

2019 基礎物理学
練習問題
電磁気学

例題-01

陽子と電子が 1×10^{-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 1.6×10^{-19} [C]、クーロン定数を 9.0×10^9 [N·m²/C²] 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 2×10^{-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。

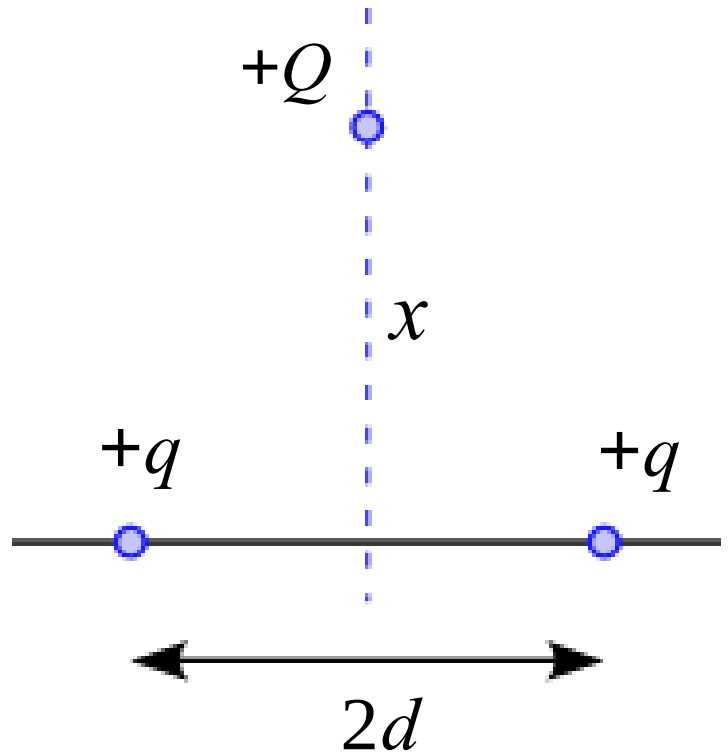
但し、電子の電荷を 1.6×10^{-19} [C]

クーロン定数を 9.0×10^9 [N·m²/C²] 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。



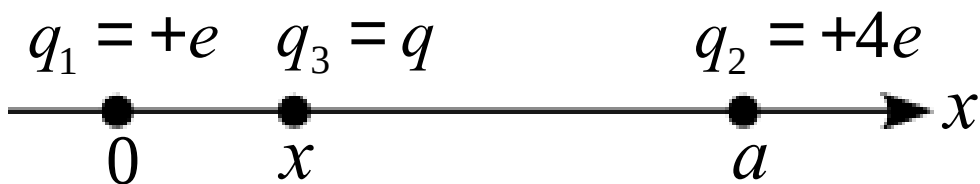
- (1) 点電荷 $+Q$ が2個の点電荷から受ける力を図に書き込め。
- (2) この2つの点電荷のうち1つから受ける力 f を求めよ
- (3) この2つの点電荷から受ける力 F を求めよ
- (4) この力 F が最も大きくなる場所 x はどこか求めよ。

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: $x = a, q_2 = +4e$

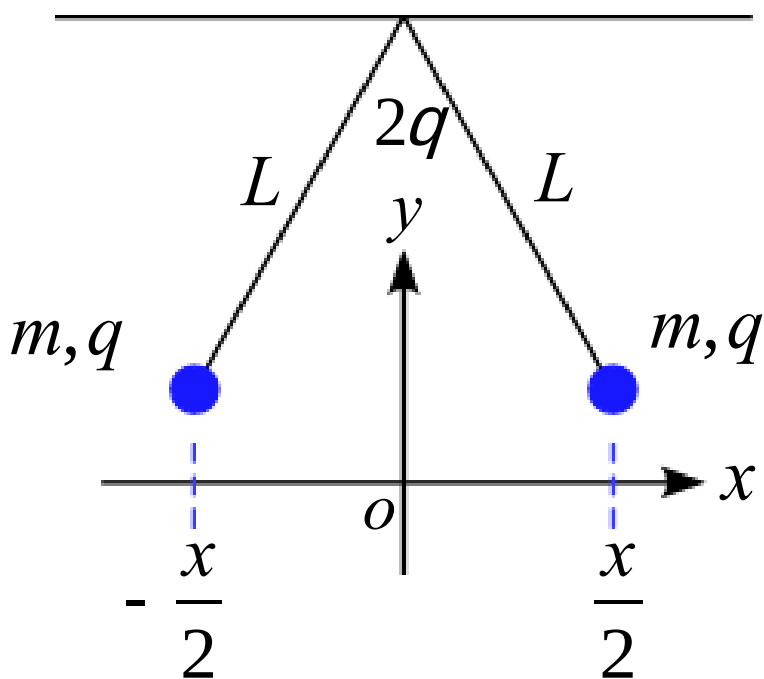


- (1) 電荷3 ($q_3 = q$) を x 軸上 $0 < x < a$ に置いたとき、電荷3が受ける力を求めよ。
- (2) 電荷3の電荷1と電荷2から受ける力がゼロになる場所を求めよ。
- (3) 3つの電荷の受ける力をゼロにするための電荷3の電気量を求めよ。

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 θ は十分に小さいとする。



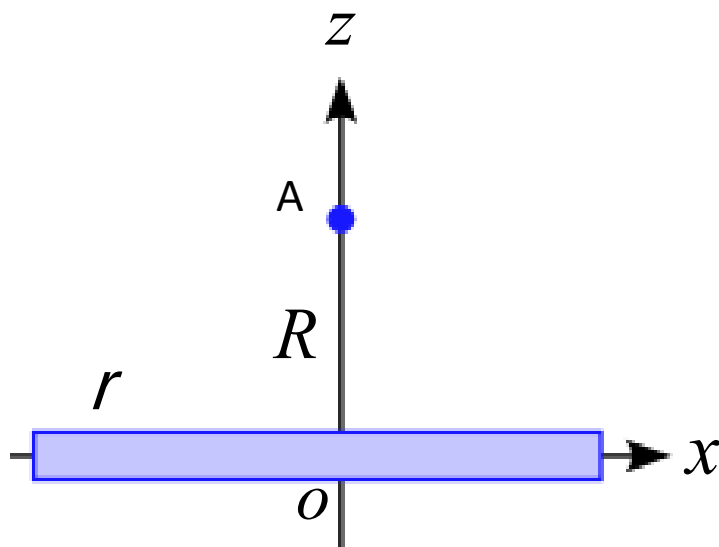
例題-06

単位長さあたりの電気量(線密度)が λ 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

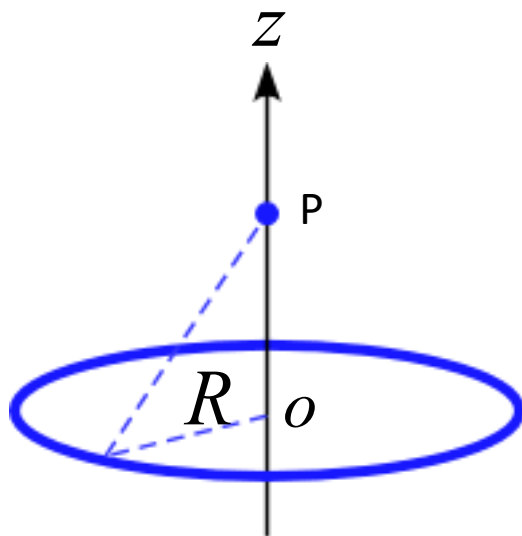
図のような z 軸を中心軸にもつ半径 R のリング状の電荷がある。単位長さあたりの電荷量(線密度)が λ である場合、次の問いに答えよ。

(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。

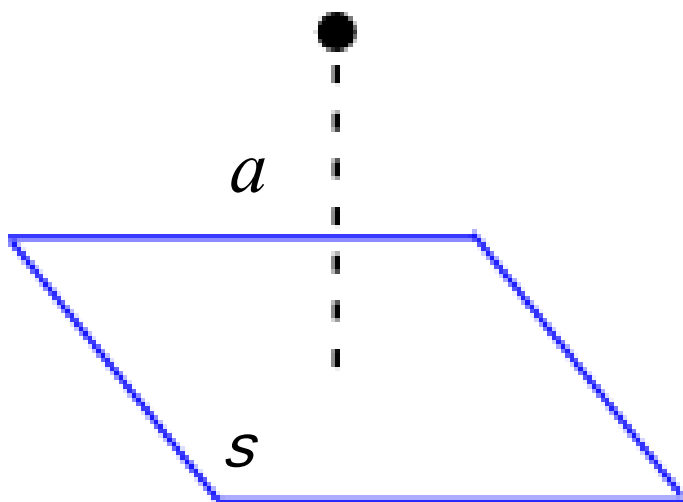
真空誘電率は ϵ_0 として以下の問いに答えよ。

(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



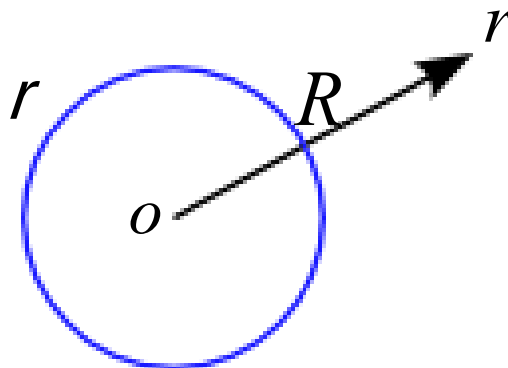
例題-09

図のように、半径 R の球の内部に単位体積あたり電気量 $r(>0)$ 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



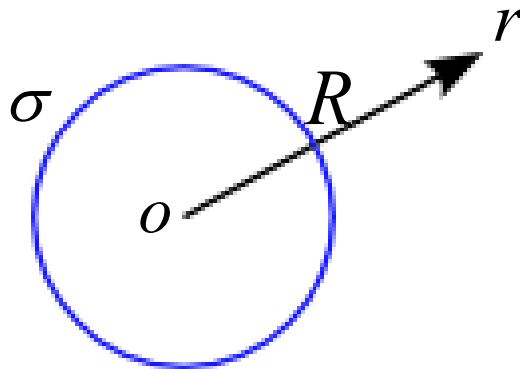
例題-10

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



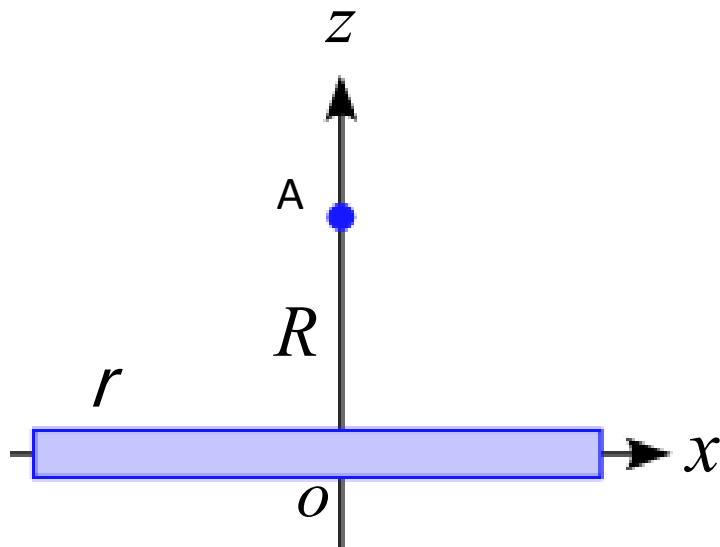
例題-11

単位長さあたりの電気量(線密度)が λ 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

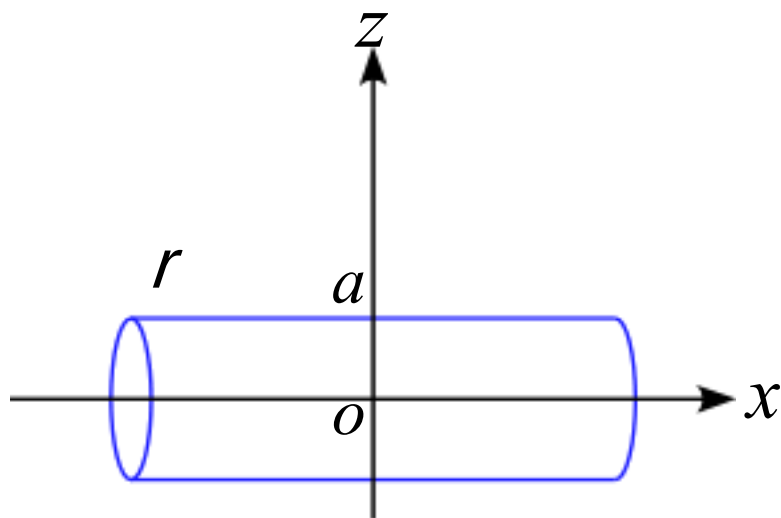


例題-12

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 ρ の電荷量が一様に分布している。

- (1) 円筒の外側 $r(\geq a)$ に生ずる電場を求めよ。
- (2) 円筒の内側 $r(< a)$ 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

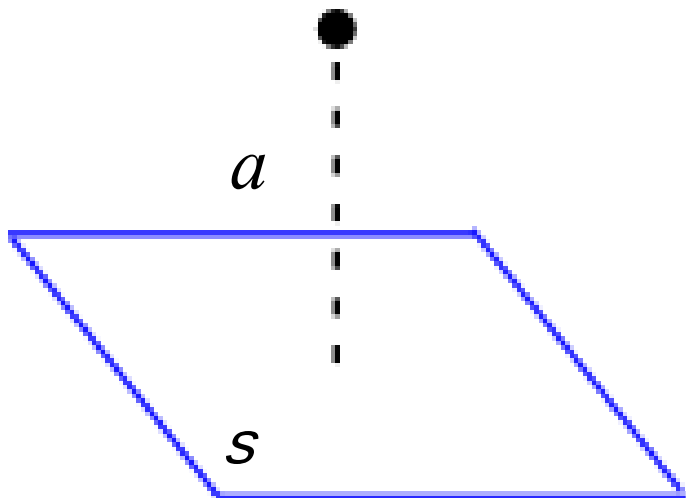
無限に広い平面がある。

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 ϵ_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。

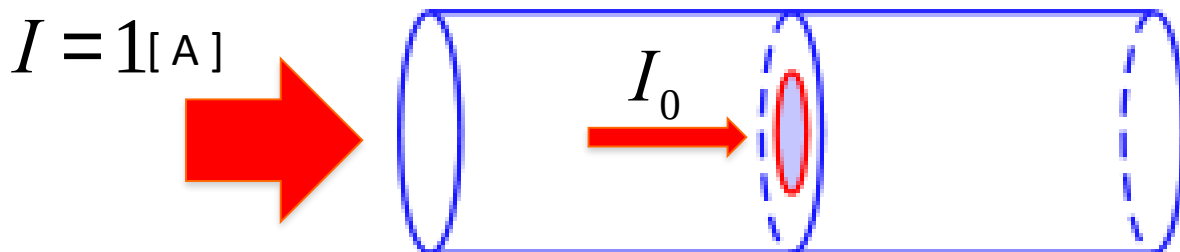
この導線に 1 [A] の電流が流れている。

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。



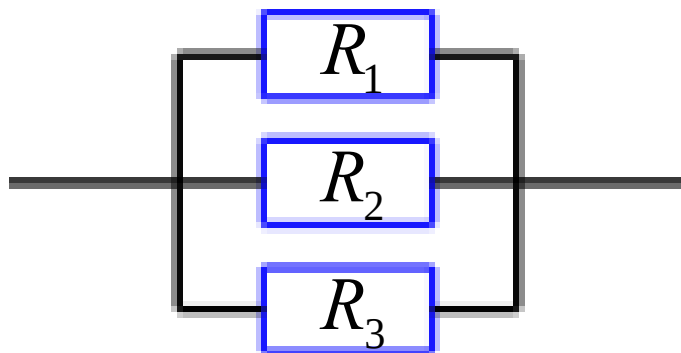
例題-15

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

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

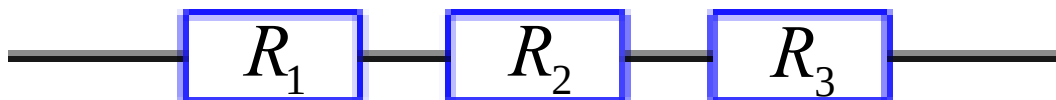
であることを示せ。



(2) 3つの抵抗が直列につながれたときの合成抵抗 R が

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

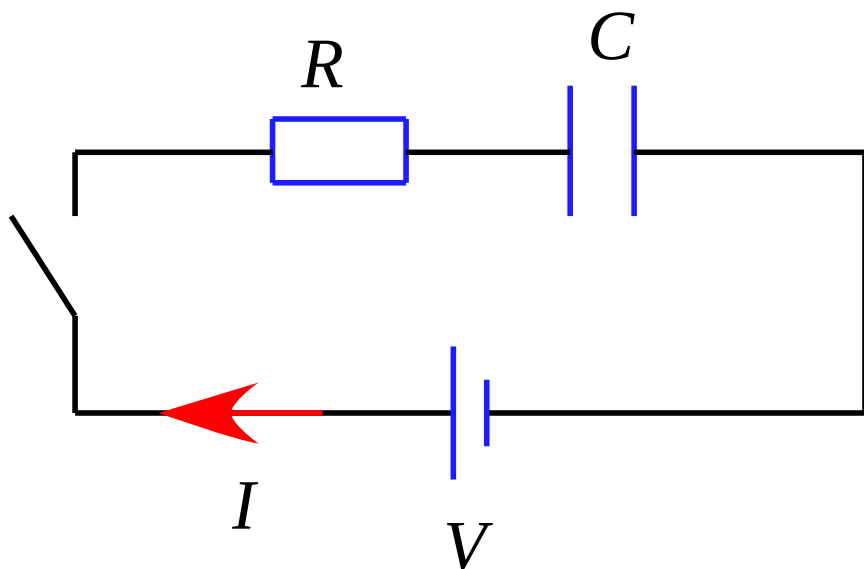
であることを示せ。



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。

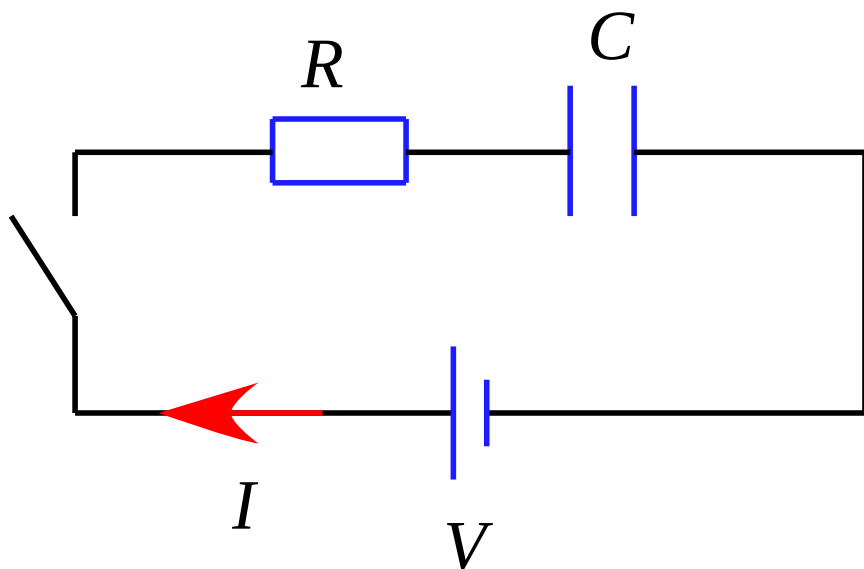
(4) $Q - t$ グラフを描け。

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。

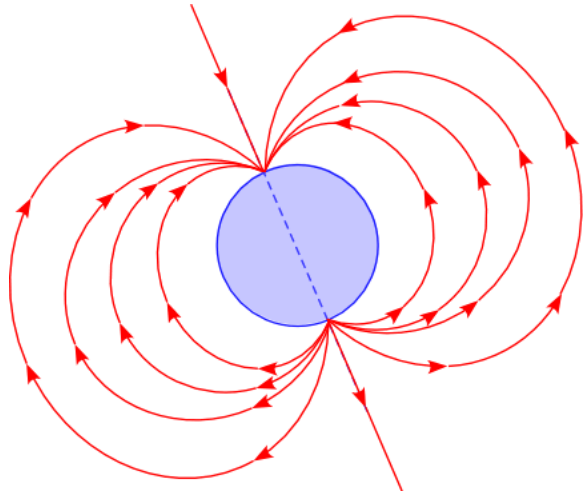
(4) $Q - t$ グラフを描け。

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。

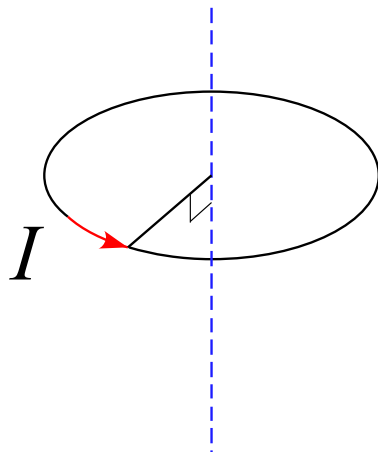
北極の極性を答えよ。



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。

