The potential field of a point charge الجهد حول الشحنة النقطية

كما نعرف فان الشحنه النقطية تشع حولها مجالا كهربائيا , فلو كانت الشحنة النقطية في نقطة الاصل, يكون مجالها الكهربي:
For a point charge Q at the origin , the electric field intensity at a distance r from the charge is

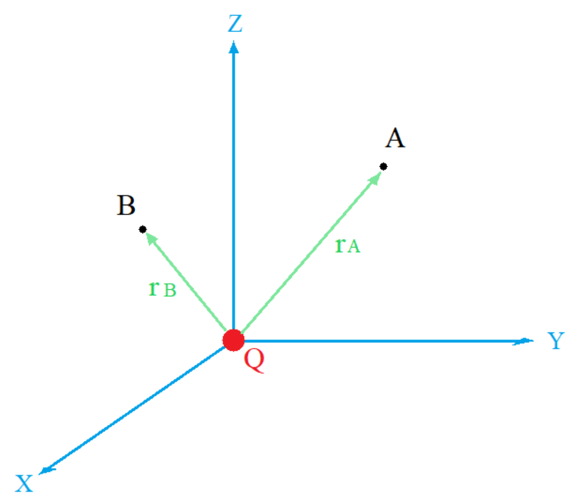
$$\boxed{E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_\circ r^2} a_r \quad (V/m)}$$

- فرق الجهد بين نقطتين A & B (خلال مجال الشحنة) يمكن حسابه كما يلي:
- The potential difference between points located at r=rA and r=rB in the field of the point charge is:

$$V_{AB} = -\int_{rB}^{rA} E \cdot dL$$

$$= -\int_{rB}^{rA} \frac{Q}{4\pi\epsilon_\circ r^2} a_r \cdot dr a_r$$

$$= -\int_{rB}^{rA} \frac{Q}{4\pi\epsilon_\circ r^2} dr$$



$$V_{AB} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_\circ}\left(\frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_B}\right) = V_A - V_B$$

ملاحظة هامة:

فرق الجهد بين النقطتين A و B يعتمد فقط على **مسافة كل من النقطتين عن الشحنة النقطية** ولا يتاثر بشكل المسار (مثل الشغل الذي لا يتأثر بشكل مسارنقل الشحنة الاختبارية) من B الى A

The potential difference between two points in the field of point charge depends **only on the distance of each point from the charge** and does not depend on the particular path used to carry our unit charge from one point to the other.

- The reference potential المرجع في الجهد

لتكن نقطة B بعيدة جدا عن الشحنة بحيث يكون جهدها صفرا فتكون هي المرجع لقياس بقية الجهود بالنسبة لها

If $V_B=0$ at infinity:

فان فرق الجهد بين نقطة A ونقطة B يكون:

$$V_{AB} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_\circ}\left(\frac{1}{r_A} - \frac{1}{\infty}\right) = V_A - 0 = V_A$$

فيمكن القول أن جهد نقطة A (بتعبير مجازي, اي: فرق جهدها عن جهد نقطة B البعيدة) يكون كما يلي:

$$V_A = \frac{Q}{4\pi\epsilon_\circ r_A}$$

وكذلك لأي نقطة تبعد عن الشحنة النقطية بمقدار r يكون الجهد :

$$V = \frac{Q}{4\pi\epsilon_\circ r}$$ *(جهد اي نقطة نسبة الى المرجع الصفري البعيد)*

- *اما في حالة كون المرجع غير صفري او لحساب الجهد نسبة الى جهد مرجعي Vref في مكان معين:*

A convenient method to express the potential without selecting a specific zero reference entails identifying r_A as r once again and letting $Q/4\pi\epsilon_\circ r_B$ be a constant then:

$$V = \frac{Q}{4\pi\epsilon_\circ r} + C_1 \quad \text{and} \quad C_1 = Vref - \frac{Q}{4\pi\epsilon_\circ R_{ref}}$$

حيث ان r : يمثل بعد نقطة الحساب عن الشحنة النقطية

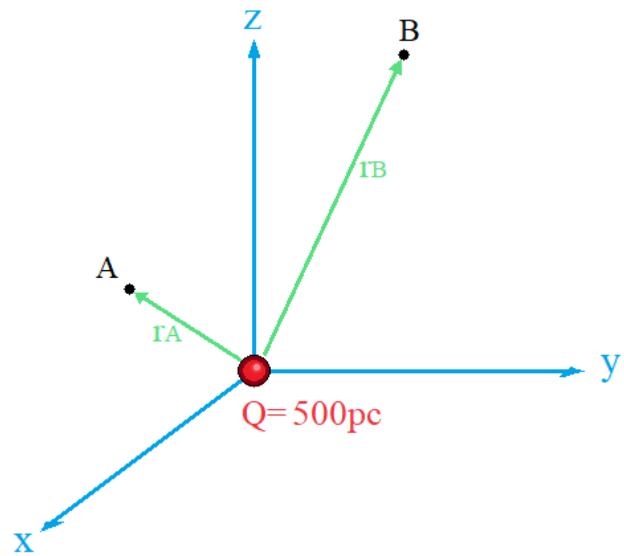
Rref : بعد نقطة المرجع عن الشحنة النقطية

V : الجهد عند نقطة الحساب

Vref : جهد المرجع

C1 may be selected so that V=0 at any desired value of r. We could also select the zero reference indirectly by electing to let V be $V_\circ$ at $r = r_\circ$

Example 1: Find the potential at ra=5m with respect to rB=15m due to a point charge Q=500pc at the origin and zero reference at infinity?



Solution:

$$\boxed{V_{AB} = V_A - V_B = \frac{Q}{4\pi\epsilon_\circ}\left(\frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_B}\right)}$$

$$V_{AB} = \frac{500\times10^{-12}}{4\pi\,\frac{10^{-9}}{36\pi}}\left(\frac{1}{5} - \frac{1}{15}\right)$$

$$V_{AB} = 4.5\left(\frac{3-1}{15}\right) = 0.6\,V$$

* to find V_A and V_B

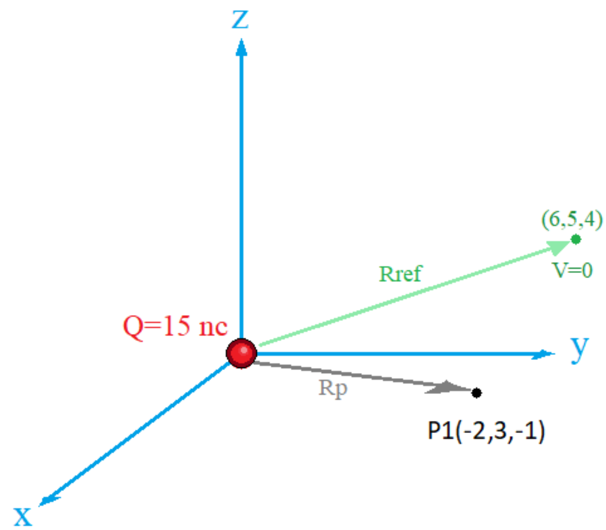
$$V_A = \frac{Q}{4\pi\epsilon_\circ r_A} = \frac{500\times10^{-12}}{4\pi\,\frac{10^{-9}}{36\pi}\,5} = 0.9\,V$$

$$V_B = \frac{Q}{4\pi\epsilon_\circ r_B} = \frac{500\times10^{-12}}{4\pi\,\frac{10^{-9}}{36\pi}\,15} = 0.3\,V$$

$$V_{AB} = V_A - V_B = 0.9 - 0.3 = 0.6\,V$$

Example 2 : A 15nc point charge is at the origin in free space . Calculate V1 if point P1 is located P1(-2,3,-1) and :

a) V=0 at (6,5,4)
b) V=0 at infinity
c) V=5V at (2,0,4)



Solution:

a) V=0 at (6,5,4)   هنا المرجع الصفري في النقطة

$$\boxed{V=\frac{Q}{4\pi\epsilon_\circ r}+C_1\ ,\quad C_1=Vref-\frac{Q}{4\pi\epsilon_\circ R_{ref}}}$$

$$V_{ref}=0\ ,\quad R_{ref}=\sqrt{6^2+5^2+4^2}=\sqrt{77}=8.775$$

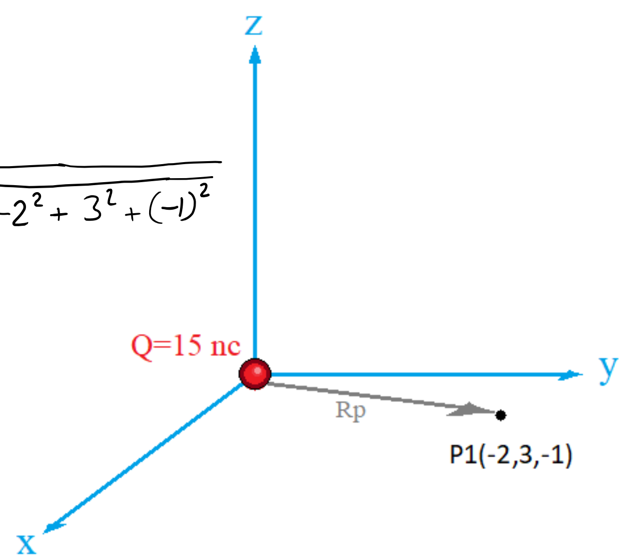
$$C_1=0-\frac{15\times10^{-9}}{4\pi\frac{10^{-9}}{36\pi}\,8.775}=-15.384$$

$$V\Big|_{(-2,3,-1)}=\frac{15\times10^{-9}}{4\pi\frac{10^{-9}}{36\pi}\sqrt{-2^2+3^2+(-1)^2}}-15.384=20.7\ V$$

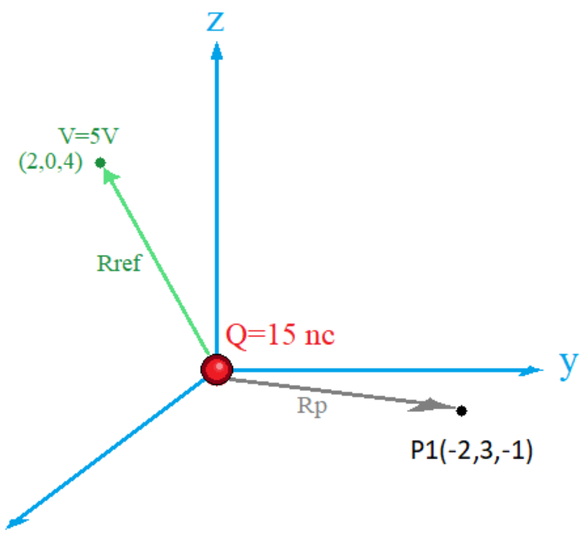
b) V=0 at infinity

$$V\Big|_{P_1}=\frac{Q}{4\pi\epsilon_\circ r_p}=\frac{15\times10^{-9}}{4\pi\frac{10^{-9}}{36\pi}\sqrt{-2^2+3^2+(-1)^2}}$$

$$V_{P_1}=36.08\ V$$



c) V=5V at (2,0,4)



$$C = V_{ref} - \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R_{ref}}$$

$$C = 5 - \frac{15 \times 10^{-9}}{4\pi \frac{10^{-9}}{36\pi}\sqrt{2^2+0^2+4^2}}$$

$$C = -25.187$$

$$V_{P_1} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r} + C$$

$$V_{P_1} = \frac{15 * 10^{-9}}{4\pi \frac{10^{-9}}{36\pi}\sqrt{-2^2+3^2+(-1)^2}} - 25.187$$

$$V_{P1} = 36.08 - 25.187 = 10.89\ V$$