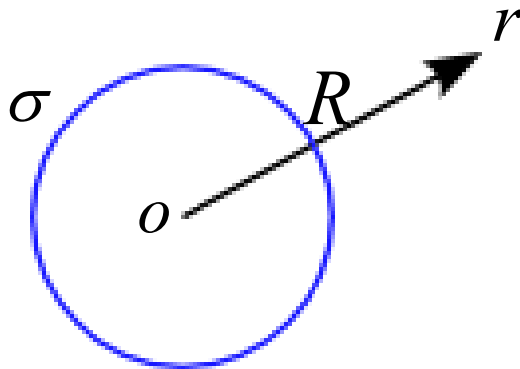
## 例題-10

図のように、半径  $R$  の球の内部に単位面積あたり電気量  $\sigma (> 0)$  の荷電粒子が一様に分布しているとする。

以下の問に答えよ。

- (1) この球の中心から距離  $r (\geq R)$  での電場の大きさ  $E(r)$  を求めよ。
- (2) この球の中心から距離  $r (< R)$  での電場の大きさ  $E(r)$  を求めよ。
- (3) 球の内外につくる静電場を距離  $r$  の関数としてグラフを書け。

注) ガウスの法則を用いて計算すること



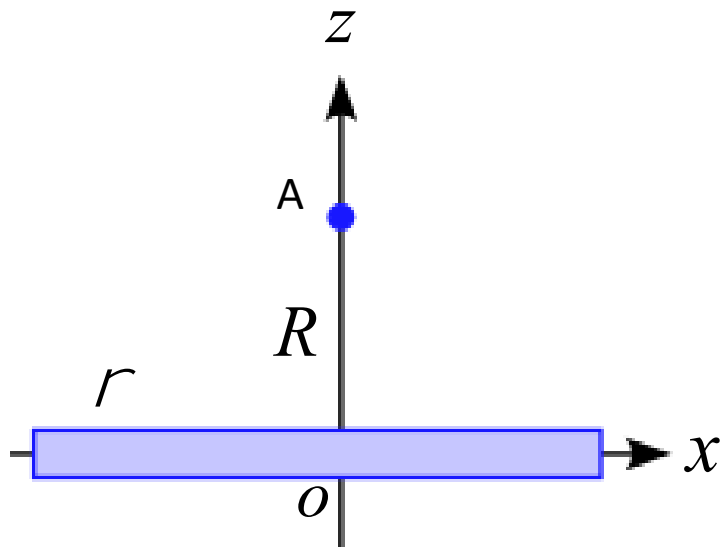
### 例題-11

単位長さあたりの電気量(線密度)が  $\lambda$  である無限に長い直線上の電荷がある。

直線から距離  $R$  にある点Aでの電場の大きさを求めよ。

但し、線の太さは無視できるものとする。

注) ガウスの法則を用いて計算すること



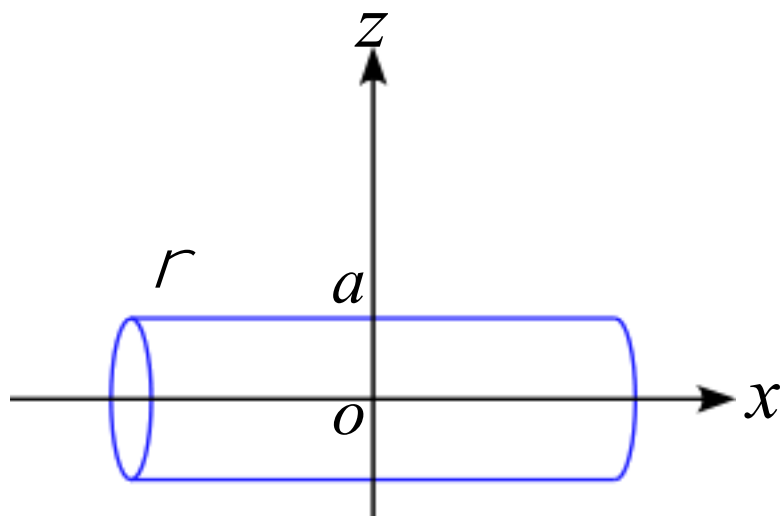
## 例題-12

図のような半径  $a$  の無限に長い円筒の表面に単位長さ当たり  $\rho$  の電荷量が一様に分布している。

(1) 円筒の外側  $z(\geq a)$  に生ずる電場を求めよ。

(2) 円筒の内側  $z(< a)$  に生ずる電場を求めよ。

注) ガウスの法則を用いて計算すること



### 例題-13

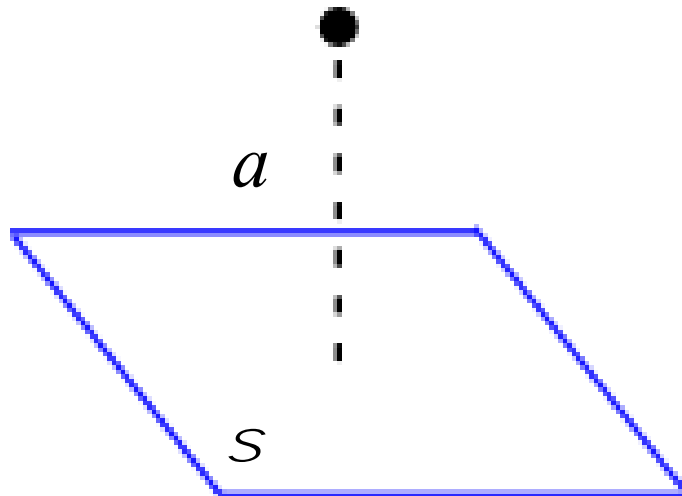
無限に広い平面がある。

この平面上に面密度  $S$  で一様に電荷が分布しているとする。

この平面から距離  $a$  だけ離れた点での電場の大きさを求めよ。

但し、真空誘電率は  $\epsilon_0$  とする。

(ガウスの法則を使って計算せよ。)



## 例題-14

半径  $1$  [mm] の断面をもつ導線がある。

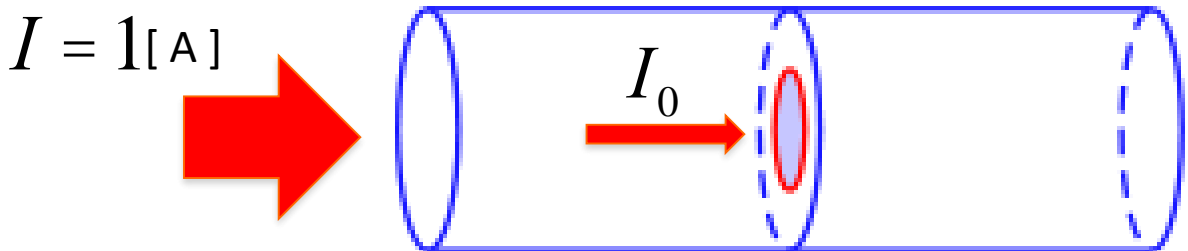
この導線に  $1$  [A] の電流が流れている。

以下の問に答えよ。

但し、電流密度は一様として考えてよいものとする。

(1) 電流密度の大きさ  $j$  を求めよ。

(2) 導線の半径  $0.5$  [mm] の内側で流れる電流の大きさ  $I_0$  を求めよ。



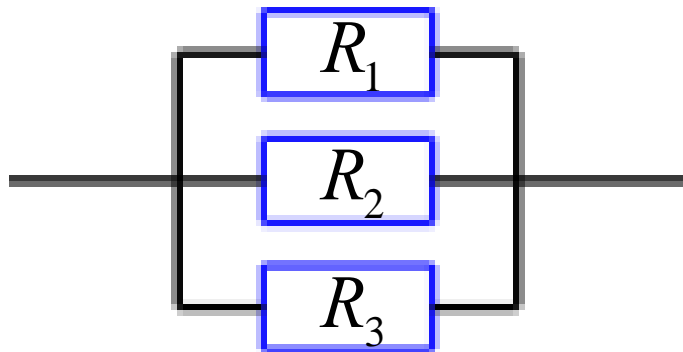
## 例題-15

抵抗  $R_1, R_2, R_3$  がある。

(1) 3つの抵抗が並列につながれたときの合成抵抗  $R$ が

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

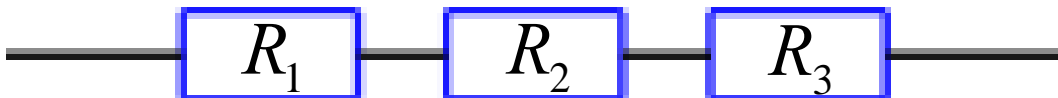
であることを示せ。



(2) 3つの抵抗が直列につながれたときの合成抵抗  $R$ が

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

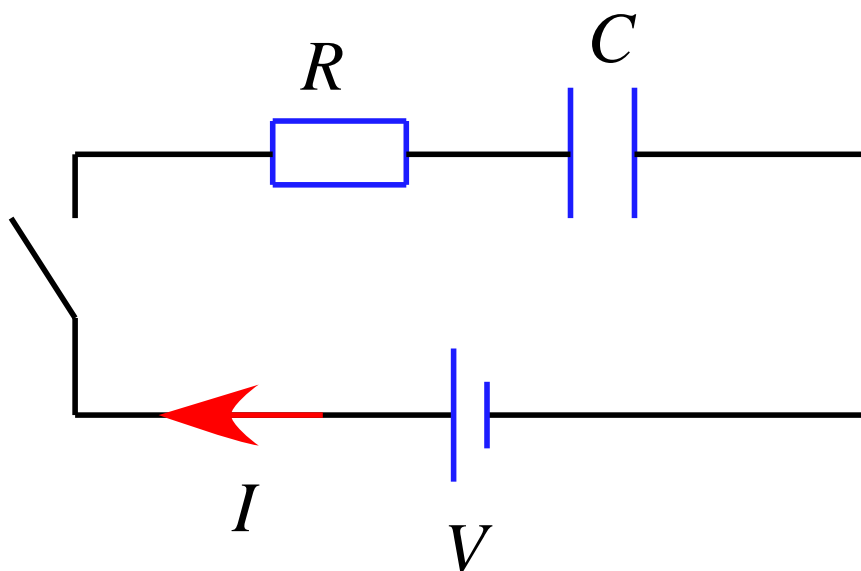
であることを示せ。



## 例題-16

次のRC回路を考える。スイッチを入れる前にはコンデンサーに電荷は蓄えられていないものとする。

スイッチを入れた時刻を  $t = 0$  として、以下の問に答えよ。



(1) 回路方程式を記述せよ。

ある時刻  $t$  におけるコンデンサーの電荷を  $Q(t)$  としてよい。

(2) 図の向きを正として、 $t = 0$  における電流の値を求めよ。

(3) 十分に時間が経った後のコンデンサーの電荷  $Q$  の値を求めよ。

(4)  $Q - t$  グラフを描け。

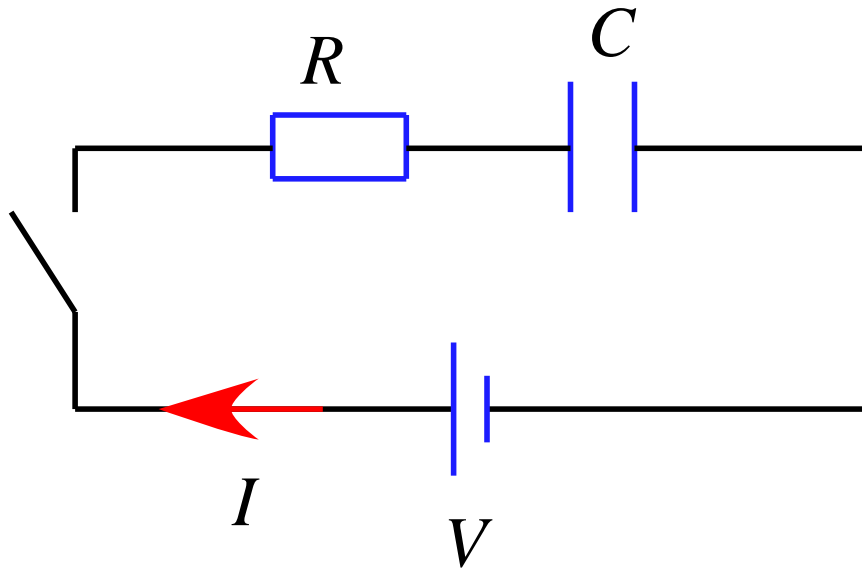
また、 $Q - t$  グラフの原点での傾きを記述せよ。



### 例題-17

次のRC回路を考える。スイッチを入れる前にはコンデンサーに電荷が  $Q(0) = 2CV$  蓄えられているとする。

スイッチを入れた時刻を  $t = 0$  として、以下の問に答えよ。



(1) 回路方程式を記述せよ。

ある時刻  $t$  におけるコンデンサーの電荷を  $Q(t)$  としてよい。

(2) 図の向きを正として、 $t = 0$  における電流の値を求めよ。

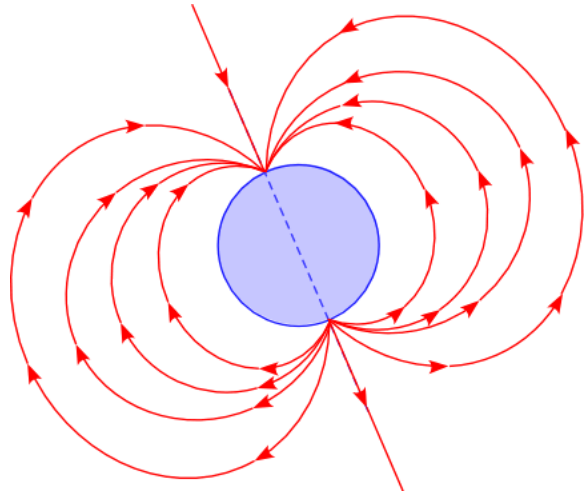
(3) 十分に時間が経った後のコンデンサーの電荷  $Q$  の値を求めよ。

(4)  $Q - t$  グラフを描け。

また、 $Q - t$  グラフの原点での傾きを記述せよ。

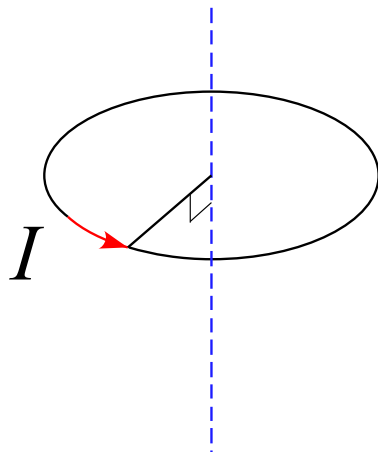
### 例題-18

図は地球の磁力線を表したものである。  
北極の極性を答えよ。



### 例題-19

図のような円形電流がある。  
反時計回りの方向に電流を流した場合、中心軸にできる磁場の向きを矢印で図に記述せよ。



## 例題-20

図はU字磁石の一部である。

この磁石の間に導線を設置し、電流を図の矢印の向きに流したところ、太い矢印の方向に力が作用した。

(1) 磁石の極性をそれぞれ図に書き込め。

(2) 磁場の向きを図に書き込め。

