University of Anbar

College of Science

Department of Applied Geology

Fourth Year

Electromagnetics

جامعة الانبار

كلية العلوم

قسم علوم الفيزياء

المرحلة الرابعة

الكهرومغناطيسية

Electrostatics

Part Five: Electrical Potential

Dr. Israa Kamil Ahmed

د . اسراء كامل احمد

Part Five in this: Electrical Potential

Electric Potential:-

إذا كان لدينا شحنة q موجودة في مجال E

$\vec{F} = (qE)$ ، تؤثر على الشحنة q قوة $\vec{F}$ — (1) q ، E ← نقطة (2)

ولتحريك الشحنة q من نقطة لأخرى نحتاج لبذل شغل W_{12}

$\frac{W_{12}}{q}$ الشغل المبذول لكل وحدة الشحنات يعطينا الـ ... (2)

So $\boxed{\Delta V_{12} = \frac{W_{12}}{q}}$ — فرق الجهد بين نقطتين هو الشغل المبذول لتحريك وحدة شحنات من نقطة إلى أخرى من النقطة 1 إلى النقطة 2

وهو كمية قياسية ليس لها اتجاه

$V_2 - V_1 = \frac{W_{12}}{q} = \frac{J}{C} = \text{Volt}$ — Ⓥ

* فرق الجهد في اللانهاية $V_\infty = \text{Zero}$ جهد

suppose if Point 2 in ∞

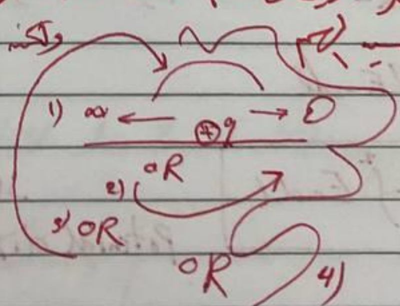
$\infty \leftarrow q \rightarrow 2$, $F = qE$, E

$\because \Delta V = V_2 - V_1$

$= V_2 - \cancel{V_\infty}_{\text{zero}} = \frac{W_{\infty 2}}{q}$

$V_2 = \frac{W_{\infty 2}}{q}$

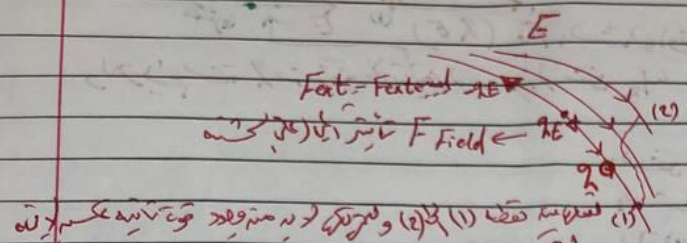
* فرق الجهد هو فرق الجهد بين نقطتين
جهد النقطة: هو الشغل اللازم لتحريك وحدة شحنات من اللانهاية إلى النقطة
الشغل لا يعتمد على المسار حسب الرسم ولكن يعتمد على النقطة الابتدائية والنهائية
لذا تكون القوة محافظة
Conserveted force



مسار 1، 2، 3، 4 الشغل نفسه

Dr. Isra Kamil 2022

if we have (E) non-uniform (Doc not have the same direction and the same magnitude)



$\Delta V = \frac{W}{q}$

$W_{12} = \vec{F} \cdot \vec{d}$ → F

$W_{12} = F d \cos\theta$ → F

للتذكير

So $W = \int_1^2 F \cdot dl$

عشرتكبر F خارج التكامل

$W_{12} = F \int_1^2 dl$

and $W_{21} = \int_2^1 F \cdot dl$

$\because F_{ext} = -qE$

So

$W_{12} = -\int_1^2 qE \cdot dl$

$$\Delta V_{12} = \frac{W_{12}}{q} = -\int_1^2 E \cdot dl$$

$V_2 - V_1$

التوزيع الـ Potential difference

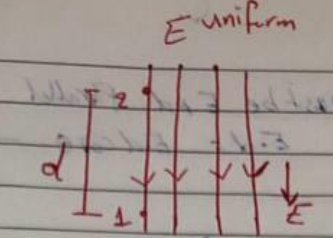
$\Delta V = -\int_1^2 \vec{E} \cdot \vec{dl}$ ($V_2 - V_1$)

$= -\int_1^2 E\, dl \cos\theta$

$\theta = 180$ why

2 ب 1 صعود الحمل من

$\uparrow_1^2 \; dl \quad \theta = 180$



$= -E \int_1^2 dl \cos 180$

$\boxed{\Delta V_{(V_2 - V_1)} = + E d}$

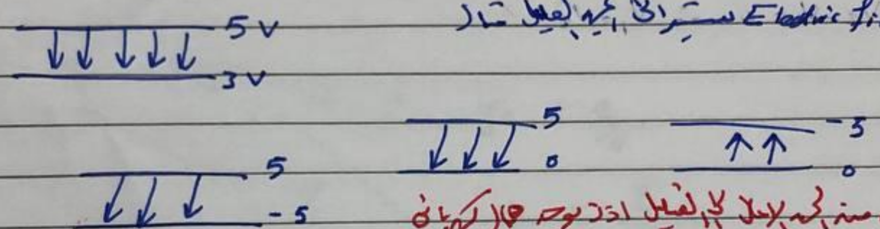
uniform space and Electric Field

بضعة ملاحظات

1- d Parallel with E

2- $V_2 > V_1$

والا Electric field يسير الى الجهد القليل دائما



دائما E من الجهد العالي الى القليل اذا يوجد مجال كهربائي

3- ✓ $E = \frac{\Delta V}{d}$ V/m [الوحدة الجديدة للمجال]

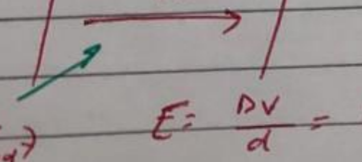
$\because F = qE$

$E = \frac{F}{q} = N/C$

ملاحظة مهمة:

Electric Field due to the difference in potenial

ناتج من تغير الجهد



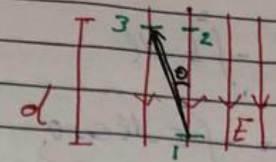
if here $E = 0$ لا يوجد مجال كهربائي لانه لا يوجد تغير في الجهد

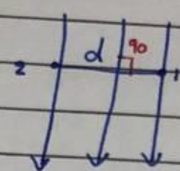
$E = \frac{\Delta V}{d} = \frac{10 - 0}{5} = 2$ V/m

هذا المجال بسبب تغير الجهد الكهربائي

Must be E and d Parallel

$E \cdot d = E d \cos\theta$ ——— من ——→





ملاحظة مسار إذا كان
عمودية على E الجهد عليه ثابت
او فرق الجهد = Zero

Constant

$\Delta V = -\int E \cdot dl$

$= -\int E\, dl \cos 90$

$= 0$

$\Delta V = 0$

$V_2 - V_1 = 0 \quad \therefore V_1 = V_2$

Potenial due to point charge:

$$\Delta V = \frac{W}{q}$$

$$\Delta V = -\int_1^2 E \cdot dl \longrightarrow \text{General law}$$

E uniform $\Delta V = E \cdot d$

$q \oplus \overline{\quad r \quad}$

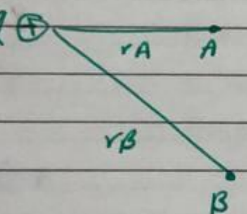
درسنا شلون نحسب E بنقطة تبعد r $E = K\frac{q}{r^2}$

هسه نحسب E / هسه: ندرس شلون نحسب V و ΔV

ونوجد E لنوجد فرق الجهد

الجهد الكهربائي الناتج من Point charge

$$\boxed{V = K\frac{q}{r}}$$

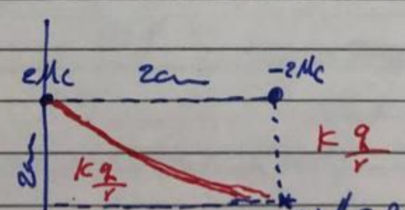


$$V_A = K\frac{q}{r_A}$$

$$V_B = K\frac{q}{r_B}$$

$$V_B - V_A = Kq\left(\frac{1}{r_B} - \frac{1}{r_A}\right)$$

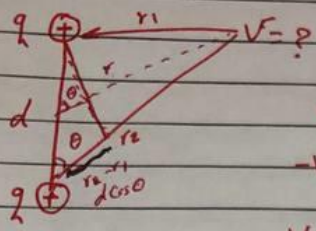
Ex:-



$V_{total} = V_1 + V_2$

_H.W_

Potential due to dipole :-



$$V_+ = k\frac{q}{r_1}$$

$$-V = k\frac{-q}{r_2}$$

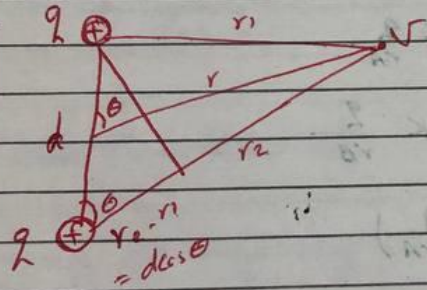
$$V_{total} = kq\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right)$$

$$= kq\,\frac{r_2 - r_1}{r_1 r_2}$$ — substitute करेंगे

$$= kq\,\frac{d\cos\theta}{r_2}$$

$$\boxed{= k\,\frac{p\cos\theta}{r_2}}$$

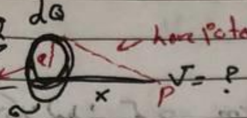
qd = momentum for dipole



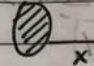
Potential due to a ring

* صورة علاقة شبيهة بالـ الكهربائي $\vec{E}$ بسبب وجود تغير في الجهد بين نقطتين

1) Ring Q حلقة
2) disk



← have potential of dQ in point P



V = ? charge per unit area is σ

Q here distributed (line, surface, volume) we have take a symbole of it (dQ)

dV is a part of V

$$dV = K\frac{dQ}{r} = K\frac{dQ}{\sqrt{x^2+a^2}}$$

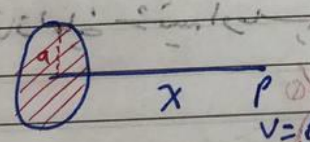
(r: المسافة والوتر)

$$V = K\int\frac{dQ}{\sqrt{x^2+a^2}}$$

$$\boxed{V = K\frac{Q}{\sqrt{x^2+a^2}}}$$

ليس لها اتجاه
scalar quantity
ولكنها كميات قد تكون موجبة او سالبة

→ V due to a disk



Disk is area σ surface charge density C/m^2

لإيجاد V_p نأخذ عنصر صغير كما في حالة الـ Ring
ونجد الـ V لهذا العنصر ثم نكامل على الـ Disk
في حالة الـ Ring تم أخذ قطعة ولكن في حالة الـ Disk نأخذ مربع صغير جداً □ ونكامل على المساحة
ونكون تكاملين لـ X الأفقي والـ Y العمودي

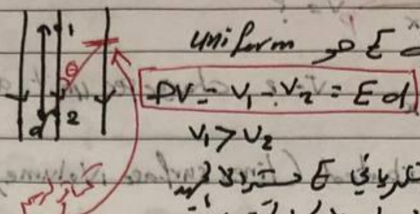
صعب "جداً" جزء التعويض لذلك

Go to Page 46

Summary :-

V potential $\Delta V = -\int^{f} E \cdot dl$

قانون عام لأي شكل أشكال الـ field



اذا كان الحقل E هو uniform

$-\Delta V = V_1 - V_2 = E d$

$V_1 > V_2$

Parallel d المسافة بين الصفيحتين وتكون with E, if Not Parallel must see it Resolution

اي مركبة باتجاه E

الجهد الكهربائي E تشير الى اتجاه التناقص (من الجهد الاعلى الى الاقل)

$$E = \frac{\Delta V}{d}$$

ملاحظة / اذا انعدم او لا يوجد E فهذا يعني V ثابتة لا يوجد ΔV لا يوجد فرق جهد

When potential is constant so The Electric field is Zero

يعني المجال الكهربائي صفر مع وجود فرق جهد بينهما تفصيلية

if you have point charge

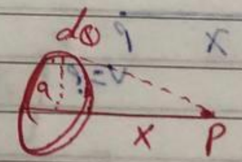
$$V = k \frac{q}{r}$$

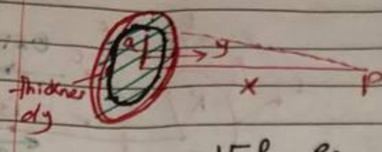
تهتم بإشارة الـ q يوجد فيها موجب وفيها سالب

اذا كان الحمل شحنتين متساويتين dipole (شحنة موجبة وشحنة عكسها سالبة)

$$V = \frac{P \cos\theta}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$$

$$V = k \frac{Q}{\sqrt{a^2 + x^2}}$$ Potential for Ring





تم أخذ Ring داخل ال Disk
على اعتبار ال Disk عبارة عن Rings واحدة فوق الأخرى
حتى تكون لدينا ال Disk

V for Ring $k\frac{Q}{\sqrt{x^2+a^2}}$

but here is $dV = k\frac{dQ}{\sqrt{x^2+y^2}}$

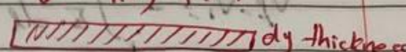
على اعتبار جمعنا ال Ring بحيث صنعت ال Disk ← ارتفاع ال Ring (المقطع) ال Disk

here σ is surface charge Density $Q = \sigma A$

$dQ = \sigma * 2\pi y\, dy$

↑ Area of The Ring

لو تم فرد ال Ring



طول = محيط الدائرة = $2\pi y$

Area = الطول × العرض =
$= 2\pi y\, dy$

differential element of y

So:

$$dV = k\frac{\sigma 2\pi y\, dy}{\sqrt{x^2+y^2}}$$

$$V = k\int \frac{\sigma 2\pi y\, dy}{(x^2+y^2)^{\frac{1}{2}}}$$

$$= k\sigma 2\pi \int_0^a \frac{y\, dy}{(x^2+y^2)^{\frac{1}{2}}}$$

حدود التكامل من ال Disk تأخذ قيمة من Zero إلى نصف القطر

$$= k_e 2\pi\sigma \left(x^2+y^2\right)^{\frac{1}{2}}\Big]_0^a$$

$$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\, 2\pi\sigma \left[(x^2+a^2)^{\frac{1}{2}} - x\right]$$

$$\boxed{V = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}\left[(x^2+a^2)^{\frac{1}{2}} - x\right]}$$

Reference:

1) INTRODUCTION to ELECTRODYNAMICS, Third Edition, David j.Griffths