

電気力線の Excel による描画

自然科学研究会物理班

1. 動機

物理の教科書に電気力線に関する記述があった。電気力線は、ある場所に点を置き、その場の電場の向きに少しずつ移動させていった軌跡である。Excel を使えば簡単に電気力線が描けると思い、やってみることにした。

2. 方法

まず、座標 Q1(-1,0), Q2(1,0) にそれぞれ点電荷 1, -1 [C] を固定した場合について考える。ただし、x-y 座標の単位は [m] とし、電気力線の本数は電場と関係がないものとする。また、先の 2 点電荷以外に電荷はないとする。よって、明らかに Q1 から出た電気力線はすべて Q2 に入る。また、重力の影響は考えない。Q1 から出る電気力線の本数を 12 本に決める。これらの始点を決定する。始点をそれぞれ S1~S12 とし、それらはすべて Q1 から r_0 [m] の距離にあるとする。

$$S_n = (r_0 \cos(\frac{n\pi}{6} + \varphi), r_0 \sin(\frac{n\pi}{6} + \varphi))$$

と決定し、 $r_0 = 1, \varphi = \pi/12$ とし、始点 S1~S12 を x-y 平面に表すと、図 1 のようになる。

次に、点 P(x, y) における電場 E ベクトルについて考える。x 方向成分と y 方向成分の電場 E_x と E_y はこの平面におけるクーロンの法則の比例定数を k とすると、

$$E_x = k \frac{x+1}{\{(x+1)^2 + y^2\}^{3/2}} - k \frac{x-1}{\{(x-1)^2 + y^2\}^{3/2}}$$

$$E_y = k \frac{y}{\{(x+1)^2 + y^2\}^{3/2}} - k \frac{y}{\{(x-1)^2 + y^2\}^{3/2}}$$

$$|E| = \sqrt{E_x^2 + E_y^2}$$

ここで、電場 E ベクトルと x 軸の正の方向のなす角を θ [rad] とすると、

$$\cos \theta = E_x / |E|, \quad \sin \theta = E_y / |E|$$

ここで、電場の方向に微小距離 Δd だけ移動させていって電気力線を描くとすると、

$$\Delta x = \Delta d * \cos \theta, \quad \Delta y = \Delta d * \sin \theta$$

となり、x と y によって一意に決まる。

3. 結果

以上より、 $r_0 = 0.01$ と決めなおして、始点 S1~S12 の座標から電気力線を描いていくと、図 2 のようになった。ただし、Q1 の左から出る電気力線は、描こうとすると膨大な量のデータが必要となるため、描けなかった。次は、正電荷 2 つや、3 つ以上の電荷で電気力線を描いてみたい。

図 1

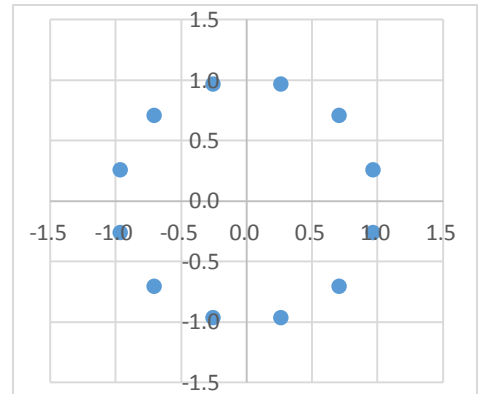


図 2

