

【問3-1】 「中性原子」と「負に帯電した原子（陰イオン）」とは、それぞれ物理的にどういう意味か。電荷の観点から要領よく簡潔に説明しなさい。

【問3-2】 3つの力

(a) 水素原子中で電子と陽子は平均距離  $r = 5.3 \times 10^{-11}$  [m]で離れているとする。この電子-陽子間にはたらく重力と Coulomb 力を計算しなさい。但し、次の定数と以下の表の値とを用いて宜しい。重力定数  $G = 6.67 \times 10^{-11}$  [N・m<sup>2</sup>/Kg<sup>2</sup>]、Coulomb 定数  $k_e = 8.99 \times 10^9$  [N・m<sup>2</sup>/C<sup>2</sup>]

Particle	Charge [C]	Mass [Kg]
Electron	$-1.602 \times 10^{-19}$	$9.109 \times 10^{-31}$
Proton	$+1.602 \times 10^{-19}$	$1.672 \times 10^{-27}$
Neutron	0	$1.675 \times 10^{-27}$

(b) Newton の万有引力の法則(Text 7-3)と Coulomb の法則(Text 19.1)の数式は酷似している。前問で示した「結合定数」や「力の大きさ」とは別に、この二つの力には根本的な性質の違いがある。それは何か、説明しなさい。

(c) もう一つの身近な力に「磁気力」がある。磁気力は Coulomb 力に比べると  $10^{25}$  倍である。しかし、例えば磁石の N 極と S 極を近づけると Coulomb 力にはたらかず、磁気力が支配的であるように見えるが、それは何故か、説明しなさい。

【問3-3】 複数の点電荷によるクーロン力

図1のように、真空中において直角二等辺三角形の頂点に電荷  $q_1, q_2$  を配置したとする。

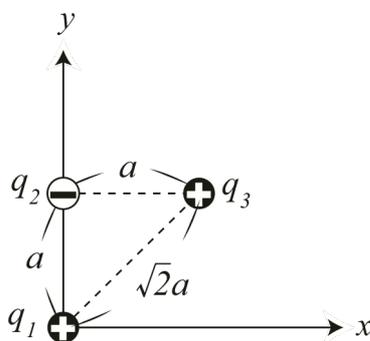


図1

(a) 電荷  $q_3$  にはたらく Coulomb 力を求め、 $x, y$  方向の単位ベクトル  $\mathbf{i}, \mathbf{j}$  を用いて記せ。

但し、  $q_1 = q_3 = +5.0$  [ $\mu\text{C}$ ]

$q_2 = -2.0$  [ $\mu\text{C}$ ]

$a = 0.10$  [m]

ヒント： 2つの Coulomb 力の重ね合わせである。

→ベクトルの合成の問題

(b) 図1の全ての電荷の正負を反転させた場合、前問(a)の結果にどう影響するか。

【問 3-4】 双極子による電場

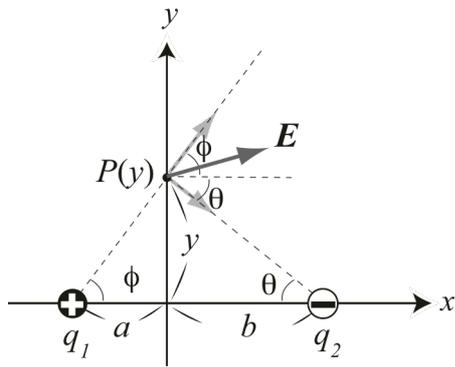


図 2

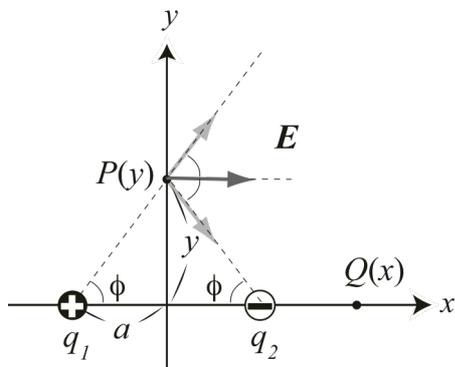


図 3

図 2 のように真空中において電荷  $q_1, q_2$  が  $x$  軸上に配置され、それぞれ原点から  $a, b$  だけ離れているとする。

(a)  $y$  軸上の点  $P$  における電場の和の  $x, y$  成分を  $\phi, \theta$  を用いて表せ。

ヒント： 電荷  $q_1, q_2$  が作る電場を計算し、重ね合わせる。

(b)  $|q_1|=|q_2|, a=b$  のときの点  $P$  における電場の  $x, y$  成分を求めよ。

ヒント： 図 3 にその状況を表している。

(c) 点  $P$  が原点から十分遠方 ( $y \gg a$ ) にあるとき、 $P$  における電場の大きさと向きを求めよ。

ヒント： 対称に配置された二つの正・負電荷は電気双極子として考える事ができる。

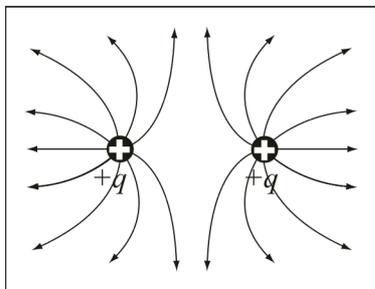
(d) 点  $Q$  が  $x$  軸上にあり、原点から十分遠方 ( $x \gg a$ ) にあるとき、 $Q$  における電場の大きさと向きを求めよ。

【問 3-5】 電気力線

それぞれ図 4 (a), (b) の点電荷によって作られる電場を、下記ルールに注意して、「例」のように、方向を示す矢印付きの電気力線を用いて描け。

ルール 1：正電荷から出る（負電荷に入る）電気力線の本数は電荷量に比例する。

ルール 2：電気力線は交差しない。



例

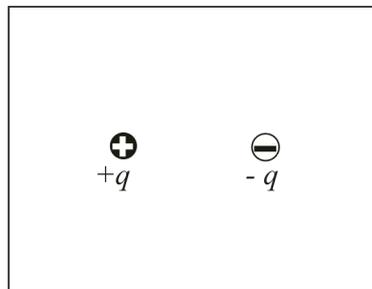


図 4 (a)

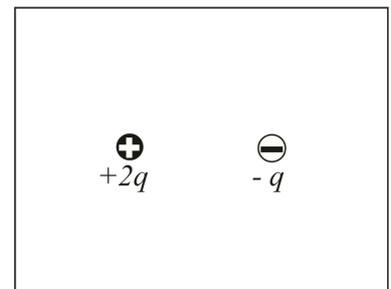


図 4 (b)

※ 提出期限：11月16日朝10時30分迄（レポートBOXに提出）計算・解の導出過程も記す事。

※ 講義で省略した部分は自習しましょう。

※ 講義資料ダウンロード：<http://sonicbangs.sci.hokudai.ac.jp/yanagisawa/Physics/>