教養の物理 問題集2015

～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が引きあう力の大きさを求めよ。

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-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ていて、

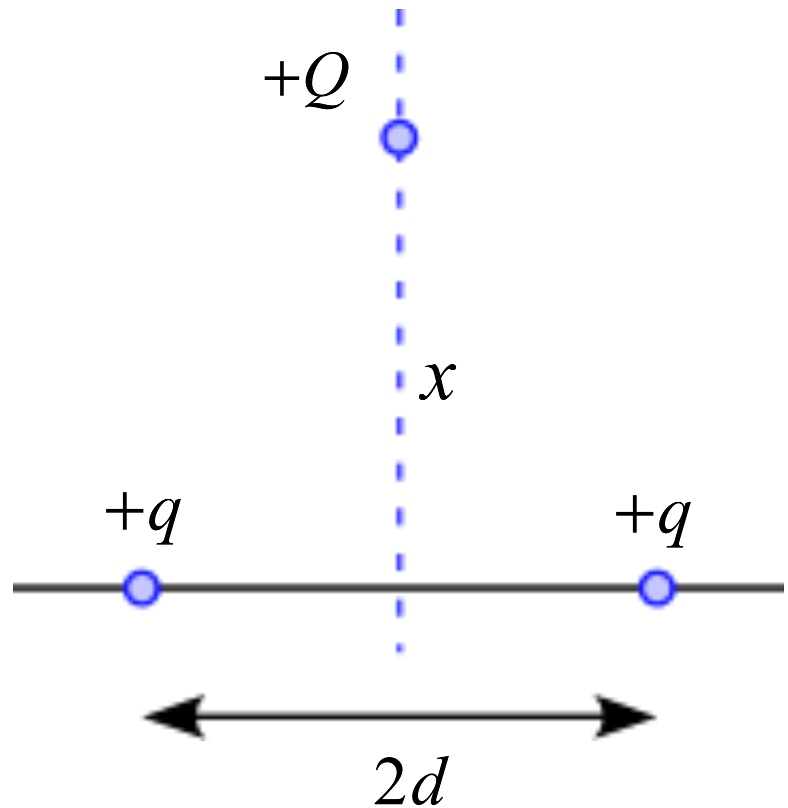
大きさは約 2×10^{-15} [m] である。

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

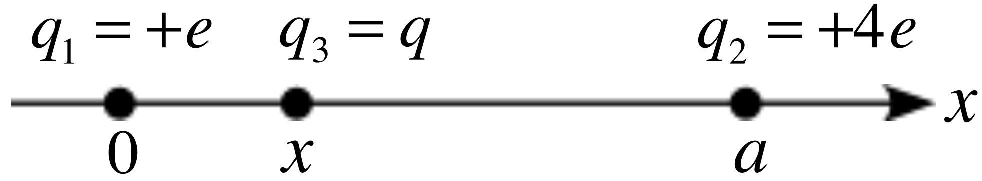
4. この力 F が最も大きくなる場所 x はどこか求めよ。

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



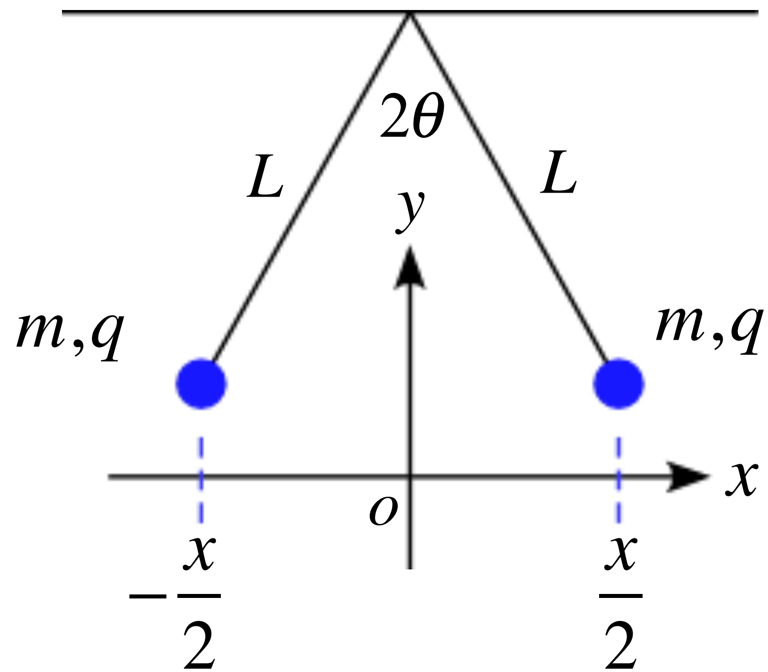
(1) 電荷3 ($q_3=q$)をx 軸上 $0<x<a$ に置いたとき、電荷3が受ける力を求めよ。

(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。

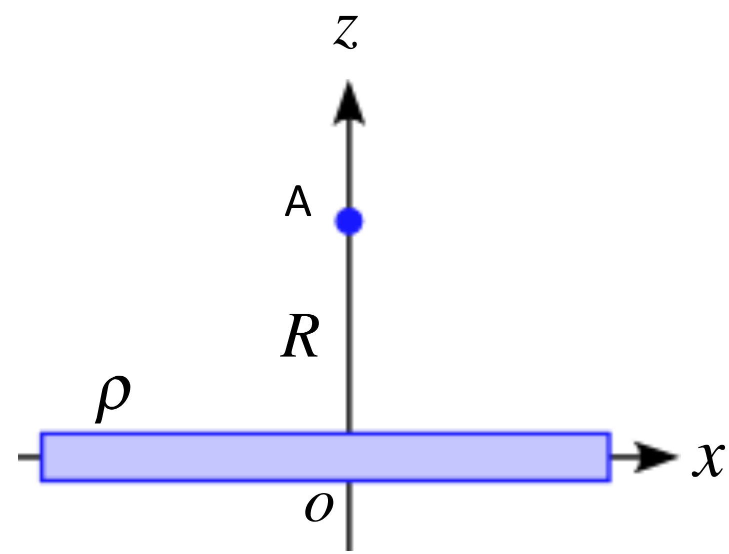
例題-05

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。



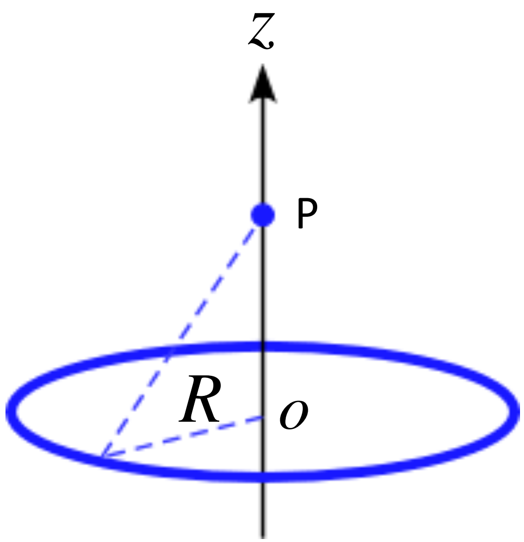
例題-06

単位長さあたりの電気量(線密度)が ρ 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。



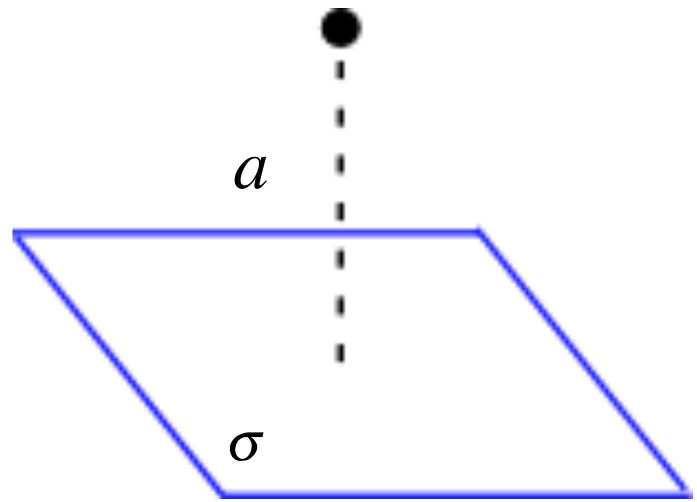
例題-07

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 ρ である場合、
z 軸上の点Pでの電場の大きさを求めよ。



例題-08

無限に広い平面がある。
この平面上に面密度σ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。



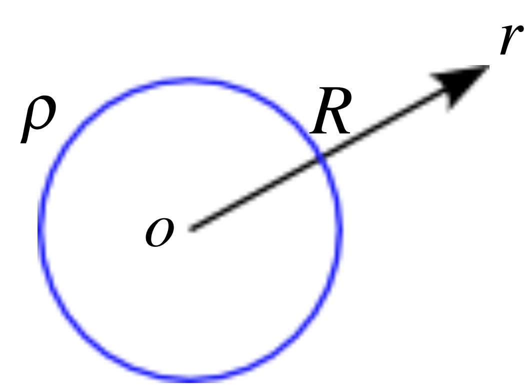
例題-09

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。

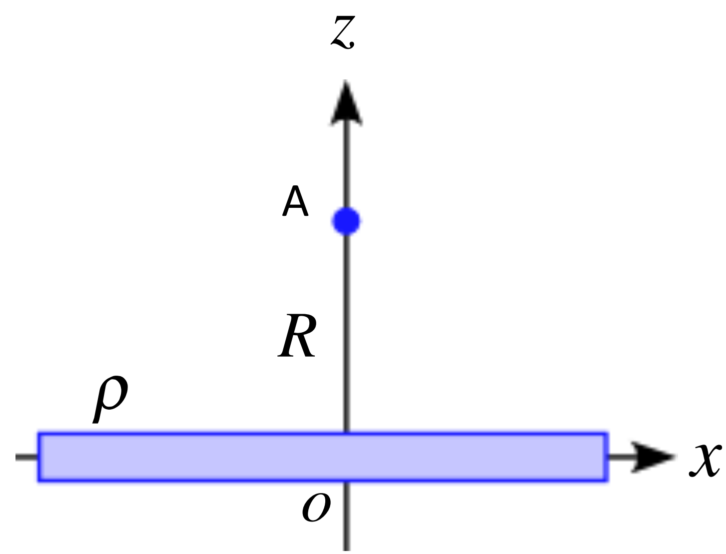
(2) この球の中心から距離$r(\leq R)$での電場の大きさ$E(r)$を求めよ。

(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。



例題-10

単位長さあたりの電気量(線密度)が ρ 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。
(ガウスの法則を使って計算せよ。)

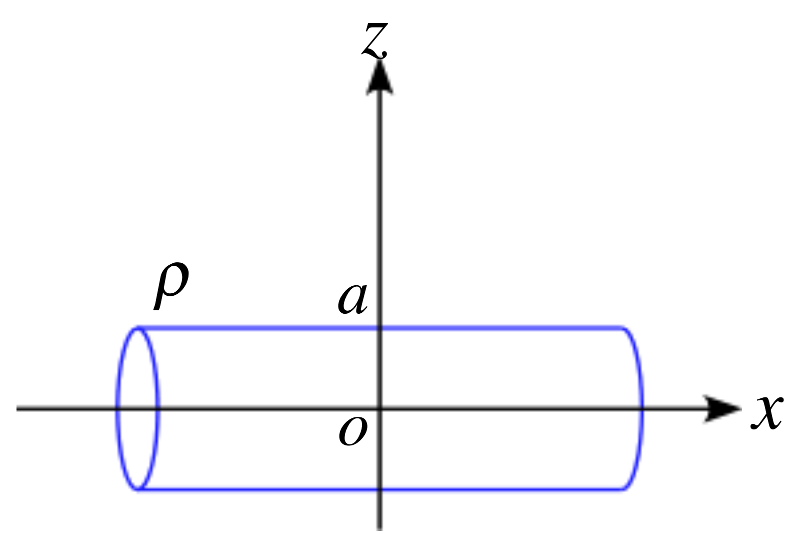


例題-11

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 $z(\geq a)$ に生ずる電場を求めよ。

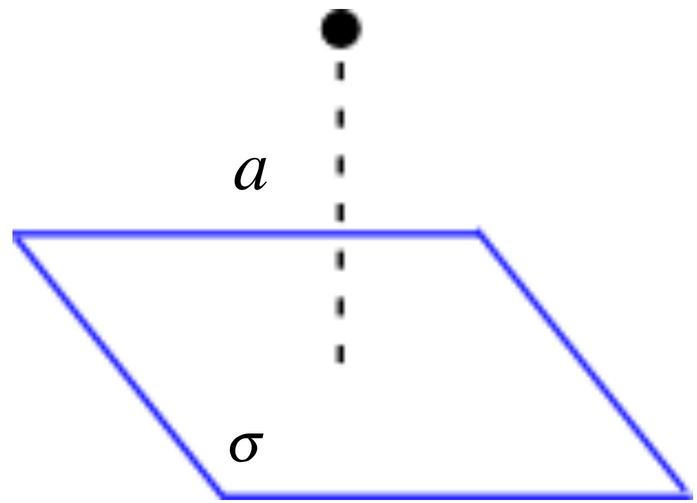
(2) 円筒の内側 $z(\leq a)$ に生ずる電場を求めよ。



例題-12

無限に広い平面がある。
この平面上に面密度 σ 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-13

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。

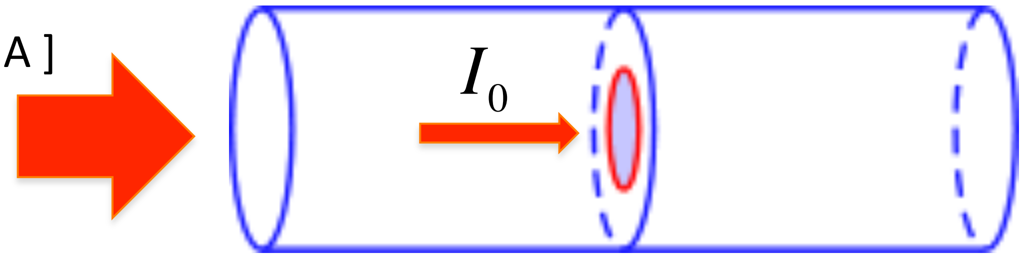
以下の問に答えよ。

但し、電束密度は一様として考えてよいものとする。

(1) 電束密度の大きさ i 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。

$I = 1$ [A]

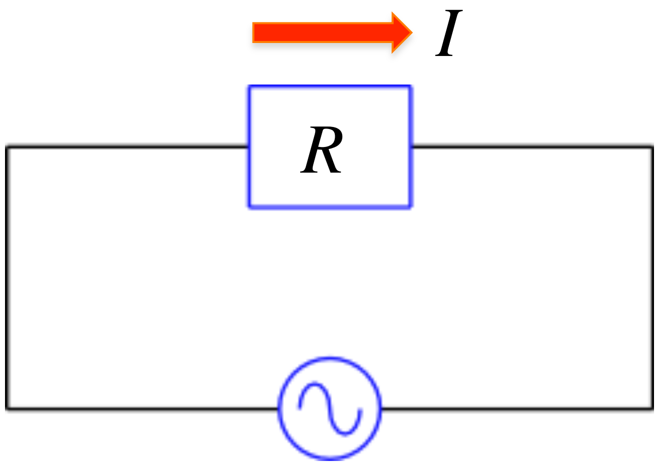


例題-14

電流が時間的に周期的に変動する電流 $I(t)$ が

$$I(t) = I_0 \sin(2\pi ft)$$

で表される電流がある。



(1) 抵抗 R に流したときの仕事率 P を求めよ。

(2) このときの平均電流の大きさを求めよ。

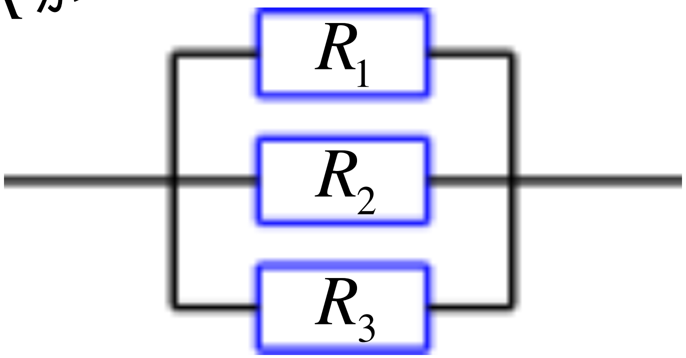
例題-15

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

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

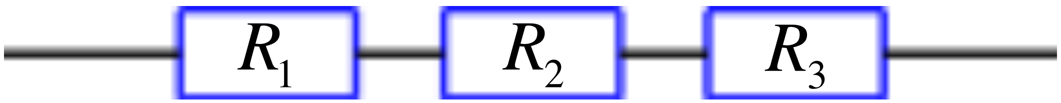
であることを示せ。



(2) 3つの抵抗が直列につながれたときの合成抵抗 R が

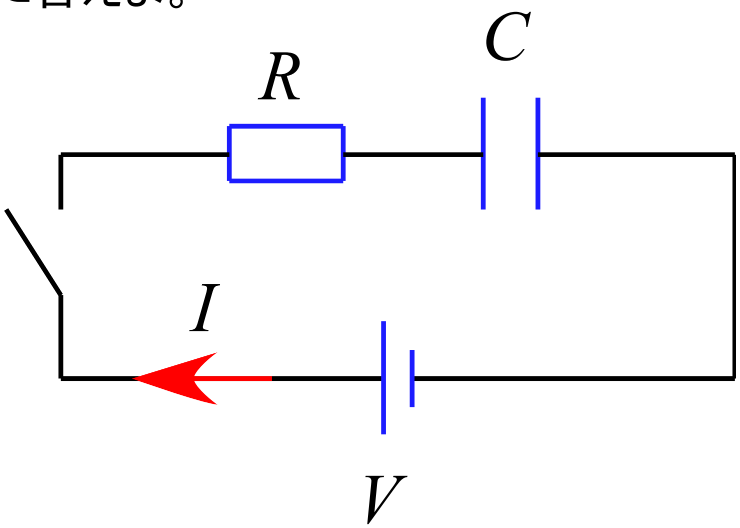
$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

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$Q\left(0\right)=2CV$の電荷が蓄えられている。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。

(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。

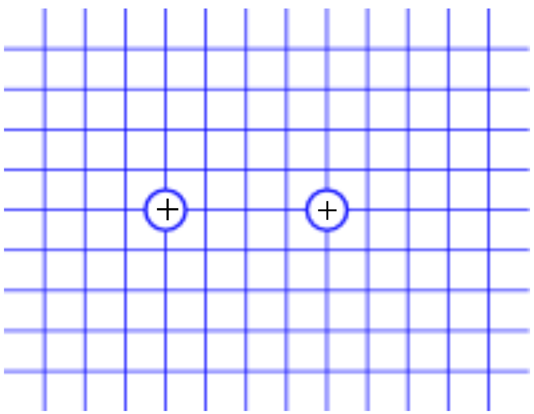
2013 教養の物理 中テスト 2013.7.4実施

注) 解答は全て解答用紙に記述すること。

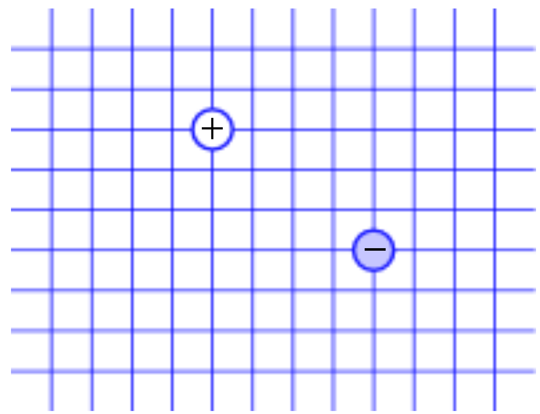
途中式などは省略せず記述をすること。

1. 2つの点電荷がある。それぞれに作用するクーロン力を作図し、
その大きさをクーロン定数を k として計算せよ。
但し、一目盛の長さは a とし、それぞれの電荷の大きさは
$+q, -q$ とする。

(1)

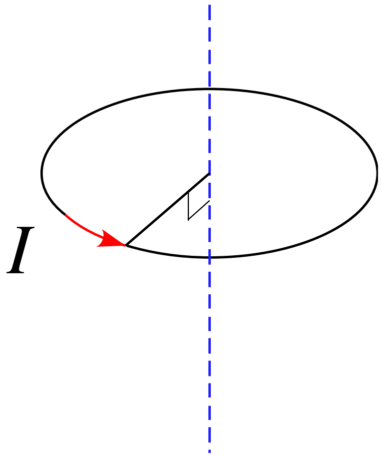


(2)



2. 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。

3. 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。

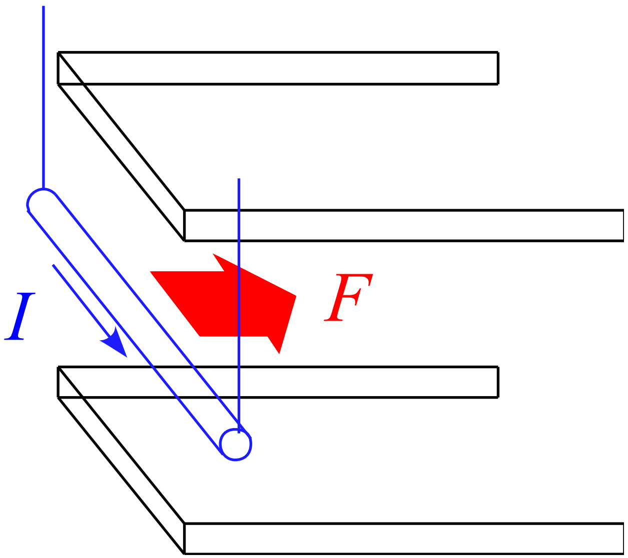


4. 図はU字磁石の一部である。

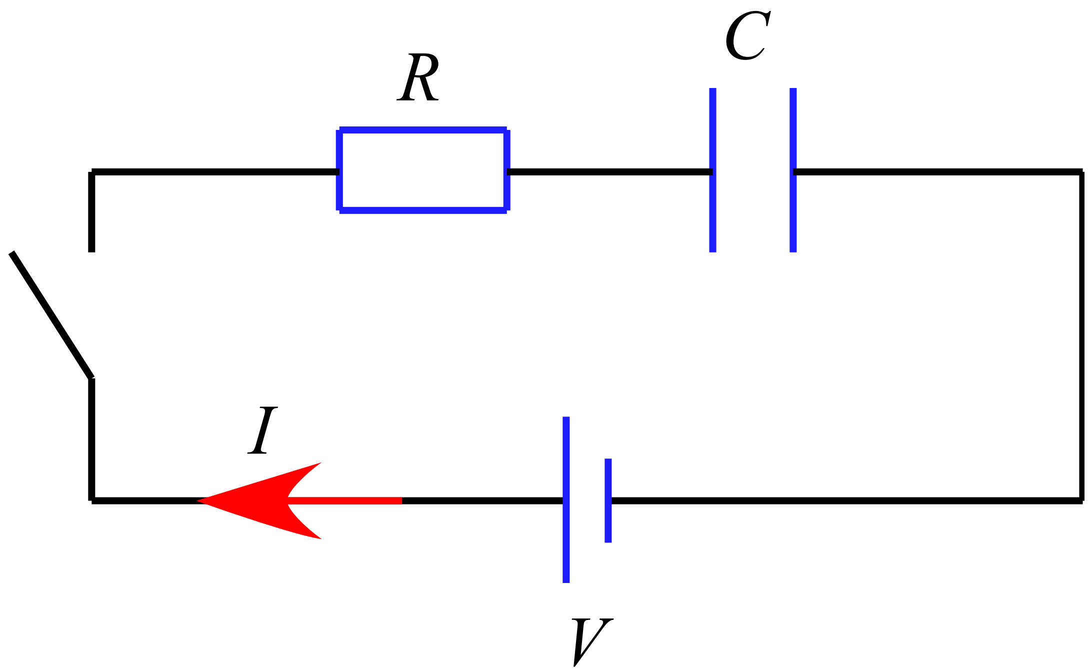
この磁石の間に導線を設置し、電流を図の矢印の向きに流したところ、太い矢印の方向に力が作用した。

(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。



5.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。



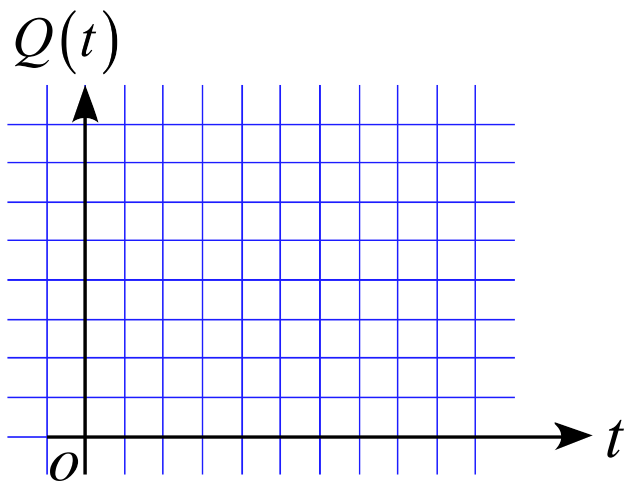
(1) 回路方程式を記述せよ。
ある時刻 t におけるコンデンサーの電荷を $Q(t)$ としてよい。

(2) 図の向きを正として、$t=0$ における電流の値を求めよ。

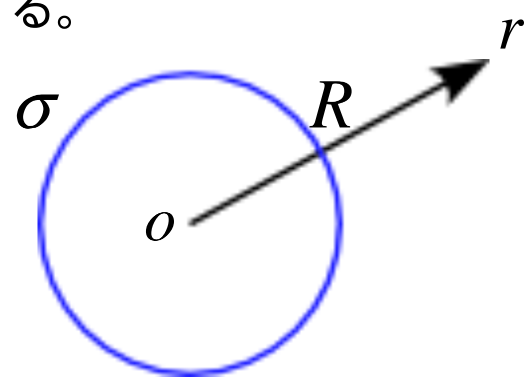
(3) 十分に時間が経った後のコンデンサーの電荷 Q の値を求めよ。

(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。



6. 図のように、半径Rの球の表面に単位面積当たり電気量$\sigma(>0)$の荷電粒子が一様に分布しているとする。クーロン定数は$k=1/4\pi\varepsilon_0$とする。以下の問に答えよ。



(1) この球の中心から距離$r(\geq R)$での電気量の大きさ$Q(r)$を求めよ。

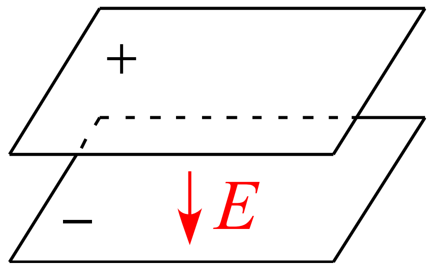
(2) この球の中心から距離$r(\leq R)$での電気量の大きさ$Q(r)$を求めよ。

(3) 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。

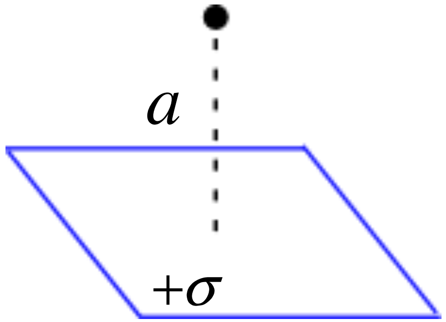
(4) この球の中心から距離$r(\leq R)$での電場の大きさ$E(r)$を求めよ。

(5) 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。

7. コンデンサー内部の電場について、2枚の平面を用いた平行板コンデンサーのモデルを考えることで求めるとする。

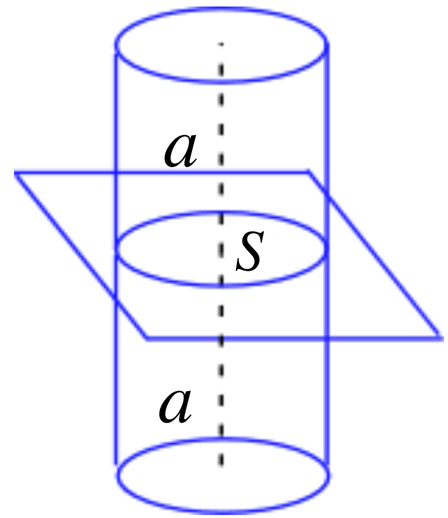


まず、片方の平面 (プラス側) が作る電場を考える。
右図のような、無限に広い平面とする。
この平面上に面密度 $+\sigma$ で一様に電荷が分布しているとする。
この平面から距離 a だけ離れた点での電場 E_+ の大きさを以下の手順に従って求めよ。 但し、真空誘電率は ε_0 とする。



電場 E_+ の大きさをガウスの法則を用いて求める。

ガウスの法則を適用する閉曲面を
右図の様に上下に高さ a、底面積 S
の円筒とする。



(1) この閉曲面内の電気量を S, σ を用いて表せ。

(2) この閉曲面を貫く電気力線は

円筒の側面部分から $\boxed{}$ 本であり、

円筒の上下の面から合計 $\boxed{}$ 本である。

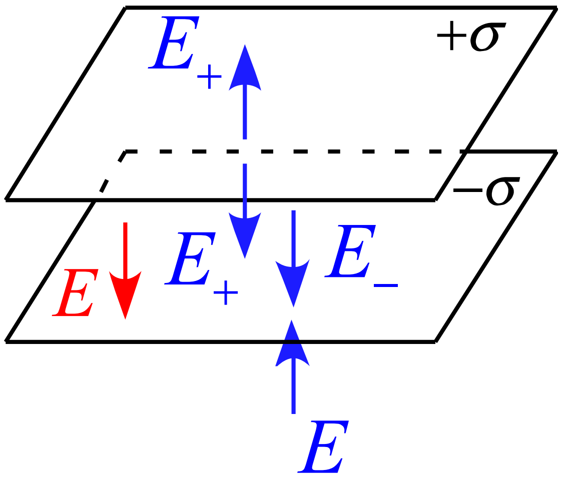
(3) 電場 E_+ の大きさを求めよ。

もう一方の平面 (マイナス側) が作る電場 E_- の大きさも同様に考えることで計算でき、

$$|E_+| = |E_-|$$

である。

従って、この2つの平面が作る電場は下図の様になる。

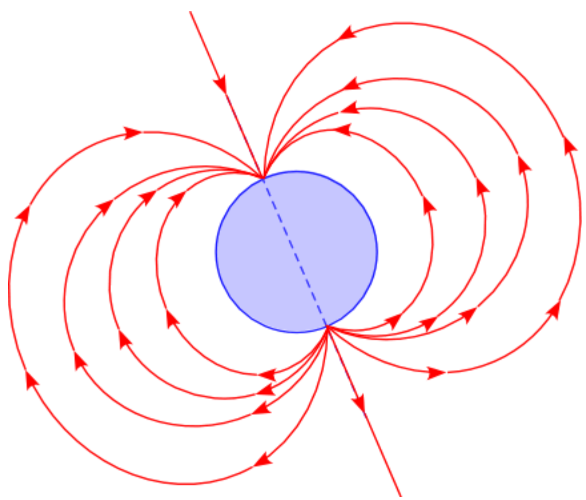


(4) コンデンサー内部の電場 E を求めよ。

2013 教養の物理 期末テスト　2013.7.25実施

3. 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。

4. 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。

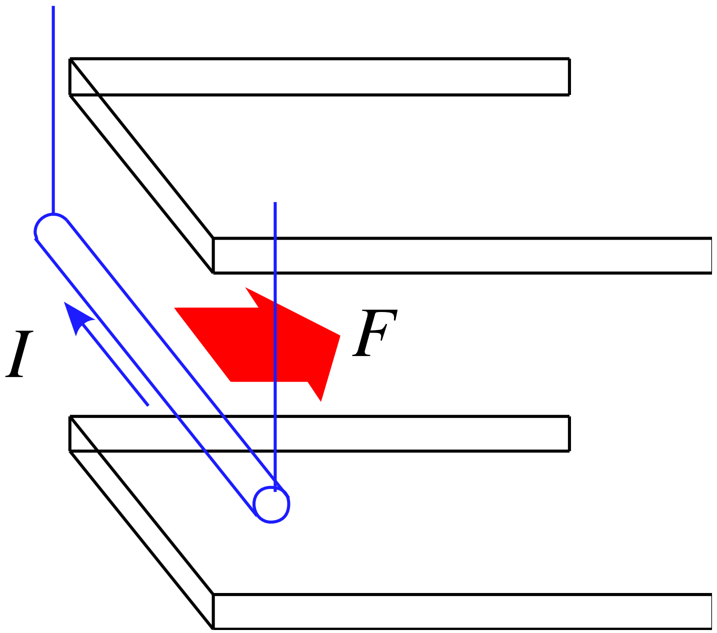


5. 図はU字磁石の一部である。

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、太矢印の方向に導線が動いた。

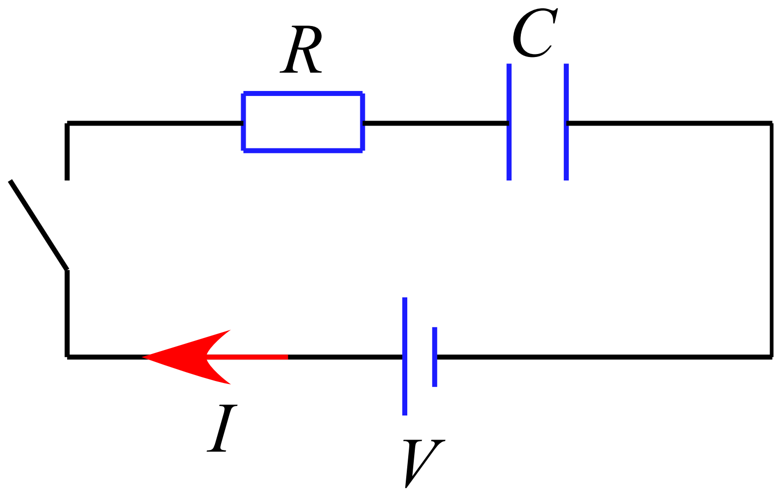
(1) 磁石の極性をそれぞれ図に書き込め。

(2) 磁場の向きを図に書き込め。



14. 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。

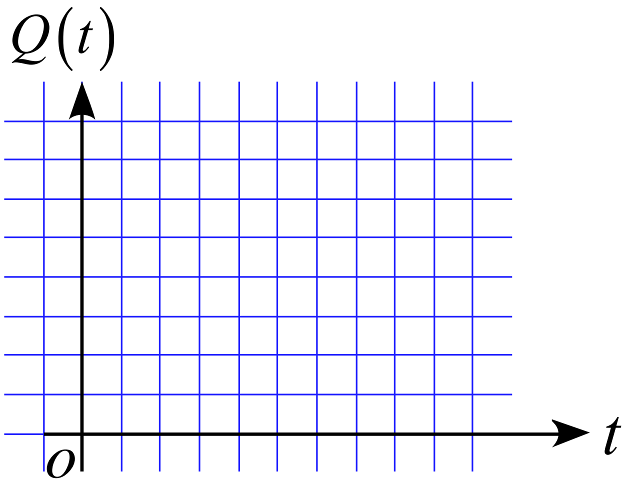
ある時刻 t におけるコンデンサーの電荷を $Q(t)$ としてよい。

(2) 図の向きを正として、$t=0$ における電流の値を求めよ。

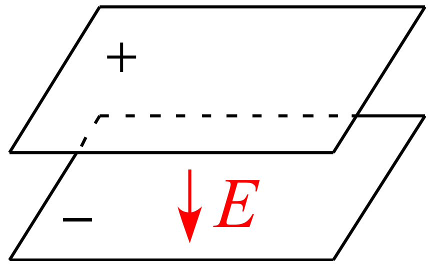
(3) 十分に時間が経った後のコンデンサーの電荷 Q の値を求めよ。

(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。



15. コンデンサー内部の電場について、2枚の平面を用いた平行板コンデンサーのモデルを考えることで求めるとする。

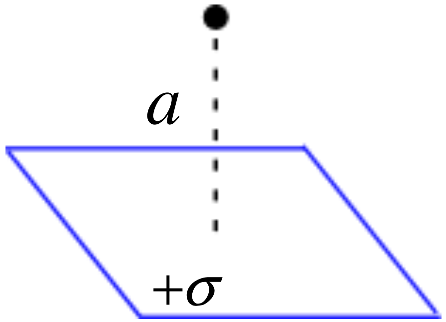


まず、片方の平面 (プラス側) が作る電場を考える。

右図のような、無限に広い平面とする。

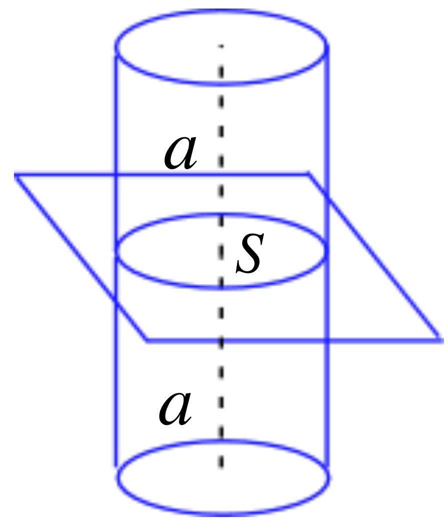
この平面上に面密度 $+\sigma$ で一様に電荷が分布しているとする。

この平面から距離 a だけ離れた点での電場 E_+ の大きさを以下の手順に従って求めよ。 但し、真空誘電率は ε_0 とする。



電場 E_+ の大きさをガウスの法則を用いて求める。

ガウスの法則を適用する閉曲面を
右図の様に上下に高さ a、底面積 S
の円筒とする。



(1) この閉曲面内の電気量を S,σ を用いて表せ。

(2) この閉曲面を貫く電気力線は

円筒の側面部分から $\boxed{}$ 本であり、

円筒の上下の面から合計 $\boxed{}$ 本である。

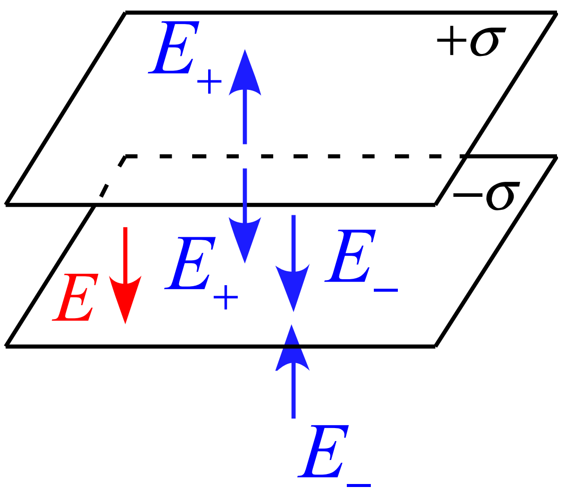
(3) 電場 E_+ の大きさを求めよ。

もう一方の平面 (マイナス側) が作る電場 E_- の大きさも同様に考えることで計算でき、

$$|E_+| = |E_-|$$

である。

従って、この2つの平面が作る電場は下図の様になる。



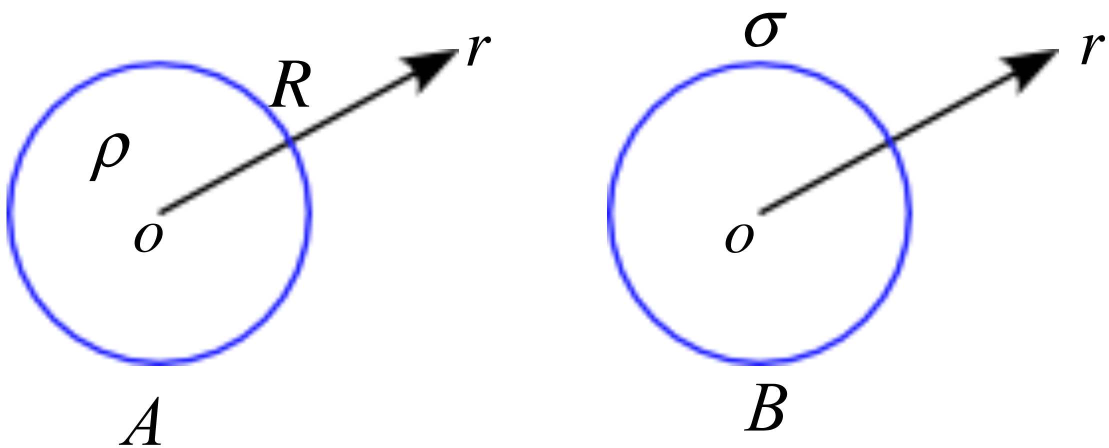
(4) コンデンサー内部の電場 E を求めよ。

16. 図のように、半径 R の球 A, B がある。

球 A は単位体積あたり電気量 $\rho(>0)$, 球 B は表面に単位面積あたり電気量 $\sigma(>0)$ の荷電粒子がそれぞれ一様に分布しているとする。

クーロン定数は $k = 1/4\pi\varepsilon_0$ とする。

以下の問に答えよ。



(1) 球 A, B において、中心から距離 $r(\geq R)$ での電気量の大きさ $Q(r)$ をそれぞれ求めよ。

(2) 球 A, B において、中心から距離 $r(\leq R)$ での電気量の大きさ $Q(r)$ をそれぞれ求めよ。

(3) 球 A, B において、中心から距離 $r(\geq R)$ での電場の大きさ $E(r)$ をそれぞれ求めよ。

(4) 球 A, B において、中心から距離 $r(\leq R)$ での電場の大きさ $E(r)$ をそれぞれ求めよ。

(5) 球の内外につくる静電場を距離 r の関数としてそれぞれグラフを書け。