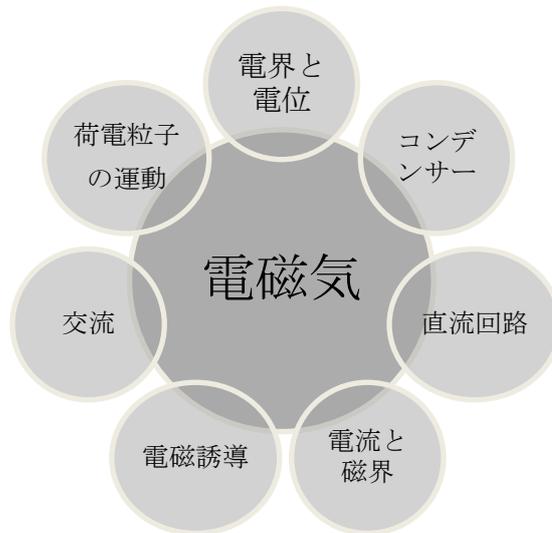


電磁気分野(主に物理Ⅱ)

電磁気で学ぶ6つの大まかなこと



…それではさっそく学んで行きましょう^^

① 電界と電位

● クーロンの法則

クーロンの法則とは電気の世界を支配する法則。電荷を持ったものは互いに引き合ったり反発したりする。これをクーロンの法則という。そのときの静電気力による反発(斥力), 引きあう力(引力) F をもとめる。

⊖

⊖

⊕

⊕

⊕

⊖

公式

※

例題 1

図のように帯電した点電荷が 2 つある, A がうける力はいくらか.
 比例定数は $k = 9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$ とする.



例題 2

図のように 3 つの点電荷があるとき, A が受ける静電気力の大きさと向きを求めよ.
 比例定数を k とする.



●電界 (電場)

電荷の静電気力が作り出す, 他の帯電体に力を及ぼすような空間を電界 (電場) という.

先のクーロン法則では, 点電荷が複数あった場合にそれぞれが瞬時に力を及ぼしあっているように見える.

しかし, 実は点電荷などの電荷を持った帯電体はそれ自身が空間に電界という力の場をつくりだしていると考えるのがこの電界の概念である.

ある点の電場とは, そこに単位正電荷を置いたとき受ける力の向きと大きさに等しいベクトルであると考えられる. 次に電場を求める公式を確認する.

電界の求め方

○[一様電界] 電界 E に q C の電荷を置いたとき、電荷が受ける力 F は次のようになる。

(ポイント)

○[点電荷のつくる電界]

点電荷 Q がつくる電界は、求めたい場所に $[c]$ の点電荷を置いたとして、それが受ける力の _____ と _____ を求める。

[公式確認]

一様電界、点電荷のつくる電界 のいずれも複数の電界がある場合はベクトルの的に合成をおこなう。次の例題で確認してみよう。

例題 3

xy 平面上に、図のように点電荷 A,B を置いたとき、次の座標での電界を求めよ。

点電荷 A: $Q[c]$ ($x, 0$) B: $-Q[c]$ ($-x, 0$)

(1) ($0, 0$)

(2) ($0, t$)

(1)

(2)

●電気力線

電気力線とは、電界の方向を視覚化したもの。

図1

⊕

⊕

図2

⊖

⊕

電気力線を描くときのポイント

図1の電位

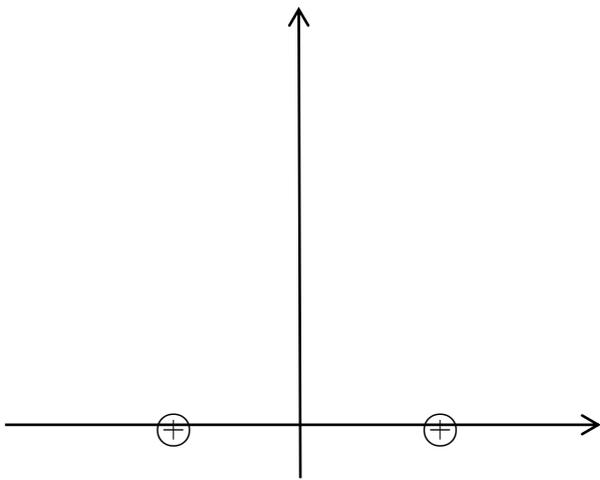
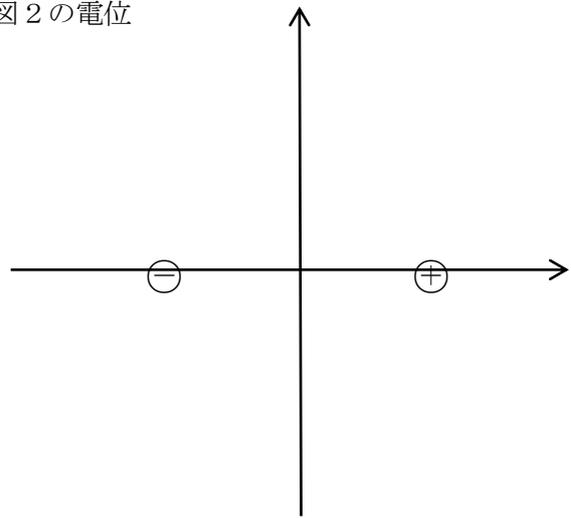


図2の電位



●ガウスの法則

電場に垂直な面の単位面積あたりを貫く電気力線の本数は電場の強さに等しく、任意の閉曲面を外向きに貫く本数 N は、点電荷の和を Q として $N = 4\pi k Q$ [本] となる。

[証明]

電界の強さが E [N/C] のとき 1 m^2 あたりを貫く本数を E 本とする。

点電荷 Q [C] から出る電気力線の本数 N を求める。点電荷を中心として半径 r [m] の球面を考えると、その電界は $E = \frac{kQ}{r^2}$ となる。これは 1 m^2 あたりの強さなので、球面の表面積 $4\pi r^2$ [m²] を掛けて、 $N = 4\pi k Q$ となる。

これは、点電荷だけでなくどのような形状の電荷に対してもなりたつ。

●”電”場による”位”置エネルギー

電位とは、力学でいうところの”位置エネルギー”と考えるとよい。力学エネルギーと同じく力学的エネルギー保存則が成り立つ。電位とは、ある基準とする位置から測ったその点の単位正電荷(1[C])あたりの静電的位置エネルギーのことで、基準からその点まで単位正電荷を運ぶのに外力がする仕事に等しい。

電気量が q [C] の電荷が、電位 V [V] の点でもつ静電的位置エネルギー U [J] は次の公式で求まる。

<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 5px;">公式</div>	
---	--

力学における位置エネルギーと電位の関係

_____ 基準位置 _____

物体が静電気力をだけを受けて運動するときには、力学的エネルギー保存則がなりたつ。

●一様な電界での電位差

電界の強さが E の一様電界において、 $+q$ [C] の正電荷を置くと電場から受ける力 F は _____ と表された。(p. 2 要確認)

電位差とは、電界にそって距離 d [m] 離れた2点間の電位の差である。

外力の仕事 W は、 _____ である。そこで、電位の定義 $V = W/q$ よりつぎの公式が得られる。

<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 5px;">公式</div>	
---	--

y 軸上で $y=0$ を電位 0 V として、 y 軸上負の方向に一様電界 E があるとする。
 $y=3a$ の位置で電荷 $+Q$ を帯びた質量 m の小球を放ち、 $y=a$ を通過するときの速さ v を求めよ。

●点電荷の電位

点電荷 Q 〔C〕から距離 r 〔m〕離れた点の電位 V は次のように表される。(導出は割愛する)

公式

(ポイント)

電界はベクトル和であったのに対し、電位はスカラー(単純に足し算できる)量なので計算が楽!

例題 4

X 軸上の $(a, 0)$ の位置に $+Q$, $(-a, 0)$ の位置に $-Q$ の点電荷がある。その時の次の座標での電位を求めよ。

- (1) A ($0, 0$) (2) B ($2a, 0$)

(p.5 の電位の図での y の値(高さ)が今求めた電位である.)

外力と静電エネルギーの関係

例題 5

+2Cの電荷を電位+10Vから-30Vまでゆっくり移動させたとき、外力がした仕事はいくらか。

● 導体の性質

導体（金属）の内部には自由に動き回る電子と、規則正しく配列された動けない陽イオンが存在する。

導体の性質

導体内の電界が0になるまでの物語 [導体中の負の電子の動きに着目しよう!]

導体を電界中に置く



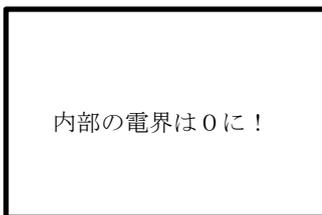
電子が静電気力で反対に移動

電界の働きで電子移動電界を打ち消しあう



一部移動完了!

完成!



内部の電界は0に!

どんどん移動で電界を完全に打ち消す!

