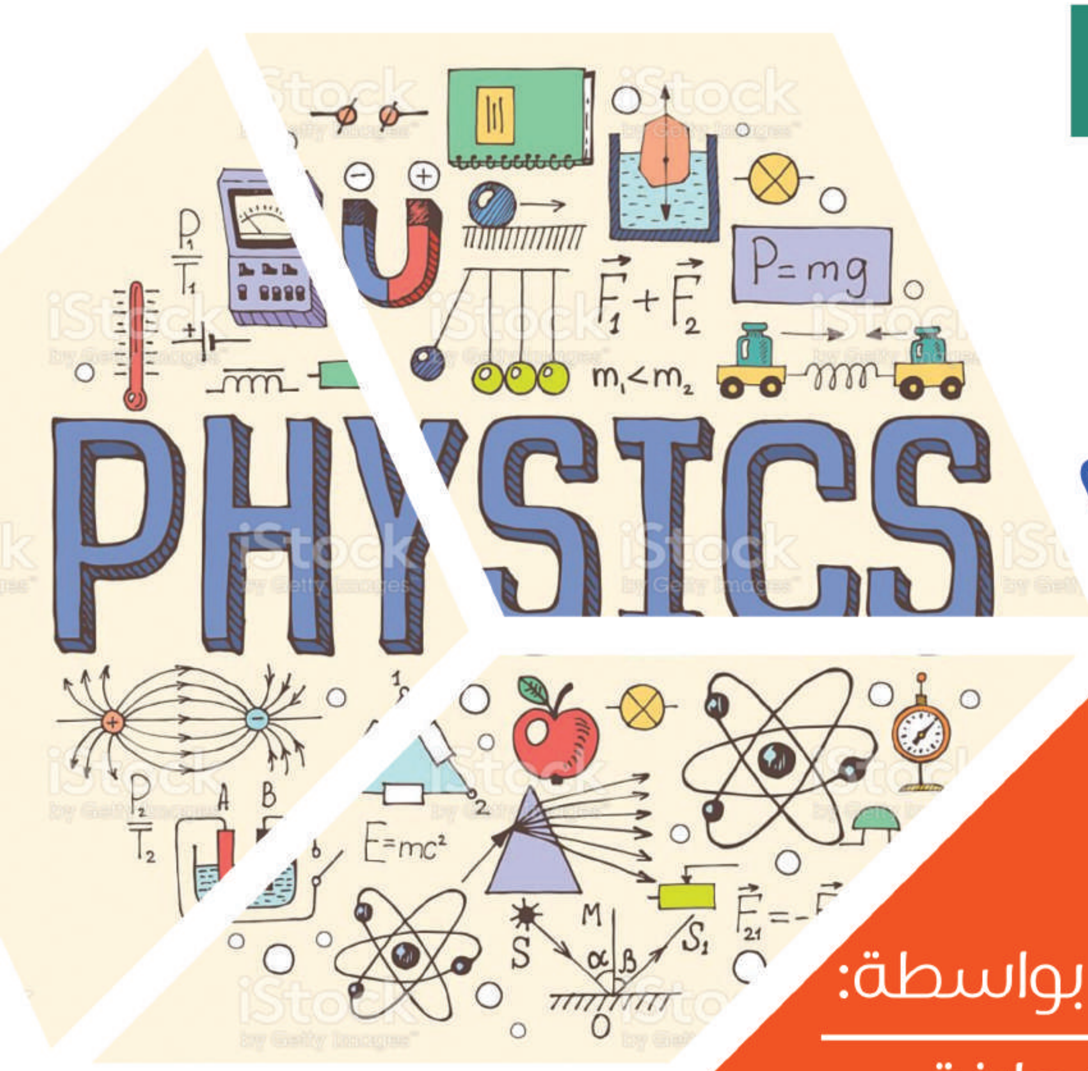
ElCoM
ELECTRICAL COMPUTER MECHATRONICS

www.elcom-hu.com



دوسية إلكم

تم اعدادها بواسطة:

قتيبة الكعابنة

خط

بنيان الحسبان

دوسية شرح لمادة:

فيزياء عامة 2

شرح مفصل للمادة
مضافاً إليها أسئلة سنوات

إرادة
ثقة
تغيير

ElCoM
ElCoM HU
ElCoM

" بسم الله الرحمن الرحيم "

أما بعد :-

ومع بداية فصل جديد ، تقدم لجنة ELCOM ...

دوسية لمادة الفيزياء العامة "2" .

من إعداد الطالب : قتيبة الكعابنة ، وبخط الطالبة :

بنيان عمر الحسبان .

وتتضمن الدوسية أسئلة من الكتاب المقرر وشرح

الدروس المطلوبة بشكل مفصل .

متمنين لكم المزيد من التفوق والنجاح ، وإن أخطأنا

فمنا وإن أصبنا فمن الله .

وآخر دعواهم أن الحمد لله رب العالمين

إعداد : قتيبة الكعابنة بخط : بنيان الحسبان

Chapter 23 :- Electric Fields

*** المجال الكهربائي :-

(23.1) :- Properties of electric charges :-

*** خصائص الشحنة الكهربائية :-

A The charge is
- ** Positive - موجبة
- ** negative - سالبة

- The charges of The same sign repel one another &
- The charges with opposite signs attract one another.
- الشحنات التي لها نفس الإشارة تتنافر
- والتي لها عكس الإشارة تتجاذب.

B The charge conserved → ** الشحنة محفوظة

C The charge quantized → *** الشحنة مكماة :-

تعني أنها من مضاعفات شحنة الإلكترون .

$q = \mp N e$ → شحنة الجسم = عدد الإلكترونات * شحنة الإلكترون

*** q → Particle Charge شحنة الجسم

*** N → number of electrons عدد الإلكترونات

*** e → electron's charge شحنة الإلكترون

m	10^{-3}	ملي	n	10^{-9}	نانو
M	10^{-6}	مايكرو	M	10^{6}	ميجا
P	10^{-12}	بيكو			

بخط : بنيان الحسبان

إعداد : قتيبة الكعابنة

Example 1:- calculate the number of electrons for apartical that carries it's charge $q = -4.8 \times 10^{-9}$?

+ المطلوب في هنا والسؤال حساب عدد الإلكترونات لجسيم يحمل شحنة:

Solu: $q = N.e$

$$N = \frac{q}{e} \Rightarrow \frac{-4.8 \times 10^{-9}}{-1.6 \times 10^{-19}} = 3 \times 10^{10}$$

((23.3)) Coulomb's law:

قانون كولوم :-

The Force between the two charges is dirctly proportional to The amount of charges and inversely to sequare of the distance.

القوة بين الشحنتين تتناسب طردياً مع مقدار الشحنتين وعكسياً مع مربع المسافة بينهما

$$\vec{F} = \frac{ke\, q_1 q_2}{r^2} \{\hat{r}\} \rightarrow$$

1: تدل على الاتجاه

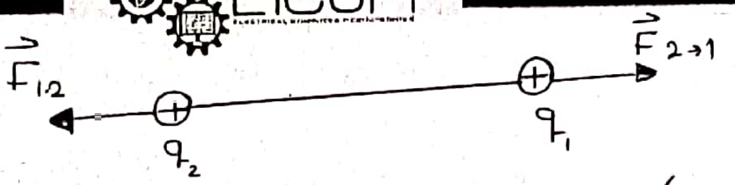
2: السالب لا يعوض

$\vec{F}$: electric Force. القوة الكهربائية (وحدتها N)

ke : Columb constant. (($ke = \frac{1}{4\pi \epsilon}$) ثابت كولوم)

ϵ : Permittivity of Free Space ($= 8.85 \times 10^{-12}\ C^2/N.m^2$) سماحية الوسط

q : charge. ((C وحدتها كولوم)) الشحنة

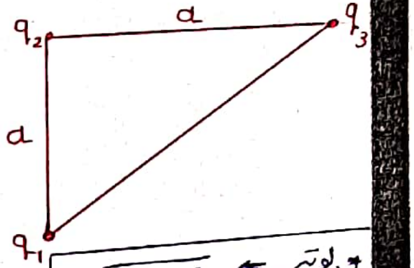


* القوة الكهربائية الناتجة من (q_1) والتي ستؤثر على (q_2) تساوي القوة الكهربائية الناتجة من q_2 والتي ستؤثر على q_1 بالمقدار وتعاكسها بالإتجاه.

$$\vec{F}_{q_1\to q_2} = (-)\vec{F}_{q_2\to q_1}$$

** السالب تدل على الاتجاه.

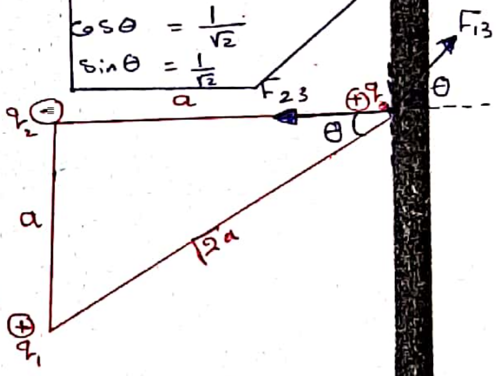
<u>Example(2)</u>: Consider three Point charges located at The corners of a right triangle as shown in the figure where $q_1 = q_3 = 5\,MC$, $q_2 = -2\,MC$, $a = 0.1$. Find The resaltant force exerted on q_3.



* يقول السؤال :- مثلث على زواياه شحنات كهربائية جد مقدار القوة الكهربية التي ستؤثر على q_3.

طريقة الحل :- ① حساب F_{23} وتحديد الاتجاه.
② حساب F_{13}
③ تحليل F_{13} على محوري (x,y)
④ جمع متجهات القوة.

* الوتر ← $\sqrt{a^2+a^2}$
$= \sqrt{2}\,a$
$\cos\theta = \frac{1}{\sqrt{2}}$
$\sin\theta = \frac{1}{\sqrt{2}}$



<u>Solu</u>: $F_{2\to3} = ke\frac{q_2 q_3}{r^2}$

$$= \frac{9*10^9 * 2*10^{-6} * 5*10^{-6}}{(0.1)^2} \Rightarrow \boxed{9(\hat{\imath}) = F_{23}}$$

$$F_{1\to3} = ke\frac{q_1 q_3}{r^2} \Rightarrow \frac{9*10^9 * 5*10^{-6} * 5*10^{-6}}{2(0.1)^2}$$

$$\Rightarrow \boxed{F_{13} = 11.25}$$

$$\vec{F}_{1\to3} = 11.25 * \cos\theta\,\hat{\imath} + 11.25\,\sin\theta\,\hat{\jmath} \Rightarrow 7.95\hat{\imath} + 7.95\hat{\jmath}$$

$$\Sigma F = \vec{F}_{23} + \vec{F}_{1\to3} = (7.95 + (-)9)\hat{\imath} + 7.95\hat{\jmath}$$

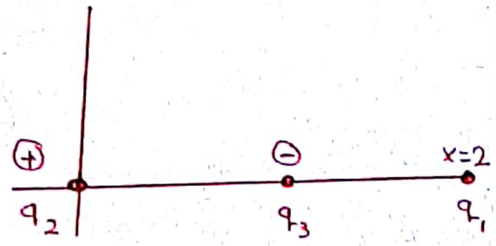
* تدل على أن الإتجاه الى محور (x) السالب.

$$\boxed{\Sigma F = -1.05\hat{\imath} + 7.95\hat{\jmath}}$$

Example (3) :-

Three point charges lie along the (x-axis) as shown in the Figure. The positive charge $q_1 = 15\ MC$ is at $x=2$

The positive charge $q_2 = 6\ MC$ is at origin and the net force acting on q_3 is Zer



* يقول السؤال :- ثلاث شحنات على محور x ، معطيني مقدار الشحنة الأولى وموقعها ومقدار الشحنة الثانية وموقعها ، ومقدار القوة التي ستؤثر على q_3 = صفر ، المطلوب ؟

إيجاد موقع q_3 .

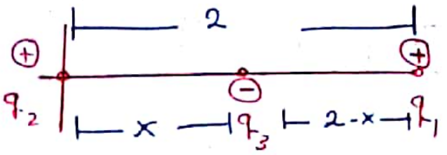
* طريقة الحل :- ① معطى بالسؤال أن مقدار القوة المؤثرة على q_3 = صفر يعني أن

$$F_{13} + F_{23} = Zero$$

② نحدد مقدار البعد بين $q_1 \leftarrow q_3$ & $q_2 \leftarrow q_3$ بدلالة ال (x)

⟹

Solu :-



$$F_{1\to3} + F_{23} = Zero$$

تبدل اتجاه q

$$\frac{ke\, q_1 q_3}{r^2} - \frac{ke\, q_2 q_3}{r^2} = Zero$$

$$\frac{\cancel{ke}\, q_1 \cancel{q_3}}{(2-x)^2} = \frac{\cancel{ke}\, q_2 \cancel{q_3}}{(x)^2}$$

$$x^2 q_1 = (2-x)^2 q_2$$

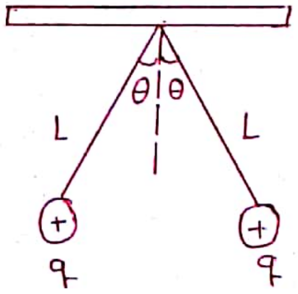
$$\frac{x}{2-x} = \sqrt{\frac{q_2}{q_1}}$$

$$\frac{x}{2-x} = \sqrt{\frac{6\,\cancel{MC}}{15\,\cancel{MC}}}$$

$$\boxed{x = 0.75\ m}$$

Example(3) :-

Two identical small charged spheres each having a mass of $3 * 10^{-3}$ kg , having in equilibrium as shown in the figure , The Length L of each String is 0.15 m and the angle θ is 5° Find the magnitude of the Charge on each sphere .



* نص السؤال :-

كرتين مشحونتين نفس الشحنة والكتلة والكرتين في وضعية اتزان .

والمطلوب إيجاد قيمة الشحنتين .

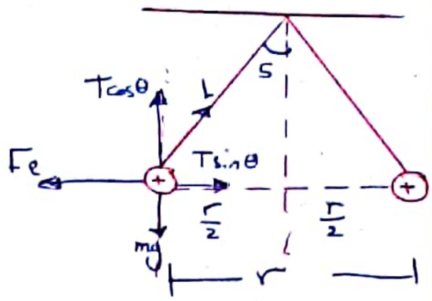
* طريقة الحل :-

① الكرتين في وضعية اتزان يعني انه

$\Sigma f_x = 0$, $\Sigma f_y = 0$

② تحليل القوى المؤثرة على إحدى الكرتين

Solu :



* $\frac{r}{2} = L \cos\theta$
* $\boxed{L = 2 L \cos\theta}$

$\Sigma F_x = 0$

$T \sin\theta = Fe$

$\Sigma F_y = 0$

$T \cos\theta = mg$

$\frac{Fe}{mg} = \tan\theta$

$\frac{ke\, q^2}{(2L \sin\theta)^2} = mg \tan\theta$

$q = \sqrt{\frac{(2 L \sin\theta)^2\, mg \tan\theta}{ke}}$

$q = \sqrt{\frac{(2 * 0.15 * \sin 5)^2\ 3 * 10^{-3} * \tan 5}{9 \times 10^9}}$

$$\boxed{q = 14 * 10^{-9} C}$$

توضيح بسيط :- للحل ↑

$T = \frac{Fe}{\sin\theta}$, $T = \frac{mg}{\cos\theta}$

$\frac{Fe}{\sin\theta} = \frac{mg}{\cos\theta}$

$\frac{Fe}{mg} = \tan\theta$

$Fe = ke \frac{q_1 q_2}{r^2}$

$Fe = \frac{ke\, q^2}{(2 L \sin\theta)^2}$

(23-4) Particle in Field (Electric):

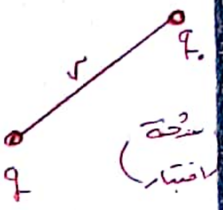
جسيم في مجال (كهربائي) :-

* اثبات قانون المجال الكهربائي لشحنة نقطية :-

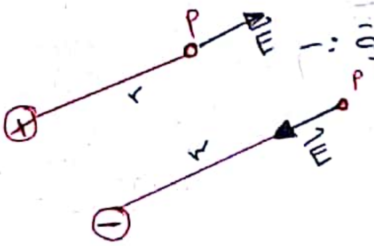
$$F_e = \frac{k_e q_1 q_2}{r^2} \hat{r} \Rightarrow \vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}$$

$$= \vec{E} = \frac{k_e q \cancel{q_0}}{\cancel{q_0} r^2} \hat{r}$$

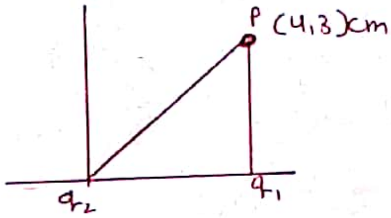
$$\boxed{\vec{E} = \frac{k_e q}{r^2} \hat{r}}$$



* تحديد اتجاه المجال الكهربائي الناتج من شحنة نقطية :-



Example (4) :- What is the electric Field at Point (p)



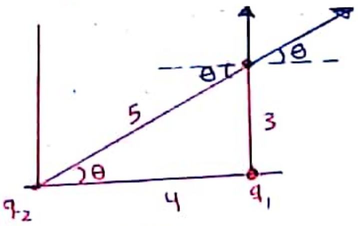
* $q_1 = 8nC$
* $q_2 = 5nC$

* يقول السؤال :- احسب المجال الكهربائي في النقطة (p) .

* طريقة الحل :- ① حساب المجال الكهربائي الناتج من q_1 .
② حساب المجال الكهربائي الناتج من q_2 .
③ تحليل متجه المجال الكهربائي على المحورين (x,y) وجمع محصلة المجالات .

Solu :- $\vec{E}_1 = \frac{K_e q_1}{r^2} = \frac{9\times10^9 * 8*10^{-9}}{9*10^{-4}}$

$$= 8\times10^4 \ N/C \ \hat{j}$$



$$\vec{E}_2 = \frac{K_e q_1}{r^2} = \frac{9*10^9 * 5*10^{-4}}{25*10^{-4}}$$

$$= \frac{9}{5} * 10^4 \ N/C$$

الوتر = $\sqrt{16+9}$
= 5

$\cos\theta = \frac{4}{5}$ و $\sin\theta = \frac{3}{5}$

$$\vec{E}_2 = \frac{9}{5} * 10^4 \left(\cos\theta \, \hat{i} + \sin\theta \, \hat{j} \right)$$

$$= \frac{9}{5} \times 10^4 \left(\frac{4}{5} \hat{i} + \frac{3}{5} \hat{j} \right)$$

$$\vec{E}_2 = \frac{36}{25} * 10^4 \, \hat{i} + \frac{27}{25} \, \hat{j}$$

$$\vec{E}_p = E_1 + E_2$$

$$E_p = 8 * 10^4 \hat{j} + \frac{27}{25} \hat{j} + \frac{36}{25} \hat{i}$$

$$\boxed{E_p = 1.5 * 10^4 \cancel{8} \hat{i} + 9.1 \times 10^4 \hat{j}}$$

(23.6) Electric Field lines :-

خطوط المجال الكهربائي :

* Electric field line properties :

خصائص خطوط المجال الكهربائي :-

1. The electric field line don't intersect . →

** خطوط المجال الكهربائي لا تتقاطع .

2. The electric field line are directly proportional to The charge magnitude . →

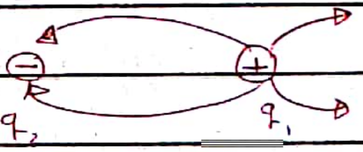
▪ خطوط المجال الكهربائي تتناسب طردياً مع حجم الشحنة

3. The Electric Field Line emerge from + ve charge and end in − ve charge . →

▪ خطوط المجال الكهربائي تخرج من الشحنة الموجبة وتنتهي في الشحنة السالبة

Example(5):- What is the Ratio of $\frac{q_1}{q_2}$:-

* يقول السؤال :- احسب النسبة بين $\frac{q_1}{q_2}$



* طريقة الحل :- النسبة هنا تعتمد على عدد الخطوط الخارجة من الشحنة او الداخلة .

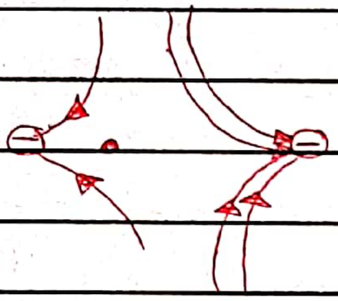
Solu :- $\frac{q_1}{q_2} = \frac{4q}{2q} = \boxed{2}$

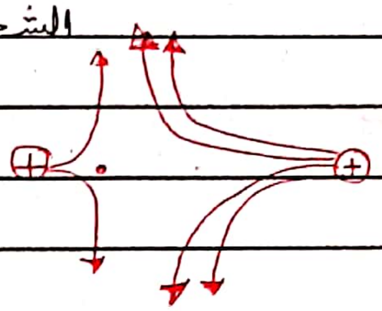
* Electric Field Vanishing Points :-

** نقاط انعدام المجال الكهربائي :

1 الحالة الأولى: الشحنات المتشابهة بالإشارة :-

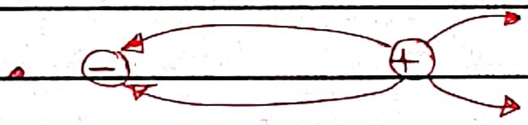
← تكون بينهما وأقرب للشحنة الأقل مقداراً بغض النظر عن اشارة الشحنة.





2 الحالة الثانية: الشحنات المختلفة بالإشارة :-

← تكون خارجهما وأقرب للشحنة الأقل مقداراً بغض النظر عن إشارة الشحنة.

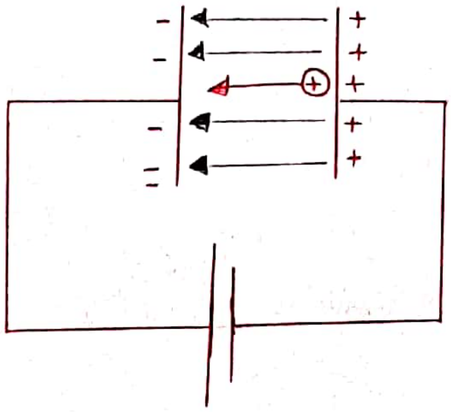


(23-7) Motion of a charged Particle in a uniform Electric Field :

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

$$E q = m . \vec{a}$$

$$\boxed{\vec{a} = \frac{\vec{E} q}{m}}$$



Example(5) :- A proton accelerate from rest in a uniform electric field of 640 N/c. At one later moment, its speed is 1.20 Mm/s (nonelatiuistic because v is much less than the speed of Light). ⓐ Find the acceleration of the Pro-ton. ⓑ Over what time interval does the proton reach this speed? ⓒ How far does it move in this time inter-val? ⓓ What is it's kinetic energy at the end of this interval?

* يقول السؤال :- بروتون يتسارع من v_1 = zero في مجال كهربائي منتظم مقداره E= 640
بعد لحظات اصبحت سرعته v_f = 1.2m ، كتلة البروتون = $1.67*10^{-27}$ ، شحنته = $1.6*10^{-19}$

* المطلوب في الفرع :- ١) حساب تسارع البروتون
٢) الوقت الذي استغرقه البروتون لكسب هذه السرعة .
٣) المسافة التي قطعها في الوقت ((فرع (2)))
٤) الطاقة الحركية

Solu :

$\boxed{1}$ $a = \frac{E q}{m} \rightarrow \frac{640 * 1.6 \times 10^{-19}}{1.67 * 10^{-27}} = 613 \times 10^{8}$ m/s^2

$\boxed{2}$ $v_f = v_i + at \rightarrow t = \frac{v_f - v_i}{a} = \frac{1.2 \times 10^{6} - 0}{6.13 \times 10^{8}} = 19.5$ Ms

$\boxed{3}$ $Dx = v_i t + \frac{1}{2} a t^2 \rightarrow 0 + \frac{1}{2}(6.13 \times 10^{8}) \times (19.5 \times 10^{-6})^2 = 11.6$ m

$\boxed{4}$ $Dk = k_f - k_i \rightarrow \frac{1}{2} m v_f^2 - \cancel{\frac{1}{2} m v_i^2} = \frac{1}{2} \times 1.67 \times 10^{-27} \times (1.2 \times 10^{6})^2 = 1.2 \times 10^{-15}$ J

(23.5) Electric field of a continuous charge distribution.

* The charge density :- « الكثافة الشحنية »

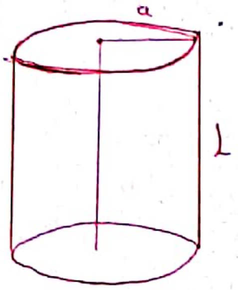
A Volume charge density → ** الكثافة الشحنية الحجمية

$$\rho = \frac{Q}{V} = \frac{\text{الشحنة}}{\text{الحجم}} \xrightarrow[\text{قياسها}]{\text{وحدة}} \rho = \frac{C}{m^3} = C/m^3$$

▬ cylinder إسطوانة

حجم الإسطوانة $= \pi a^2 l$

$$\boxed{\rho = \frac{Q}{\pi a^2 l}}$$



▬ sphere الكرة.

حجم الكرة $= \frac{3}{4}\pi r^3$

$$\boxed{\rho = \frac{Q}{\frac{3}{4}\pi r^3}}$$

B Surface charge density :- الكثافة الشحنية السطحية **

$$\sigma = \frac{Q}{\text{Area}} = \frac{\text{الشحنة}}{\text{المساحة}} \xrightarrow[\text{قياسها}]{\text{وحدة}} \sigma = \frac{C}{m^2} = C/m^2$$

▬ disk القرص → مساحة سطح القرص $= \pi r^2$

$$\boxed{\sigma = \frac{Q}{\pi r^2}}$$

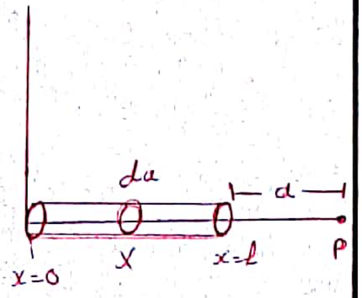
C Liner charge density :- الكثافة الشحنية الطولية **

$$\lambda = \frac{Q}{l} = \frac{\text{الشحنة}}{\text{الطول}} \xrightarrow[\text{قياسها}]{\text{وحدة}} \lambda = \frac{C}{m} = C/m$$

▬ Wire السلك

*** إثبات قوانين ال (Arc, Ring, Rod) :-

1 Rod :-



$$\vec{E} = \int k_e \frac{da}{r^2}$$

* المتغير هنا (x) فيجب تغير da ← dx

$$\lambda = \frac{Q}{x} \Rightarrow \boxed{dx\, \lambda = da}$$

$$\vec{E} = \int \frac{k_e \lambda\, dx}{r^2}$$

* r ← المسافة بين da ← P

$$\boxed{r = L + a - x}$$

$$\vec{E} = \int \frac{k_e \lambda\, dx}{L + a - x}$$

* حدود التكامل

$x = 0$ ← بداية السلك

$x = l$ ← نهاية السلك

$$\vec{E} = \int_0^l \frac{k_e \lambda}{(L+a-x)^2} \cdot dx$$

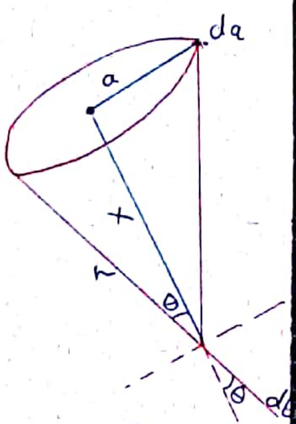
* $[k_e, \lambda, L, a]$ ← ثوابت

* $[x]$ ← متغير

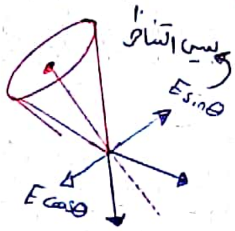
$$\vec{E} = k_e \lambda \frac{1}{[L+a-x]} \Big]_0^L$$

$$\boxed{\vec{E} = \frac{k_e \lambda L}{a(a+L)}}$$ ← قانون ال Rod

2 Ring



1 * $E_y = \text{Zero}$



$$E_y = E\sin\theta - E\sin\theta$$

$$= \text{Zero}$$

** $\cos\theta = \frac{x}{r}$

$$r = \sqrt{a^2 + x^2} \Rightarrow \boxed{\cos\theta = \frac{x}{\sqrt{a^2+x^2}}}$$

2 * $dE_x = \frac{k_e\, da}{r^2} \cos\theta$

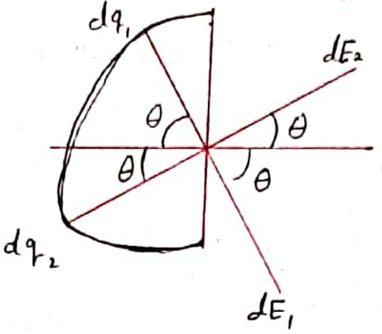
$$\int dE_x = \int \frac{k_e\, da\, x}{(a^2 + x^2)^{3/2}}$$

$$\boxed{E_x = \frac{k_e Q x}{(a^2 + x^2)^{3/2}}}$$

↓

قانون ال Ring

3 Arc



١) تحليل متجه المجال الأول ومتجه المجال الثاني.

$$dE_1 = \frac{k_e\, dq}{R^2}\left(\cos\theta\, \hat{i} - \sin\theta\, \hat{j}\right)$$

$$dE_2 = \frac{k_e\, dq}{R^2}\left(\cos\theta\, \hat{i} + \sin\theta\, \hat{j}\right)$$

② جمع المتجهات :-

$$dE_p = dE_1 + dE_2$$

$$= \frac{2k_e\, dq}{R^2}\cos\theta$$

$$\int dE_p = \int_0^{\frac{\theta}{2}} \frac{2\, k_e \boxed{dq}}{R^2}\cos\theta$$

$$E_p = \int_0^{\frac{\theta}{2}} \frac{2k_e\, \lambda\, \cancel{R}\, d\theta}{R^{\cancel{2}}}\cos\theta$$

$$\boxed{E = \frac{2k_e\lambda}{R}\sin\left(\frac{\theta}{2}\right)}$$

قانون ARC

$S = R\theta$

$S \Rightarrow$ طول القوس

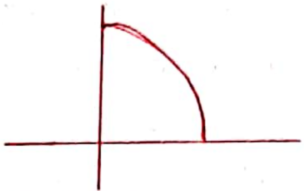
$\lambda = \frac{Q}{S}$

$\lambda = \frac{Q}{R\theta}$

$dq = \lambda R\, d\theta$

Example: calculate the electric field at origin point

$q = 5nc \; , \; R = 1cm$



* يقول السؤال :- إحسب المجال الكهربائي عند نقطة الأصل.

* طريقة الحل :- تطبيقاً على قانون ال Arc .

Solu: $\vec{E} = \frac{2k_e\lambda}{R}\sin\frac{\theta}{2}$

* $\lambda = \frac{Q}{S} = \frac{Q}{R\theta}$

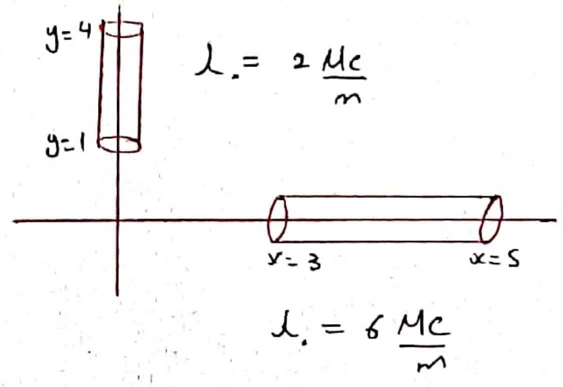
$$= \frac{\dfrac{2\times9\times10^{9}\times5\times10^{-9}}{1\times10^{-2}\times\frac{\pi}{2}}}{1\times10^{-2}} \times \sin\frac{\pi}{4}$$

$$\vec{E} = 1.27\,\pi\times10^{6}$$

$$\vec{E} = 1.27\,Mc\left(-\cos\pi/4\;\hat{i} - \sin\pi/4\;\hat{j}\right)$$

$$\boxed{\vec{E} = -0.89\,M\hat{i} - 0.89\,M\hat{j}}$$

Example :- See to The figure, Calculate electric field at origin point :-



* يقول السؤال :- إحسب الـ E عند نقطة الأصل.

* طريقة الحل : ① باستخدام قانون الـ Rod نحسب المجال الكهربائي الناتج من السلك الأول.

② باستخدام قانون الـ Rod نحسب المجال الكهربائي الناتج من السلك الثاني.

③ جمع المتجهات.

Solu :- $L = 5-3 = 2\text{cm}$
$a_1 = 3\text{ cm}$

$L = 4-1 = 3\text{ cm}$
$a_2 = 1\text{cm}$

$$\rightarrow \vec{E}_1 = \frac{k_e \lambda_1 L_1}{a_1(a_1+L)} = \frac{9\times10^9 \times 6\times10^{-6} \times 2\times10^{-2}}{3\times10^{-2}(3+2)\times10^{-2}}$$

$$= \boxed{\vec{E}_1 = \frac{36}{5} \times 10^5 \text{ N/C } (-\hat{i})}$$

$$\vec{E}_2 = \frac{k_e \lambda_2 L_2}{a_2(a_2+L_2)} = \frac{9\times10^9 \times 2\times10^{-6} \times 3\times10^{-2}}{1\times10^{-2}(1+3)\times10^{-2}}$$

$$\boxed{E_2 = \frac{54}{4} \times 10^5 \text{ N/C } (-\hat{j})}$$

$$\boxed{\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = \frac{-36}{5}\times10^5\hat{i} - \frac{54}{4}\times10^5\hat{j}}$$

Example :- A uniformly charged ring of radius 10.0 cm has a total charge of 75.0 μC. Find the electric field on the axis of the ring at

Q 39 Problems P 719

ⓐ 1.00 cm ⓑ 5.00 cm

ⓒ 30.0 cm, and ⓓ 100 cm

from the Center of The ring.

* يقول السؤال :- حلقة مشحونة q ونق R المطلوب حساب المجال الكهربائي عندما :-

① $x = 1\text{cm}$
② $x = 5\text{cm}$
③ $x = 30\text{ cm}$
④ $x = 100\text{ cm}$

Solution :-

1 $x = 1\text{cm}$ ⇒

$$E = \frac{k_e Q x}{(x^2+R^2)^{3/2}} = \frac{9\times10^9 \times 75\times10^{-6} \times 1\times10^{-2}}{((1\times10^{-2})^2+(10\times10^{-2})^2)^{3/2}}$$

$$\boxed{E = 6.64 \text{ M N/C}}$$

2 at $x = 30\text{ cm}$

$$\vec{E} = \frac{k_e Q x}{(x^2+R^2)^{3/2}} = \frac{9\times10^9 \times 75\times10^{-6} \times 30\times10^{-2}}{((30\times10^{-2})^2+(10\times10^{-2})^2)^{3/2}}$$

$$\boxed{\vec{E} = 6.4 \text{ M N/C}}$$

3 at $x = 100\text{ cm}$

$$\vec{E} = \frac{9\times10^9 \times 75\times10^{-6} \times 100\times10^{-2}}{((100\times10^{-2})^2+(10\times10^{-2})^2)^{3/2}} = \boxed{0.665 \text{ N/C}}$$

Example :- A charged particle A exerts a force of 2.62 MN to the right on charged particle B when the particles are 13.7mm apart. Particle B moves straight away from A to make the distance between them 17.7mm. What vec-tor force does it then exert on "A"?

Q4 problems P-716

* يقول السؤال :- جسيم A مشحون سيؤثر بقوة مقدارها F واتجاهها إلى اليمين على جسيم B والمسافة بينهم r_1 ، الجسم B تحرك بعيداً عن الجسم A وأصبحت المسافة r_2 ، المطلوب :- جد مقدار واتجاه القوة المؤثرة على ((A)) .

* طريقة الحل :- إيجاد مقدار $F_{B\to A}$ عن طريق قسمتهم على بعض كحذف المجاهيل (q_B , q_A)

Solu :-

$$F_{A\to B} = \frac{k_e q_A q_B}{r_1^2}$$

$$F_{BA} = \frac{k_e q_A q_B}{r_2^2}$$

$$\frac{F_{B\to A}}{F_{A\to B}} = \frac{\cancel{k_e} \cancel{q_A} \cancel{q_B}}{r_2^2} + \frac{r_1^2}{\cancel{k_e} \cancel{q_A} \cancel{q_B}}$$

$$F_{B\to A} = \frac{F_{A\to B}\, r_1^2}{r_2^2}$$

$$= \frac{262 \times 10^{-6} \times (13.27 \times 10^{-3})^2}{(17.7 \times 10^{-3})^2} = \boxed{1.57 MF}$$

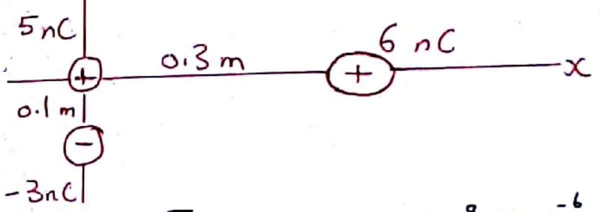
$$\vec{F}_{A\to B} = (-)\, \vec{F}_{B\to A}$$

تدل على الإتجاه يعني اتجاه $F_{B\to A}$ عكس إتجاه $F_{A\to B}$ يعني أن الإتجاه إلى اليسار .

$\Rightarrow$ $\boxed{1.57\ MN \text{ to The Left}}$

Example :- Three point charges lie along a straight line as shown in figure P23.12, where $q_1 = 6 MC$, $q_2 = 1.5 MC$ and $q_3 = -2 MC$. The separation distances are $d_1 = 3cm$ and $d_2 = 2cm$. Calculate the magnitude and direction of net electric force on (a) q_1

Q12 problems P-717



Solu :- $F_{21} = \frac{k_e q_2 q_1}{r^2} = \frac{9 \times 10^{9} \times 1.5 \times 10^{-6} \times 6 \ 0^{-6}}{(3 \times 10^{-2})^2}$

$$\boxed{F_{21} = 90 (-\hat{i})}$$

$$F_{31} = \frac{9 \times 10^{9} \times 2 \times 10^{-6} \times 6 \times 10^{-6}}{(5 \times 10^{-2})^2}$$

$$\boxed{F_{31} = 43.3\ \hat{i}}$$

$$\vec{F} = -90\hat{i} + 43.3\hat{i} = \underline{46.7 (-\hat{i})}$$

Example :- Two identical conducting small spheres are placed with their centers 0.300 m apart. One is given a charge of 12.0 nC and the other a charge of -18.0 nC.

Q 21 - Problems {P- 718}

ⓐ Find the electric force exerted by one sphere on the other.

ⓑ What If? The spheres are connected by a conduct-ing wire. Find the electric force each exerts on the other after they have come to equilibrium.

* رهنا السؤال حكالي انو عنا كرتين موصلتين والمسافة بينهم (R) ، وكمان اعطاني شحنة الكرتين ، ومطلوب هنا نوجد :-

① مقدار القوة الكرتين .

&

② اذا وصلنا سلك بين الكرتين ايش رح تكون مقدار القوة بينهم بعد الاتزان .

Solu :-

$$\boxed{1}\ F = \frac{k_e q_1 q_2}{r^2} = \frac{9\times10^{9} \times 12\times10^{-9} \times 18\times10^{-9}}{(0.3)^2}$$

$$\boxed{F = 2.16\times10^{-5}\ N}$$

$\boxed{2}$

* شحنة كل من الكرتين بعد الاتزان :

$$\frac{-18+12}{2} = -3$$

$$F = \frac{k_e q_1 q_2}{r^2}$$

$$= \frac{9\times10^{9} \times 3\times10^{-9} \times 3\times10^{-9}}{(0.3)^2}$$

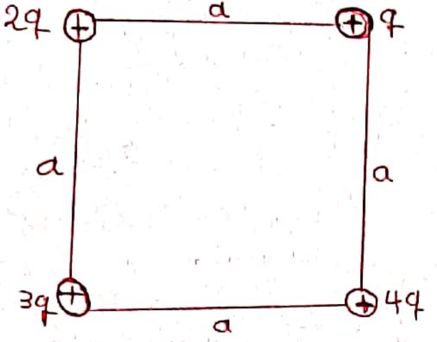
$$\boxed{F = 9\times10^{-7}\ N}$$

بخط : بنيان الحسبان

إعداد : قتيبة الكعابنة

Example :- Q 25_Problems P_718

Four charged particles are at the corners of a square of side a as shown in figure ~~parts~~ Determine ⓐ the electric field at the location of charge q and ⓑ the total electric force exerted on q.



* هذا السؤال بسيط جداً بحكيلي انو عنا مربع موضوع على زواياه شحنات كهربائية. وحكالي انو طول ضلع المربع هو(a) :-

بدنا نوجد :- ١) المجال الكهربائي عند موقع q .

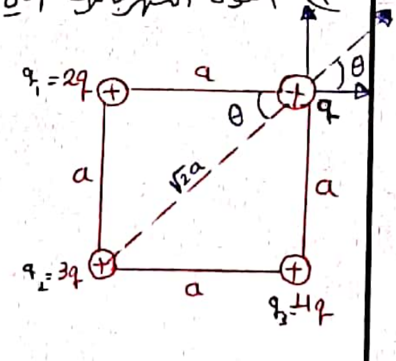
٢) القوة الكهربائية التي تؤثر على q.

Solu:-

$\theta = 45°$

$\text{الوتر} = \sqrt{a^2+a^2}$

$= \sqrt{2}\,a$



$\boxed{1}$ $\vec{E}_1 = \frac{k_e q_1}{r^2} = \frac{k_e 2q}{a^2}\,\hat{i}$

$E_3 = \frac{k_e q_3}{r^2} = \frac{k_e 4q}{a^2}\,\hat{j}$

$E_2 = \frac{k_e q_2}{r^2}(\cos\theta\,\hat{i} + \sin\theta\,\hat{j})$

$\vec{E} = \frac{k_e 3q}{2a^2}(\cos 45\,\hat{i} + \sin 45\,\hat{j})$

$\vec{E} = \frac{k_e q}{a^2}\left(2 + \frac{3}{2}\cos 45\right)\hat{i} + \left(\frac{3}{2}\sin 45 + 4\right)\hat{j}$

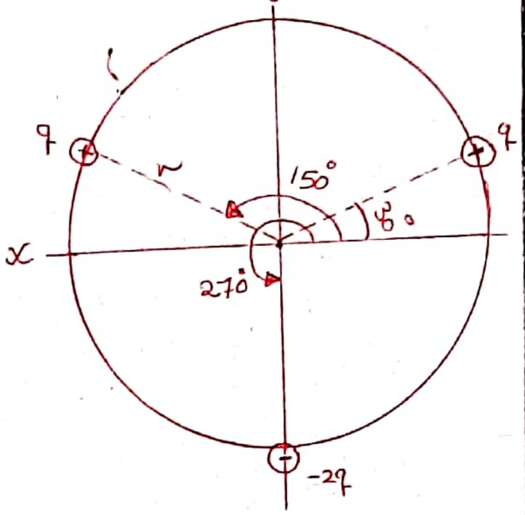
$$\boxed{\vec{E} = \frac{k_e q}{a^2}(3.06\,\hat{i} + 5.06\,\hat{j})}$$

$\boxed{2}$ $\vec{F} = q\vec{E}$

$$\boxed{\vec{F} = \frac{k_e q^2}{a^2}(3.06\,\hat{i} + 5.06\,\hat{j})}$$

Q26 - Problems
P- 718

Example 8- Three Point charges lie along a circle of radius r at angle of 30°, 150°, and 270° as shown in Figure ↓. Find a symbolic expression for the resultant electric field at the center of circle.



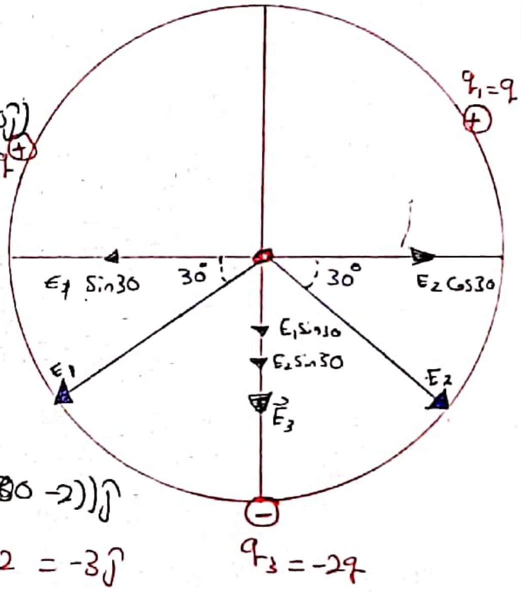
* بهذا السؤال عنا ثلاث شحنات نقطية هدول الثلاث شحنات موجودين على محيط الدائرة يلي نصف قطرها (r) ، وطلب منا نوجد المجال الكهربائي عند مركز الدائرة .

Solu:- $\vec{E} = \frac{ke\,q_1}{r^2}(-\cos\theta\,\hat{i} - \sin\theta\,\hat{j})$

$= \frac{ke\,q}{r^2}(-\cos 30\,\hat{i} - \sin 30\,\hat{j})$.

$\vec{E_2} = \frac{ke\,q_2}{r^2}(+\cos\theta - \sin\theta\,\hat{j}) \Rightarrow \frac{ke\,q}{r^2}(+\cos 30\,\hat{i} - \sin 30\,\hat{j})$

$E_3 = \frac{-2ke\,q}{r^2}\,\hat{j}$



$E_{center} = \vec{E_1} + \vec{E_2} + \vec{E_3}$

$= \frac{ke\,q}{r^2}\left(\left(-\cancel{\cos 30} + \cancel{\cos 30}\right)\hat{i} + \left(-\sin 30 - \sin 30 - 2\right)\right)\hat{j}$

$-0.5 - 0.5 - 2 = -3\,\hat{j}$

$= \frac{ke\,q}{r^2} * -3\,\hat{j} = -3\,\frac{ke\,q}{r^2}\,\hat{j}$

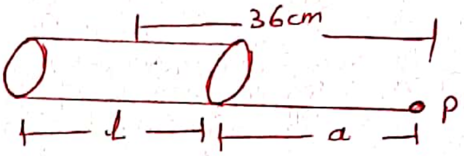
Example : A rod 14.0 cm long is uniformly charged and has a total charge of $-22\mu C$. Determine ⓐ the magnitude and ⓑ the direction of the electric field along the axis of the rod at a point 36.0 cm from its center.

Q 37 – Problems

P – 719

** السؤال شو بحكيلي ، بحكيلي انو عنا قضيب طوله (L) ، ومشحون بشحنة (q) ومطلوب منا إننا نوجد مقدار المجال الكهربائي واتجاهه عند النقطة يلي بتبعد عن المركز (36 cm) . [الموضوع سهل جداً] .

Solu :



$a = 36 - 7 = 29\ Cm$

$\lambda = \frac{Q}{L} \Rightarrow \{ L\lambda = Q \}$

$E_{rod} = \frac{k_e \lambda L}{a(a+L)} \Longrightarrow \frac{k_e Q}{a(a+L)} = \frac{9\times10^{9} \times 22\times10^{-6}}{(0.29)(0.29+0.14)}$

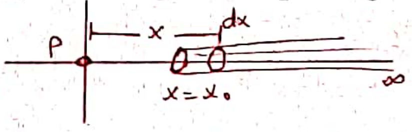
$$\boxed{E_{Rod} = 1.59\times10^{5}\ N/C}$$

Example : A continuous line of charge lies along the x axis, extending from $x = +x_0$ to positive infinity. The line carries positive charge with a uniform linear charge density λ_0. What are ⓐ the magnitude and ⓑ the direction of the electric field at the origin?

Q 43 – Problem

P – 719

والسؤال هون بسيط بس بدو شوية تركيز ، بحكيلنا انو في عنا موصل مشحون بمتد من $x_0 \leftarrow \infty$ ، وله كثافة شحنة موجبة λ ، ومطلوب منا نوجد ** ← مقدار واتجاه المجال الكهربائي عند نقطة الأصل.



Solu:– $E_P = \int \frac{k_e Q}{r^2} \cdot dx$

$E_P = \int_{x_0}^{\infty} \frac{k_e\, dx\, \lambda_0}{x^2} = k_e \lambda_0 \left. \frac{-1}{x} \right]_{x_0}^{\infty}$

$\Rightarrow \boxed{\frac{k_e \lambda_0}{x} \quad \text{to the Left}}$

ملاحظات بسيطة :

* $r^2 = x^2$

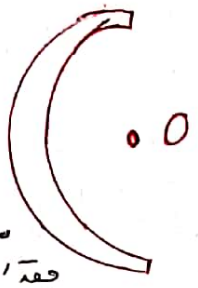
* $\lambda = \frac{Q}{x}$

* $\boxed{dx\, \lambda = dQ}$

Example :
Q45- problems
P- 720

A uniformly charged insulating rod of Length 14cm is bent into the shape of a semicircle as shown in the figure. The rod has total charge of -7.5 μC.

Find ⓐ the magnitude ⓑ the direction of the electric field at O, the center of the semicircle.



* هذا السؤال لطيف جداً
يحكيلي انو عنا قضيب طوله L
عملنا على شكل نصف دائرة .
ومشحون بشحنة
مقدارها Q وطلب هنا كسس
مقدار المجال الكهربائي عند النقطة (O)
ونحدد اتجاهه .

Solu :- $E_0 = \frac{2k_e\lambda}{R}\sin\frac{\theta}{2}$

* $\theta = 180$

* $\lambda = \frac{Q}{L} = \frac{7.5\times10^{-6}}{14\times10^{-2}} = 0.53\times10^{-4}$ C/m

* $s = L = R\theta$
$R = \frac{L}{\theta} = \frac{14\times10^{-2}}{\pi} = 4.45$ cm

$$\vec{E}_0 = \frac{2\times9\times10^{9}\times0.53\times10^{-4}}{4.45\times10^{-2}}\times\sin 90$$

$$\boxed{\vec{E} = 2.15\times10^{7}\ N/C \text{ to The Left}}$$

Example :
Q 52 - Problem
P- 720

A proton is projected in the positive x direction into a region of a uniform electric Field $\vec{E} = (-6\times10^{5})\hat{i}$ N/C at t = zero. The proton travels 7 cm as it comes to rest. Determine ⓐ The acceleration of the proton, ⓑ its initial Speed, and ⓒ the time interval over which the proton comes to rest.

* بحكيلنا السؤال :- تم اطلاق بروتون
في منطقة مجال كهربائي منتظم (E) باتجاه محور الـ(X)
الموجب ، وهذا البروتون مشى مسافة مقدارها
(ΔX) ثم استقر ، مطلوب منا نوجدلو :-
① التسارع ② السرعة الابتدائية ③ الزمن الذي يستقر فيه البروتون

Solu :- ① $a = \frac{Eq}{m} = \frac{6\times10^{5}\times1.6\times10^{-19}}{1.67\times10^{-27}}$

$$\boxed{= -5.7\times10^{13}\ m/s\ (\hat{i})}$$

لانه بدأ بسرعة ابتدائية ثم توقف

② $v_f = v_i + 2\Delta x$
$0 = v_i - 2(5.76\times10^{13})(7\times10^{-2})$

$$\boxed{v_i = 2.84\times10^{6}\ m/s\ (\hat{i})}$$

③ $v_f = v_i + at$

$0 = 2.84\times10^{6} + (-5.76\times10^{13})t$

$$\boxed{t = 4.13\times10^{-8}\ s}$$

ملخص قوانين [Chapter 23]

1 $q = \mp Ne$

2 $\vec{F} = \frac{k_e q_1 q_2}{r^2} \hat{r}$

3 $\vec{E} = \frac{k_e q}{r^2} (\hat{r})$

4 $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$

5 $\sigma = \frac{Q}{A}$

6 $\lambda = \frac{Q}{\ell}$

7 $\rho = \frac{Q}{V}$

8 $E_{Rod} = \frac{k_e Q}{a(a+\ell)}$

9 $E_{Ring} = \frac{k_e Q x}{(x^2+R^2)^{3/2}}$

10 $E_{Arc} = \frac{2 k_e \lambda}{R} \sin \frac{\theta}{2}$

11 $\vec{a} = \frac{\vec{E} q}{m}$

12 $v_f = v_i + at$

13 $(v_f)^2 = (v_i)^2 + 2a\Delta x$

14 $\Delta x = v_i t + a t^2$

15 طول قوس القطاع الدائري $= R\theta$

16 مساحة الدائرة $= \pi R^2$

17 محيط الدائرة $= 2\pi R$

CHAPTER ((24)) :- Gauss's Law.

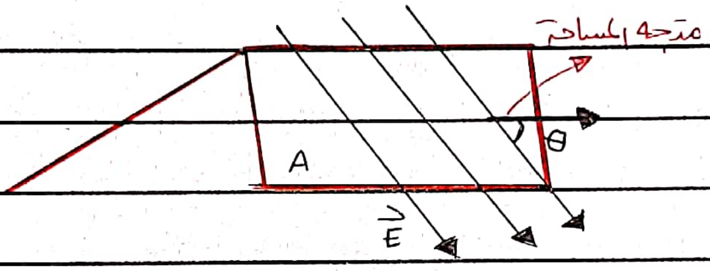
قانون غاوس

(24-1) :- Electric Flux :-

*** التدفق الكهربائي :-

➡ The number of electric field lines that passing a unit area.

▬ التدفق الكهربائي هو عبارة عن عدد خطوط المجال الكهربائي التي تخترق وحدة المساحة.



▬ متجه المساحة :- هو متجه عامودي على السطح المخترق.

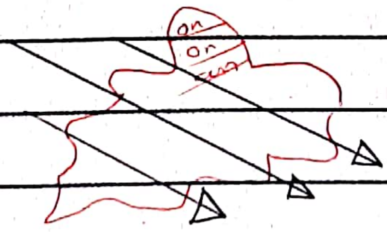
$$\phi_E = \vec{E} \overset{\cos\theta}{\odot} A \quad \Rightarrow \quad \phi_E = E A \cos\theta$$

*** E → electric field المجال الكهربائي

*** A → surface area مساحة السطح

*** θ → الزاوية بين متجه المساحة ومتجه المجال.

* وحدة قياس التدفق هي $N \cdot m^2 / C$



$$\theta = \int_{\text{surface}} E \cdot dA$$

** في عنا معلومات مهمة ومفيدة جداً لازم نكون عارفينهم مليح هم :-

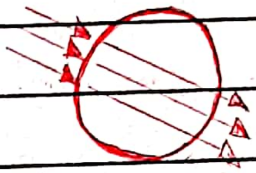
أولاً :- يكون التدفق الكهربائي أعلى ما يمكن عندما تكون الزاوية صفر. كيف يعني؟؟

((يعني إنو خطوط المجال تكون متعامدة مع السطح وموازية لمتجه المساحة))

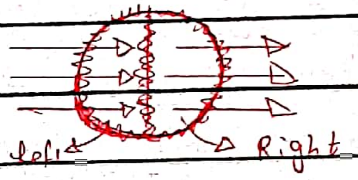
ثانياً :- يكون التدفق أقل ما يمكن عندما تكون الزاوية ((90°)). كيف يعني؟؟

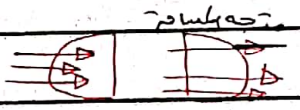
((يعني إنو :- خطوط المجال تكون موازية للسطح ومتعامدة مع متجه المساحة))

Example"1":- calculate the totel electrical flux of the sphere where :- $E = 400\hat{i}$ & $R = 0.2\,m$:-



** مطلوب منّا في هذا السؤال نحسب التدفق الكهربائي الكلي لكرة نصف قطرها R & ومخترقها مجال كهربائي مقداره $\vec{E}$:-





Solu :- $Q_T = Q_{Right} + Q_{left}$

$$= E * A\cos\theta + E A * \cos\theta$$

$$= 400 * \frac{4\pi r^2}{2} \cos\theta + 400 * \frac{4\pi r^2}{2} * \cos 180$$

$$= 400 * \frac{4 * \pi * (0.2)^2}{2} * 1 +$$

$$\frac{400 * 4\pi * (0.2)^2}{2} * -1$$

$$= 100.48 - 100.48$$

$$= \underline{Zero}$$

$\theta Right = Zero$

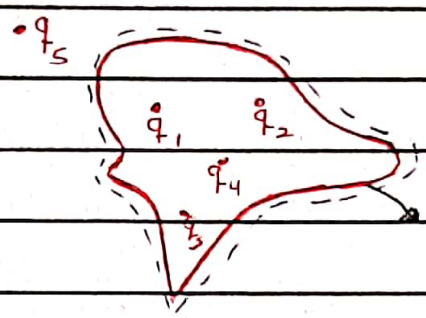
$\theta left = 180$

مساحة سطح الكرة $A = 4\pi R^2$

مساحة سطح نصف الكرة $A = \frac{4\pi R^2}{2}$

(24-2) : Gauss's law.

قانون غاوس



$$\phi = \frac{q_{in}}{\epsilon_0}$$

*** التدفق الكهربائي = الشحنات التي توجد داخل سطح غاوس

المعاملة الكهربائية

* التدفق الكهربائي في الشكل السابق ⇐ $Q_E = \frac{q_1 + q_2 * q_3 + q_4}{\epsilon}$

*** ملاحظة مهمة ⇐ السالب يعوضا في القانون

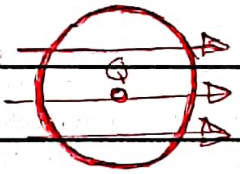
** قانون غاوس هو عبارة عن دمج قوانين التدفق مع بعضها وذلك من خلال مساواتهم ببعض كالتالي :

$\phi = \frac{q_{in}}{\epsilon_0}$ & $\phi = \int E \cdot dA$

قانون غاوس ⇒ $\frac{q_{in}}{\epsilon_0} = \int E \cdot dA$ ⇒ $\boxed{\frac{q_{in}}{\epsilon_0} = EA}$

Example : calculate the right electrical flux of the sphe

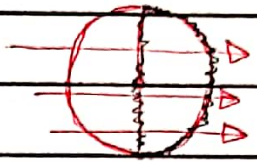
where $\vec{E} = 350 \hat{i}$ & $Q = -5nC$ & $R = 0.3$?



* مطلوب منا هنا السؤال نحسب التدفق الكهربائي للجهة اليمنى للكرة الناتجة من المجال الكهربائي والشحنة الموجودة في مركزه.

Solu: هون في عنا سببين للتدفق يلي هو ← [1] الشحنة الكهربائية الموجودة بالكرة

← [2] المجال الكهربائي.



$$\phi_{Right} = \phi_E + \phi_q$$

$$E * \frac{A}{2} + \frac{Q_{in}}{\epsilon_0} * \frac{1}{2}$$

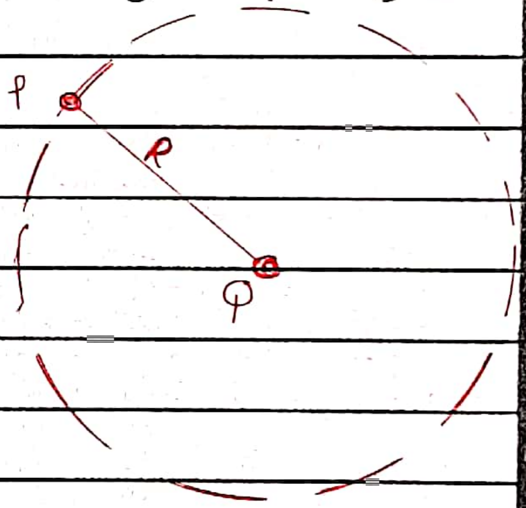
$$= \frac{350 * 4\pi(0.3)^2}{2} + \frac{-5 * 10^{-9}}{8.85 \times 10^{-12}} * \frac{1}{2}$$

$$= 197.8 - 282$$

$$= \cancel{82}\ \boxed{\phi_{Right} = 84.2}$$

---

* إيجاد المجال الكهربائي عند نقطة باستخدام قانون غاوس



$$\int E \cdot dA = \frac{q_{in}}{\epsilon_0}$$

$$E \int dA = \frac{\cancel{q_{in}}\ Q}{\epsilon_0}$$

$$\underset{\downarrow}{EA} = \frac{Q}{\epsilon_0} \longrightarrow E(4\pi r^2) = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

$$* A = 4\pi r^2$$

$$E = \frac{Q}{4\pi r \epsilon} \quad ** \frac{1}{4\pi\epsilon} = ke$$

$$\boxed{\vec{E} = \frac{ke\, Q}{r^2}}$$

[redacted] (24-3) :- Application of Gauss's Law to various charge distribution :-

** * تطبيق قانون غاوس على توزيع الشحنات المختلفة :-

A Sphere :-

" الكرة "

** إذا كان الجسم المشحون كرة وبدنا نحسب المجال الكهربائي الناتج عن هذه الكرة رح يكون عنا شكل سطح غاوس كروياً :-

II Conducting sphere :-

الكرة الموصلة .

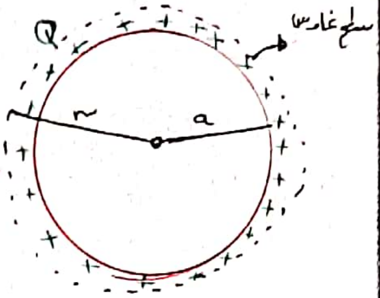
1 أن تكون الشحنات على السطح الخارجي للكرة .

2 نستخدم هنا الكثافة الشحنية السطحية

؛ في حال أن الشحنة الموجودة ع السطح مجهولة $\sigma = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{4\pi r^2}$

الحالة (1)

** * النقطة المراد حساب المجال الكهربائي عندها تكون خارج الكرة .



$EA = \frac{q_{in}}{\epsilon_0}$ → A :- مساحة سطح غاوس

$A = 4\pi r^2$

$E(4\pi r^2) = \frac{\boxed{q_{in}}}{\epsilon_0}$ → q_{in} الشحنات الموجودة داخل سطح غاوس

$q_{in} = Q$

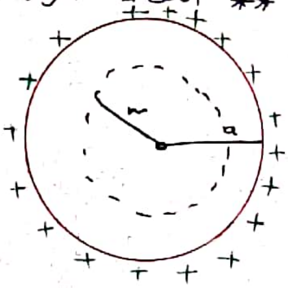
$E(4\pi r^2) = \frac{Q}{\epsilon_0}$

$E = \frac{Q}{4\pi r^2 \epsilon_0}$ → $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = ke$

$$\boxed{E = ke\frac{Q}{r^2}}$$

الحالة (2)

** النقطة المراد حساب المجال عندها تكون خارج الكرة ،



$EA = \frac{q_{in}}{\epsilon_0}$ → A : مساحة سطح غاوس

$A = 4\pi r^2$

$E(4\pi r^2] = \frac{\boxed{q_{in}}}{\epsilon_0}$ → الشحنات الموجودة داخل سطح غاوس

$q_{in} = Zero$.

لا يوجد أي شحنة داخل سطح غاوس .

$$\boxed{E = Zero}$$

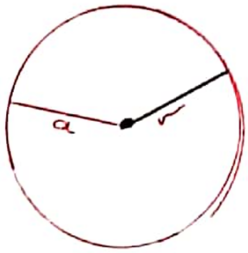
$$E_{\text{الكرة الموصلة}} = \begin{cases} \frac{ke\,Q}{r^2} & \underline{\underline{if}} \quad r > a \\ Zero & \underline{\underline{if}} \quad r < a \end{cases}$$

⇒ a نق الكرة المشحونة

r نق سطح غاوس

* حالات إضافية :-

1 نقة غاوس = نقة للكرة المشحونة ((تكون ~~الكرة~~ النقطة على السطح الخارجي للكرة $r=a$))



$$EA = \frac{q_{in}}{\epsilon_0} \longrightarrow \sigma = \frac{q}{A_{\text{للكرة}}}$$

$$E(\cancel{4\pi r^2}) = \frac{\cancel{4\pi a^2}\,\sigma}{\epsilon_0}$$

$$A_{\text{للكرة}} = 4\pi a^2$$

$$A_{\text{لغاوس}} = 4\pi r^2$$

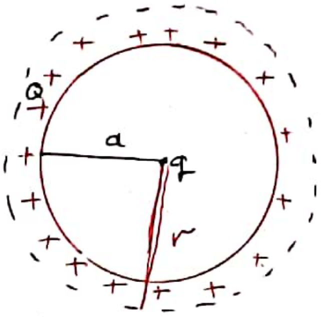
** $a = r$

$$\boxed{\vec{E} = \frac{\sigma}{\epsilon_0}}$$

$$q_{in} = 4\pi a^2 \sigma$$

---

2 وجود شحنة في المركز والنقطة المراد حساب المجال الكهربائي عندها خارج الكرة



$a < r$

$$EA = \frac{q_{in}}{\epsilon_0} \longrightarrow q_{in}$$: الشحنة الموجودة داخل سطح غاوس

ويوجد شحنتين ⇐ شحنة + شحنة
السطح المركز

$$EA = \frac{(q+Q)}{\epsilon_0}$$

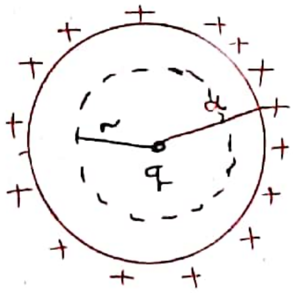
$$E(4\pi r^2) = \frac{(q+Q)}{\epsilon_0} \longrightarrow A$$: مساحة السطح

$A = 4\pi r^2$

$$E = \frac{q+Q}{4\pi r^2 \epsilon_0} \Rightarrow \boxed{E = \frac{k_e(q+Q)}{r^2}}$$

---

3 وجود شحنة في المركز والنقطة المراد حساب المجال عندها داخل الكرة $a > r$



$$EA = \frac{q_{in}}{\epsilon_0} \longrightarrow q_{in}$$: الشحنة الموجودة داخل سطح غاوس.

← لا يوجد داخل سطح غاوس الا شحنة المركز $(q_{in} = q)$

$$EA = \frac{q}{\epsilon_0}$$

$$E(4\pi r^2) = \frac{q}{\epsilon_0} \longrightarrow A = 4\pi r^2$$

$$E = \frac{q}{\epsilon_0 4\pi r^2} \Rightarrow \boxed{E = \frac{k_e q}{r^2}}$$

$\boxed{2}$ ⟶ Non-conducting sphere :

الكرة العازلة : [insulating sphere]

* الشحنات تتوزع على حجم الكرة ولا تتوزع على السطح الخارجي .

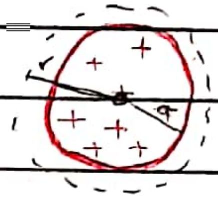
في الكرة العازلة رح نستخدم الكثافة الشحنية الحجمية (ρ) لإيجاد الشحنة

$\rho = \frac{Q}{V}$ حجم الكرة هو :

$\rho = \frac{Q}{\frac{4\pi}{3}a^3}$ $V = \frac{4}{3}\pi a^3$

الحالة (1) ⟶ تكون النقطة المراد حساب المجال الكهربائي عندها خارج الكرة .

$(r > a)$



$EA = \frac{q_{in}}{\epsilon_0} \Rightarrow q_{in}$ الشحنة الموجودة داخل سطح غاوس .

$EA = \frac{Q}{\epsilon_0}$ $q_{in} = Q$

$\searrow A$ A مساحة سطح غاوس

$E(4\pi r^2) = \frac{Q}{\epsilon_0}$ $A = 4\pi r^2$

$E = \frac{Q}{4\pi r^2 \epsilon_0}$

$$\boxed{E = \frac{k_e Q}{r^2}}$$

* في حال ان الشحنة (Q) مجهولة والكثافة الشحنية الحجمية (ρ) معلومة

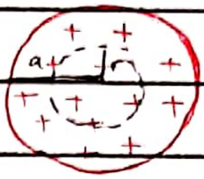
$E = \frac{k_e Q}{r^2} = \frac{Q}{4\pi\epsilon r^2} \rightarrow \rho = \frac{Q}{\frac{4\pi a^3}{3}}$

$E = \frac{4\pi/3\, a^3 \rho}{4\pi \epsilon r^2}$ $Q = \frac{4\pi}{3}a^3\rho$

$$\boxed{E = \frac{a^3 \rho}{3\epsilon_0 r^2}}$$

الحالة (2) ⊳ تكون النقطة المراد حساب المجال عندها داخل الكرة .

$$E A = \frac{q_{in}}{\epsilon_0} \longrightarrow$$ بنلاحظ علاقة بين الـ q_{in} & Q



* الكثافة الشحنية الحجمية للكرة كاملة

= الكثافة الشحنية الحجمية لكرة غاوس ومنها :-

$$\rho_{\text{غاوس}} = \rho_{\text{للكرة}}$$

$$\frac{q_{in}}{\frac{4\pi r^3}{3}} = \frac{Q}{\frac{4\pi a^3}{3}}$$

$$\boxed{q_{in} = \frac{Q r^3}{a^3}}$$

A ⟶ $A = 4\pi r^2$ مساحة كرة غاوس

ومنها $E(4\pi r^2) = \frac{Q r^3}{a^3} \Rightarrow E = \frac{Q r}{4\pi\epsilon_0 a^3}$

$$\boxed{E = \frac{k_e Q r}{a^3}}$$

* * في حال أنه كانت الشحنة مجهولة (Q) والكثافة الشحنية (ρ) معلومة .

$$\rho_{\text{غاوس}} = \rho_{\text{كرة}} \Rightarrow$$ معلومة

$$\frac{q_{in}}{\frac{4\pi r^3}{3}} = \rho \Rightarrow \boxed{q_{in} = \frac{4\pi r^3 \rho}{3}}$$

$$E(A) = \frac{q_{in}}{\epsilon_0}$$

$$E(4\pi r^2) = \frac{4\pi r^3 \rho}{3\epsilon_0} \Rightarrow \boxed{\vec{E} = \frac{\rho r}{3\epsilon_0}}$$

$$E_{\text{للكرة العازلة}} \begin{cases} \frac{k_e Q r}{a^3} , & r < a \\ \frac{k_e Q}{r^2} & r > a \end{cases}$$

Example : A solid sphere of radious 40.0 cm has a total Positive charge of 26.0 μC uniformly distributed throughout it's volume . Calculate the magnitude of the electric field ⓐ 0cm ⓑ 10.0cm , ⓒ 40.0cm , and ⓓ 60.0cm from the center of the sphere .

Q 35 - Problem
P - 742

هنا السؤال بحكيلنا انو عنا كرة صلبة نصف قطرها a = 40 سم ومجموع شحناتها q = 26 μC وهذه الشحنات موزعة بشكل منتظم على حجم ومطلوب منّا نحسب المجال الكهربائي عند اكثر من نقطة .

Solu :

بالفرع الأول & الثاني (1)+(2) رح نستخدم القانون $\left(\frac{k_eQr}{a^3}\right)$
لأنه $(r<a)$ [نصف قطر كرة غاوس اقل من نصف قطر الكرة المشحونة]

وبالفرع (الثالث)+(4) رح نستخدم القانون $\left(\frac{k_eQ}{r^2}\right)$
لأنه $r \geq a$ (نصف قطر كرة غاوس اكبر)

[1] at $r = 0cm$ $\Rightarrow \vec{E} = \frac{k_eQr}{a^3} = \text{Zero}$

[2] at $r = 10cm$ $\Rightarrow \vec{E} = \frac{k_eQr}{a^3} = \frac{9\times10^9 \times 26\times10^{-6} \times 10\times10^{-2}}{(40\times10^{-2})^3}$

$= \boxed{365.6\,k\ N/C}$

[3] at $r = 40cm$ $\Rightarrow \vec{E} = \frac{k_eQ}{r^2} = \frac{9\times10^9 \times 26\times10^{-6}}{(40\times10^{-2})^3}$

$= \boxed{1.46\,M\ N/C}$

[4] at $r = 60cm$ $\Rightarrow \vec{E} = \frac{k_eQ}{r^2} = \frac{9\times10^9 \times 26\times10^{-6}}{(60\times10^{-2})^2}$

$= \boxed{650\,k\ N/C}$

B spherical shell .

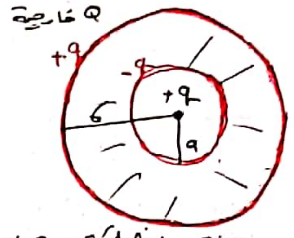
قشرة كروية .

1 spherical conductive shell .

قشرة كروية موصلة (أن تكون الشحنة على السطح الخارجي)

** في حال كان عنا شحنة في المركز ؛ رح تكون على القشرة الداخلية شحنة هاي الشحنة إشارتها عكس إشارة الشحنة الموجودة بالمركز ومتساويها في المقدار .

** ورح تتكون شحنة ثانية على السطح الخارجي غير الشحنة الخارجية الموجودة وبتكون إشارتها عكس إشارة الشحنة الموجودة على القشرة الداخلية & مساوية لها بالمقدار .



* a = نصف قطر داخلي للكرة

** الشحنة الكلية للسطح الخارجي = الشحنة الخارجية + الشحنة التي تكون بسبب شحنة المركز

$$Q_{net} = \underset{\text{خارجية}}{Q} + q$$

* السالب بجوه .

* b نصف قطر خارجي للكرة

* r = نصف غاوس

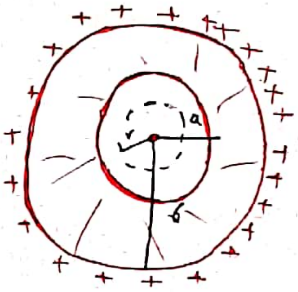
الحالة (1) ⟶ أن تكون النقطة المراد حساب المجال عندها داخل الكرة $(r<a)$

$$EA = \frac{q_{in}}{\epsilon_0} \longrightarrow q_{in} = q$$

$$EA = \frac{q}{\epsilon_0} \longrightarrow A = 4\pi r^2$$

$$E(4\pi r^2) = \frac{q}{\epsilon_0} \Rightarrow E = \frac{q}{4\pi r^2 \epsilon_0}$$

$$\boxed{E = k_e \frac{q}{r^2}}$$



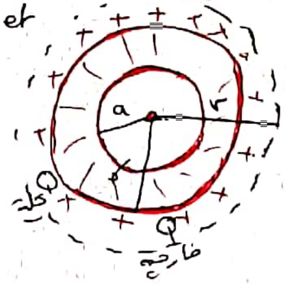
الحالة (2) ⟶ * أن تكون النقطة المراد حساب المجال الكهربائي عندها خارج الكرة $(r>b)$

$$EA = \frac{q_{in}}{\epsilon_0} \longrightarrow q_{in} = Q_{ext} + q = Q_{net}$$

$$EA = \frac{\overset{\text{خارجية}}{Q_{ext}} + q}{\epsilon_0} \longrightarrow A = 4\pi r^2$$

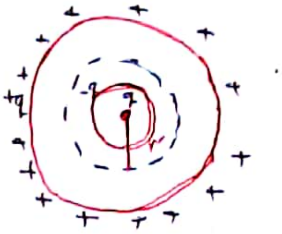
$$E(4\pi r^2) = \frac{Q+q}{\epsilon_0}$$

$$\boxed{E = k_e \frac{Q_{net}}{r^2}}$$



الحالة (3) ⟶ أن تكون النقطة المراد حساب المجال عندها بين السطح الداخلي والخارجي ، $a < r < b$

$$EA = \frac{q_{in}}{\epsilon_0} \longrightarrow q_{in} = q + -q = Zero$$



$$\underline{\underline{E = Zero}} \longrightarrow$$ المجال يساوي صفر وذلك بسبب تكون شحنة على السطح الداخلي وهذه الشحنة عكس إشارة الشحنة الموجودة في المركز $q_{in} = q + -q$

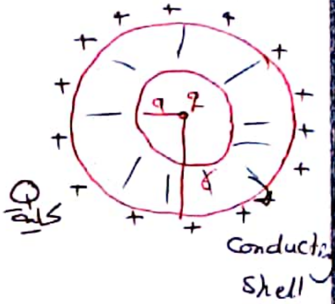
Examples Depending on the figure ,Calculate the electric Field at : [1] r= 5cm [2] r= 30 cm [3] r=15 cm [4] Find Q خارجية

** a = 10 cm ** b= 20 cm ** q= - 5nC ** $Q_{\text{الكلية}}$ = 15nC

* المطلوب في هذا وصول المجال الكهربائي عند :-

[1] r= 5cm . [2] r= 30cm . [3] r=15cm .

[4] ايجاد مقدار الشحنة الخارجية.



Solu:- [1] لحل هذا الفرع على قانون ↙ لأن $\underline{r<a}$

$$E = ke\frac{q}{r^2} = \frac{9\times10^{9}\times5\times10^{-9}}{(5\times10^{-2})^2}$$

$$= \frac{45}{25}\times10^{4}\ N/C$$ inward
لأن الشحنة سالبة

[2] لحل هذا الفرع على القانون ↓ لأن r>b

$$\vec{E} = \frac{ke\ Q_{\text{كلية}}}{r^2} = \frac{9\times10^{9}\times15\times10^{-9}}{(30\times10^{-2})^2}$$

$$= 1500\ N/C$$ <u>outward</u>

[3] $E = Zero$

$a<r<b$

[4] $Q_{net} = Q_{ext} + q_{\text{المركز}}$

$15 = Q_{ext} + -5$

$$\boxed{Q_{ext} = 20nC}$$

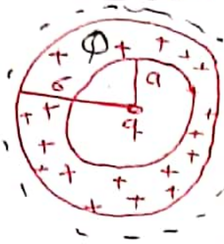
2 insulating spherical shell

قشرة كروية عازلة (أنه تكون الشحنات موزعة على حجم القشرة)

* معلومة لازم نكون عارفينها :-
في حال وجود شحنة بالمركز لا يتكون على السطح الداخلي أي شحنة لأنها قشرة عازلة .

الحالة (1) ◁ أن تكون النقطة المراد حساب المجال الكهربائي عندها خارج الكرة (r>b)

$$EA = \frac{q_{in}}{\epsilon_0} \rightarrow q_{in} = q+Q$$



$$EA = \frac{(q+Q)}{\epsilon_0} \rightarrow A = 4\pi r^2$$

$$E(4\pi r^2) = \frac{q+Q}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{q+Q}{4\pi r^2 \epsilon_0} \Rightarrow \boxed{\vec{E} = \frac{ke(q+Q)}{r^2}}$$

** في حالة ان الشحنة مجهولة (Q) والكثافة الشحنية الحجمية معلومة (ص)

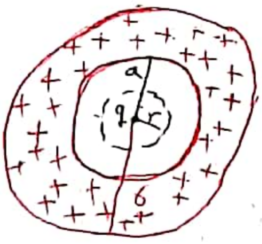
$$E = \frac{ke(Q+q)}{r^2} \rightarrow Q = \rho v$$

$$Q = \rho\left(\frac{4}{3}\pi(b^3-a^3)\right)$$

$$v = \frac{4\pi}{3}b^3 - \frac{4\pi}{3}a^3$$

$$\boxed{\vec{E} = \frac{ke\left(q+\rho\frac{4\pi}{3}(b^3-a^3)\right)}{r^2}}$$

الحالة (2) ◁ أنه تكون النقطة المراد حساب المجال عندها داخل الكرة



$$EA = \frac{q_{in}}{\epsilon_0} \rightarrow q_{in} = q$$

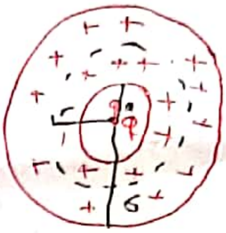
$$EA = \frac{q}{\epsilon_0} \rightarrow A = 4\pi r^2$$

$$\vec{E}(4\pi r^2) = \frac{q}{\epsilon_0} \Rightarrow \boxed{E = \frac{keq}{r^2}}$$

الحالة (3) ◁ أنه تكون النقطة المراد حساب المجال عندها بين السطح الداخلي والخارجي .

$$a < r < b$$

* هنا لا نستطيع إيجاد q_{in} بدلالة Q : سوف نجدها بدلالة ص



$$EA = \frac{q_{in}}{\epsilon_0} \rightarrow q_{in}$$ الشحنات الموجودة داخل سطح غاوس

* الشحنة الموجودة في المركز + الشحنة الموجودة في المنطقة المظللة q_2

$$q_2 = \rho v$$

v :- حجم كرة غاوس

$$v = 4\frac{\pi}{3}(r^3 - a^2)$$

$$q_{in} = \frac{4\pi}{3}(r^3-a^3)\rho + q$$

A ⊢ مساحة سطح غاوس

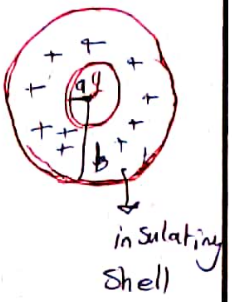
$$A = 4\pi r^2$$

$$\rightarrow E(4\pi r^2) = \frac{\left(\frac{4\pi}{3}(r^3-a^3)\rho + q\right)}{\epsilon_0}$$

$$\boxed{E = \frac{keq + \rho\frac{4\pi}{3}(r^3-a^3)}{r^2}}$$

Example: Depending on the Figure, calculate the electric field at: $\boxed{1}$ $r = 2cm$,
$\boxed{2}$ $r = 20\ cm$ $\boxed{3}$ $r = 10cm$
$\rho = 108\ n\ C/m^2$, $q = -2nC$
$a = 5cm$ $b = 15\ cm$.

* المطلوب في هذا السؤال ايجاد المجال الكهربائي عند النقاط $\boxed{1}$ $\boxed{2}$ $\boxed{3}$



Solu: $\boxed{1}$ at $r = 2cm$

رح نحل هذا السؤال على القانون وذلك لانه $(a>r)$

$$\boxed{E = ke\frac{q}{r^2}}$$

$$\vec{E} = \frac{keq}{r^2} = \frac{9\times10^{9}\times2\times10^{-9}}{(2\times10^{-2})^2} = \frac{18}{4}\times10^{4}\ N/c$$

inward

لان الشحنة سالبة،

$\boxed{2}$ at $r = 20\ cm$

رح نحل هذا الفرع على القانون لانه $r>b$

$$\boxed{E = ke\frac{(q+\rho\frac{4\pi}{3}(b^3-a^3))}{r^2}}$$

$$= \frac{9\times10^{9}(-2\times10^{-9}+((108\times10^{-9}\times\frac{4\pi}{3}(15^3-5^3)\times10^{-2})^3)}{(20\times10^{-2})^2}$$

$= 119.2\ N/C$ inward

لان الشحنة سالبة.

$\boxed{3}$ at $r = 10cm$

رح نحل هذا السؤال على القانون وذلك لانه $a<r<b$

$$\vec{E} = ke\frac{(q+\rho\frac{4\pi}{3}(r^3-a^3))}{r^2}$$

$$E = \frac{9\times10^{9}*(-2\times10^{-9}+108\times10^{-9}\times\frac{4\pi}{3}(10^3-5^3)\times1}{(10\times10^{-2})^2}$$

$= 1.4\ kN/c$ inward

لانه مجموع الشحنات سالبة.

C cylinder

الإسطوانة .

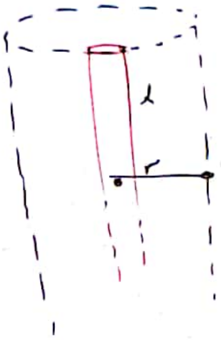
** مهاي الحالة رح نستخدم سطح غامس اسطواني الشكل ؟؟

إذا كان الجسم المشحون سلك لانهائي الطول أو اسطوانة ونريد حساب المجال الكهربائي الناتج عن الشكل.

⬅ في ال cylinder رح يكون عنا ~~الكل~~ عدة ~~حالة~~ (4) حالات رح نذكرهم وحدة وحدة ونوضحها :-

1 infinite wire :

سلك لانهائي الطول.



$EA = \frac{q_{in}}{\epsilon_0} \longrightarrow q_{in} = \lambda L$

$EA = \frac{\lambda L}{\epsilon_0} \longrightarrow A = 2\pi r L$

$E(2\pi r \cancel{L}) = \frac{\lambda \cancel{L}}{\epsilon_0}$

$E = \frac{\lambda}{r\,2\pi\epsilon} * \frac{2}{2} \Rightarrow E = \frac{2\lambda}{4 r\pi\epsilon_0}$

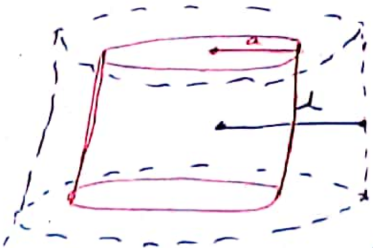
$$\boxed{E = \frac{2k_e\lambda}{r}}$$

2 conductive cylinder :

اسطوانة موصلة .

* في أكثر من حالة :

الحالة (1) ▷ أن تكون النقطة المراد حساب المجال الكهربائي عندها خارج الاسطوانة r>a



$EA = \frac{q_{in}}{\epsilon_0} \longrightarrow q_{in}$ الشحنة المحصورة داخل سطح غاوس

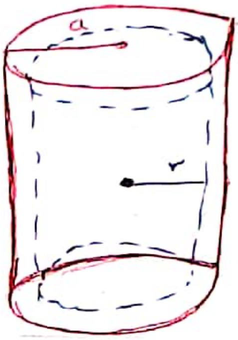
$q_{in} = \lambda L$

$EA = \frac{\lambda L}{\epsilon_0} \longrightarrow A = 2\pi r L$

$E(2\pi r \cancel{L}) = \frac{\lambda \cancel{L}}{\epsilon_0}$

$$\boxed{\vec{E} = \frac{2k_e\lambda}{r}}$$

الحالة (2) ▷ أن تكون النقطة المراد حساب المجال الكهربائي عندها داخل الإسطوانة (a>r)

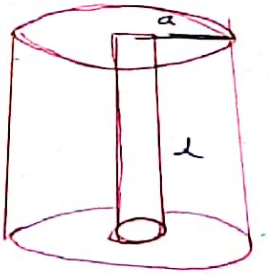


$EA = \frac{q_{in}}{\epsilon_0}$

q_{in} لا يوجد شحنة داخل غاوس

$\vec{E} = Zero$

Example : Depending on the Figure, calculate electric field at :



a) $r = 25cm$

ⓑ $r = 75\ cm$

$a = 50cm$

$\lambda_1 = -5\mu c/m$

$\lambda_2 = 10\mu c/m$

Solu :

1 at $r = 25cm$

$E = \frac{2k_e\lambda}{r}$ ⟸ سوف نستخدم هذا القانون وذلك لأن $r<a$

$$E = \frac{2 * k_e * \lambda_1}{r}$$

$$= \frac{2 \times 9 \times 10^9 * 5 * 10^{-6}}{25 \times 10^{-2}} = 0.36 \text{ M N/c}$$

- In ward
لان الشحنة سالبة

② at $r = 75$ cm

سوف نستخدم $\underset{\downarrow}{\text{القانون}}$ لانه $\underline{\underline{r>a}}$

$$E = \frac{2k_e(\lambda_1 + \lambda_2)}{r}$$

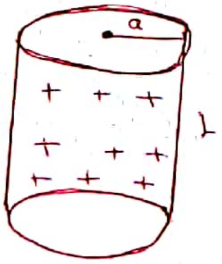
$$= \frac{2 \times 9 \times 10^9 (-5 + 10) \times 10^{-6}}{7.5 \times 10^{-2}} = 0.12 \text{ M N/c}$$

Out ward
لان مجموع الشحنات موجب

$\boxed{3}$ insulating cylinder.

إسطوانة عازلة.

* تتوزع الشحنات على حجم الاسطوانة.

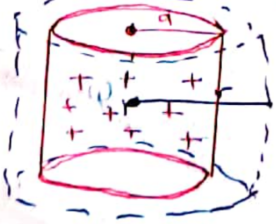


$$\rho = \frac{Q}{V}$$

$$V = 2\pi a^2 L$$
حجم الاسطوانة

$$\rho = \frac{Q}{\pi a^2 L}$$

$\xrightarrow{\text{الحالة (1)}}$ أن تكون النقطة المراد حساب المجال الكهربائي عندها خارج الاسطوانة $(r>a)$



$$EA = \frac{q_{in}}{\epsilon_0} \rightarrow q_{in} = Q$$

$$\rightarrow Q = \rho V$$

$$\rightarrow V = \pi r^2 L$$

$$q_{in} = \rho \pi r^2 L$$

$$EA = \frac{\pi r^2 L \rho}{\epsilon_0} \rightarrow A = 2\pi r L$$

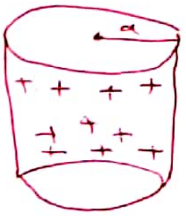
$$E(\cancel{2}\pi \cancel{r} \cancel{L}) = \frac{\cancel{\pi} \cancel{r^2} \cancel{L} \rho}{\epsilon_0}$$

* طول الاسطوانة = طول سطح غاوس

$$\boxed{\vec{E} = \frac{\rho r}{2\epsilon_0}}$$

Example: Depending on the figure, calculate electric field at $\boxed{1}$ $r = 15$cm $\boxed{2}$ $r = 5$cm

$a = 10$cm $\rho = 100$ nc/m²



Solu: $\boxed{1}$ at $r = 15$cm

* رح نحل هذا السؤال على $\underset{\downarrow}{\text{القانون}}$ لانه $r>a$

$$E = \frac{\rho a^2}{2r\epsilon_0} = \frac{100 \times 10^{-9} \times (10 \times 10^{-2})^2}{2 \times 15 \times 10^{-2} \times 8.85 \times 10^{-12}}$$

$$= 376.6 \text{ N/c}$$

Out ward
لان الكثافة الشحنية موجبة،

$\boxed{2}$ at $r = 5$cm

رح نحل هذا السؤال على $\underset{\downarrow}{\text{القانون}}$ لانه $\underline{(r<a)}$

$$\vec{E} = \frac{\rho r}{2\epsilon_0} = \frac{100 \times 10^{-9} \times 5 \times 10^{-2}}{2 \times 8.85 \times 10^{-2}}$$

$$= 282.4 \text{ N/c}$$

Out ward
لان الكثافة الشحنية موجبة

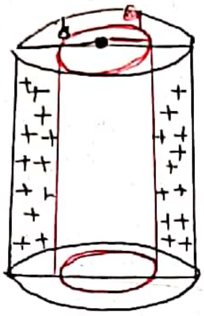
$\boxed{D}$ insulating cylinderical shell

قشرة اسطوانية عازلة.

* أنه تكون الشحنات موزعة بين السطح الداخلي والخارجي (على حجم القشرة)

$\rho = \frac{Q}{v}$ + v حجم القشرة

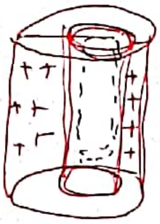
$v = \pi L (b^3 - a^3)$



الحالة (1) ← أن تكون النقطة المراد حساب المجال الكهربائي عندها داخل الاسطوانة

$EA = \frac{q_{in}}{\epsilon_0} \longrightarrow q_{in} = \text{Zero}$

وهي الشحنات التي داخل الاسطوانة



$E = \text{Zero}$

لأنه لا يوجد شحنة داخل سطح غاوس.

الحالة (2) ← أن تكون النقطة المراد حساب المجال الكهربائي عندها خارج الاسطوانة. $(r > b)$.

$EA = \frac{q_{in}}{\epsilon_0} \longrightarrow q_{in} = Q = \rho v$

$v_{\text{حجم اسطوانة}} = \pi L (b^2 - a^2)$

$E(\cancel{2}\cancel{\pi} r \cancel{L}) = \rho \cancel{\pi} \cancel{L} (b^2 - a^2)$

$q_{in} = \rho \pi L (b^2 - a^2)$

$A = 2\pi r L$

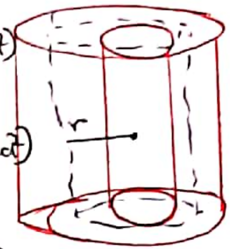
$$\boxed{E = \frac{\rho (b^2 - a^2)}{2 r \epsilon_0}}$$

الحالة الثالثة: ← أن تكون النقطة المراد حساب المجال الكهربائي عندها بين السطح الداخلي والخارجي. $(a < r < b)$

$EA = \frac{q_{in}}{\epsilon_0} \longrightarrow q_{in} = \rho v$

$\rightarrow v_{\text{غاوس}} = \pi L (r^2 - a^2)$

$q_{in} = \rho \pi L (r^2 - a^2)$



$EA = \rho \pi L (r^2 - a^2) \longrightarrow A_{\text{غاوس}} = 2\pi r L$

$E(\cancel{2}\cancel{\pi} r \cancel{L}) = \rho \cancel{\pi} \cancel{L} (r^2 - a^2)$

$$E = \frac{\rho (r^2 - a^2)}{2 r \epsilon_0}$$

Example: depending on the figure, calculate the electric field at: $\boxed{1}$ r=5cm $\boxed{2}$ r=15cm $\boxed{3}$ r=25 cm, a=10cm, b=20cm

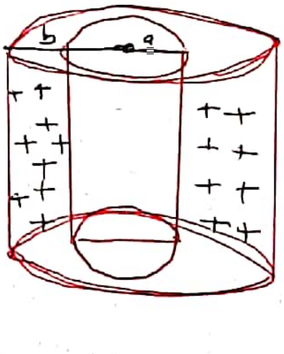
$\rho = -1\ nC/m^3$

Solu:

$\boxed{1}$ at r=5cm

$E = \text{Zero}$

لأن $r < a$



$\boxed{2}$ at r=15cm

$a < r < b$ لأن

$E = \frac{\rho (r^2 - a^2)}{2 r \epsilon_0}$ كل هذا السؤال على القانون

$E = \frac{1 \times 10^{-9} \times (15^2 - 10^2)(10^{-2})^2}{2 \times 15 \times 10^{-2} \times 8.85 \times 10^{-12}}$

$E = 4.7$ N/C inward

الحالة ⟵ * Infinite (sheet, wall, plate)

صفيحة لا نهائية الطول.

* إذا كانت الصفيحة موصلة ▷ الحالة (1)

* إذا أردنا أن نحسب المجال الكهربائي الناتج عن الصفيحة اللانهائية عند النقطة القريبة من الصفيحة فإن القانون الذي نستخدمه.

$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$ * مقدار المجال لا يعتمد على المسافة بين النقطة والصفيحة.

* إذا كانت الصفيحة عازلة. ▷ الحالة (2)

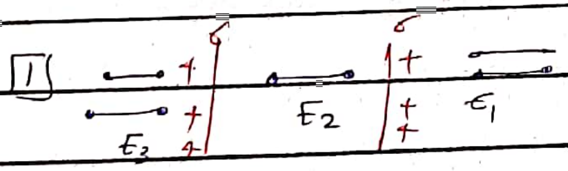
* ونريد أن نحسب المجال الناتج عنها عند نقطة قريبة منها فإن القانون المستخدم هو ⟸

$$\vec{E} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

* مقدار المجال لا يعتمد على المسافة بين النقطة والصفيحة.

Example:- non-conducting sheet:-
صفيحة عازلة.

1)



$E_1 = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} + \frac{\sigma}{2\epsilon_0} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$

من الصفيحة الثانية — من الصفيحة (الأولى)

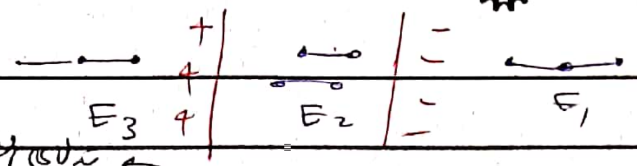
$E_3 = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} + \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$

من الصفيحة (1) — من الصفيحة (2)

$E_2 = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma}{2\epsilon_0} = Zero$

من الصفيحة (1) — من الصفيحة (2)

$\boxed{2}$



تعاكس الاتجاه

$$E_1 = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \boxed{-} \frac{\sigma}{2\epsilon_0} = Zero$$

من الصفيحة (2) من الصفيحة (1)

$$E_2 = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} + \frac{\sigma}{2\epsilon_0} = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

من الصفيحة (2) من الصفيحة (1)

تعاكس الاتجاه

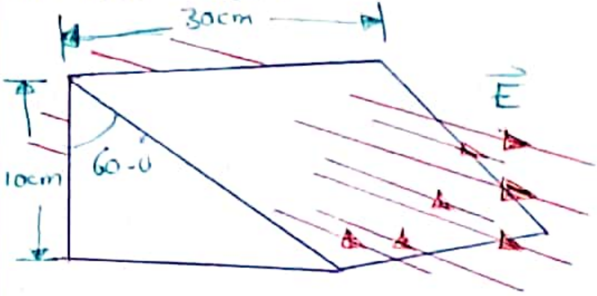
$$E_3 = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \boxed{-} \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

من الصفيحة (2) من الصفيحة (1)

Example: Q4 - problem P - 710

Consider a closed triangular box resting ~~[illegible]~~ within a horizontal electric field of magnitude E

$E = 7.8 \times 10^4$ N/c as shown in figure P 24.4. Calculate the electric flux through ⓐ the vertical rectangular surface, ⓑ the slanted surface, and ⓒ the entire surface of the box.



← بهذا السؤال في عنا صندوق، ~~[illegible]~~ وهو عبارة عن صندوق مثلث، موجود فيه مجال كهربائي افقي مقداره $\vec{E}$. المطلوب منا:-

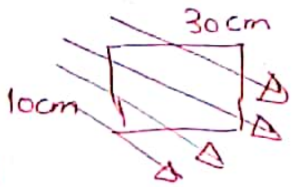
1 حساب ~~[illegible]~~ التدفق الكهربائي للمستطيل العامودي.

2 حساب التدفق الكهربائي للسطح المائل.

3 التدفق الكلي للصندوق.

Sol: 1

* خطوط المجال متعامدة مع السطح أي أن الزاوية بين متجه المساحة ومتجه المجال = 180°



~~[illegible]~~ $\phi = E A \cos\theta$ ⟶ $\theta = 180$

~~EA~~

$E\phi = E A \cos 180$ ⟶ A = مساحة السطح

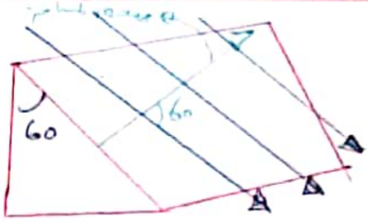
$A = 30 \times 10^{-2} \times 10 \times 10^{-2}$ ⇐ (المستطيل) [illegible]

$\boxed{A = 0.03 \, m^2}$

$\phi = 7.8 \times 10^4 * 0.03 \times -1$

$\boxed{\phi = -2.34 k \; N.m^2/c}$

2



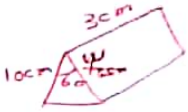
* الزاوية بين متجه المجال ومتجه المساحة = 60°

$\phi = EA\cos\theta$ ⟶ $\theta = 60°$

$\phi = EA \cos 60$ ⟶ $A = 30 \cdot w$

* $A = 30 \cdot 0.2$

$\boxed{A = 0.06 \, m^2}$



$\cos 60 = \frac{10}{w}$

$\boxed{w = 0.2}$

$\phi = 7.8 \times 10^4 \times 0.06 \times \cos 60$

$\boxed{\phi = +2.34 \, k N.m^2/c}$

3 $\phi_{\sim} = \phi_{\text{المستطيل}} + \phi_{\text{السطح المائل}}$

$= -2.34 k + 2.34 k$

$\boxed{\phi = \text{Zero}}$

Example : Q3 Problem P-740

A 40 -cm- diameter Circular Loop is rotated in auni-form electric Fiel unitil the Position of maximum elec-tric flux is found. The flux in this position is measured to be 5.2×10^5 N.m²/c. what is the magnitude of the electric field?

* يتم تدوير حلقة دائرية قطرها 40cm

في مجال كهربائي ، ويتم ~~توصيل~~ الوصول إلى

أقصى تدفق كهربائي مقداره 5.2×10^5 :-

المطلوب : إيجاد المجال الكهربائي.

Solu : * توضيح بسيط لازم تكونوا عارفينه

← معنى أقصى تدفق أي أنه متجه المجال متعامد مع السطح المخترق وموازي لمتجه المساحة أي أنه الزاوية = صفر.

$$\phi = EA\cos\theta$$

$\rightarrow \theta = 0$

$\rightarrow A = \pi r^2$

$= \pi + (20)^2 \times 10^{-4}$

$$\boxed{A = 0.125\ m^2}$$

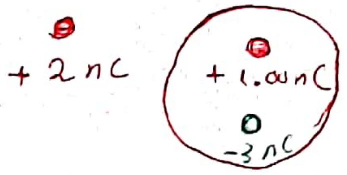
$$\Rightarrow 5.2\times10^5 = E(0.125)\cos 0$$

$$E = \frac{5.2\times10^5}{0.125}$$

$$\boxed{E = 4.16\ M\ N/C}$$

Example problem-8 P_740

Find the net electric flux through the spherical closed surface shown in figure P24.8. The two charges on the right are inside the spherical surface.



والمطلوب بهذا السؤال نجد مقدار التدفق من خلال الكرة الموجودة في الشكل . الشحنتين موجودات على اليمين داخل السطح الكروي.

Solu :

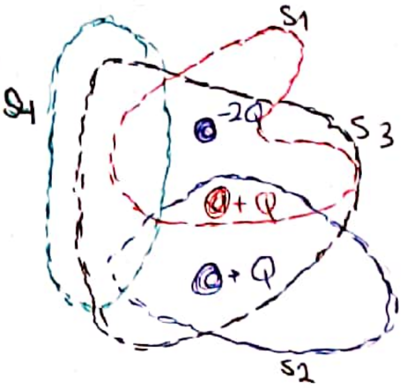
$$\phi = \frac{q_{in}}{\epsilon_0} \longrightarrow q_{in}$$ ← الشحنة الموجودة داخل الكرة.

$$\phi = \frac{(-3+1)\times10^{-9}}{8.85\times10^{-12}}$$

$$\boxed{\phi = -226\ N.m^2/c}$$

Example
problem – 11
P – 741

Four closed surfaces S_1, through S_4, together with the charges $-2Q$, Q, and $-Q$ are sketched in Figure P24.11. (The colored Lines are the intersections of the surfaces with the page.) Find the electric Flux through each surface.



هون بهذا السؤال تم رسم أربعة اسطح جميعها مغلقة من $S_1 \leftarrow S_4$ ، مع شحنات $-2Q$ و $-Q$ ، Q والمطلوب :-

إيجاد التدفق عبر كل سطح .

Solu:

$$\phi = \frac{q_{in}}{\epsilon_0}$$

q_{in} ← الشحنات الموجودة داخل كل سطح.

$$\rightarrow S_1 \; \phi = \frac{-2Q+Q}{\epsilon_0} = \frac{-Q}{\epsilon_0}$$

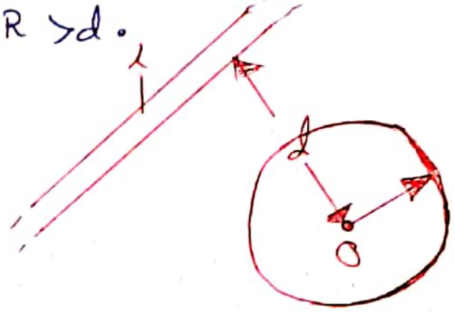
$$\rightarrow S_2 \; \phi = \frac{q_{in}}{\epsilon_0} = \frac{+Q-Q}{\epsilon_0} = \text{Zero}$$

$$\rightarrow S_3 \; \phi = \frac{q_{in}}{\epsilon_0} = \frac{-2Q+Q-Q}{\epsilon_0} = \frac{-2Q}{\epsilon_0}$$

$$\rightarrow S_4 \; \phi = \frac{q_{in}}{\epsilon_0} = \text{Zero}$$

Example:
problem – 17
P – 741

An infinitely Long Line charge having a uniform charge per unit Length λ lines a distance d from point O as shown in Figure P24.17. Determine the total electric Flux through the surface of a ~~Sh~~ sphere of radius R centered at O resulting from this Line charge. Consider both cases, where ⓐ $R<d$ and ⓑ $R>d$.



~~Sol~~

بهذا السؤال يحكيلنا "يقع سلك لا نهائي مشحون وكثافته الشحنية تساوي λ على مسافة (d) من النقطة "O" كما في الشكل، والمطلوب هنا :-

← إيجاد التدفق الكهربائي في حال ① $R<d$

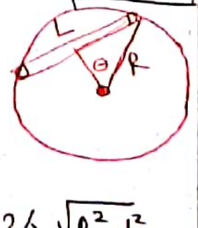
ⓒ $R>d$

Solu:

$$\boxed{1} \; R<d \Rightarrow \phi = \frac{q_{in}}{\epsilon_0}$$

$$* \; q_{in} = \text{Zero} \Rightarrow \boxed{\phi = \text{Zero}}$$

$$\boxed{2} \; R>d \Rightarrow \phi = \frac{q_{in}}{\epsilon_0}$$



$$q_{in} = \lambda L \longrightarrow q_{in} = \lambda L$$

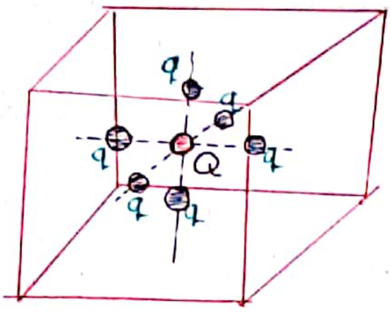
$$L = 2\sqrt{R^2-d^2} \longrightarrow \phi = \frac{2\lambda\sqrt{R^2-d^2}}{\epsilon_0}$$

Example

Problem - 19

p - 741

A particle with charge $Q = 5\mu C$ is located at the center of a cube of a cube of edge $L = 0.1m$ In addition, six other iden-tical charged particles having $q = -1\mu C$ metrically around Q as shown in Figure Determine the electric flux through one face of the cube.



السؤال بحكيلنا أنو يقع جسم مشحون بـ $Q = 5\mu C$ في مركز مكعب طول ضلعه L يساوي 0.1m بالإضافة إلى ذلك، تم وضع جسيمات مشحونة بشحنة متساوية مقدارها $q = -1\mu C$

والمطلوب هنا ⇐ إيجاد التدفق الكهربائي عبر وجهة واحد من اوجه المكعب.

Solu: $\phi = \frac{q_{in}}{\epsilon_0}$ ⇒ التدفق عبر اسطح المكعب جميعها.

$$\phi = \frac{q_{in}}{\epsilon_0} * \frac{1}{6}$$ ⇒ التدفق عبر سطح واحد المكعب.

$$\phi = \frac{q_{in}}{6\epsilon_0} \rightarrow q_{in} = Q + 6q$$

$$= (5 - 6) \times 10^{-6}$$

$$\boxed{q_{in} = -1\mu C}$$

$$\phi = \frac{-1 \times 10^{-6}}{6 * 8.85 \times 10^{-12}} = \underline{\underline{-18.8 k N \cdot m^2/C}}$$

Example

Problem - 29

p - 742

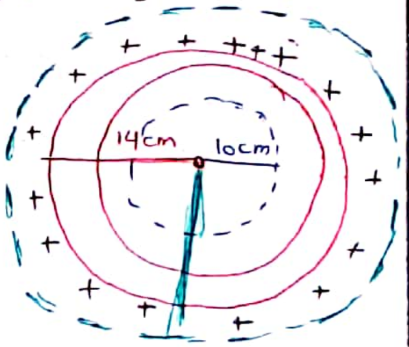
Consider a thin, spherical shell of radius 14 cm with a total charge of $32 \mu C$ distributed uniformly on its sur-face. Find the electric field

ⓐ 10.0 cm and ⓑ 20.0 cm

From the center of the charge distribution.

في هنا قشرة كروية نصف قطره يساوي 14cm ، مشحونة بشحنة مقدارها $Q = 32\mu C$ موزعة هذه الشحنة على السطح الخارجي & المطلوب في هذا السؤال ← أن نجد مقدار المجال الكهربائي على بعد نقطتين من المركز وهما 10cm و 20cm

Solu:



1 at $r = 10 cm$

$q_{in} = zero$ → لا يوجد شحنة داخل سطح غاوس

$\boxed{E = zero}$

2 at $r = 20cm$

$$EA = \frac{q_{in}}{\epsilon_0} \begin{cases} \rightarrow q_{in} = Q = 32 \mu C \\ \rightarrow A = 4\pi r^2 \end{cases}$$

$$E(4\pi r^2) = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{k_e Q}{r^2} = \frac{9 * 10^9 \times 32 \times 10^{-6}}{(20 \times 10^{-2})^2} = \underline{7.2 M N/C}$$

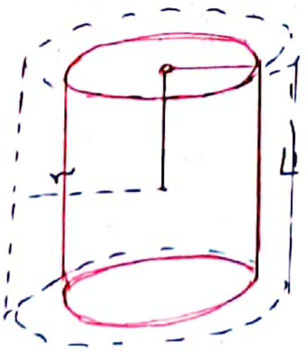
Scanned with CamScanner

Example Problem – 34 P – 742 A cylindrical shell of radius 7 cm and Length 2.4 m has its charge uniformly distributed on its curved sur-face. The magnitude of the electric field at a point 19 cm radially outward from its axis (measured from the midpoint of the shell) is 36 k N/C. Find ⓐ the net charge on the shell and ⓑ the electric field at a point 4 cm from the axis, measured radially out-ward from the mid point of the shell.

∈ معطيني قشرة إسطوانية نصف قطرها يساوي 7cm ، وطولها L = 2.4 ومشحونة وشحنتها موزعة على السطح الخارجي ، مقدار المجال الكهربائي عند نقطة تبعد 19cm عن المركز والمجال الكهربائي يساوي E = 36k

& المطلوب في هذا السؤال → ① إيجاد مقدار الشحنة الموجودة على السطح

② إيجاد المجال الكهربائي عند نقطة تبعد 4cm عن المحور



solu: ① $EA = \frac{q_{in}}{\epsilon_0}$ $\rightarrow q_{in} = Q$

$A = 2\pi r L$

$$E(2\pi r L) = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{2k_e Q}{rL}$$

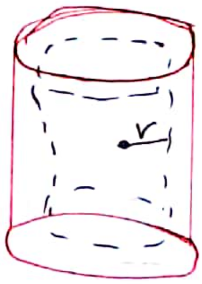
$$Q = \frac{ErL}{2k_e} = \frac{36\times10^{3} * 19*10^{-2} * 2.4}{2*9*10^{9}}$$

$$\boxed{Q = 912\ nC}$$

② $EA = \frac{q_{in}}{\epsilon_0}$ $\rightarrow q_{in} = \text{Zero}$

لانه لايوجد أي شحنة داخل سطح غاوس

$$\boxed{E = \text{Zero}}$$



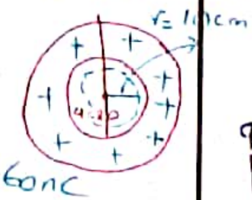
Example Problem - 36 P - 742

A particle with a charge of -60nC is placed at the center of a nonconducting spherical shell of inner radius 20 cm and outer radius 25 cm. The spherical shell carries charge with a uniform density of $-1.33\ \mu C/m^3$. Calculate the electric field at:

1. $r = 10\,cm$
2. $r = 22\,cm$
3. $r = 30\,cm$

جسيم مشحون بشحنة مقدارها $q = 60nC$
موجود في مركز قشرة كروية عازلة ، نصف
قطرها الداخلي يساوي 20cm ونصف قطرها
الخارجي يساوي 25cm وتحمل هذه القشرة
كثافة شحنية حجمية مقدارها $\rho = -1.33$.
و المطلوب هو حساب المجال عند النقاط التالية
1 r= 10cm 2 r= 22 3 r= 30

Solu :- 1



$$EA = \frac{q_{in}}{\epsilon_0} \rightarrow q_{in} = q = -60nC$$

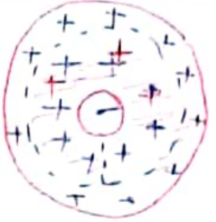
$$\rightarrow A = 4\pi r^2$$

$$E(4\pi r^2) = \frac{q}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{keq}{r^2} = \frac{9\times10^9 * 60\times10^{-9}}{(10\times10^{-2})^2} = \boxed{54\,k\,N/C}$$

Inward

② at $r = 22cm$



$$EA = \frac{q_{in}}{\epsilon_0}$$

$q_{in} = q + Q \rightarrow$ الشحنة الداخلية

$$Q = \rho v = \rho\left(\frac{4\pi}{3}\, r^3 - a^3\right)$$

$$Q = 1.33\times10^{-6} * \frac{4\pi}{3}(22^3 - 20^3)\times10^{-2}$$

$$\boxed{Q = 14.7\times10^{-9}}$$

$$q_{in} = -60\times10^{-9} - 14.7\times10^{-9})$$

$$\boxed{q_{in} = -74.7\times10^{-9}}$$

$$\rightarrow E(4\pi r^2) = \frac{q_{in}}{\epsilon_0} \Rightarrow E = \frac{keq}{r^2}$$

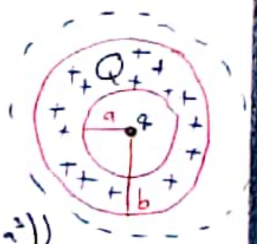
$$= \frac{9\times10^9 \times 74.7\times10^{-9}}{(22\times10^{-2})^2}$$

$$\boxed{E = 13.8\,k\,N/C}$$

inward

---

3 at $r = 30\,cm$



$$EA = \frac{q_{in}}{\epsilon_0}$$

$$q_{in} = Q + q$$

$$Q = \rho v = \rho\left(\frac{4}{3}\pi(b^3 - a^3)\right)$$

$$Q = -1.33\times10^{-6} * \frac{4}{3}\pi(25 - 20^3)10^{-6}$$

$$\boxed{Q = -42.4\times10^{-9}}$$

$$q_{in} = (-42.4 - 60)\times10^{-9}$$

$$\boxed{q_{in} = -102.4\times10^{-9}}$$

$$A = 4\pi r^2$$

$$E(4\pi r^2) = \frac{q_{in}}{\epsilon_0} \Rightarrow E = \frac{keq}{r^2}$$

$$= \frac{9\times10^9 \times 102.4\times10^{-9}}{(30\times10^{-2})^2} = 10k\,N/C$$

Example:- A Long, straight metal rod has a radius of 5 cm and a charge per unit Length of 30 nC/m. Find the electric Field ⓐ 3cm ⓑ 10 cm and ⓒ 100 cm From the axis of rod, where distances are measured perpendicular to the rod's axis.

Problem-37
Page-742

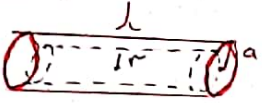
هون عنا قضيب معدني مستقيم طويل نصف قطره يساوي 5cm وكثافة الشحنة الطولية $\lambda = 30$ nc/m . المطلوب من السؤال :-

* إيجاد المجال الكهربائي عند

$r = 3cm$
$r = 10cm$
$r = 100 cm$

Solu:- [1] at $r = 3cm$

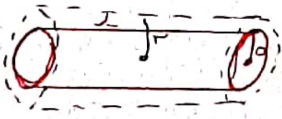
$$EA = \frac{q_{in}}{\epsilon_0} \rightarrow q_{in} = Zero$$



لأنه لا يوجد شحنة داخل سطح غاوس

$$\boxed{E = Zero}$$

[2] at $r = 10$ cm



$$E(A) = \frac{q_{in}}{\epsilon_0} \rightarrow q_{in} = Q$$
$$Q = \lambda L$$
$$A = \pi r L$$

$$E(\pi r \cancel{L}) = \frac{\lambda \cancel{L}}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{2k_e\lambda}{r} = \frac{2 \times 9\times10^{9} \times 3\times10^{-9}}{10\times10^{-2}}$$

$$\boxed{\vec{E} = 5400 \text{ N/C}}$$ out ward

[3] at $r = 100cm$

$$E(A) = \frac{q_{in}}{\epsilon_0} \rightarrow q_{in} = Q$$
$$Q = \lambda L$$
$$A = 2\pi L r$$

* طول سطح غاوس = طول القضيب

$$E(2\pi r \cancel{L}) = \frac{\lambda \cancel{L}}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{2k_e\lambda}{r}$$

$$= \frac{2 \times 9\times10^{9} \times 30\times10^{-9}}{100\times10^{-2}}$$

$$\boxed{\vec{E} = 540 \text{ N/C}}$$ out ward

Example A Long, straight wire is surrounded by a hollow metal Cylinder whose axis Concides with that of the wire. The wire has a charge per unit Length of λ, and the Cylinder has a net charge per unit Length of 2λ. From this information, use Gauss's Law to Find ⓐ the charge per unit Length on the inner surface of the Cylinder, ⓑ the charge per unit Length on the outer

Problem-45
Page-743

surface of the cylinder, and © the electric field outside the cylin-der a distance r from the axis.

⇐ السؤال بحكيلنا انو في سلك طويل مستقيم محاط بإسطوانة معدنية مجوفة يقابل محورها على محور السلك ، هذا السلك يحمل كثافة شحنية خطية λ ، والإسطوانة تحمل 2λ

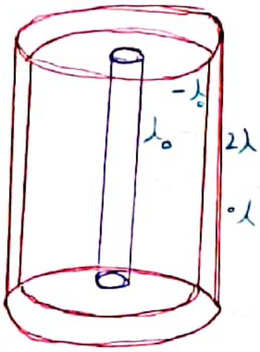
والمطلوب هو استخدام قانون غاوس

لإعاده :- ← ① الكثافة الشحنية للسطح الداخلي للإسطوانة

← ② والكثافة الشحنية الخطية للسطح الخارجي للإسطوانة

← ③ المجال الكهربائي خارج الإسطوانة تبعد عن المحور (r) .

Solu :-



* بتكون على السطح الداخل للإسطوانة كثافة شحنية تكون إشارتها عكس إشارة الكثافة الشحنية للسلك ومساوية لها بالمقدار .

* وبتكون على السطح الخارجي للإسطوانة كثافة شحنية تكون اشارتها عكس إشارة الكثافة الشحنية للسطح الداخلي للإسطوانة .

① $\underset{\text{للسطح الداخلي}}{\lambda} = \underline{\underline{-\lambda_0}}$

للسطح الخارجي

② $\lambda = 2\lambda_0 + \lambda = \underline{\underline{3\lambda}}$

الموجودة على السطح

التي على السلك

③ $E = 2k_e(3\lambda) \Rightarrow \underline{E = 6k_e\lambda}$

Example Problem-47 Page-743

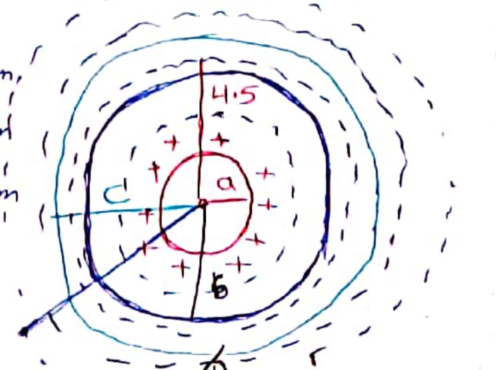
A solid conducting sphere of radius 2 cm has a charge of 8μc. A conducting spherical shell of inner radius 4 cm and outer radius 5cm is concentric with the solid sphere and has a charge of -4μc. Find the electric field at ⓐ r=1.00 cm, ⓑ r=3 cm ⓒ r=4.5 cm, and ⓓ r=7cm from the center of this charge configuration.

⇐ كرة صلبة موصلة نصف قطرها $\underline{\underline{2cm}}$ وشحنتها $Q_1 = 8\mu C$ ، وقشرة كروية موصلة نصف قطرها الداخلي يساوي 4cm ، ولها نصف قطر خارجي يساوي 5cm وهذه القشرة & هذه القشرة مشتركة مع الكرة الصلبة في المركز ومقدار الشحنة الموجودة على سطح القشرة الخارجي $Q_2 = -4\mu C$.

والمطلوب هنا هو :- ايجاد المجال الكهربائي عند

① r = 1 cm ,
② r = 3cm .
③ r = 4.5cm .
④ r = 7cm .

*a = 2cm,
*b=4cm
*c=5cm



<u>Soluo</u> $\boxed{1}$ at r= 1cm

$$EA = \frac{q_{in}}{\epsilon_0} \longrightarrow q_{in} = Zero$$

لانه لايوجد أي شحنات داخل سطح غاوس.

$$\boxed{E = Zero}$$

② at r= 3cm

$$E A = \frac{q_{in}}{\epsilon_0} \longrightarrow q_{in} = Q_1 = 8 \mu C$$

$A = 4\pi r^2$

$$E(4\pi r^2) = \frac{Q_1}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{k_e Q}{r^2} = \frac{9\times10^9 \times 8\times10^{-6}}{(3\times10^{-2})^2}$$

$\boxed{E = 80 M \; N/C}$ out ward

*لان الشحنة موجبة.

③ at r= 4.5

$$EA = \frac{q_{in}}{\epsilon_0} \longrightarrow q_{in} = Zero$$

لانه تكون على السطح الداخلي للقشرة شحنة مساوية لشحنة الكرة الصلبة معكس إشارتها.

$q_{in} = 8 - 8 = Zero$

$$\boxed{E = Zero}$$

$\boxed{4}$ at r= 7cm

$A = 4\pi r^2$

$$E(A) = \frac{q_{in}}{\epsilon_0} \longrightarrow q_{in} = Q_1 + Q_2$$

لانه تكون على السطح الخارجي شحنة مساوية لشحنة الكرة ونفس إشارة شحنة الكرة.

$q_{in} = -4 + 8 = 4 \mu C$

$$E(4\pi r^2) = \frac{q_{in}}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{k_e (Q_1 + Q_2)}{r^2}$$

$$= \frac{9\times10^9 \times 4\times10^{-6}}{(7\times10^{-2})^2}$$

$\boxed{E = 7.34 \; M \; N/C}$

الاتجاه ⇒ out ward

لان الشحنة موجبة.

ملخص قوانين شابتر "24"

1. $\phi = EA\cos\theta$

2. $\phi = \int E \cdot dA = \frac{q_{in}}{\epsilon_0}$

3. الكرة الموصلة :-
- $E = \frac{k_e Q}{r^2}$ عندما $r > a$
- $E = \text{Zero}$ عندما $r < a$

4. الكرة العازلة :-
- $E = \frac{k_e Q}{r^2}$ عندما $r > a$
- $E = \frac{k_e Q r}{a^3}$ عندما $r < a$

5. قشرة كروية موصلة :-
- $E = \frac{k_e (Q+q)}{r^2}$ عندما $r > b$
- $E = \frac{k_e q}{r^2}$ عندما $r < a$
- $E = \text{Zero}$ عندما $a < r < b$

6. قشرة كروية عازلة :-
- $E = \frac{k_e (Q+q)}{r^2}$ عندما $r > b$
- $E = \frac{k_e q}{r^2}$ عندما $r < a$
- $E = \frac{k_e \left(q + \rho\left(\frac{4\pi}{3}(r^3 - a^3)\right)\right)}{r^2}$ عندما $a < r < b$

7. سلك لا نهائي :-

$E = \frac{2k\lambda}{r}$

8. إسطوانة موصلة :-
- $E = \frac{2k_e\lambda}{r}$ عندما $r > a$
- $E = \text{Zero}$ عندما $r < a$

9. إسطوانة عازلة :-
- $E = \frac{\rho a^2}{2r\epsilon_0}$ عندما $r > a$
- $E = \frac{\rho r}{2\epsilon_0}$ عندما $r < a$

إعداد : قتيبة الكعابنة

بخط : بنيان الحسبان

Chapter 25: Electric Potential.

** الجهد الكهربائي

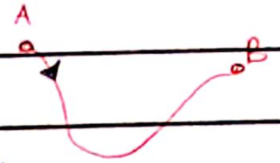
(25.1) Electric potential and Potential Difference.

= فرق الجهد ~~[illegible]~~ أو الجهد الكهربائي.

← الجهد الكهربائي :- هو الشغل المبذول لنقل شحنة من A الى B

$\Delta V = \frac{\Delta U}{q}$ → $\boxed{\Delta U}$: Potential energy.

$\boxed{q}$:- charge.



$\boxed{\Delta V}$: Electric Potential.

$W = \int_A^B \vec{F} \cdot d\vec{r}$ → ميكانيكا (1)

$W = \int_A^B q\vec{E} \cdot d\vec{r} \Rightarrow W = q\int_A^B \vec{E} \cdot dr$ ← الشحنة ثابتة نخرجها خارج التكامل.

$F * q$ = القوة الكهربائية* (F)

$\Rightarrow \Delta U = -q\int_A^B \vec{F} \cdot dr$ ← القوة الكهربائية +

ونعوضها قوة محافظة $W = -\Delta U$

$\Rightarrow \Delta V \cancel{q} = -\cancel{q}\int_A^B E \cdot d\vec{r}$

طاقة الوضع = الجهد * الشحنة

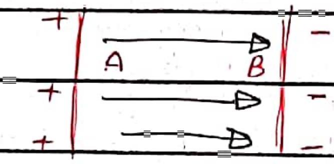
$q * \Delta V = \Delta U$

$$\boxed{\frac{\Delta U}{q} = \Delta V = -\int_A^B E \cdot d\vec{r}}$$

** وحدة الجهد فولت (V)

(25.2) Potential Difference in a uniform Electric field.

** فرق الجهد في مجال كهربائي منتظم.



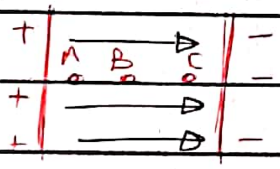
$$\Delta V = V_B - V_A = -\int_A^B \underbrace{E \cdot dr}\rightarrow$$ الاتجاهين

$$= -E\int_A^B dr$$

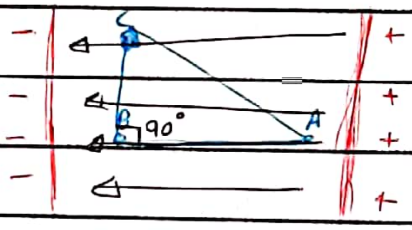
$V_B < V_A$ لانه سالبة الإشارة ← $\boxed{\Delta V = -Ed}$

* خط المجال الكهربائي يتجه من المنطقة الأعلى جهد إلى المنطقة الأقل جهد (كلما اقتربنا من السطح الموجب يزداد الجهد).

$V_A > V_B > V_C$



$V_{AC} = ??$



$$V_{AC} = V_{AB} + V_{BC}$$

$$(\cancel{V_B} - V_A) + (V_C - \cancel{V_B})$$

$$\boxed{V_{AC} = V_C - V_A}$$

* الزاوية بين متجه ⇐ θ

* المجال ومتجه المسافة $\theta_1 = 180°$, $\theta_2 = 90°$.

$\Rightarrow V_{AC} = V_{AB} + V_{BC} \Rightarrow -Ed\cos\theta_1 + -Ed\cancelto{0}{\cos\theta_2}$

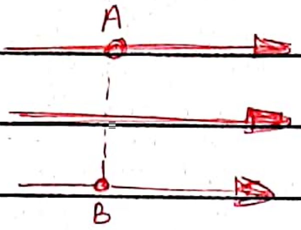
$$\boxed{V_{AC} = V_{AB}}$$

$\Rightarrow V_{BC} = \text{Zero}$

$\Rightarrow V_B = V_C$ ⌒ لان النقطتان على سطح متساوي الجهد

** سطوح تساوي الجهد:

هي عبارة عن سطوح افتراضية تكون متعامدة مع خطوط المجال وتكون جميع النقاط الموجودة على نفس السطح متساوية الجهد.



$V_A - V_B = Zero$

$$\boxed{V_A = V_B}$$

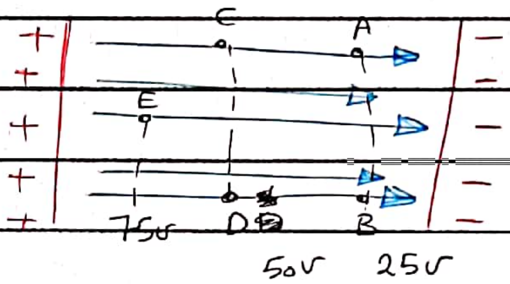
Example:

Find: 1 V_{AB}

2 V_{AC}

3 V_{EC}

4 V_{CA}



Solution: 1 $V_{AB} = V_B - V_A = 25 - 25 = zero$ لان النقطتين موجودتين على سطح تساوي الجهد

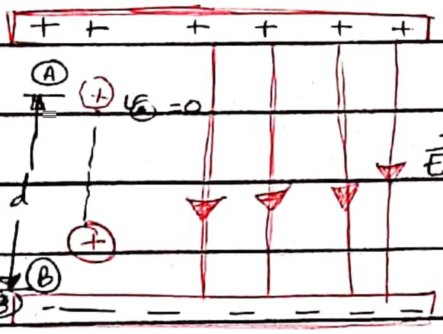
2 $V_{AC} = V_C - V_A = 50 - 25 = 25V.$

3 $V_{EC} = V_C - V_E = 50 - 75 = 25V.$

4 $V_{CA} = V_A - V_C = 25 - 50 = -25V.$

Example: A proton is released from rest at point
(25.2),, P-751
Ⓐ in a uniform electric field that has a magnitude of 8×10^4 V/m. The proton undergoes a displacement of magnitude $d = 0.50$ m to point Ⓑ in the direction of $\vec{E}$. Find the speed of the proton after completing the displacement.

* بدكيلنا السؤال :- إذا في بروتون بدأ الحركة من السكون من النقطة Ⓐ في مجال كهربائي مقداره $\vec{E} = 8\times10^{9}$ إلى النقطة Ⓑ وكانت المسافة المقطوعة $d = 0.5$ مطلوب منّا :- أوجد سرعة البروتون بعد أن قطع المسافة من Ⓐ ← Ⓑ.



Solu:- $v_i = \text{Zero}$ $\qquad v_f = ??$

$d = 0.5\,m$ $\qquad \vec{E} = 8\times10^{4}\,N/m$

$\Delta K + \Delta U = \text{Zero}$

لانه القوة الكهربائية قوة محافظة.

$* \ \Delta K = K_f - K_i$

$= \frac{1}{2} m v_f^2 - \cancel{\frac{1}{2} m v_i^2}$

$\Delta U = q \Delta V$

$\Delta V = \boxed{-} E d$ $\qquad$ لانه $V_B < V_A$

$$\frac{1}{2} m v_f^2 = -q \Delta V$$

$$v_f = \sqrt{\frac{-2 q v}{m}}$$

$$v_f = \sqrt{\frac{-2 * q * E * d}{m}} \longrightarrow v_f = \sqrt{\frac{2 * 1.6\times10^{-19} \times 8 * 10^{4} * 0.5}{1.67\times10^{-27}}}$$

$$\boxed{v_f = 2.8 \times 10^{6}\, m/s}$$

(25.3) Electric Potential and Potential Energy Due to point charge.

A= الجهد الكهربائي وطاقة الوضع الناتج عن شحنات نقطية.

$$\Delta V = V_B - V_A = \int_{r(A)}^{r(B)} E.dr \longrightarrow F = \frac{keq}{r^2}\hat{r}$$

ke و q ثوابت ***

$$\Delta V = V_B - V_A = -\int_{r(A)}^{r(B)} \frac{keq}{r^2}\, dr$$

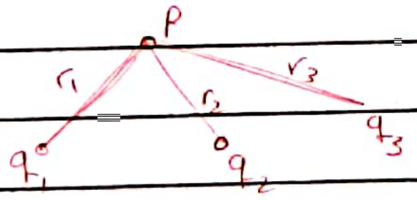
$$\Delta V = V_B - V_A = -keq \int_{r(A)}^{r(B)} \frac{1}{r^2} .dr.$$

$$\Delta V = V_B - V_A = -keq \times \frac{-1}{r} \Big]_{r_A}^{r_B}$$

$$\Delta V = V_B - V_A = \frac{keq}{r_B} - \frac{keq}{r_A}$$

$$\boxed{V = \frac{keq}{r}}$$

الجهد كمية قياسية، عندما يتم جمع محصلة الجهود فإنه يتم جمعهن جمع جبري & إذا كانت الشحنة سالبة فإنه نعوض بإشارتها.



$$\boxed{V_p = \frac{keq}{r_1} + \frac{ke\,q_2}{r_2} + \frac{ke\,q_3}{r_3}}$$

(25.3) Electric Potential and Potential Energy Due to point charges.

الجهد الكهربائي وطاقة الوضع الناتج من شحنات نقطية .

$$\Delta V = V_B - V_A = \int_{r(A)}^{r(B)} E \cdot dr \longrightarrow E = \frac{keq}{r^2}\hat{r}$$

k_e q ثوابت ***

$$\Delta V = V_B - V_A = -\int_{r(A)}^{r(B)} \frac{keq}{r^2} dr$$

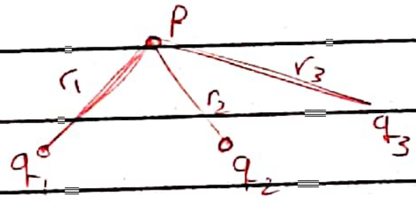
$$\Delta V = V_B - V_A = -keq \int_{r(A)}^{r(B)} \frac{1}{r^2} \cdot dr$$

$$\Delta V = V_B - V_A = -keq \times \frac{-1}{r} \Big]_{r_A}^{r_B}$$

$$\Delta V = V_B - V_A = \frac{keq}{r_B} - \frac{keq}{r_A}$$

$$\boxed{V = \frac{keq}{r}}$$

الجهد كمية قياسية، عندما يتم جمع محصلة الجهود فإنه يتم جمعهن جمع جبري و إذا كانت الشحنة سالبة فإننا نعوض بإشارتها .



$$\boxed{V_P = \frac{keq}{r_1} + \frac{ke\,q_2}{r_2} + \frac{ke\,q_3}{r_3}}$$

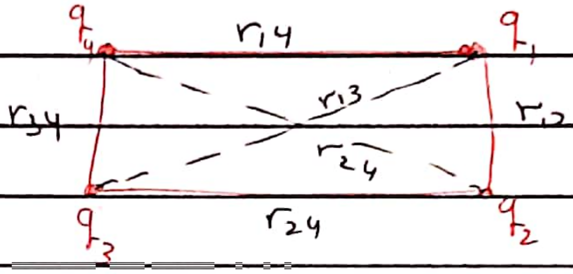
** اذا أحضرنا شحنة من اللا نهاية وتم وضعها عند النقطة (p)
فإن طاقة الوضع للشحنة :

$$\boxed{U = Q V_p}$$

$$U = ke\frac{q_1}{r_1}Q + ke\frac{q_2}{r_2}Q + ke\frac{q_3}{r_3}Q$$

* The energy stored in a system of charge.

الطاقة المختزنة في نظام شحن :



** What is The energy stored in the system of Charge?

ما هي الطاقة المختزنة في نظام الشحن

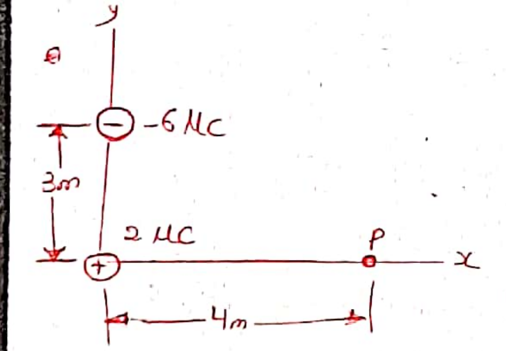
$$U = ke\frac{q_1 q_2}{r_{12}} + ke\frac{q_1 q_3}{r_{13}} + ke\frac{q_1 q_4}{r_{14}}$$
$$+ ke\frac{q_2 q_3}{r_{23}} + ke\frac{q_2 q_4}{r_{24}} + ke\frac{q_3 q_4}{r_{34}}$$

Example (25.3) : As shown in Figure 25.10a
Page - 754

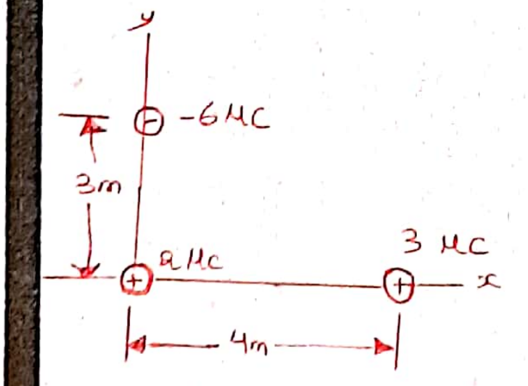
a charge $q_1 = 2\,\mu C$ is located at the origin and a charge $q_2 = -6\,\mu C$ is located at $(0, 3)\,m$.

[A] Find the total electric potential due to these charges at the point P, whose coordinates are $(4, 0)\,m$.

[B] Find the change in potential energy of the system of two charges plus a third charge $q_3 = 3\,\mu C$ as a latter charge move from infinity to point P.



a



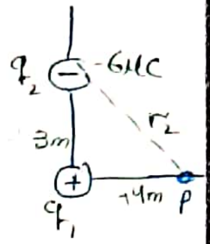
b

* المطلوب هنا في هذا السؤال هو :-

① ايجاد الجهد الكهربائي الناتج عن الشحنتين عند النقطة (p) والتي إحداثياتها (4,0)m

② إيجاد التغير في طاقة الوضع لشحنة q_3 التي انتقلت من المالانهاية الى النقطة (p)

Solu ①



$$V_1 = \frac{k_e q_1}{r_1} = \frac{9\times10^9 \times 2\times10^{-6}}{4}$$

$$\boxed{V_1 = 4.5\times10^3\,V}$$

$$* \; r_2 = \sqrt{(4)^2 + (3)^2}$$

$$\boxed{r_2 = 5\,m}$$

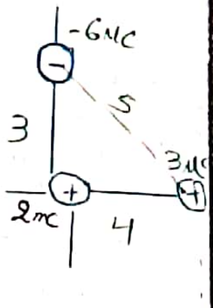
$$V_2 = \frac{k_e q_2}{r_2} = \frac{9\times10^9 * \cancel{-}6\times10^{-6}}{5}$$

$$\boxed{V_2 = -10.8\times10^3\,V}$$

$$V_P = V_1 + V_2 = 4.5\times10^3 + {}^-10.8\times10^3$$

$$\boxed{V_P = -6.3\times10^3\,V}$$ ✓✓

② $\Delta U = ??$



$$\Delta U = U_f - U_i$$

$$= q_3 V_P - q_3 \overset{zero}{V_\infty}$$

$$= 3\times10^{-6} * - 6.3\times10^3$$

$$\boxed{\Delta U = 18.9\times10^3}$$

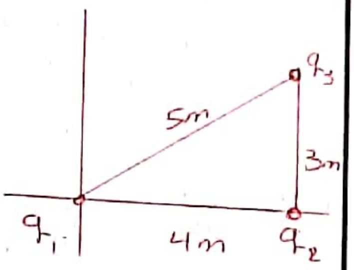
إعداد : فتيبة الكعابنة
بخط : بنيان الحسبان

Example: Find the energy stored in the system of charge show in figure :-

$q_1 = 8 \mu c$

$q_2 = -6 \mu c$

$q_3 = 10 \mu c$



* اوجد الطاقة المختزنة في نظام الشحن الموضوعة في الشكل :

Solu: $$U = \frac{k_e q_1 q_2}{r_{12}} + \frac{k_e q_1 q_3}{r_{13}} + \frac{k_e q_2 q_3}{r_{23}} =$$

$$= \frac{9\times10^{9} \times 8\times10^{-6} \times -6\times10^{-6}}{4} + \frac{9\times10^{9} \times 8\times10^{-6} \times 10\times10^{-6}}{5}$$

$$+ \frac{9\times10^{9} \times -6\times10^{-6} \times 10\times10^{-6}}{3}$$

$$\boxed{u = -0.174 \text{ J}}$$

* ملاحظة حل الـ Example هامة لازم نعرفها :-

عند إيجاد $\frac{dv}{dx}$ فإننا نعتبر (z,y) ثوابت.

وعند إيجاد $\frac{dv}{dy}$ فإننا نعتبر (z,x) ثوابت

وعند إيجاد $\frac{dv}{dz}$ فإننا نعتبر (x,y) ثوابت

(25.4) Obtaining the value of the electric Field from the electric potential.

الحصول على قيمة المجال الكهربائي من الجهد الكهربائي.

$$E = \frac{-dv}{dr}$$

$$E = \frac{-dv}{dx}\hat{i} + \frac{-dv}{dy}\hat{j} + \frac{-dv}{dz}\hat{k}$$

+ المجال الكهربائي يساوي مشتقة المجال بالنسبة للإزاحة.

$$E_x = \frac{-dv}{dx}\hat{i}$$

$$E_y = \frac{-dv}{dy}$$

$$E_z = \frac{-dv}{dz}$$

Example: $(v(x,y,z) = 6xy^2 - x^2 + xz$, Find the electric field at the point $(1,-2,1)$.

Solu:- $E_x = \frac{-dv}{dx} = -(6y^2 - 2x + z)$

$$\boxed{E_x = -(6\times(2)^2) - 2\times1 + 1) = -23 \text{ v/m}}$$

$$E_y = \frac{-dv}{dy} = -(12xy - 0 + 0)$$

$$\boxed{E_y = -12\times1\times(-2) = 24 \text{ v/m}}$$

$$\boxed{E_z = \frac{-dv}{dz} = -(x) = -1 \text{ v/m}}$$

$$\vec{E} = -23\hat{i} + 24\hat{j} - 1\hat{k}$$

$$|\vec{E}| = \sqrt{(-23)^2 + (24)^2 + (-1)^2} = 33.2 \text{ v/m}$$

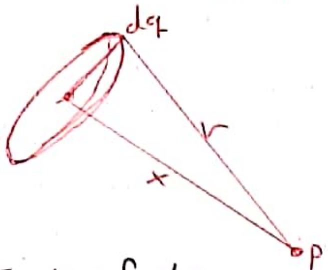
(25.5) electric potential due to charge Distributions.

الجهد الكهربائي الناتج عن توزيع الشحنات

$$V = ke\int \frac{dq}{r}$$

⇨ Ring :

* حساب الجهد الناتج عن حلقة مشحونة.



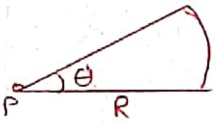
$$V = ke\int \frac{dq}{r} \longrightarrow r = \sqrt{a^2+x^2}$$

ثابت نخرجها خارج التكامل

$$V = ke\int \frac{dq}{\sqrt{a^2+x^2}}$$

$$V = \frac{ke}{\sqrt{a^2+x^2}}\int dq \Rightarrow \boxed{V = \frac{keq}{\sqrt{a^2+x^2}}}$$

⇨ Arc :



$$V_P = \int_0^\theta \frac{ke\,dq}{R}$$

$$V_P = \int_0^\theta \frac{ke\lambda \cancel{R}\, d\theta}{\cancel{R}} \longrightarrow$$

$s = R\theta$

$ds = R\,d\theta$

$dq = \lambda\, ds$

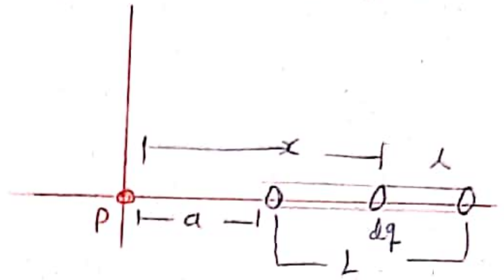
$$\boxed{dq = \lambda R\, d\theta}$$

$$\boxed{V_P = ke\lambda\theta}$$

⇨ Rod

* حساب جهد ناتج عن قضيب مشحون.

← الحالة الأولى: أن تكون النقطة المراد حساب الجهد الكهربائي عندها على الـ(X-axis)



$$V_P = ke\int \frac{dq}{r} \Rightarrow dq = \lambda\, dx$$

& حدود التكامل (إحداثيات المراد
السلك) يبدأ من (a) وينتهي عند (L+a)

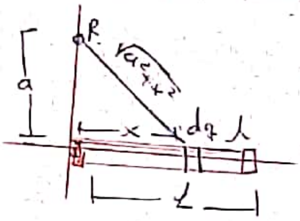
$$V_P = ke\int_a^{L+a} \frac{\lambda\, dx}{x}$$

$$V_P = \underbrace{ke\lambda}_{\text{ثوابت}}\int_a^{L+a} \frac{dx}{x}$$

$$V_P = ke\lambda \ln x \Big]_a^{L+a}$$

$$\boxed{V_P = ke\lambda \ln\left(\frac{L+a}{a}\right)}$$

← ٢ الحالة الثانية: أن تكون النقطة المراد حساب الجهد الكهربائي عندها على (y-axis)



$$V_P = ke\int \frac{dq}{r} \longrightarrow dq = \lambda\, dx$$

$a \rightarrow L$ حدود التكامل من طول السلك

$$V_P = ke\lambda\int_0^L \frac{dx}{\sqrt{a^2+x^2}}$$

$$V_P = k_e \lambda \quad \ln x + \sqrt{x^2+a^2} \Big]_0^L$$

$$\boxed{V_P = k_e \lambda \ln \left(\frac{L + \sqrt{L^2+a^2}}{a} \right)}$$

Example : Q 43 Page 772

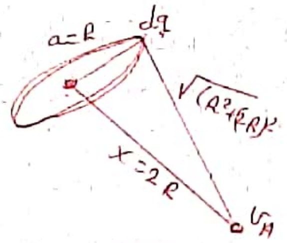
Consider a ring of radius R with the total charge Q spread uniformly over its perimeter. What is the potential difference between the point at the center of ring and a point on its axis a distance 2R from the center?

** حلقة مشحونة (Q) وموزعة بشكل منتظم على محيطها ونقها = R .

والمطلوب هنا هو-

إيجاد فرق الجهد بين نقطة في المركز ونقطة تبعد عن المركز 2R .

Solu: $\Delta V = V_A - V_B$



$$V_A = k_e \int \frac{dq}{r} \qquad \Rightarrow r = \sqrt{R^2+(2R)^2}$$

$$\boxed{r = \sqrt{5}\, R}$$

$$\boxed{V_A = \frac{k_e Q}{\sqrt{5}\, R}}$$

$$V_B = k_e \int \frac{dq}{r} \qquad * \; r = R$$

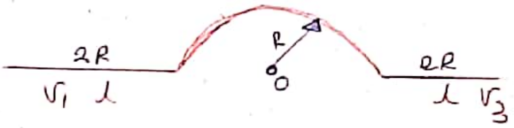
$$V_B = \frac{k_e Q}{R}$$

$$\Delta V = V_A - V_B = \frac{k_e Q}{\sqrt{5} R} - \frac{k_e Q}{R}$$

$$\boxed{\Delta V = -0.553 \, \frac{k_e Q}{R} \; V}$$

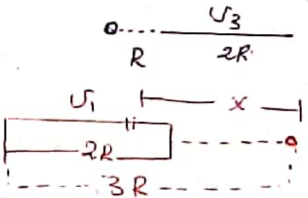
Example : Q 47 - page 773

A wire having a uniform Linear charge density λ is bent into the shape shown in figure. Find the electric potential at point O.



Solu: $V_1 = V_3$

$$V_1 = V_3 = \int_R^{3R} \frac{k_e q}{x}$$



$$V_1 = V_3 = \int_R^{3R} \frac{k_e \, dq}{x} \rightarrow dq = dx\, \lambda$$

$$V_1 = V_3 = \int_R^{3R} \frac{k_e \lambda \, dx}{x}$$

$$\Rightarrow k_e \lambda \ln x \Big]_R^{3R} = k_e \lambda \ln \frac{3\cancel{R}}{\cancel{R}}$$

$$\boxed{V_1 = V_3 = k_e \lambda \ln 3}$$

V_2

$$V_2 = \int_0^{\pi} \frac{k_e dq}{x}$$

$$= \int_0^{\pi} \frac{k_e dq}{R}$$

→ طول القوس = الزاوية * نق

$R\theta = S$

$R d\theta = dS$

$dq = \lambda ds$

$\boxed{dq = \lambda R d\theta}$

$$\int_0^{\pi} \frac{k_e \lambda \cancel{R} d\theta}{\cancel{R}}$$

$\boxed{V_2 = k_e \lambda \pi}$

$\Rightarrow V_0 = V_1 + V_2 + V_3$

$= k_e\lambda \ln 3 + k_e\lambda \pi + k_e\lambda \ln 3$

$\boxed{V_0 = k_e\lambda \, (2\ln 3 + \pi)}$

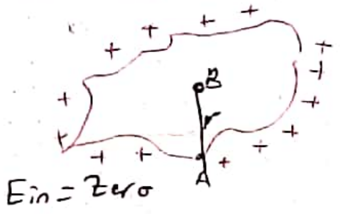
(25-6) Electric Potential Due to a charged conductor.

الجهد الكهربائي الناتج عن موصل مشحون

$\Delta V = \int E \cdot dr$

$\Delta V = \text{Zero} \quad \Rightarrow V_P = V_B$

جهد السطح = جهد الداخل .

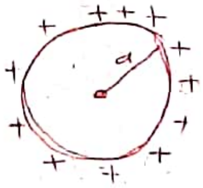


Example:-

Find:

① $E|_{r=1m}$ ② $V|_{r=1m}$

③ $E|_{r=\frac{1}{4}}$ ④ $V|_{r=\frac{1}{4}}$



⇒ conducting sphere.

$Q = 5\mu C$

$a = 0.5m$

Solu: [1] $E\Big|_{r=1} = \frac{keQ}{r^2} = \frac{9\times10^{9} \times 5\times10^{-6}}{(1)^2}$

$$\boxed{E = 45\times10^{3}\ v/m}$$

[2] $v\Big|_{r=1}$??

$$V = \frac{keQ}{r} = \frac{9\times10^{9}\times5\times10^{-6}}{1} = 45\times10^{3}\ v$$

[3] at $E\Big|_{r=\frac{1}{4}}$??

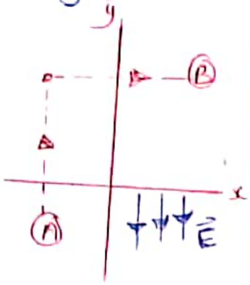
$$\boxed{E = zero}$$

④ at $v\Big|_{r=\frac{1}{4}}$??

$$V = \frac{keQ}{a} = \frac{9\times10^{9}\times5\times10^{-6}}{0.5}$$

$$\boxed{V = 90\times10^{3}\ v}$$

Example
Q5 - Page 769 : A uniform electric Field of magnitude 325 v/m is directed in the negative y direction in Figure. The coordinates of point Ⓐ are (-0.2, -0.3) m, and those of point Ⓑ are (0.4, 0.5) m. Calculate the electric Potential difference $V_B - V_A$ using the dashed - Line path.

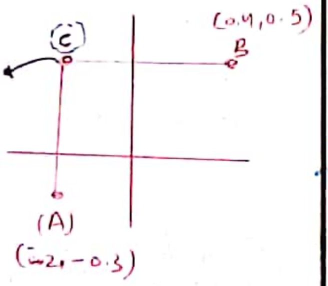


+ مجال كهربائي منتظم مقداره 325v/m، واتجاهه الى (-y)، واحداثيات النقطة (A) (-0.2, -0.3) واحداثيات النقطة (B) (0.4, 0.5).

❀ المطلوب هنا في هذا السؤال :-
حساب فرق الجهد $V_B - V_A$.

Solution :

نفرض النقطة (C) وسوف تكون إحداثياتها (-0.2, 0.4)



$$V_B - V_A = -\int_A^B E \cdot dr$$

$$-\int_A^B E\, dr = -\int_A^C E \cdot dy - \int_C^B E \cdot dx$$

لان الاحداثي المتغير (Y) من (A→C)

لان الاحداثي المتغير (X) من C→B

$\theta_1 = 180°$, $\theta_2 = 90°$

$$= -\int_A^C E \cdot dy - \int_C^B E\, dx$$

$$= -(E\cos\theta_1)\int_{-0.3}^{0.5} dy - (E\cos\theta_2)\int_{-0.2}^{0.4} dx$$

$$= -E\cos 180\,(0.5 - 0.3) - \cancel{(E\cos 90)}(0.4 - 0.2)$$

$$= 325 \times (0.8)$$

$$= 260\,V$$

Example
Q7 - Page 769 : An electron moving parallel to the (X-axis) has an initial speed of 3.70×10^6 m/s at the origin. Its speed is reduced to 1.4×10^5 at the point x = 2 cm.
ⓐ calculate the electric Potential difference between the origin and that point. ⓑ Which point is at the higher Potential?

+ [illegible]
الكترون يتحرك موازياً لمحور x وسرعته الابتدائية 3.7×10^6 عند نقطة الأصل (0,0) واصبحت سرعته عندما وصل x=2، $v = 1.4 \times 10^5$.

❀ والمطلوب في هذا السؤال :-
1 إيجاد الجهد الكهربائي بين نقطة الأصل والنقطة (0,2).
2 إيجاد النقطة الأعلى جهد.

Solu : $v_i = 3.7\times10^{6}$

$m = 9.11\times10^{-31}\,kg$

$v_f = 1.4\times10^{5}$

1. $\Delta K = \Delta U$ ⟶ لان القوة الكهربائية قوة محافظة

$K_f - K_i = -q\Delta V$

$\frac{1}{2}m(v_f^2 - v_i^2) = -q\Delta V$

$= \frac{1}{2}\times9.11\times10^{-31}\times(1.4\times10^{5})^2-(3.7\times10^{6})^2$

$= - + (-1.6 * 10^{-19}) * \Delta V$

$= -6.2 * 10^{-18} = +1.6 * 10^{-19}\Delta V$

$\boxed{\Delta V = -38.9V}$

2. $\Delta V = V_2 - V_0 \Rightarrow$ negative

$V_0 > V_2$

* The origin is at higher potential

نقطة الأصل الأعلى جهد .

Example : Two point charges are on the y-axis.

Q13 - page 770

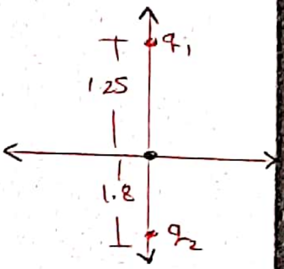
A 4.5μc Charge is Located at $y = 1.25\,cm$, and a $-2.24\,\mu c$ charge is Located at $y = -1.8\,cm$. Find the total electric ~~Field~~ Potential at ⓐ the origin and ⓑ the Point Whose coordi-nates are (1.5 cm, 0).

*** شحنتين موجودات على محور ال y ، الشحنة الأولى مقدارها q وموقعها على ال y = 1.25cm ، والشحنة الثانية مقدارها q = -2.24 وموقعها على ال y = -1.8 cm .

المطلوب :- ① ايجاد الجهد الكلي عند النقطة (0,0) .

② الجهد الكلي عند النقطة (1.5,0).

Solu :



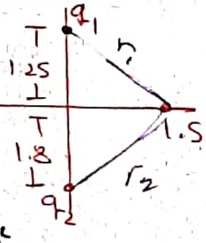
① $V = V_1 + V_2$

$= \frac{k_e q_1}{r_1} + \frac{k_e q_2}{r_2}$

$= \frac{9\times10^{9}\times4.5\times10^{-6}}{1.25\times10^{-2}} + \frac{9\times10^{9} * -2.24\times10^{-6}}{1.8\times10^{-2}}$

$\boxed{V = 2.21\,MV}$

②



$r_1 = \sqrt{(1.25cm)^2 + (1.5cm)^2}$

$r_1 = 1.95cm$

$r_2 = \sqrt{(1.5cm)^2 + (1.8cm)^2}$

$r_2 = 2.34cm$

$V = V_1 + V_2 \Rightarrow \frac{k_e q_1}{r_1} + \frac{k_e q_2}{r_2}$

$= \frac{9\times10^{9}\times4.5\times10^{-6}}{1.95\times10^{-2}} + \frac{9\times10^{9}\times-2.24\times10^{-6}}{2.34\times10^{-2}}$

$\boxed{V = 1.21\,MV}$

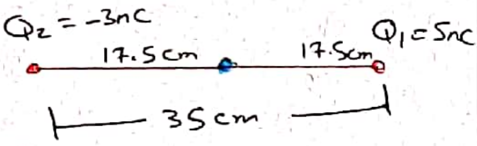
Example Q16 - page 770 : Two Point charges $Q_1 = 5\ nC$ and $Q_2 = -3\ nC$ are separated by 35 cm. ⓐ What is the electric Potential at a point midway between the charges? ⓑ What is the Potential energy of the Pair of charges?

* شحنتين $Q_1 = 5nc$ & $Q_2 = -3nc$
والمسافة بينهم $d = 35cm$.

والمطلوب :- ① إيجاد الجهد الكهربائي لنقطة تقع في منتصف المسافة بين الشحنتين .

② إيجاد طاقة الوضع للشحنتين .

Solu:



①

$$V = V_1 + V_2 = \frac{9\times10^9 \times q_1}{r_1} + \frac{9\times10^9 \times q_2}{r_2}$$

$$= \frac{9\times\cancel{10^9} \times 5\times\cancel{10^{-9}}}{17.5\times10^{-2}} + \frac{9\times\cancel{10^9} \times -3\times\cancel{10^{-9}}}{17.5\times10^{-2}}$$

$$\boxed{V = 102.8V}$$

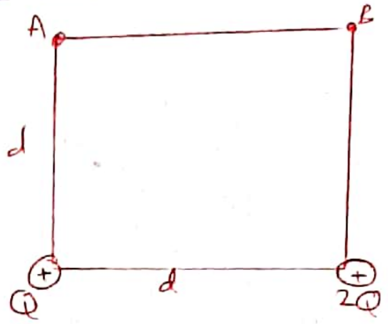
②

$$u = \frac{ke\, q_1 q_2}{r}$$

$$= \frac{9\times10^9 \times 5\times10^{-9} \times -3\times10^{-9}}{35\times10^{-2}}$$

$$\boxed{u = -3.85 \times 10^{-7} J}$$

Example Q18 - page 770 : The Two charges in Figure are separated by a distance $d = 2cm$ and $Q = +5nC$. Find ⓐ the electric Potential at A, ⓑ the electric Potential at B, and ⓒ the electric potential difference between B and A.



* شحنتين موضوعتين كما في الشكل والمسافة بينهم $d = 2cm$.

والمطلوب هنا :- ① إيجاد الجهد للنقطة (A)

② جهد النقطة B .

③ فرق الجهد بين A & B .

Solu:

$$V_A = V_1 + V_2$$

$$\rightarrow r_1 = \sqrt{d^2 + d^2} = \sqrt{2d^2}$$

$$\boxed{r_1 = 2\sqrt{d}}$$

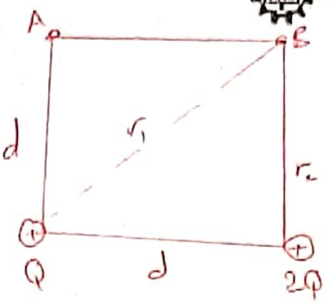
$$\frac{keQ}{\cancel{d}r_1} + \frac{keQ}{r_2}$$

$$\frac{keQ}{d} + \frac{keQ}{\sqrt{2}d}$$

$$= \frac{9\times10^9 \times 5\times10^{-9}}{2\times10^{-2}} + \frac{9\times10^9 \times 2 \times 5\times10^{-9}}{\sqrt{2} \times 2\times10^{-2}}$$

$$\boxed{V_A = 5.43kV}$$

②



$$V_B = V_1 + V_2$$

$$\frac{k_e Q}{r_1} + \frac{k_e Q_2}{r_2}$$

$$r_1 = \sqrt{d^2+d^2}$$

$$\boxed{r_1 = 2\sqrt{d}}$$

$$= \frac{k_e Q}{\sqrt{2}d} + \frac{2k_e Q}{d}$$

$$= \frac{9\times10^{9}\times5\times10^{-9}}{\sqrt{2}\times2\times10^{-2}} + \frac{2\times9\times10^{9}\times5\times10^{-9}}{2\times10^{-2}}$$

$$\boxed{V_B = 6.09\ kV}$$

③ $V_B - V_A = 6.09k - 5.43\ k$

$$\boxed{V_B - V_A = 658\ kV}$$

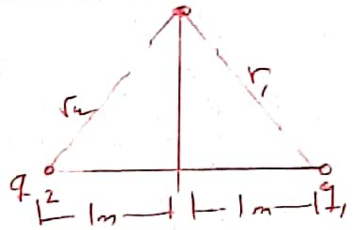
Example : Two particles each with charge $+2\mu C$ are Located on the ~~x-ax~~(x axis). One is at $x = 1m$, and the other is at $x = -1m$. ⓐ Determine the electric Potential on the y axis at $y = 0.5m$ ⓑ calculate the change in electric Potential energy of the system as a third Charged Particle of $-3\mu C$ is brought from infinity far away to a position on the y-axis at ~~y=zero~~ $y = 0.5m$.

Q 25 page 771 &

- جسمين مشحونين نفس الشحنة ومقدارها $2\mu C$، الجسم الأول على محور الـ x عند $x = 1m$ والجسم الثاني على محور x عند $x = -1m$.

والمطلوب هو: ① إيجاد الجهد الكهربائي عند $y = 0.5m$.

② حساب التغير في طاقة الوضع لنظام حين تم إحضار شحنة ثالثة مقدارها $q=-3\mu$ من اللانهاية إلى النقطة $y = 0.5m$.



Solu:

①

$$r_1 = \sqrt{1+0.25} = 1.11m$$

$$r_2 = \sqrt{1+0.25} = 1.11m$$

$$V = V_1 + V_2 \Rightarrow \frac{k_e q_1}{r_1} + \frac{k_e q_2}{r_2}$$

$$= \frac{9\times10^{9}\times2\times10^{-6}}{1.11} + \frac{9\times10^{9}\times2\times10^{-6}}{1.11}$$

$$\boxed{V = 32\times10^{3}\ V}$$

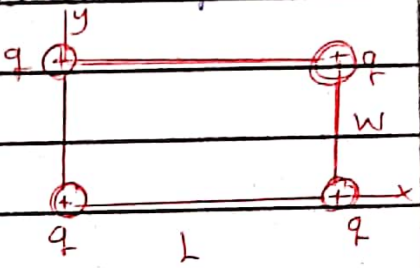
② $\Delta U = \Delta V \times q \rightarrow$ ++ $\Delta V = V_y - \cancel{V_{\infty}}$ zero

$= -3\times10^{-6} * 32\times10^{3}$ $\qquad = \boxed{\Delta V = 32\times10^{3}}$

$$\boxed{\Delta U = -96\times10^{-3}\ J}$$

Example Four identical charged particles

Q 27 – page 741 (q = +10.0 μC) are located on the corners of a rectangle as shown in figure. The dimensions of the rectangle are L = 60 cm and w = 15 cm. Calculate electric potential energy of the system as the particle at the lower left corner in figure is brought to this position from infinity far away. Assume the other three particles in figure remain fixed in positions.



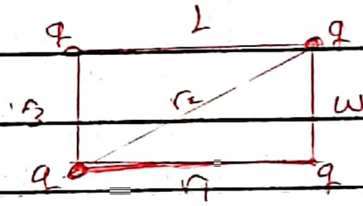
* ٤ حبيبات مشحونة بنفس الشحنة q =

موضوعات على زوايا المستطيل كما في الشكل ،

ابعاد المستطيل L = 60 cm ، W = 15cm .

والمطلوب : حساب التغير في طاقة الوضع لنظام حيث تم احضار

الشحنة الموجودة اسفل اليسار للمستطيل من اللانهاية .



Solu ← بدي اولاً حساب الجهد للنقطة

التي جاءت الشحنة عليها (A)

$$V_A = V_1 + V_2 + V_3 \Rightarrow \frac{k_e q_1}{r_1} + \frac{k_e q_2}{r_2} + \frac{k_e q_3}{r_3}$$

$$= \frac{9\times10^{9} \times 10\times10^{-6}}{60\times10^{-2}} + \frac{9\times10^{9}\times10\times10^{-6}}{61.8\times10^{-2}} + \frac{9\times10^{9}\times10^{-6}}{15\times10^{-2}}$$

$r_2 = \sqrt{(w)^2 + (L)^2}$

$\boxed{r_2 = 61.8\ \text{cm}}$

$$\boxed{V_A = 89.5\ \text{MV}}$$

$U_f = qV_A$

$U_i = qV_\infty = \text{zero}$

$2 \Rightarrow \Delta U = U_f - U_i$

$= qV_A$

$= 89.5\times10^{6} \times 10\times10^{-6} = 8.95\ \text{J}$

Example: Over a certain region of a space

Q 39 – page 772: The electric Potential is $V = 5x - 3x^2y + 2yz^2$

(a) Find the expressions for the x, y and z components of the electric field over this region. (b) What is the magnitude of the field at the Point P that has coordinates (1, 0, -2) m?

في منطقة معينة يكون الجهد $V = 5x + 3x^2y + 2z^2y$ ، والمطلوب هنا:

① ايجاد مركبة المجال الكهربائي.

② مقدار المجال الكهربائي عند النقطة (1,0,-2)

Solu: (a)

$$E_x = \frac{-dV}{dx} = -(5 - 6xy, 0)$$
$$= -5 + 6xy$$

$$E_y = \frac{-dV}{dy} = -(0 - 3x^2 + 2z^2)$$
$$= 3x^2 - 2z^2$$

$$E_z = \frac{-dV}{dz} = -(0 - 0 + 4yz)$$
$$= -4yz$$

$$\boxed{\vec{E} = (-5 + 6xy)\hat{i} + (3x^2 - 2z^2)\hat{j} + (-4yz)\hat{k}}$$

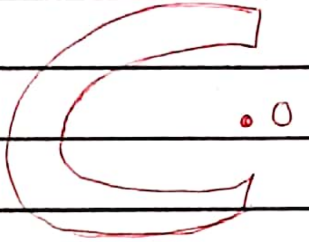
(b)

$$\vec{E} = (-5 + 6xy)\hat{i} + (3x^2 - 2z^2)\hat{j} - 4yz\hat{k}$$
$$\vec{E} = -5\hat{i} + -5\hat{j} + 0\hat{k}$$
$$|\vec{E}| = \sqrt{(-5)^2 + (5)^2} \Rightarrow \sqrt{50} = 7.07$$

Example: A uniformly charged insulating rod of length 14 cm is bent into the shape of a semicircle as shown in figure. The rod has a total charge of -7.5 μC, find the electric potential at O, the center of the semicircle.

Q44 - page 772

** المثال: قضيب عازل طوله L = 14 cm ومشحونة
بشكل منتظم وتبلغ مقدار الشحنة Q = -7.5μC
والمطلوب: "ايجاد مقدار الجهد الكهربائي".



Solu: $v = \int \frac{k_e\, dq}{r}$

$v = \frac{k_e}{r} \int dq$

$v = \frac{k_e Q}{r} = \frac{9 \times 10^{9} \times -7.5 \times 10^{-6}}{\frac{14 \times 10^{-2}}{\pi}}$

$= \frac{9 \times -7.5 \times 10^{3}\, \pi}{14 \times 10^{-2}} = \underline{\underline{-1.51\ MV}}$

محيط الدائرة = $2\pi r$

½ محيط الدائرة = $\frac{1}{2} \times 2\pi r$

$\pi r = 14\ cm$

$\boxed{r = 14\ cm / \pi}$

Example: A spherical conductor has a radius of 14 cm and a charge of 26 μC. Calculate the electric field and the electric potential at ⓐ r = 10 cm ⓑ r = 20 cm, and ⓒ r = 14 cm from the center.

Q50 - page 773

كرة موصلة نصف قطرها a = 14 cm مشحونة Q = 26μC والمطلوب:
حساب الجهد والمجال عند: ① 10cm ② 20cm ③ r = 14cm

solu: ① $E = zero$ → لانه لايوجد شحنات بالداخل $(r < a)$

$$V = \frac{k_e Q}{a} = \frac{9\times10^{9} \times 26\times10^{-6}}{14\times10^{-2}} = 1.67 MV$$

② $\vec{E} = \frac{k_e Q}{r^2}$ $(r > a)$

$$\frac{9\times10^{9} \times 26\times10^{-6}}{400\times10^{-4}} = \boxed{5.85 M\ N/C = E}$$

$$V = \frac{k_e Q}{r} = \frac{9\times10^{9} \times 26\times10^{-6}}{20\times10^{-2}}$$

$$\boxed{V = 1.17 MV}$$

③ $$E = \frac{k_e Q}{a^2} = \frac{9\times10^{9} \times 26\times10^{-6}}{(14\times10^{-2})^2}$$

$$\boxed{E = 11.9 M\ N/C}$$

$$V = \frac{k_e Q}{a} = \frac{9\times10^{9} \times 26\times10^{-6}}{14\times10^{-2}}$$

$$\boxed{V = 1.67 MV}$$

EICoM

ملخص قوانين شابتر "25"

1. $$\Delta V = \frac{\Delta U}{q}$$

2. $$\Delta V = -\int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{r}$$

3. $$\Delta K = -\Delta U$$

4. $$\Delta K = \frac{1}{2} m v_f^2 - \frac{1}{2} m v_i^2$$

5. $$V = \frac{k_e q}{r}$$

6. $$U = \frac{k_e q_1 Q}{r_1} + \frac{k_e q_2 Q}{r_2} + \sim$$

طاقة الوضع للنظام

7. $$\vec{E} = \frac{-dV}{dr}$$

8. $$\vec{E} = \frac{-dV}{dx}\hat{i} - \frac{dV}{dy}\hat{j} - \frac{dV}{dz}\hat{k}$$

9. $$V_{Ring} = \frac{k_e q}{\sqrt{a^2+x^2}}$$

a : نق الحلقة

x : المسافة بين النقطة ومركز الحلقة

10. $$V_{arc} = k_e \lambda \theta$$

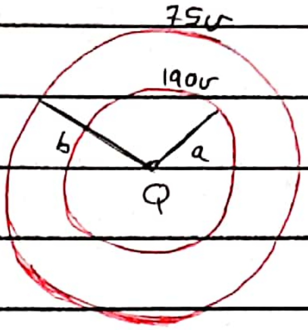
11. $$V_{Rad} = k_e \lambda \ln\left(\frac{L+a}{a}\right)$$

بخط: بنيان الحسبان

إعداد: قتيبة الكعابنة

Question 1:-

Two equapotential surfaces surround a 25 nC point charge The separation between 190-v surface and the 75-v surface (in m) is:-



1) 1.09

2) 1.82

3) 3.027

4) 4.00

* بهذا السؤال عنا سطحين تساوي الجهد ومنزول السطحين يحيطان بشحنة مقدارها Q=25nC ، والمطلوب ، هو:

← ايجاد المسافة بين سطح الجهد 190v & 75v

Solu:-

$$V = \frac{k_e Q}{r} = \frac{kQ}{a}$$

$$190 = \frac{9*10^{9} * 25\times10^{-9}}{a}$$

$$\boxed{a = 1.18\ m}$$

$$V_2 = \frac{k_e Q}{r} = \frac{k_e Q}{b}$$

$$75 = \frac{9*10^{9} * 25\times10^{-9}}{b}$$

$$\boxed{b = 3\ m}$$

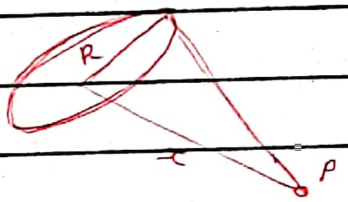
$$b-a = 3 - 1.18 \rightarrow \boxed{1.82 : ②}$$

Question 2 :

A charge of +3 nC is distributed uniformly along the circumference (محيط) of a circle with a radius of 20cm. How much external energy is required to bring a charge of 25mC from infinity to The center of the circle ?

شحنة موزعة بشكل منتظم على طول محيط دائرة نق = 20cm ، [illegible]
اعادطاقة الوضع الخارجية لنقل شحنة مقدارها q = 25mc من اللانهاية إلى
مركز الدائرة ،

في حالة انه طلب جهد
مركز الدائرة خارج $\boxed{V = [illegible]}$



Solu : $V = \frac{k e Q}{\sqrt{R^2 + x^2}}$

$\Delta u = q \boxed{\Delta V}$

$\Delta u = 25 \times 10^{-3} * 135$

$\boxed{\Delta u = 3.37 \text{ J}}$

$\Delta V = V_{المركز} - \cancel{V_{\infty}}$

$V_{المركز} = \frac{k e Q}{R} = \frac{9 \times 10^{9} * 3 \times 10^{-9}}{20 \times 10^{-2}}$

$\boxed{V_{المركز} = 135 V}$

Question 3 :-

The electric flux through each of the three faces of a closed cylinder are given by ; $F_1 = -150\ Nm^2/C$; $F_2 = +175\ N/C$ $F_3 = -30\ Nm^2/C$. The net charge (nC) within the cylinder is : ($e_0 = 8.85\times10^{-12}\ c^2/Nm^2$) .

$\phi_1 = -150\ Nm^2/c$ * التدفق الكهربائي خلال ثلاث اوجه للإسطوانة

$\phi_2 = +175\ Nm^2/c$ و المطلوب منه

$\phi_3 = -30\ Nm^2/c$ ايجاد مقدار الشحنة الموجودة داخل الاسطوانة .

Soluo:-

$$\Sigma\phi = \frac{\Sigma q_{in}}{\epsilon_0}$$

$$150 + 175 - 30 = \frac{\Sigma q_{in}}{8.85\times10^{-12}}$$

$$q_i = -5 \times 8.85\times10^{-12}$$

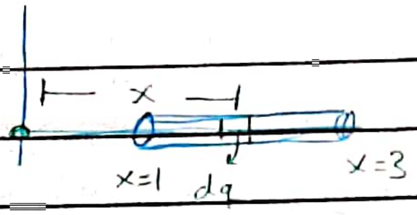
$$\boxed{q_{in} = -4.43\times10^{-11}\ c}$$

Question 4 :- a line of charge extends from $x = 1m$ to $x = 3$. The linear charge density varies with position as $0.3x^3$ nC/m . find the magnitude of the electric field in (N/C) at $x = 0$ ($k = 9\times10^9$) :-

سلك مشحون يمتد من $x = 1$ الى $x = 3$ وقالنا بالسؤال انو الكثافة الشحنية

اعطانا للسلك $\lambda = 0.3x^3$ ، اوجد مقدار المجال الكهربائي عند $x = 0$.

Solu :



$F = \int \frac{k_e\, dq}{r^2}$ ⟶ حدود التكامل بداية السلك x=1

و نهاية السلك x=3

$\vec{E} = \int_1^3 \frac{\lambda\, dx}{x^2}$ ⟶ $dq = \lambda dx$

$r = x$ ⟹ r المسافة بين dq

و النقطة x=0

$= k_e \int_1^3 \frac{0.2 * 10^3 \times 10^{-9}}{x^2}$

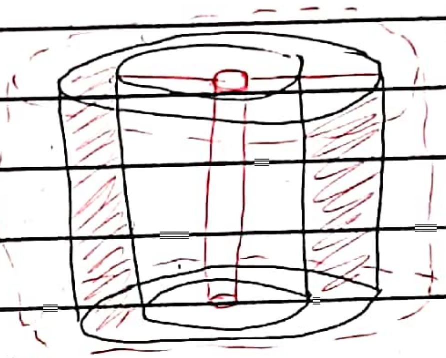
$\vec{E} = k_e \left(\frac{0.3}{2} x^2 \times 10^{-9} \Big]_0^3 \right)$

$\Rightarrow E = 9\times10^9 \times 10^{-9} \left(\frac{9}{2} - \frac{1}{2}\right) \times 0.3$

$\boxed{\vec{E} = 10.8\ N/C}$

Question :-

An infinity Long , cylindrical , insulating shell of inner radius 1.0 cm and outer radius 2.0 cm has a uniform Volume charge density 0.5 uC/m^3. A line of uniform Linear charge density 0.2 nC/m is placed along the axis of the shell. find the magnitude of the electric field at a point r=3 cm from the axis of the shell.



* قشرة اسطوانية عازلة لا نهائية نصف قطرها الداخلي يساوي 1cm و سلك كثافة الشحنة الخطية = 0.2nC/m موضوع على محور الاسطوانة

* والمطلوب : هو ايجاد مقدار المجال الكهربائي عند النقطة r=3cm من محور الاسطوانة

$$E_p = E_{\text{سلك}} + E_{\text{الاسطوانة}}$$

$$EA = \frac{q_{in}}{\epsilon_0} \Rightarrow E(2\pi r\cancel{K}) = \frac{\lambda \cancel{K}}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{2ke\lambda}{r} = \frac{9\times10^{9}\times0.2\times10^{-9}\times2}{3\times10^{-2}}$$

$$\boxed{E_{\text{سلك}} = 120\ N/C}$$

$$E_{\text{الاسطوانة}} A = \frac{q_{in}}{\epsilon_0} \Rightarrow E(\cancel{2}\pi r\cancel{l}) = \frac{\rho\pi\cancel{l}(b^2-a^2)}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{\rho(b^2-a^2)}{2r\epsilon_0} \Rightarrow$$

$$E = \frac{0.5 \times 10^{-6} \left((12 \times 10^{-2})^2 - (1 \times 10^{-2})^2 \right)}{2 \times 3 \times 10^{-2} \times 8.85 \times 10^{-12}}$$

$$\vec{E}_{\text{الاسطوانة}} \quad -282.4 \ N/c$$

$$E_p = E_{\text{السلك}} + E_{\text{الاسطوانة}}$$

$$= 120 + 282.4 = \underline{\underline{402.4 \ N/c}}$$

Question :

An infinitly long, cylindrical insulating shell of inner radius 1.0 cm and outter radius 2cm has a uniform Volume Charge density 0.5 μC/m³. A line of uniform Linear charge density 0.20 C/m is placed along the axis of the shell Find the magnitude of the electric field at a Point r = 3 cm From the axis of the shell.

Solu :

$E = E_1 + E_2$

$E_1 \Rightarrow E_{line}$

$b(2\pi r L) = \rho_L l)$

$E_1\ b = \frac{\rho_L}{2\pi r}$

$$\boxed{E_1 = \frac{\rho L}{2\pi \epsilon_0 r}}$$

$E_2 = E$ cylindrical shell

$b(2\pi r L) = \rho_v V$

$b\ (2\pi r l) = \rho_v \pi(b^2 - a^2))$

$$\boxed{E_2 = \frac{\rho_v (b^2 - a^2)}{2\epsilon_0 r}}$$

$E = E_1 + E_2 \rightarrow 119.95 + 282.48$

$= 402$.

Question :

An infinitely Long, Cylinder insulating shell of inner radius 1.0 cm and outer radius 2.0 cm has a uniform volume charge density 0.5 $\mu C/m^3$. A Line of uniform Linear charge density 0.2 nC/m is placed along the axis of the shell. Find the magnitude of the electric field at a point $r \simeq 3.0$ cm from the axis of the shell. (take $k_e = 9.00 \times 10^9 \ N.m^2/C^2$).

Solution

$$E - E_1 + E_2$$

$E_1 - E_{Line}$

$b(2\pi r L) - \rho(L)$

$b = \frac{\rho L}{2\pi r \epsilon}$

$$\boxed{E_1 = \frac{\rho L}{2\pi \epsilon r}}$$

$E_2 - E_{cylinderical\ shell}$

$E(2\pi r L) - \frac{\lambda L + (\rho L \pi (b^2 - a^2)}{\epsilon_0}$

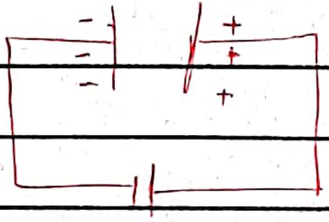
$$\boxed{\vec{E} = \frac{\lambda + \rho \pi (b^2 - a^2)}{r} \ast k_e}$$

Chapter 26 :- Capacitance and Dielectrics.

" السعة والعوازل "

(26.1) :- Definition of capacitance.

⇐ تعريف السعة ،



يتكون المواسع من موصلين وبينهما مسافة معظمها المواسع وتخزين الشحنات ، رمز المواسع "C" ⇐ ويقاس بوحدة الفاراد "F"

$C = \frac{Q}{\Delta V}$ → C : المواسع capacitor

→ Q :- الشحنة على كلا الموصلين . charge

ΔV → فرق الجهد potential difference.

⇐ المواسعة :- هي النسبة بين مقدار الشحنة على كلا الموصلين على مقدار الجهد بين الموصلين.

* * معلومة مهمة لازم تكون عارفينها :-

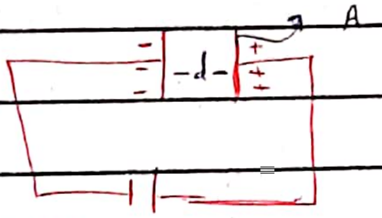
⇐ سعة المواسع لا تعتمد على الجهد و الشحنة بل يعتمد على الأبعاد الهندسية [مساحة السطح " المسافة بين الموصلات]

*** *** ***

(26.2) :- calculating capacitance حساب السعة ،

* المطلوب منك حساب السعة لـ ٣ اشكال للمواسعات :

1] Parallel - plate capacitors : مواسعات ذات الألواح المتوازية



$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{Q}{A\epsilon_0}$$

$$\Delta V = Ed \Rightarrow \Delta V = \frac{Qd}{A\epsilon_0}$$

$$C = \frac{Q}{\Delta V} = \frac{\cancel{Q}}{\frac{\cancel{Q}d}{A\epsilon}} = \frac{\epsilon_0 A}{d}$$

$$\boxed{C = \frac{\epsilon_0 A}{d}}$$

$\sigma \Rightarrow$ الكثافة السطحية

$\epsilon_0 \Rightarrow$ السماحية الكهربائية

$\sigma = \frac{Q}{A} = \frac{\text{الشحنة}}{\text{مساحة السطح}}$

$d \Rightarrow$ المسافة بين اللوحين

1 ← كلما زادت المسافة بين اللوحين قلت المواسعة «علاقة عكسية»

2 ← كلما زادت مساحة سطح اللوحين زادت المواسعة (علاقة طردية)

Example "1" : Q 8 - problems p(801)

of: An air-filled capacitor consists of two parallel plates, each with an area of 7.60 cm^2, separated by adis-tanc of 1.80mm. A 20.0-V potential difference is applied to these plates calculate ⓐ the electric field between the plates, ⓑ the surface chang density ⓒ the capacitance ⓓ chage on each placte.

بخط: بنيان الحسبان

إعداد: قتيبة الكعابنة

* مواسع ذو ألواح متوازية، مساحة سطح اللوح الواحد 2.3cm
والمسافة بين اللوحين 1.5mm .

المطلوب: ① حساب قيمة المواسعة إذا كانت فرق الجهد بين طرفي المواسعة 12V .

② حساب شحنة المواسع

③ حساب قوة المجال الكهربائي المنتظم.

Solu: $\Delta V = 12V$, $\epsilon_0 = 8.85\times10^{-12}$, $A = 2.3\times10^{-4}\ m^2$

$d = 1.5\times10^{-3}m.$

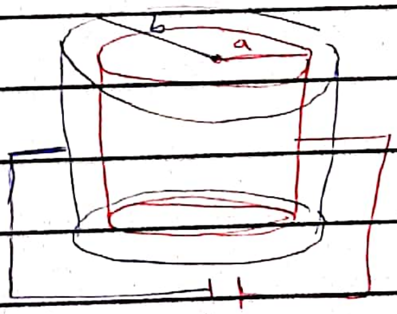
① $C = \frac{\epsilon A}{d} = \frac{8.85\times10^{-12} * 2.3\times10^{-4}}{1.5\times10^{-3}} = 1.357\ pF$

② $Q = \Delta V * C = 12 * 1.357\times10^{-12} = 1.65\ pC.$

③ $E = \frac{\Delta V}{d} = \frac{12}{1.5\times10^{-3}} = 8\times10^{3}\ V/m.$

$\boxed{2}$ The cylinderical capacitor :-

* إثبات قانون المواسعة الإسطوانية.



$$\Delta V = -\int_a^b E.dr$$

$a < r < b$

$E_{in} = \frac{2k_e\lambda}{r}$

Ch24 ص

$$\Delta V = -\int_a^b \frac{2k_e\lambda}{r}dr$$

(a,b) أطراف التكامل من

$$\Delta V = -2k_e\lambda\int_a^b \frac{dr}{r}$$

لأننا نريد حساب المواسعة بين

السطح الداخلي والخارجي.

$$\Delta V = -2k_e\lambda(\ln b - \ln a)$$

$$C = \frac{Q}{\Delta V} = \frac{Q}{2k_e\lambda\ln(\frac{b}{a})} = \frac{\cancel{Q}}{\frac{2k_e\cancel{Q}}{\ell}\ln(\frac{b}{a})} \Rightarrow \boxed{C = \frac{\ell}{2k_e\ln(\frac{b}{a})}}$$

** Capacitance per Length $\frac{C}{L}$:

$$\boxed{\frac{C}{L} = \frac{1}{2ke\ln\left(\frac{b}{a}\right)}}$$

Example 2 : A 50.0 m length of coaxial cable has an inner con-ductor that has a diameter of 2.58 mm and carries a charge of 8.10 μC. The surrounding conductor has an inner diameter of 7.27 mm and a charge of −8.10 μC. Assume the region between the conductors is air. ⓐ What is the capacitance of this cable? ⓑ What is the potential difference between the two conductors?

سلك طوله 50m يحتوي في داخله على موصل قطره 2.58mm ويحمل شحنة 8.1μC
ويحاط قطر الموصل والمحيط 7.27mm ويحمل شحنة −8.1μC ، افترض أن
المنطقة بين الموصلات عبارة عن هواء ، المطلوب : ← حساب مواسعة السلك
← الجهد الكهربائي بين الموصلين

Solu : $a = \frac{2.58}{②} \times 10^{-3}$ → لانو بالسؤال اعطاني قطر وفي القانون
بحتاج نصف القطر

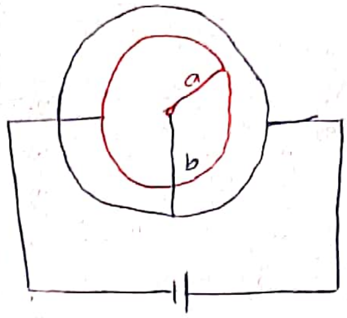
$b = \frac{7.27}{2} \times 10^{-3}$, $\ell = 50m$, $Q = 8.1\,\mu C$

① $$C = \frac{\ell}{2ke\ln\left(\frac{b}{a}\right)} = \frac{50}{2 \times 9\times10^{9} \times \ln\left(\frac{7.27\times10^{-3}/\cancel{2}}{2.58\times10^{-3}/\cancel{2}}\right)} \Rightarrow C = 2.68\times10^{-9}\,F$$

② $$\Delta V = \frac{Q}{C} = \frac{8.1\times10^{-6}}{2.68\times10^{-9}} = 3.02\times10^{3}\,V$$

3 The spherical capacitor.

"المواسع الكروي"



$$E = \frac{k_e Q}{r^2} \qquad a<r<b$$

$$\Delta V = \int_a^b E \cdot dr$$

$$\Delta V = -\int_a^b \frac{k_e Q}{r^2} \cdot dr$$

* أطراف التكامل (a,b)

$$\Delta V = -k_eQ \int_a^b \frac{1}{r^2} \cdot dr \Rightarrow +k_eQ * \frac{+1}{r}\Big]_a^b$$

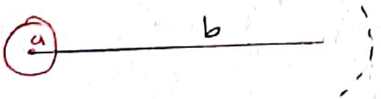
ke , Q ⇒ ثوابت

$$= k_eQ\left[\frac{1}{b} - \frac{1}{a}\right]$$

$$\boxed{\Delta V = \frac{k_e (a-b) Q}{ab}} \longrightarrow |\Delta V| = \left|\frac{k_e Q (a-b)}{ab}\right| \Rightarrow \frac{k_e Q (b-a)}{ab}$$

لان a<b فإن المقدار سوف يكون سالب ولكن على القيمة المطلقة تصبح موجبة ونبدل ال (a-b) ⇐ (b-a)

$$C = \frac{Q}{\Delta V} = \frac{\cancel{Q}}{\frac{k_e \cancel{Q}(b-a)}{ab}} \Rightarrow \frac{a*b}{k_e(b-a)} = \boxed{\frac{4\pi\epsilon_0 ab}{b-a} = C}$$



في حال ~~أن~~ أن $\boxed{b=\infty}$:

$$C = \frac{4\pi\epsilon_0 ab}{b-\underset{\text{مهمل}}{a}} = \frac{4\pi\epsilon_0 a\cancel{b}}{\cancel{b}} = 4\pi\epsilon_0 a$$

لأنه مالانهاية ناقص أي عدد مالانهاية.

Example 3: An air-filled spherical capacitor is construct with inner- and outer-shell radii of 7.00 cm and 14.cm, respectively. ⓐ calculate the capacitance of the device. ⓑ What Potential difference between the spheres results in a 4.00 μC Charge on capacitor?

مواسع كروي مملوء بالهواء مصنوع من قشرة داخلية نصف قطرها 7cm وقشرة خارجية نصف قطرها 14cm ، المطلوب : ① حساب سعة الجهاز .

② فرق الجهد بين الكرتين الناتج عن الشحنة على المواسع

Solu: $a = 7\times10^{-2}$ $Q = 4\times10^{-6}$

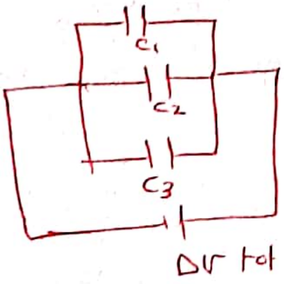
$b = 14\times10^{-2}$

$$① \; C = \frac{ab}{k_e(b-a)} = \frac{7\times10^{-2}\times14\times10^{-2}}{9\times10^{9}\times(14-7)\times10^{-2}} = 15.6 \; pF$$

$$② \; \Delta V = \frac{Q}{C} = \frac{4\times10^{-6}}{15.6\times10^{-12}} = 256.4 \; kV.$$

(26.3) Combinations of Capacitors:

[1] Parallel combinations. → " توصيل متوازي "



$\Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V_3 = \Delta V_{tot}$

$Q_1 + Q_2 + Q_3 = Q_{eq}$

أي ان الجهد ثابت في حالة التوازي و الشحنة الكلية تساوي مجموع كل من الشحنات

$C = \frac{Q}{\Delta V} \Rightarrow C\Delta V = Q$ * حساب المواسعة المكافئة

تابع ←

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = Q_{eq} \Rightarrow C_1 \Delta V_1 + C_2 \Delta V_2 + C_3 \Delta V_3 = C_{eq} \Delta V_{tot}$$

$$\cancel{\Delta V} (C_1 + C_2 + C_3) = C_{eq} \cancel{\Delta V_{tot}}$$

* الجهد متساوي ←

$$\boxed{C_1 + C_2 + C_3 = C_{eq}}$$

نستنتج أنه قانون حساب المواسعة المكافئة (للتوصيل التوازي)

$$\boxed{C_1 + C_2 + \cdots + C_n = C_{eq}}$$

& اذا كانت قيمة المواسعات متماثلة

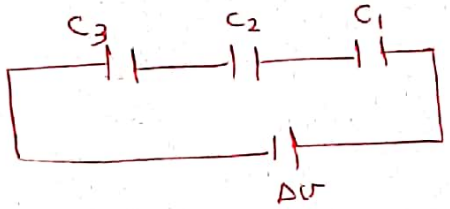
$$\boxed{C_{eq} = n\,C}$$

عدد المواسعات .

---

② Series combination.

((توصيل التوالي))



$$Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_{eq}$$

$$\Delta V_1 + \Delta V_2 + \Delta V_3 = \Delta V_{tot}$$

نلاحظ أنه الشحنة ثابتة عل التوالي & الجهد الكلي يساوي مجموع كل الجهود .

حساب المواسعة المكافئة :-

$$C = \frac{Q}{\Delta V} \Rightarrow \Delta V = \frac{Q}{C}$$

$$\Delta V_1 + \Delta V_2 + \Delta V_3 = \Delta V$$

$$\frac{Q_1}{C_1} + \frac{Q_2}{C_2} + \frac{Q_3}{C_3} = \frac{Q_{eq}}{C_{eq}} \xrightarrow[\text{ثابتة}]{\text{الشحنة}} \cancel{Q}\left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}\right) = \frac{\cancel{Q_{eq}}}{C_{eq}}$$

$$\boxed{\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}}$$

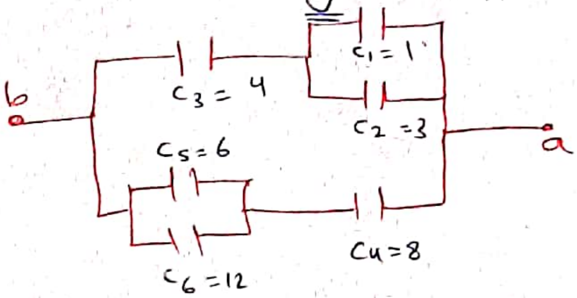
* نستنتج أنه قانون حساب المواسعة المكافئة (للتوصيل التوالي)

$$\boxed{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \cdots + \frac{1}{C_n} = \frac{1}{C_{eq}}}$$

& اذا كانت الدارة مكونة من مواسعين فقط

$$\boxed{C_{eq} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}}$$

Example 4: Find the equivalent capacitance between a and b for the combination of capacitors shown in figure. All capacitance are micro Farads.



Solu: C_1, C_2 توازي

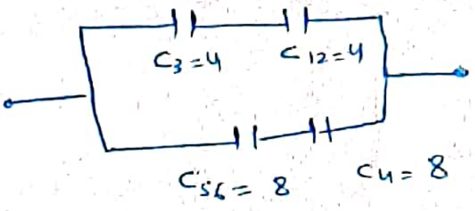
$C_1 + C_2 = C_{12}$

$1 + 3 = 4$

C_5, C_6 توازي

$C_5 + C_6$

$= 6 + 2 = 8$



$C_{12} = C_3$ توالي

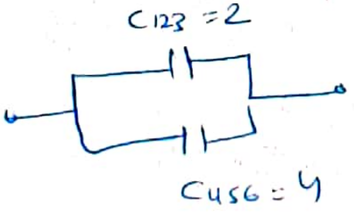
$$\frac{1}{C_{12}} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{C_{123}} \Rightarrow \frac{1}{4} + \frac{1}{4} = \frac{1}{2}$$

$$\boxed{C_{123} = 2}$$

C_{56} & C_4 توالي

$$\frac{1}{C_{56}} + \frac{1}{C_4} = \frac{1}{8} + \frac{1}{8} = \frac{1}{4}$$

$$\boxed{C_{456} = 4}$$



$C_{123} + C_{456} = 2 + 4$

$$\boxed{C_{eq} = 6\,\mu F}$$

(26.4) Energy stored in a charged capacitor

الطاقة المختزنة في مواسع مشحون .

$$\boxed{u = \frac{1}{2} c (\Delta v)^2} \longrightarrow u \Rightarrow$$ الطاقة المختزنة

+ تقاس بالجول (J)

$$u = \frac{1}{2} \frac{Q}{\Delta v} * (\Delta v)^2$$

$$\boxed{u = \frac{1}{2} Q \Delta v}$$

$$u = \frac{1}{2} \frac{Q * Q}{c} \rightsquigarrow \Delta v = \frac{Q}{c}$$

$$\boxed{u = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{c}}$$

Example : A 12v battery is connected to a capacitor, resulting in 54 μC of charge stored on the capacitor. How much Energy is stored in the capacitor ?

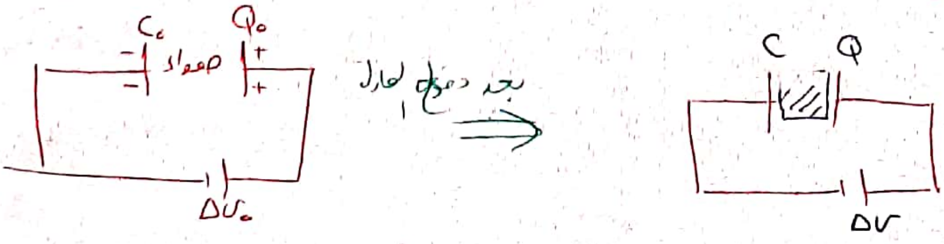
بطارية 12v متصلة بمواسع وشحنتها 54 μC والمطلوب : احساب الطاقة المختزنة

Solu : $u = \frac{1}{2} Q v \Rightarrow \frac{1}{2} * 54 \times 10^{-6} \times 12$

$$\boxed{u = 324 \times 10^{-6} J}$$

(26.5) Capacitors with Dielectries.

((مواسعات مع مواد عازلة))



$$\boxed{C = K C_0}$$

C : قيمة المواسع بعد وضع عازل

C₀ قيمة بعد وضع العازل

$C = \frac{\epsilon_0 A}{d} * K \longrightarrow$ ثابت العزل $\quad K > 1$

$Q = Q_0 \longrightarrow$ الشحنة قبل دفع العازل = الشحنة بعد دفع العازل.

$\Delta V = \frac{\Delta V_0}{k}$

$\Delta V \Rightarrow$ الجهد قبل وضع العازل

$\Delta V_0 \Rightarrow$ الجهد بعد دفع العازل

$U = \frac{U_0}{K}$

$U \Rightarrow$ الطاقة بعد وضع العازل

$U_0 \Rightarrow$ الطاقة قبل وضع العازل

ملاحظات مهمة:
① الجهد يقل عند وضع العازل
② الشحنة تبقى ثابتة.
③ المواسعة تزداد عند وضع العازل
④ طاقة الوضع تقل عند دفع العازل.

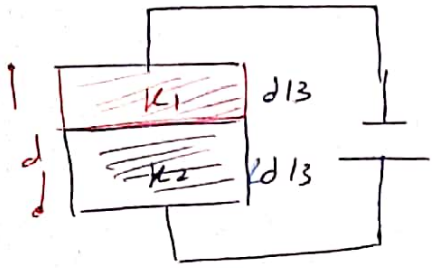
Example: The voltage across an air-filled parallel plate capacitor is measured to be 85 V. When a dielectric is inserted and completely fills the space between the plates as in Figure, The voltage drops to 25 V. ⓐ What is the dielectric constant of the inserted meterial? ~~ⓑ Can you identify the material? If so, what is it? ⓒ If the dielectric does not completely fill the space between the plates, what could you conclude about the voltage across the plates?~~

Solu : $\Delta V = \frac{\Delta V_0}{K} \Rightarrow 25 = \frac{85}{K}$

$$K = \frac{85}{25}$$

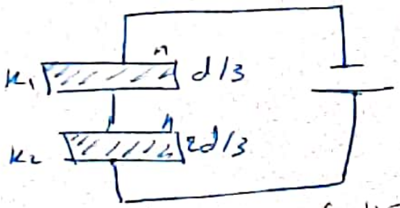
$$\boxed{k = 3\ 4}$$

Example Find the equivalent capacitance :-



المطلوب:- حساب المواسعة المكافئة
في هذه الحالة عندي مادتين عازلتين
يعني عندي مواسعين .

Solu :



هذا التوصيل (توصيل توالي)

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{\frac{3k_1\epsilon_0 A}{d}} + \frac{1}{\frac{3k_2\epsilon_0 A}{2d}}$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{d}{3\epsilon_0 A}\left(\frac{1}{k_1} + \frac{2}{k_2}\right)$$

$$C_0 = \frac{k\epsilon_0 A}{d}$$

$$\boxed{C_1 = \frac{k_1\epsilon_0 A}{d/3}} \neq C_2$$

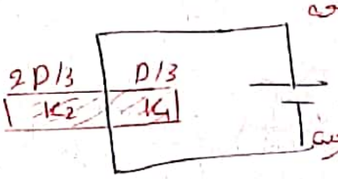
$$\boxed{C_2 = \frac{k_2\epsilon_0 A}{2d/3}}$$

~~$\frac{1}{C_{eq}} = d$~~

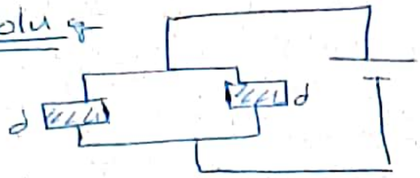
$$\boxed{C_{eq} = \frac{3k_1k_2\epsilon_0 A}{d(2k_1+k_2)}}$$

Ex: Find the equivalant capacitance.

المطلوب حساب المواسعة المكافئة ، يوجد مادتين عازلات تعني عندي مواسعتين



Solu:



وهذا التوصيل (توصيل توازي)

$$C_{eq} = C_1 + C_2$$

$$C_{eq} = \underbrace{\frac{k_1 \epsilon_0 A}{3d} + \frac{2 \epsilon_0 k_2 A}{3d}}$$

⇓

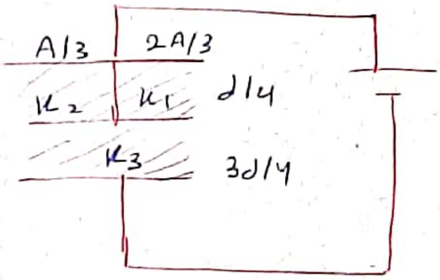
$$C = \frac{k \epsilon_0 A}{d}$$

$$C_1 = \frac{k_1 \epsilon_0 A/3}{d} = \frac{k_1 \epsilon_0 A}{3d}$$

$$C_2 = \frac{k_2 \epsilon_0 2A/3}{d} = \frac{2 k_0 \epsilon_0 A}{3d}$$

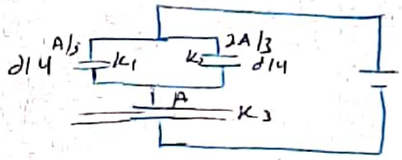
$$C_{eq} = \frac{\epsilon_0 A}{3d} (k_1 + 2k_2$$

Ex: Find the equi capacitance



المطلوب: حساب المواسعة المكافئة.

- يوجد ٣ مواد عازلات ، يعني ٣ مواسعات.

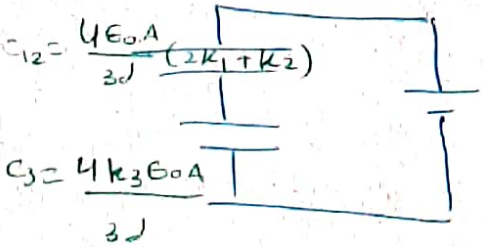


Solu: C_1 , C_2 توازي

$$C_{12} = C_1 + C_2$$

$$C_{12} = \frac{8 k_1 \epsilon_0 A}{3d} + \frac{4 k_2 \epsilon_0 A}{3d}$$

$$= \frac{4 \epsilon_0 A}{3d} (2k_1 + k_2)$$



C_{12} , C_3 توالي

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_{12}} + \frac{1}{C_3}$$

$$= \frac{1}{\frac{4\epsilon_0 A}{3d}(2k_1+k_2)} + \frac{1}{\frac{4k_3\epsilon_0 A}{3d}}$$

$$\frac{3d}{4\epsilon_0 A(2k_1+k_2)} + \frac{3d}{4k_3\epsilon_0 A}$$

$$= \frac{3d}{4\epsilon_0 A}\left(\frac{1}{2k_1+k_2} + \frac{1}{k_3}\right)$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{3d\,(k_3+2k_1+k_2)}{4\epsilon_0 A\,(2k_3k_1+k_2k_1)}$$

$$C_{eq} = \frac{4A\epsilon_0\,(2k_3k_1+k_3k_1)}{3d\,(k_3+2k_1+k_2)}$$

Example: Two conductors having net charges of +10.0 μC and -10 μC have a potential difference of 10V between them. ⓐ Determine the capacitance of the system ⓑ What is the potential difference between The Two conductors if the charges on each are increased to +100 μC and -100 μC ?

⇐ موصلان يحملان شحنة 10μC & -10μC وفرق الجهد بين الموصلين 10V ما المطلوب

① مقدار المواسعة ② فرق الجهد بين الموصلين إذا اصبحت الشحنة على الموصلين

100μC & -100μC

Solu: ① $C = \frac{Q}{\Delta V} = \frac{10\times10^{-6}}{10}$

$$\boxed{C = 1\times10^{-6}\,F}$$

② $\Delta V = \frac{Q}{C} = \frac{100\times10^{-6}}{1\times10^{-6}}$

$$\boxed{\Delta V = 100V}$$

Example: An air-Filled capacito consists of two parallel plates, each with an area of 7.6 cm², separated by a dis- tance of 1.8mm. A 20V potential difference is applied to these plates. calculat ⓐ the electric field between the plates ⓑ the surface charge dens ⓒ the capacitance ⓓ the charge on each Plate.

مواسع مملوء بالهواء يتكون من لوحين متوازيين مساحة كل لوح 7.6cm² & المسافة بين اللوحين 1.8mm، فرق الجهد بين طرفي المواسع 20V، احسب:

① المجال الكهربائي ② الكثافة الشحنية السطحية ③ سعة المواسع

④ الشحنة بين اللوحين

Solu: $A = 7.6\ cm^2$ $\Delta V = 20V$, $d = 1.8\ mm$, $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}$

① $E = \frac{\Delta V}{d} = \frac{20}{1.8 \times 10^{-12}} = 11.1 \times 10^{3}\ V/m$

② $E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \Rightarrow \sigma = \epsilon_0 * E = 8.85 \times 10^{-12} * 11.1 \times 10^{3}$
$= 9.83 \times 10^{-8}\ C/m^2$

③ $C = \frac{\epsilon_0 A}{d} = \frac{8.85 \times 10^{-12} * 7.6 \times 10^{-4}}{1.8 \times 10^{-3}} = 3.74\ pF$

④ $Q = C * \Delta V = 3.74 \times 10^{-12} * 20 = 74.8\ pC$

Example: An isolated charge conducting sphere of radius 12.cm creates an electric field of 4.9×10^4 N/C at a distance 21.cm From its center. ① What is its surface charge density? ② What is its capacitance?

Solu: ① Ch-24 ص

$r > a$ (نتيجة غاوس) (شرط) $\rightarrow E = \frac{k_e q}{r^2} \Rightarrow q = \frac{E r^2}{k_e} = 4.9 \times 10^{4} * (21 \times 10^{-2})^2$
$= 0.24\ \mu C$

$A = 4\pi r^2$
$= 4\pi (12 \times 10^{-2})^2$
$= 0.18\ m^2$

$\sigma = \frac{q}{A} = \frac{0.24 \times 10^{-6}}{0.18}$
$= 1.33\ \mu\ C/m^2$

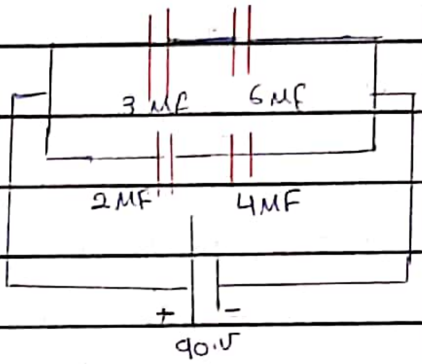
② $C = 4\pi \epsilon a$

$= 4 * \pi * 8.85 \times 10^{-12} * 12 \times 10^{-2}$

$= 12.3 pf$

أي مواسع يتكون من
موصلين وعادة الكرة في مراح
راح يكون الموصل الثاني في
اللانهاية ومراح نستخدم هذا
القانون

Example:- For the system of four capacitors shown in figure, Find ⓐ the equivalent capa-citance of the system ⓑ the charge on each capacitor, ⓒ the potential difference across each capacitor.



← نظام مكون من 4 مواسعات كما في الشكل المواجه
① المواسعة المكافئة للنظام ② شحنة كل مواسع ③ فرق الجهد لكل مواسع

Solution: $\frac{1}{C_{12}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} - \frac{1}{3} + \frac{1}{6}$

$\boxed{C_{12} - 2MC}$

$\frac{1}{C_{34}} - \frac{1}{C_3} + \frac{1}{C_4} - \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{2}$

$\boxed{C_{34} - 1.33 \mu f}$

C_{34} & C_{12} $\Rightarrow$ توازي

$C_{34} + C_{12} = C_{eq} \longrightarrow 2 + 1.33 = 3.22 MF$

$\boxed{C_{eq} - 3.33 MF}$

② C_1 , C_2 توالي

C_3 , C_4 توالي

$Q_1 = Q_2 = Q_{12}$

$Q_3 - Q_4 = Q_{34}$

$\Delta V_{34} = \Delta V_{12} = 90$

$Q_{12} - C_{12} * \Delta V_{12} = 180 MC$

$Q_{34} = C_{34} * \Delta V_{34}$

$= 1.33 \times 10^{-6} * 90 = 120 MC$

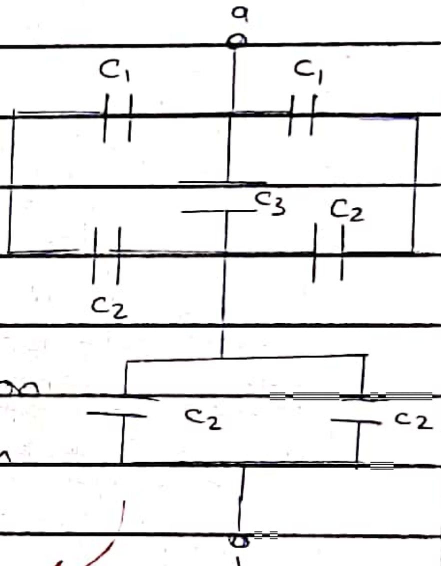
$Q_1 = Q_2 = 18 \mu C$ & $Q_3 = Q_4 = 12 \mu C$

$\boxed{3}$ $\Delta V_1 = \frac{Q_1}{C_1} = \frac{180 \times 10^{-6}}{6 \times 10^{-6}} = 30 V$

$\Delta V_2 = \frac{Q_2}{C_2} = \frac{180 \times 10^{-6}}{3 \times 10^{-6}} = 60 V$

$\Delta V_3 = \frac{Q_3}{C_3} = \frac{120 \times 10^{-6}}{4 \times 10^{-6}} = 30 V$

$\Delta V_4 = \frac{Q_4}{C_4} = \frac{120 \times 10^{-6}}{2 \times 10^{-6}} = 60 V$



Example : Find the equivalent capacitance between points a and b for the group of capacitors connected as shown in the figure. Take $C_1 = 5 \mu F$ & $C_2 = 10 \mu F$ $C_3 = 2 \mu F$ ⓑ what charge is stored on C_3 if the potential difference between points a and b is $60 V$?

ⓐ احسب السعة المكافئة بين a & b موضحاً الخطوات

Solve ① C_1 & C_2 توالي ، C_2 & C_2 توازي

$\frac{1}{C_{12}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \rightarrow \frac{1}{5} + \frac{1}{10}$

$\boxed{C_{12} = 3.33 \mu F}$

$C_{22} = 10 + 10 = 20$

$C_{12} + C_3 + C_{12} = C_{123}$ توازي

$3.33 + 3.33 + 2 = 8.66 \mu F$

$8.66 * 20$ توالي $\Rightarrow \frac{1}{20} + \frac{1}{8.66} = \frac{1}{C_{eq}}$

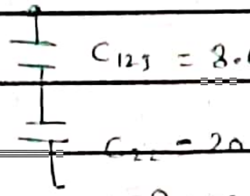
$$\boxed{C_{eq} = 6.05\,\mu F}$$

② (1) [illegible]

$C_{eq} = 6.05\,\mu F$

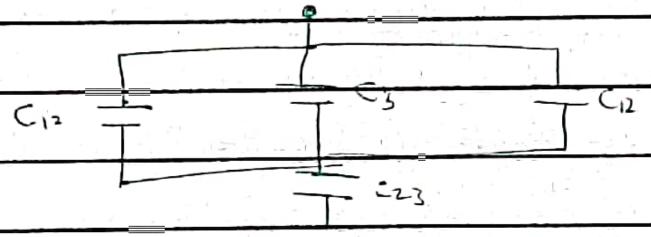
$V_{ab} = 60\,V$

$Q_{eq} = V_{ab} * C_{eq} = 363\,\mu C$



$Q_{eq} = Q_{123} = Q_{22} = 363\,\mu C$

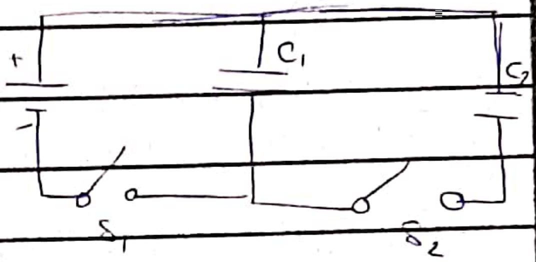
$\Delta V_{123} = \frac{Q_{123}}{C_{123}} = \frac{363 * 10^{-6}}{8.66 * 10^{-6}} = 41.9\,V$



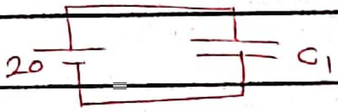
$\Delta V_{123} = \Delta V_{12} = \Delta V_3 = \Delta V_{12} = 41.9\,V$

$Q_3 = \Delta V_3 * C_3 = 41.9 * 2 \times 10^{-6} = \boxed{83.8\,\mu C}$

Example: consider the circuit shown in the figure where $C_1 = 6 \mu F$ and $C_2 = 3 \mu F$, $\Delta V = 20 V$. C_1 is first charged by clos-ing switch S_1. Switch S_1 is then opend and the charged capacitor is con-nected to the uncharged capacitor by closing S_2. Calculate ⓐ the initial charge acquired by C_1 ⓑ the final charge on each capacitor.



Solu: ①



لما نسكر S_1 و S_2

بقى مشحون C_1 لاحظ أن

شحنة S_2 بعين قد ما

$Q = \Delta V * C_1$

$= 20 * 6\mu = 120 \mu C$

② تم شحن المواسع C_1 ثم فصله عن البطارية وشبكه مع C_2 (غير مشحونة)

يعني أنه شحنة C_1 الابتدائية راح يروح منها جزء لـ C_2

الشحنة الجديدة لـ C_1 = الشحنة القديمة - الشحنة الجديدة لـ C_2

$Q_1' = Q_1 - Q_2' \Rightarrow Q_1' = 120 - Q_2$

وبما انه المواسعين متصلين على التوازي إذن أنه فرق الجهد لـ C_1 الجديد = فرق الجهد الـ 120 C_2 الجديد

$$\Delta V_1' = \Delta V_2'$$

$Q_1' = 120\mu - Q_2'$

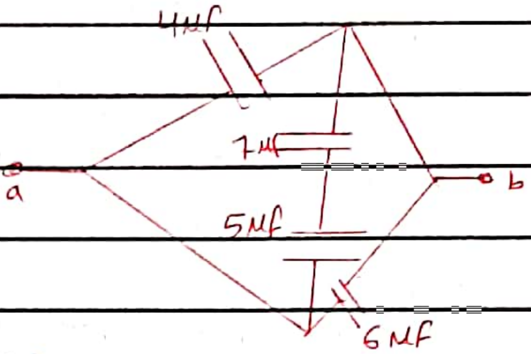
$$\frac{Q_1'}{C_1} = \frac{Q_2'}{C_2} \rightarrow \frac{120\mu - Q_2'}{\cancel{6}\mu_{2}} = \frac{Q_2'}{\cancel{3}\mu}$$

$120\mu - Q_2' = 2Q_2' \Rightarrow$

$120M = 3Q'_2 \Rightarrow \boxed{Q'_2 = 40MC}$

$Q'_1 = 120M - 40M \Rightarrow \boxed{Q'_1 - 80MC}$

Example : Find the equivalent Capacitance between Points a and b in the combination of Capacitors shown in Figure



Solu :- C_3 & C_2 توالي

$$\frac{1}{C_{32}} = \frac{1}{C_3} + \frac{1}{C_2}$$

$$= \frac{1}{7} + \frac{1}{2} \rightarrow C_{32} = 2.9MF$$

$\Rightarrow C_4 , C_{23} , C_1$ توازي

$C_4 + C_{23} + C_1 = Ceq \longrightarrow 2.9 + 4 + 6 = 12.9MF$

Example : Two capacitors give an equivalent capaci of 9pf when connected in parallel and an equivalent ~~is the~~ Capa of 2pf when Connected in series. what is the Capacitance of each capacitor?

Solu : $C_1 + C_2 = 9$

$$\frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = 2$$

حل المعادلتين
بالحذف والتعويض

$C_1 = 3MF$

$C_2 = 6MF$

Example ⟶ من سؤال 34 في بروبلمز الكتاب.

~~ـه~~ عدلنا السؤال: مواسعين موصولين على التوالي مع فرق جهد 12V وسعة المواسع الأول $C_1 = 18\mu f$ والمواسع الثاني $C_2 = 36\mu f$ والمطلوب:

① المواسعة المكافئة ② الطاقة المختزنة في المواسعة المكافئة ③ الطاقة في كل مواسع

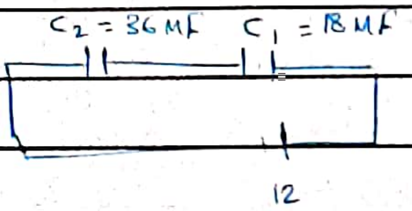
④ بين أن الطاقة في كل مواسع تساوي الطاقة في المواسعة المكافئة.

⑤ هل هذه المواسعة صحيحة دائماً أم أنها تعتمد على المواسعات وفرق المواسعة،

⑥ إذا وضعنا المواسعين على التوازي احسب فرق الجهد اللازم إذا كانت قيمة الطاقة المخزنة في المواسعة المكافئة نفسها في الفرع السابق.

⑦ أي مواسع يختزن طاقة أكبر C_1 أم C_2؟

$\boxed{1}$



$$C_{1,2} \Rightarrow \frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

$$= \frac{1}{18} + \frac{1}{36} \Rightarrow \boxed{C_{eq} = 12\mu F}$$

$\boxed{2}$ $u = \frac{1}{2} C_{eq} (\Delta V)^2 = \frac{1}{2} \times 12 \times 10^{-6} \times (12)^2 = 8.64 \times 10^{-4} J$ ✓

$\boxed{3}$ بما أن المواسعين الموصولين على التوالي فإن شحنتهما متساوية،

$Q_1 = Q_2 = Q_{eq} \Rightarrow Q_{eq} = C_{eq} \Delta V = 12 \times 10^{-6} \times 12$

$Q_{eq} = 144\mu C = Q_1 = Q_2$

$$u_1 = \frac{(Q_1)^2}{2C_1} = 5.76 \times 10^{-4} J$$

$$u_2 = \frac{(Q_2)^2}{2C_2} = 2.88 \times 10^{-4} J$$

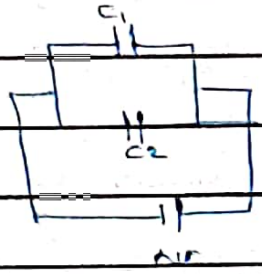
4 لإثبات أنه الطاقة المختزنة في كل مواسع = الطاقة المختزنة في المواسعة المكافئة

نقوم بجمع $u_1 + u_2$ ← $u_1 + u_2 = 5.76\times10^{-6} + 2.88\times10^{-6}$

$= 8.64\times10^{-6}\ J$

5 المقصود من هذا الفرع أن نصل دائمًا الطاقة المختزنة في المواسعة المكافئة = مجموع الطاقة المختزنة في كل مواسع ← يعني دائمًا الطاقة المختزنة في المواسعة المكافئة = مجموع الطاقة المختزنة في كل مواسع.

6



$u = 8.64\times10^{-4}\ J$

$C_1 \parallel C_2$ توازي

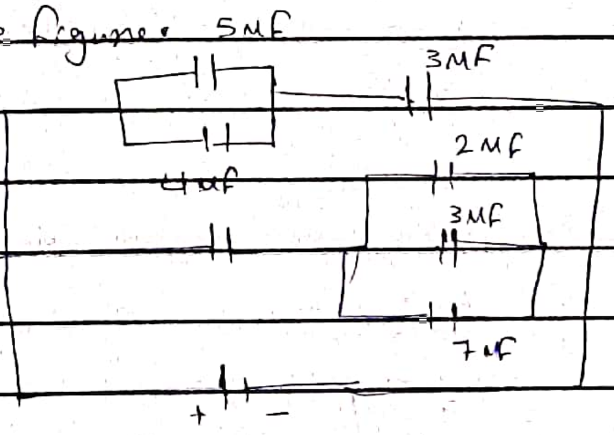
$C_1 + C_2 = C_{eq}$

$36 + 18 = 54\ \mu F$

$$u = \frac{1}{2} C_{eq} (\Delta V)^2 \Rightarrow \Delta V = \sqrt{\frac{2u}{C}}$$

$$= \sqrt{\frac{2\times8.64\times10^{-6}}{54\times10^{-6}}} = 5.6\ V$$

Example : Find the equivalent capacitance of the group of capacitors shown in the figure.

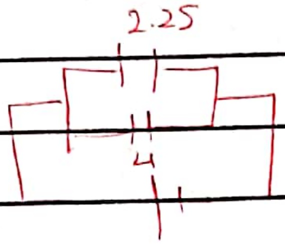


Solu: 5, 4 توازي $5+4=9$

2, 3, 7 توازي $3+2+7=12$

3 & 9 توالي $\frac{3*9}{3+9}=2.25$

6 & 12 توالي $\frac{6*12}{6+12}=4$

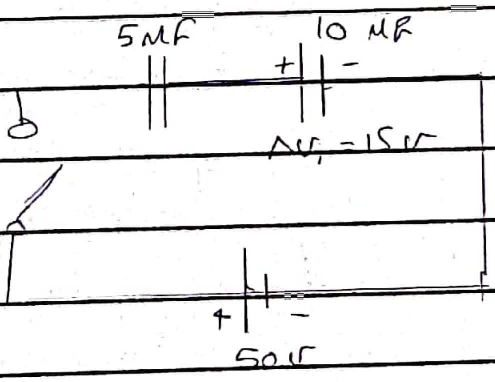


4, 2.25 توازي

$4+2.25=6.25$

$\boxed{C_{eq}=6.25\ MF}$

Example: A 10. MF capacitor is charged to 15V. It is next connected in capacitor. The series combination is finally connected across a 50V battery as diagrammed in figure. Find the new potential differences across the 5MF and 10MF capacitors after the switch is thrown closed.



Solu: $Q_1 = C * \Delta V$

$= 10\times10^{-6} * 15 = 150\ MF$

المواسعات تم توصيلهم على التوالي أي انه مجموع

جهود المواسعات = جهد البطارية

$Q_1 = Q_2 = Q_{eq}$

$\Delta V - V_1 + V_2$

$\Delta V - \frac{Q'}{5} + \frac{150 + Q}{10}$

$50 = \frac{Q'}{5} + \frac{150 + Q}{10}$

$Q' - 117\,MC - Q'_1 - Q'_2$

$\Delta V'_1 = \frac{117\,M}{5\,M} - 23.3\,V$

$\Delta V'_2 = \frac{150\,M + 117\,M}{10\,M} = 26.7\,V$

$V_1 - \frac{Q'_1}{C}$

$V_2 = \frac{\Sigma Q'_2}{C}$

ΣQ = الشحنة البدائية + الشحنة الجديدة

والشحنة الجديدة = الشحنة الكلية

= شحنة المواسع C_2

$\Sigma Q'_2 = 150M + Q'$

قوانين شابتر "26"

1) $C = \frac{Q}{\Delta V}$

2) $C = \frac{\epsilon_0 A}{d}$

3) $C = \frac{L}{2ke \ln\left(\frac{b}{a}\right)}$ $\Rightarrow$ مواسع اسطواني

b : نق خارجي

a : نق داخلي

4) $\frac{C}{L} = \frac{1}{2ke \ln\left(\frac{b}{a}\right)}$ $\Rightarrow$ Capacitance per Length

5) $C = \frac{4\pi \epsilon_0 ab}{(b-a)}$ $\Rightarrow$ مواسع كروي

b : نق خارجي

a : نق داخلي

6) $C = 4\pi\epsilon_0 a$ $\Rightarrow$ مواسع كروي في حال انه

b من المالانهاية

7) توصيل توازي

$C_{eq} = C_1 + C_2 + \dots + C_n$

$\Delta V = \Delta V_1 = \Delta V_2 = \dots$

$Q_{eq} = Q_1 + Q_2 + \dots$

8) * التوصيل التوالي :-

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

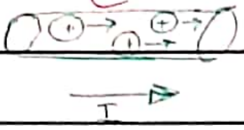
$$Q_{eq} = Q_1 = Q_2 = \dots$$

$$\Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2 + \dots$$

chapter "27" : Current and Resistance.

27.1 Electric current. التيار الكهربائي .

* التيار الكهربائي : مجموعة الشحنات التي تعبر مقطع عرضي في وحدة الزمن



* $I_{avg} = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$ → متوسط التيار ((average current))

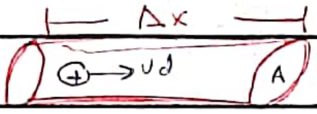
** $I_{(t)} = \frac{dq}{dt}$ → Instantaneous current ((التيار لحظي))

$$Q(t) = \int_{t_0}^{t} I(t)\,.dt$$

** وحدة قياس التيار هي الأمبير A (ampere)

1 ← اتجاه التيار يكون مع سير الشحنات الموجبة ،

2 ← التيار عبارة عن مجموعة شحنات إذا تم شبك أطراف السلك بمصدر جهد فإن فرق الجهد يصنع مجال كهربائي يؤثر بقوة كهربائية على الإلكترونات الموجودة في السلك ، وبالتالي يتم تكوين التيار .



* السرعة الانسياقية drift speed

$\Delta Q = N q_e$

$\Delta Q = n V_d \Delta t A q_e$

$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{n V_d \Delta t A q_e}{\Delta t}$

$n = \frac{N}{V}$ عدد الإلكترونات لوحدة الحجوم ← n :

حجم المقطع العرضي ← V

$n = \frac{N}{\boxed{\Delta x} A}$ مساحة المقطع العرضي ← A

→ $\Delta x = V_d \Delta t$

$n = \frac{N}{V_d \Delta t A}$ السرعة الانسياقية : V_d

$$\boxed{I = n V_d A q_e}$$

إعداد : قتيبة الكعابنة

بخط : بليان الحسبان

27.2 Resistance :- « المقاومة »

* Current density ⟹ ** كثافة التيار.

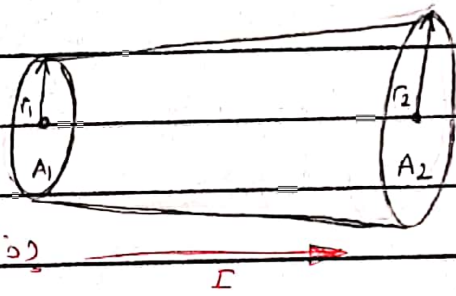
$I = nq_e v_d A \rightarrow \frac{I}{A} = nq_e v_d = J \rightarrow$ J ⇒ current density كثافة التيار.

$$\boxed{J = \frac{I}{A} = nq_e v_d}$$

$\Downarrow$

$\boxed{A/m^2}$ تقاس كثافة التيار ب امبير لكل متر مربع

Example : Figure represents a section of a conductor of nonuniform diameter carrying a current of I = 5.00 A. The radius of cross-section A_1 is $r_1 = 0.400$ cm. ⓐ What is the magnitude of the current density across A_1? The radius r_2 at A_2 is larger than the radius r_1 at A_1. ⓑ Is the current at A_2 larger, or the same? ⓒ Is the current density at A_2 larger, smaller or the same? Assume $A_2 = 4A_1$. Specify the ⓓ radius ⓔ current and ⓕ current density at A_2.



مقطع من موصل قطر غير منتظم عرضية تيار مقدار 0.4cm = A1 التيار مقدار 5A نصف القطر العرضي

وإذا كان نصف القطر العرضي A2 أكبر من نصف القطر الأول

المطلوب :- ① مقدار كثافة التيار في A1

② هل التيار في A2 أكبر، أصغر، نفس تيار A1

③ هل كثافة التيار في A2 أكبر، أصغر، نفس تيار A1

لو اعتبر $A_2 = 4A_1$ ④ احسب نق A2 ⑤ احسب تيار A2 ⑥ احسب كثافة التيار في A2

Solu:

① $J = \frac{I}{A}$ | A مساحة المقطع العرضي

$A = \pi r^2 = \pi (0.4 \times 10^{-2})^2$

$\boxed{A = 5.024 \times 10^{5}}$

$J = \frac{5}{5.024 \times 10^{5}}$

$\boxed{J = 99.5k \ A/m^2}$

② Same ⟹ التيار متساوي في جميع مناطق الموصل

③ $J = \frac{I}{A}$

* العلاقة بين كثافة التيار و مساحة المقطع العرضي علاقة عكسية أي كلما زادت المساحة

The current density is smaller ⇐ تقل كثافة التيار

~~A~~ A1 مساحة المقطع < A2 مساحة المقطع

أي أنه A1 كثافة التيار > A2 كثافة التيار

④ $A_2 = 4A_1 \rightarrow \cancel{\pi} r_2^2 = 4\cancel{\pi} r_1^2$

$\sqrt{r_2^2} = \sqrt{4r_1^2} \Rightarrow r_2 = 2r_1 \Rightarrow r_2 = 2 \times 0.4 \text{ cm}$

$\boxed{r_2 = 0.8 \text{ cm}}$

⑤ التيار في جميع أطراف الموصل متساوية

$I = 5A$

⑥ $J_2 = \frac{I}{A_2} = \frac{5}{2.0096 \times 10^{-4}}$

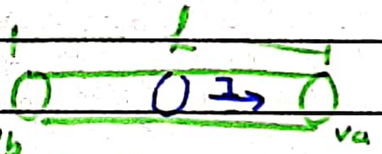
$A_2 = \pi r_2^2$

$A_2 = \pi \times (0.8 \text{ cm})^2$

$\boxed{A_2 = 2.0096 \times 10^{-4}}$

$J_2 = 2.48 \times 10^{4} \ A/m^2$

**** Ohm's Law:-**



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

$J = E\sigma$

σ: conductivity الموصلية

$J = \frac{\Delta V}{L\rho}$

$\sigma = \frac{1}{\rho} \rightarrow \rho$: resistivity المقاومية

$$\frac{I}{A} \times \frac{\Delta V}{L\rho} \longrightarrow A\,\Delta V = I L \rho$$

$$\frac{\Delta V}{I} = \frac{\rho L}{A} \rightsquigarrow R = \frac{\rho l}{A}$$ ∴ R : Resistance

$$\frac{\Delta V}{I} = R$$

تقاس المقاومة بوحدة الأوم (Ω)

$$\boxed{\Delta V = IR}$$

Ex:- wire 50 m Long and 2mm in diameter is connected to asource with potential difference of 9.11 V and the current is found to be 36A Find the resistivity ?

سلك طويل طوله 50m وقطره 2mm متصل بمصدر جهد مقداره 9.11v والتيار الذي يمر فيه 36A المطلوب :- إيجاد المقاومية

Solu:- $R = \frac{\rho L}{A} \longrightarrow R = \frac{\Delta V}{I}$

$$\frac{\rho L}{A} = \frac{\Delta V}{I} \longrightarrow \boxed{\rho = \frac{\Delta V * A}{L * I}}$$

$$\rho = \frac{\Delta V \pi r^2}{L I} \longrightarrow \rho = \frac{9.11 * \pi * (1 * 10^{-3})^2}{50 * 36}$$

$$\boxed{\rho = 1.58 * 10^{-8}\ \Omega.m}$$

[27.4] Resistance and Temperature:

المقاومة ودرجة الحرارة .

$$\boxed{\rho = \rho_0 (1 + \alpha (T - T_0))}$$

1: ρ : المقاومية بعد تغير درجة الحرارة

2: ρ_0 : المقاومية قبل تغير درجة الحرارة

3: α : معامل درجة حرارة المقاومة

4: T : درجة الحرارة النهائية

5: $T_0 \Rightarrow$ درجة الحرارة الابتدائية (في اغلب الحالات تكون (zero)) [

$$\boxed{R = R_0 (1 + \alpha (T - T_0))}$$

∴ $R \Rightarrow$ المقاومة بعد تغير درجة الحرارة

∴ $R_0 \Rightarrow$ المقاومة قبل تغير درجة الحرارة

$$\alpha = \frac{1}{\rho_0} * \frac{\Delta\rho}{\Delta T}$$

$\Delta\rho = \rho - \rho_0$ ~~ $\Delta T = T - T_0$

Ex: If a certain silver wire has a resistance of 6Ω at 20°C, what resistance will it have at 34°C?

Solu: سلك فضي مقاومته 6Ω عند درجة حرارة 26° & المطلوب :- احسب مقاومة السلك عند درجة حرارة 34°C ؟

$R = ??$, $R_0 = 6$ $\alpha = 3.8 \times 10^{-3}$

$T = 34^0$, $T_0 = 20^0$ ثابتة يعطى بالسؤال

Solu: $R = R_0 (1 + \alpha (T - T_0))$

$R = 6 (1 + 3.8 \times 10^{-3} (34 - 20))$

$$\boxed{R = 6.32\ \Omega}$$

Ex : $\rho = 1.7\times10^{-8}\ \Omega.m$ $l = 25\,cm$

$T_o = 20^\circ$ $r = 0.3\,mm$

$\alpha = 3.9\times10^{-3}\ c^{-1}$

Find R at T = 100°?

مطلوب حساب المقاومة عند درجة حرارة ρ 100c°

Solu :

$$R = R_o\left(1+\alpha(T-T_o)\right)$$

$$R = 0.015\left(1+3.9\times10^{-3}(100-20)\right)$$

$$\boxed{R = 0.0196\ \Omega}$$

$$R_o = \frac{\rho L}{A} = \frac{1.7\times10^{-8}\times25\times10^{-2}}{\pi(0.3\times10^{-3})^2}$$

$$\boxed{R_o = 0.015}$$

[27.6] Electrical power.

القدرة الكهربائية.

$$\Delta U = \Delta Q * \Delta V$$

$$\frac{\Delta U}{\Delta t} = \frac{\Delta Q}{\Delta t} * \Delta V$$

$$P = I * \Delta V \quad ①$$

$$P = I^2 * R \quad ②$$

$$P = \frac{(\Delta V)^2}{R} \quad ③$$

$\div\ \Delta V$

$\frac{\Delta U}{\Delta t} = \boxed{P}$ → Power القدرة

ΔU : Potential energy

طاقة الوضع

$\frac{\Delta U}{\Delta t} = I$

* تقاس القدرة الكهربائية بوحدة الواط [Watt]

Ex : An electric heater is constructed by applying a potential difference of 120V across a Nichrome wire that has a total resistance of 8Ω. Find the current carried by the wire and the power rating of the heater.

سخان كهربائي فرق جهده 120V مقاومة السلك والمصنوع منه السخان 8Ω ، المطلوب : ① احسب التيار ② القدرة .

Solu: $\boxed{1}$ $I = \frac{\Delta V}{R} = \frac{120}{8} = 15\,A$

$\boxed{2}$ $P = \frac{(\Delta V)^2}{R} = \frac{(120)^2}{8} = 1.8\,kW.$

Ex: The quantity of charge q (in coulombs) that has passed through a surface of area $2\,cm^2$ varies with time according to the equation $q = 4t^2 + 5t + 6$, where t is in seconds. ⓐ What is the instantaneous current through the surface $t = 1\,s$? ⓑ What is the value of the current density?

** كمية الشحنة التي تمر عبر سطح مساحته 2cm تعطى بالعلاقة - q -
يتغير بالزمن (t) يقاس بالثانية المطلوب : ① التيار اللحظي عند t=1
② قيمة كثافة التيار

Solu: $\boxed{1}$ $I = \frac{dq}{dt} = (12t^2 + 5)\Big|_{t=1} = 17\,A$

$\boxed{2}$ $J = \frac{I}{A} = \frac{17}{2*10^{-4}} = 85\,kA/m^2$

Ex: An electric current in a conductor varies with time according to the expression $I(t) = 100 \sin(120\pi t)$, where I is in amperes and t is in seconds. What is the total charge passing a given point in the conductor from $t = 0$ to $t = \frac{1}{240}\,s$?

تيار كهربائي في موصل ويعطى بالعلاقة I(t) وهذا التيار يقاس بالأمبير

والزمن يقاس بالثانية المطلوب : احسب الشحنة الكلية التي تعبر الموصل

من $t=0$ الى $t = \frac{1}{240}$

Solu: $Q(t) = \int_{t_0}^{t} I(t)\,dt \Rightarrow \int_{0}^{\frac{1}{240}} 100 \sin(120\pi t)\,dt$

$$Q(t) = \frac{-100}{120\pi}\left[\cos\frac{\pi}{2} - \cos(0)\right]$$

$$\frac{-100}{120\pi} * -1 = \frac{100}{120\pi}\ C$$

Ex: A 0.900 V potential difference is maintained across a 1.50-m length of tungsten wire that has a cross-sectional area of 0.600 mm²? What is the current in the wire?

الحل

سلك فرق جهده $\Delta V = 0.9V$ وطوله $L = 1.5m$ ومساحة مقطعه $A = 0.6mm^2$

المطلوب هو حساب التيار المار فيه ، نوع السلك (tungsten) ومقاومته

$\therefore \rho = 5.6 \times 10^{-8}\ \Omega.m$

Solu: $R = \frac{\Delta V}{I} = \frac{\rho L}{A} \Rightarrow \frac{\Delta V}{I} = \frac{\rho l}{A}$

$$I = \frac{A \Delta V}{\rho L} \Rightarrow I = \frac{0.6\times10^{-6} \times 0.9}{5.6\times10^{-8} \times 1.5} = 6.4\ A$$

Ex: An electric heater carries a current of 13.5 A when operating at a voltage of 120 V. What is the resistance of the heater?

Solu: $R = \frac{\Delta V}{I} = \frac{120}{13.5} = 8.84\,\Omega$

Ex: A certain lightbulb has a tungsten filament with a resistance of 19 Ω when at 20°C and 140 Ω when hot. Assume the resistivity of tungsten varies linearly with temperature even over the large temperature range involved here. Find the temprature of hot filament.

ملاحظة ثابت درجة حرارة المقاومة (α) ل (tagsten) رقم الا

$\alpha = 4.5 \times 10^{-3}$ من جدول صفحة 814 في الكتاب.

Solu: $R = R_0 (1 + \alpha (T - T_0))$

$140 = 19 (1 + 4.5 \times 10^{-3} (T - 20))$

$$\boxed{T = 1425.2°C}$$

Ex: An aluminum wire with a diameter of 0.1 mm has a uniform electric field of 0.200 V/m imposed along its entire Length. The temperature of the wire is 50°C. Assume one free electron per atom. ⓐ use the information in Table 27.2 to determine The resistivity of aluminum at this temperature ⓑ what is the current density in the wire? ⓒ what is the total current in the wire? ⓓ what is potential difference must exist between the ends of a 2.00-m length of the wire to produce the stated electric field?

سلك المنيوم قطره 0.1mm ومجال الكهربائي 0.2V/m ودرجة حرارة السلك 50°C

المطلوب ① باستخدام الجدول احسب المقاومة للألمنيوم عند درجة 50°C

② اوجد كثافة التيار ③ التيار الكلي بالسلك ④ الجهد اذا كان طول السلك 2m

Solu^n

$$\left.\begin{aligned} \rho_0 &= 2.82\times10^{-9}\ \Omega.m \\ T_0 &= 20^\circ \\ \alpha &= 3.9\times10^{-3}\ c^{-1} \end{aligned}\right] \Rightarrow$$

[illegible]

1 $\rho = \rho_0 (1+\alpha(T-T_0))$

$\rho = 2.82\times10^{-8}\ (1+3.9\times10^{-3}\ (50-20))$

$$\boxed{\rho = 3.15\times10^{-8}\ \Omega.m}$$

* * *

2 $J = \sigma E$

$J = \dfrac{E}{\rho} = \dfrac{0.2}{3.15\times10^{-8}}$

$$\boxed{J = 6.35\times10^{6}\ A/m^2}$$

3 $J = \dfrac{I}{A} \Longrightarrow JA = I$

$I = 6.35\times10^{6} \times \pi \times (0.05\times10^{-3})^2$

$$\boxed{I = 49.9\ mA}$$

* * *

5 $\Delta V = E\,L$

$\Delta V = 0.2 \times 2$

$$\boxed{\Delta V = 0.4V}$$

Ex: A Certain waffle iron is rated at 1.00 kW when con-nected to a 120V source. ⓐ What current does the waffle iron carry? ⓑ What is its resistance?

Solus ① $P = IV$

$1\times10^3 = I \times 120 \rightarrow I = \frac{1\times10^3}{120} = 8.33\,A$

② $P = \frac{(\Delta V)^2}{R} \rightarrow R = \frac{(\Delta V)^2}{P} = \frac{(120)^2}{1\times10^3}$

$\boxed{R = 14.4\,\Omega}$

* * * * * *

« قوانين شابتر 2.7 »

- $I_{avg} = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$ → متوسط التيار
- $I = \frac{dq}{dt}$ → التيار اللحظي
- $I = n V_d A q_e$
- $Q(t) = \int_{t_1}^{t} I(t).dt$
- $J = \frac{I}{A}$
- $J = \sigma E$
- $\sigma = \frac{1}{\rho}$

- $R = \frac{\rho L}{A}$

- $\Delta V = R I$

- $\rho = \rho_0 (1 + \alpha (T - T_0))$

- $R = R_0 (1 + \alpha (T - T_0))$

- $\alpha = \frac{1}{\rho_0} * \frac{\Delta \rho}{\Delta T}$

- * $\Delta T = T - T_0$
- * $\rho = \rho - \rho_0$

- $P = I \Delta V$

- $P = I^2 R$

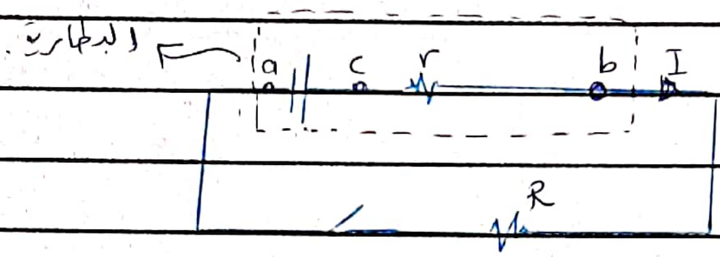
- $P = \frac{(\Delta V)^2}{R}$

Chapter 28 :- Direct - current sircuits

دارات التيار المباشرة (المستمر)

[28.1] Electromotive force (emf) # القوة الدافعة الكهربائية

<<< القوة الدافعة الكهربائية :- هي أقصى جهد تعطيه البطارية .



المقاومة الداخلية ← r

مقاومة خارجية ← R

القوة الدافعة الكهربائية ← $\mathcal{E}$

جهد طرفي البطارية ← ΔV

* تنتج البطارية جهد (قوة دافعة) ليذهب جزء من هذا الجهد إلى المقاومة الداخلية ، والجهد الباقي يذهب للمقاومات الخارجية .

$$\mathcal{E} = V_R + V_r \longrightarrow ①$$

$$\Delta V = \mathcal{E} - V_r$$

$$\Delta V = \mathcal{E} - Ir \longrightarrow ②$$

$\longrightarrow V_r = Ir$

* يتساوى جهد طرفي البطارية بالقوة الدافعة في حالتين :-

$\Delta V = \mathcal{E} - \boxed{Ir}$ تساوي صفر

$\Delta V = \mathcal{E}$

[1] عندما يكون المفتاح مفتوح والتيار يساوي صفر

$\Delta V = \mathcal{E} - \boxed{Ir}$ تساوي صفر

$\Delta V = \mathcal{E}$

[2] عندما تكون البطارية مثالية ولا يوجد مقاومة داخلية

$\Rightarrow \quad \mathcal{E} = V_R + V_r$

$\mathcal{E} = IR + Ir$

$\mathcal{E} = I(R+r)$

** $V_R = IR$

** $V_r = Ir$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R+r} \quad ③$$

$\Rightarrow \quad \mathcal{E} = IR + Ir$

نضرب الطرفين بـ I

$I\mathcal{E} = I^2R + I^2r$

$P_R = I^2R$

$P_r = I^2r$

$P_{\mathcal{E}} = I\mathcal{E}$

$P_{\mathcal{E}} = P_R + P_r$

***   ***

Ex: A battery has an emf of 12 V and an internal resistance of 0.05 Ω. Its terminals are connected to a load resistance of 3.00 Ω.

بطارية قوتها الدافعة 12V ومقاومتها الداخلية 0.05 Ω وموصلة بمقاومة خارجية 3 Ω & المطلوب ① التيار في الدارة وفرق الجهد بين طرفي البطارية ② إحسب قدرة مقاومة الحمل (الخارجية) وقدرة المقاومة الداخلية وقدرة البطارية.

Solu: $\boxed{1}$ $I = \frac{\mathcal{E}}{R+r} = \frac{12}{3+0.05} = \underline{3.93\ A}$

طريقة (1) ⓐ $\Delta V = IR = 3.93 * 3 = \underline{\underline{11.8V}}$

طريقة (2) $\Delta V = \mathcal{E} - Ir = 12 - 3.93 * 0.05 = \underline{\underline{11.8V}}$

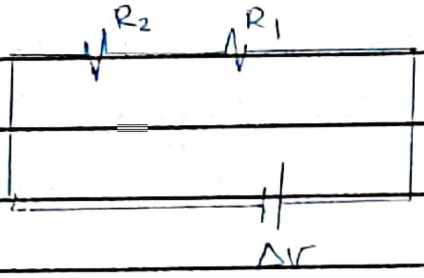
$\boxed{2}$ $P_R = I^2R = (3.93)^2 * 3 = 46.3W$

$P_r = I^2 r = (3.93)^2 * 0.05 = 0.772\,W$

$P_\varepsilon = P_R + P_r = 46.3 + 0.772 = 47.1\,W$.

[28.2] Resistors in series and parallel.

[1] series combination. ■ التوصيل على التوالي.



في هذه الحالة التيار الكلي يمر في مقاومة (1)
& مقاومة (2) حتى أنه التيار الكلي يساوي
تيار (1) ويساوي تيار (2) ⟸ $\boxed{I = I_1 = I_2}$

$\boxed{\Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2}$ ⟸ R₁ & R₂ و لكن الجهد الكلي يتوزع بين

$\Delta V_1 = R_1 I$	$\Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2$
$\Delta V_2 = R_2 I$	$R_{eq} I = R_1 I + R_2 I$
$\Delta V = R_{eq} \times I$	$R_{eq} \cancel{I} = \cancel{I} (R_1 + R_2)$

$$\boxed{R_{eq} = R_1 + R_2}$$

** التوصيل على التوالي :-

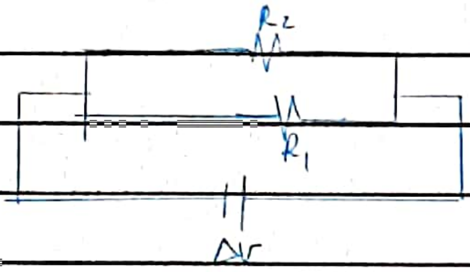
$\Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2 + \dots$ ◀◀◀

$I = I_1 - I_2 = I_3 \dots$ ◀◀◀

$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 \dots$ ◀◀◀

[2] Parallel Combination:

التوصيل على التوازي .



في هذه الحالة التيار سوف يتوزع بين المقاومة (1) و المقاومة (2) ولكن الجهد الكلي يساوي جهد R_1 & R_2 .

$$\boxed{I = I_1 + I_2}$$

$$\boxed{\Delta V = \Delta V_1 = \Delta V_2}$$

$$I = I_1 + I_2$$

$$\frac{\Delta V}{R_{eq}} = \frac{\Delta V}{R_1} + \frac{\Delta V}{R_2}$$

$$\boxed{\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}$$

$$I_1 = \frac{\Delta V}{R_1}$$

$$I_2 = \frac{\Delta V}{R_2}$$

$$I_t = \frac{\Delta V}{R_{eq}}$$

** التوصيل على التوازي :-

$I = I_1 + I_2 + \dots$ ◀◀◀

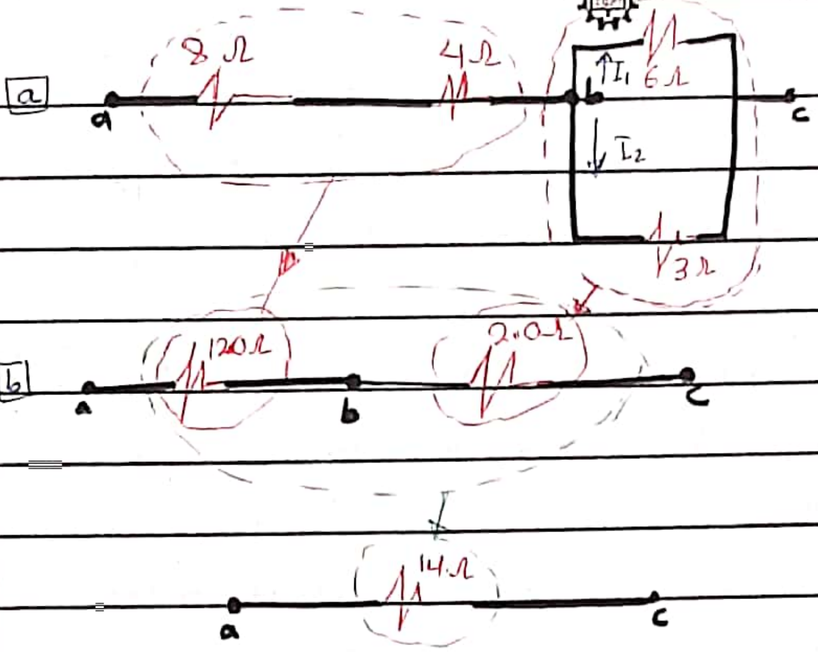
$\Delta V = \Delta V_1 = \Delta V_2 = \dots$ ◀◀◀

$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$ ◀◀◀

Ex:- Four resistors are connected as shown in the figure:-

Ⓐ Find the equivalent resistance between points a and c.

Ⓑ What is the current in each resistor if a potential difference of 42V is maintained between a and c?



Solution [1] R_3 , R_4 توازي

$$\frac{1}{R_{34}} = \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} \Rightarrow \frac{1}{6} + \frac{1}{3} \Rightarrow \boxed{R_{34} = 2\ \Omega}$$

R_1 , R_2 , R_{34} توالي

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_{34}$$
$$= 8 + 4 + 2 = 14\ \Omega$$

$$\boxed{R_{eq} \text{ between } a, c = 14\ \Omega}$$

[2]

$I = \frac{\Delta V}{R_{eq}} = \frac{42}{14} = 3A \Rightarrow I_1 = I_2 = 3A$ لأنه على التوالي

$2\Omega = R_{34}$ معي & $3A = I = I_{34}$ معي & R_{34} جد ذلك +

$\Delta V_{34} = I_{34} * R_{34} = 2*3 = 6V$

$\Delta V_{34} = \Delta V_3 = \Delta V_4 = 6V$

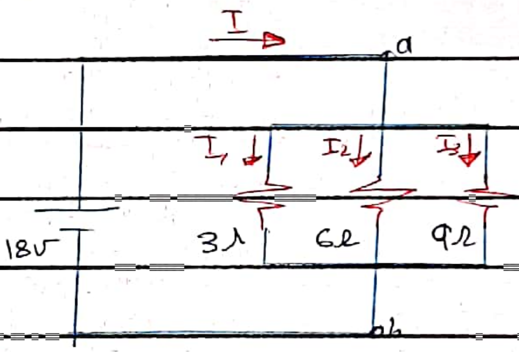
$$I_3 = \frac{\Delta V_3}{R_3} = \frac{6}{6} = 1A$$

$$I_4 = \frac{\Delta V_4}{R_4} = \frac{6}{3} = 2A$$

Ex: Three resistors are connected in parallel as shown in Figure. A potential difference of 18V is main-tained between points a and b.

(A) Calculate the equivalent resistance of the circuit.

(B) Find the current in each resistor (C) Calculate the power delivered to each resistor and the total Power delivered to the combination of resistors.



Solu: $\boxed{1}$ R_1 & R_2 & R_3 توازي

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$= \frac{1}{3} + \frac{1}{6} + \frac{1}{9}$$

$$\boxed{R_{eq} = 1.63 \Omega}$$

$\boxed{2}$ $\Delta V = \Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V_3 = 18V$

$$I_1 = \frac{\Delta V_1}{R_1} = \frac{18}{3} = 6A$$

$$I_2 = \frac{\Delta V_2}{R_2} = \frac{18}{6} = 3A$$

$$I_3 = \frac{\Delta V_3}{R_3} = \frac{18}{9} = 2A$$

(3) $P_1 = I_1^2 * R_1 = (6)^2 * 3 = 108\,W$

$P_2 = I_2^2 * R_2 = (3)^2 * 6 = 54\,W$

$P_3 = (I_3)^2 * R_3 = (2)^2 * 8 = 36\,W$

طريقة (1) $P = \frac{(\Delta V)^2}{R_{eq}} = \frac{(18)^2}{1.64} = 198\,W$

طريقة (2) $P = P_1 + P_2 + P_3 = 108 + 54 + 36 = 198$.

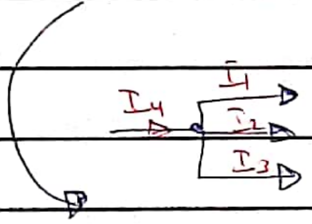
[28.3] kirchhoff's Rules.

قوانين كيرشوف.

[1] ~~Conte~~ conservation of charge. حفظ الشحنة.

$\Sigma I_{in} = \Sigma I_{out}$

مجموع التيارات الداخلة في أي مقطع
بالدارة تساوي مجموع التيارات الخارجة من
نفس المقطع.

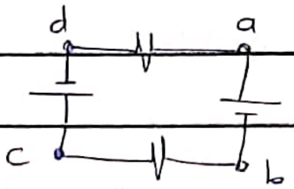


$I_4 = I_1 + I_2 + I_3$

[2] conservation of energy. حفظ الطاقة

$\Sigma \Delta V = 0$

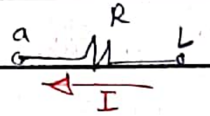
* المجموع الجبري للجهود عبر مسار مغلق = صفر.



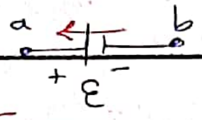
* ينتقل التيار الكهربائي من منطقة الجهد الأعلى الى منطقة الجهد الأقل في المقاومة

1 

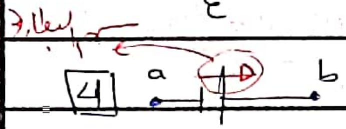
$V_b - V_a = \Delta V = -IR$

2 

$V_b - V_a = \Delta V = +IR$

3 

$V_b - V_a = \Delta V = -\mathcal{E}$

4 

$V_b - V_a = \Delta V = +\mathcal{E}$

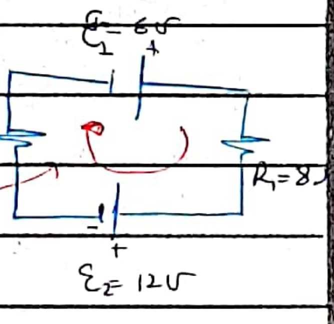
* طريقة حل دوائر كيرشوف :-

تحديد مسار (اي طريقة للمشي في الدائرة) :-

1 اذا كان المسار الذي تم تحديده مع سهم البطارية يعوض الجهد موجب و اذا كان عكس السهم يعوض الجهد سالب .

2 اذا كان اتجاه المسار مع اتجاه التيار يعوض التيار سالب و اذا كان عكس الاتجاه يعوض موجب .

Ex : Find the current in the circuit :



Solu :- أولاً نحدد الاتجاه

* بما أن المسار مع اتجاه السهم ($\mathcal{E}_1$) فاذاً نعوض الجهد موجب

* واتجاه المسار مع اتجاه التيار في المقاومة R_1 فاذا نعوضها سالبة

* واتجاه المسار عكس اتجاه سهم البطارية ($\mathcal{E}$) بحيث نعوضها سالب

* " " مع اتجاه التيار في المقاومة R بحيث نعوضها سالب

$\mathcal{E} - IR_1 - \mathcal{E}_2 - IR_2 = 0$

$6 - 8I - 12 - 10I = 0$

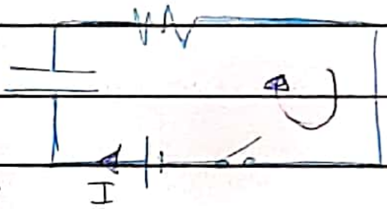
$\boxed{I = -0.33\ A}$

* إشارة السالب أن التيار بعكس الإتجاه المرسوم في الدارة.

[28.4] Rc Circuits

هي عبارة عن دوائر كهربائية تتكون من مواسعات ومقاومات

- **charging capacitor** : في هذه الحالة يكون المواسع فارغ ويتم شحنه :



* عندما يتم إغلاق المفتاح عند t = 0 ، الشحنات سوف تبدأ بالتدفق ويكون عند هذا الوقت فارغ لكن مع مرور الوقت سوف يمتلئ ويصبح التيار في الدارة يساوي صفر.

At $t = \text{Zero}$:

$Q(t) = \text{Zero}$, $I(t) = I_{max}$

⇒ في هذه الحالة عندما الزمن يساوي صفر فإن شحنة المواسع تساوي صفر والتيار أعلى ما يكون

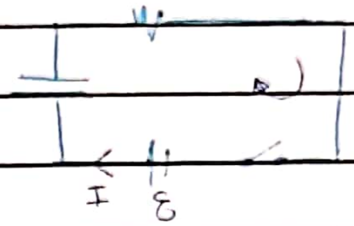
At $t = \infty$.

$Q(t) = Q_{max}$, $I(t) = \text{Zero}$

⇒ هنا مع مرور الوقت المواسع ممتلئ شحنة المواسع أعلى ما يكون والتيار = صفر

* * * * * *

<<< على قانون كيرشوف .



$\varepsilon - V_c - V_R = 0$

$V_R = I(r) * R$

$V_c = \frac{Q(t)}{c}$

$\varepsilon = \frac{Q(t)}{c} + I(t) * R$

$I(t) = \frac{dq}{dt}$

$\varepsilon = \frac{Q(t)}{c} + \frac{dq}{dt} * R$

$\lambda \ggg$ ثابت الزمن

$\lambda = Rc$

(حل معادلة تفاضلية ناتجها :

$q(t) = \varepsilon c (1 - e^{-t/\lambda})$

$q_{max} = \varepsilon c$

◀◀◀ عندما نشتق قانون الشحنة نصل لقانون التيار .

$I = \frac{dq}{dt} = \frac{-\varepsilon c \, e^{-t/\lambda}}{-\lambda} = \frac{+\varepsilon \cancel{c}}{+R\cancel{c}} e^{-t/\lambda}$

$I = \frac{\varepsilon}{\cancel{\varepsilon} R} e^{-t/\lambda} \Longrightarrow \boxed{I_{max} = \frac{\varepsilon}{R}}$

*****

▶▶▶ The potential difference across capacitor :

• فرق الجهد لطرفي المواسع .

$V_c = \frac{Q(t)}{c} \rhd\rhd Q(t) = \varepsilon c (1 - e^{-t/\lambda})$

$V_c = \frac{\varepsilon \cancel{c} (1 - e^{-t/\lambda})}{\cancel{c}}$

$V_c = \varepsilon (1 - e^{-t/\lambda})$

The energy stord in the capacitor.

* الطاقة المختزنة في المواسع

$U(t) = \frac{Q^2(t)}{2c}$

$u(t) = \frac{(\mathcal{E}c)^2}{c} (1-e^{-t/\lambda})^2$

$u(t) = \frac{(Q_{max})^2}{2c} (1-e^{-t/\lambda})^2$

$Q(t) = \mathcal{E}c(1-e^{-t/\lambda})$

$Q(t)_{max} = \mathcal{E}c$

$u_{max} = \frac{(Q_{max})^2}{2c}$

$$\boxed{u(t) = U_{max}(1-e^{-t/\lambda})}$$

The potential difference across Resistance.

** فرق جهد المقاومة.

$V_R = I(t) * R$

$V_R = \frac{\mathcal{E}}{R} * R * e^{-t/\lambda}$

$I(t) = \frac{\mathcal{E}}{R} * e^{-t/\lambda}$

$$\boxed{V_R = \mathcal{E} \; e^{-t/\lambda}}$$

The power dissipted across the Resistance:

* القدرة المستهلكة بالمقاومة.

$p(t) = R\,(I(t))^2$

$p(t) = R * \left(\frac{\mathcal{E}}{R}\right)^2 (e^{-t/\lambda})^2$

$p(t) = R\,I_{max}(e^{-t/\lambda})^2$

$p(t) = P_{max}(e^{-t/\lambda})^2$

$I(t) = \frac{\mathcal{E}}{R} e^{-t/\lambda}$

$I_{max} = \frac{\mathcal{E}}{R}$

$P_{max} =$

Example: An uncharged capacitor and resistor are connected in series to a battery where $\varepsilon = 12V$, $C = 5\mu F$, $R = 8\times10^5 \Omega$, The switch is thrown to position. Find:

1. The time constant the circuit.
2. The maximum charge on the capacitor.
3. The maximum current in the circuit.
4. The charge and current as functions time.
5. The potential difference across capacitor at $t = 3s$
6. The potential difference across resistor at $t = 3s$
7. The power dissipted across resistor at $t = 2s$
8. The energy stored in the capacitor at $t = 2s$

Solu: 1 $\tau = R*C = 8\times10^5 \times 5\times10^{-6} = 4s$

2 $Q_{max} = \varepsilon c = 12 * 5\times10^{-6} = 60\mu C$

3 $I_{max} = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{12}{8} * 10^{-5} = 15\mu A$

4 $Q(t) = \varepsilon c\,(1-e^{-t/\tau}) = 60*10^{-6}\,(1-e^{-t/4})$

$I(t) = \frac{\varepsilon}{c}\, e^{-t/\tau} = 15\times10^{-6} * e^{-t/4}$

5 $V_c(t) = \varepsilon(1-e^{-t/\tau}) \Rightarrow V_c(3) = 12(1-e^{-3/4})$

$\boxed{V_{c(3)} = 6.33V}$

$\boxed{6}$ $V_R(t) = \mathcal{E} e^{-t/\tau}$

$V_R(3) = 12 e^{-3/4}$

$\boxed{V_R(3) = 5.33V}$

$\boxed{7}$ $P(t) = P_{max} (e^{-t/\tau})^2$

$P(2) = 180 \times 10^{-6} (e^{-2/4})^2$

$= 66.21 \times 10^{-6} W$

$P_{max} = (I_{max})^2 \times R$

$P_{max} = (15 \times 10^{-6})^2 \times 8 \times 10^5$

$\boxed{P_{max} = 180 \times 10^{-6} W}$

$\boxed{8}$ $U(t) = U_{max} (1 - e^{-t/\tau})^2$

$U(2) = 360 \times 10^{-6} (1 - e^{-2/4})^2$

$= 55.7 \times 10^{-6} J$

$U_{max} = \frac{(Q_{max})^2}{2C}$

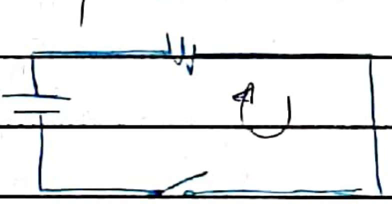
$U_{max} = \frac{(60 \times 10^{-6})^2}{2 \times 5 \times 10^{-6}}$

$\boxed{U_{max} = 360 \times 10^{-6} J}$

* * *

- **Discharging a capacitor:-** + في هذه الحالة يكون المواسع مشحون ولا يوجد بطارية في الدارة

على قانون كيرشوف



$$-\frac{q(t)}{C} - i(t) R = 0$$

$$\frac{q(t)}{C} = I(t) R$$

$$\frac{q(t)}{C} = \frac{dq}{dt} \times R \quad \Big\} \quad I(t) = \frac{dq}{dt}$$

معادلة تفاضلية ذات حل عام

$q(t) = Q_0 e^{-t/\tau}$ ▷▷ ** Q_0 الشحنة الابتدائية

بعد اشتقاق قانون الشحنة ينتج عنا قانون التيار:

$$I(t) = \frac{dq}{dt} = \frac{-Q_0}{Rc} e^{-t/\lambda}$$

▶▶ The energy stored in the capacitor :-

الطاقة المخزنة في المواسع.

$$U(t) = \frac{q(t)^2}{2c} \qquad q(t) = Q_0 e^{-t/\lambda}$$

$$u(t) = \frac{(Q_0(t) e^{-t/\lambda})^2}{2c} \qquad U_0 = \frac{(Q_0)^2}{2c}$$

$$u(t) = \frac{(Q_0)^2(t)}{2c} * (e^{-t/\lambda})^2$$

$$\boxed{U(t) = U_0 (e^{-t/\lambda})^2}$$

▶▶ The power disspted across the resistor :-

القدرة المستهلكة المقاومة.

$$P(t) = R(I(t))^2 \qquad I(t) = \frac{-Q_0}{Rc} e^{-t/\lambda}$$

$$P(t) = R\left(\frac{Q_0}{Rc} e^{-t/\lambda}\right)^2$$

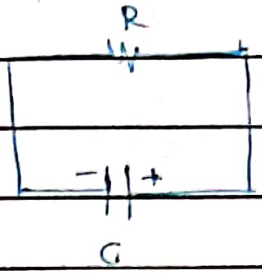
$$P(t) = \frac{Q_0^2}{Rc^2} (e^{-t/\lambda})^2$$

Example :

Q = 2μC

C = 1μF

R = 1MΩ



1 What is the remaining charge on the capacitor after 3s ?

2 What the current passing through the resistance after 2s ?

Solu : 1 $q(t) = Q_0 e^{-t/\tau}$ | $\tau = RC$

$q(3) = 2\times10^{-6} \times e^{-3/1}$ | $= 1\times10^{6} \times 1\times10^{-6}$

$q(3) = 2e^{-3} \times 10^{-6}\,C$ | $\boxed{\tau = 1s}$

Ex : A battery has an emf of 15V. The terminal voltage of the battery is 11.6V when it is delivering 20W of power to an external Load resistor R. ⓐ What is the value of R? ⓑ What is the internal resistance of the battery

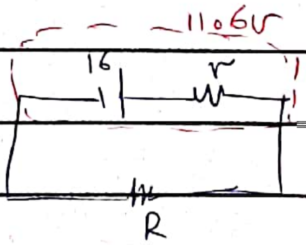
بطارية قوتها الدافعة 15V وجهد الطرفي لها 11.6V عندما تكون القوة المستهلكة

الطاقة الخارجية 20W ما المطلوب: ① قيمة المقاومة الخارجية.

② قيمة المقاومة الداخلية،

Solu : 1 $P = \frac{\Delta V^2}{R} \Rightarrow 20 = \frac{(11.6)^2}{R}$

$\boxed{R = 6.73\,\Omega}$



$\boxed{2}$ $\Delta V = \varepsilon - Ir$

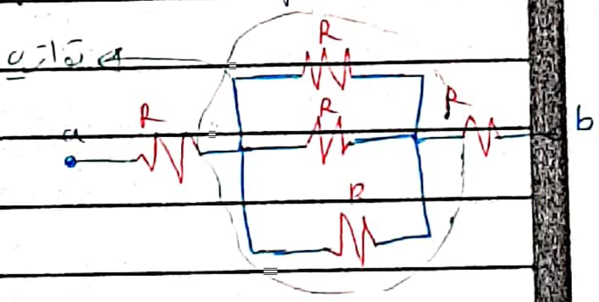
$\frac{\varepsilon - \Delta V}{I} = r \Rightarrow \frac{15 - 11.6}{1.72} = r$

A

$\boxed{r = 1.97\,\Omega}$

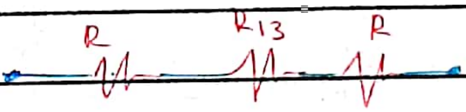
$I = \frac{\Delta V}{R} = \frac{11.6}{6.73} = 1.72\,A$

Ex: What is the equivalent resistance of the combination of identical resistors between points a and b in figure?



Solution: $\frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{1}{R_{eq}}$

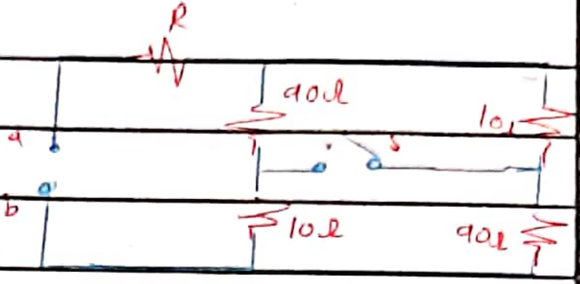
$\frac{R}{3} = R_{eq}$



$R + R/3 + R = R_{eq}$

$\boxed{R_{eq} = \frac{7R}{3}}$

Ex a) When the switch S in the circuit of Figure is closed will the equivalent resistance between points a and b increase or decrease? State your reasoning (b) Assume the equivalent resistance drops by 50% when the switch is closed. Determine the value of R.



عندما يتم اغلاق المفتاح (S) في الدارة

[1] هل ستزداد المقاومة المكافئة بين a و b

ام تقل مع ذكر السبب

[2] افترض ان المقاومة المكافئة قلت 50% عند اغلاق المفتاح ؟ اوجد R .

Solution [1] قبل الاغلاق

10 و 90 توالي

10 و 90 توالي

$10 + 90 = 100$

100 و 100 توازي

$$\frac{1}{100} + \frac{1}{100} = \frac{2}{100} = \frac{1}{50}$$

R و 50 توالي

$\boxed{R_{eq} = 50 + R}$ ...① قبل الاغلاق

بعد الاغلاق $\Rightarrow \frac{1}{10} + \frac{1}{90} = \frac{1}{9}$

R , 9 , 9 توالي

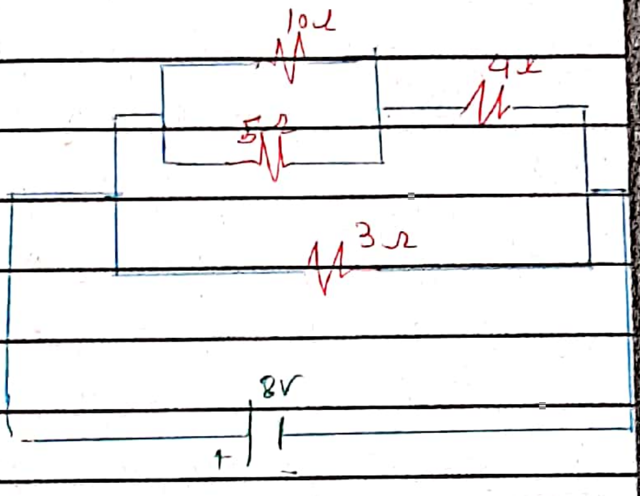
$\boxed{R_{eq} = R + 18}$ $\longrightarrow$ بعد الاغلاق

نلاحظ ان المقاومة المكافئة قلت . (decreased)

[2] R_{eq} قبل $* 50\% = R_{eq}$ بعد

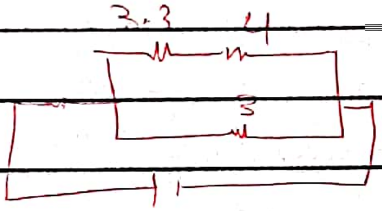
$$\frac{(R+50)50}{100} = R + 18 \Rightarrow \boxed{R = 14\,\Omega}$$

Ex consider the circuit shown in the figure. (a) Find the voltage across the 3Ω resistor. (b) Find the current in the 3Ω resistor.



8

Solution



Solution

(10,5) توازي

$\frac{1}{R} = \frac{1}{10}$

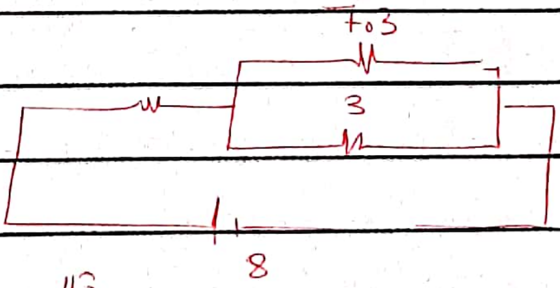
(3.3), 4 توالي

$3.3 + 4 = 7.7\ \Omega$

(7.3), (3) توازي

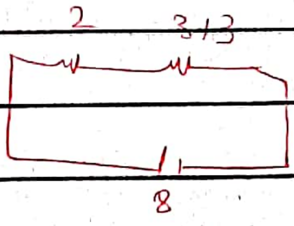
$\frac{1}{7.3} + \frac{1}{3} = \frac{1}{R}$

$\boxed{R = 2.13\ \Omega}$



2, ~~[illegible]~~ 2.13 توالي

$R = 2 + 2.13 = 4.13\ \Omega$



$I = \frac{\Delta V}{R_{eq}} = \frac{8}{4.3} = 1.94\ A$

7 و 3 Ω = 3 Ω = 2.13 Ω

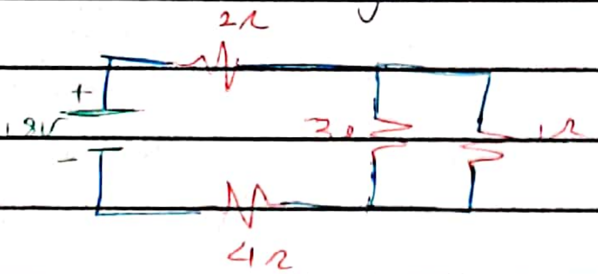
$\Delta V_{2,3} = I * R = 1.94 * 2.13 = 4.12V$

$\Delta V_3 = 4.12 V$

$I_3 = \frac{\Delta V_3}{R_3} = \frac{4.12}{3} = 1.38 A$

a) $\Delta V_3 = 4.12V$
ⓑ $I_3 = 1.38A$

Ex:- Calculate the power delivered to each resistor in the circuit shown in figure :-



Solu:- 1 & 3 توازي

$1 + \frac{1}{3} \Rightarrow R = 0.75$

2 , 0.75 , 4 توالي

$2 + 0.75 + 4 = 6.75$

$R_{eq} = 6.75$

$I = \frac{\Delta V}{R_{eq}} = \frac{18}{6.75} = 2.67 A$

* التيار الكلي يمر في (2) والمقاومة (4) :

$R_2 = I^2 * R = (2.67)^2 * 2 = 14.7\ \omega$

$P = I^2 * R = (2.67)^2 * 4 = 22.4\ \omega$

* مع المقاومة 0.75 = مع المقاومة 3 - مع المقاومة (1)

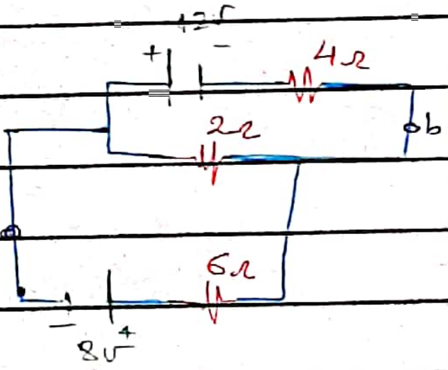
~~$\Delta V_{75} = \frac{(\Delta V)^2}{R} = \frac{4}{4} = 1\ \omega$~~

$\Delta V_{75} = I * R = 0.75 * 2.67 = 2\ V$

$P_1 = \frac{(\Delta V)^2}{R} = \frac{(2)^2}{1} = 4\ \omega$

$P_3 = \frac{(\Delta V)^2}{R} = \frac{4}{3} = 1.33\ \omega$

Ex: For the circuit shown in the figure. Calculate ⓐ the current in the 2Ω resistor and ⓑ the potential difference between points a and b.



* نحل على قوانين كيرشوف عدد المتغيرات Solve
الموجودة في الدارة

Loop1

$2I_2 - 12 + 4I_1 = 0$ ——①

$I_1 - I_2 + I_3$ ——②

Loop 2

$+6I_3 - 8 - 2I_2 = 0$ ——③

$\Rightarrow$

$I_3 = \frac{18}{11}\ A$

$I_1 = \frac{28}{11}\ A$

$I_2' = \frac{10}{11}\ A$

◀ التيار الذي يمر في المقاومة (2) ~~هو~~ $\frac{10}{11}$ A

بين الفرع الثاني يوجد ٣ طرق

[1] $V_a - V_b - I_2 * (2) = 0$

$V_a - V_b = \frac{10}{11} * 2$

$\boxed{V_{ab} = \frac{20}{11}}$

$V_{ba} = -V_{ab} = \frac{-20}{11} = -1.81V.$

② $V_a - V_b - 12 + 4I_1 = 0$

$V_{ab} = 12 - \frac{4 * 28}{11}$

$V_{ab} = 1.81\ V$

$V_{ba} = -V_{ab} = -1.81V$

③ $V_{am} - V_b + 8 - 6I_3 = 0$

$V_{ab} = -8 + \frac{6 * 8}{11} = 1.81V$

$V_{ba} = -V_{ab} = \boxed{-1.81V}$

Ex: What are the expected readings of ⓐ the ideal ammeter and ⓑ the ideal voltmeter in figure?

Solu:

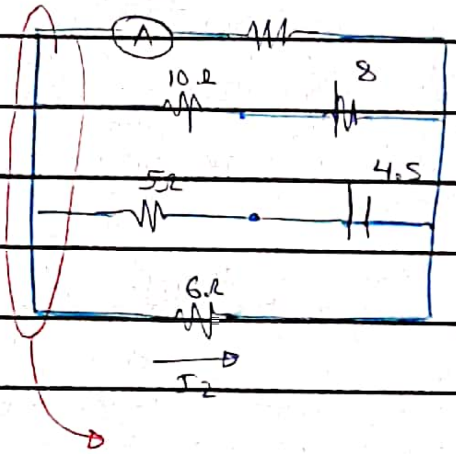
◀ الفولتميتر : جهاز لقياس فرق الجهد (V)

◀ الأميتر : جهاز لقياس التيار . (A)

لإيجاد قراءة الأميتر:

قراءة الجهاز = التيار الذي يمر في 6Ω

قراءة الفولتميتر = فرق الجهد بين طرفي الجهاز.



▲ نختار أي نقطة $\Sigma I_{in} = \Sigma I_{out}$

$I_3 + I_1 = I_2 + I_2$

▲ بما أن 6Ω و 6Ω موصولات توازي يعني جهودهن متساوية وقيمة المقاومة متساوية يعني التيار الذي يمر في 6Ω هو نفسه الذي يمر في 6Ω.

▲ قراءة الأميتر هي I_2

$6 - 10I_1 - 6I_2 = 0$ ①

$4.5 - 5I_3 - 6I_2 = 0$ ②

$I_1 + I_3 - I_2 - I_2 = 0$ ③

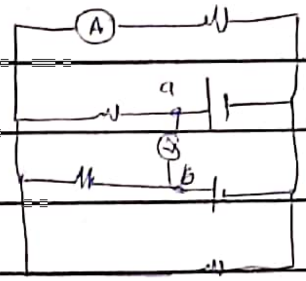
$I_1 = 0.363\ A$

$I_2 = 0.394\ A$

$I_3 = 0.426\ A$

قراءة الأميتر = 0.394A.

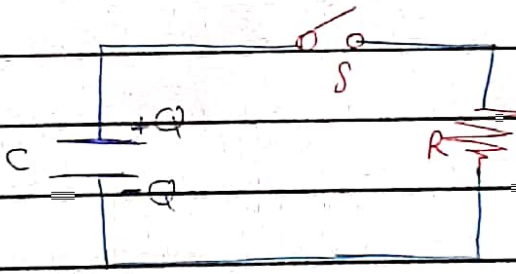
* قراءة الفولتميتر = فرق الجهد بين a و b



$$\Delta V_{ba} - +4.5 - 8 = -1.5V$$

$$\Delta V_{ba} = -\Delta V_{ab} = \boxed{1.5V}$$

Ex:5 A Charge capacitor is connected to a resistor and switch as in Figure. The circuit has a time constant of 1.5s. Soon after the switch is closed, the charge on the capacitor is 75% of its initial charge. ⓐ Find the time interval required for the capacitor to reach this charge. ⓑ If R= 25kΩ, what is the value of C?



* مواسع مشحون متصل بمقاوم ومفتاح، ثابت الزمن للدارة = 1.5s، بعد فترة من إغلاق المفتاح، أصبحت شحنة المواسع 75% من شحنته الابتدائية، جد المطلوب: ① أوجد الزمن المطلوب للمواسع للوصول إلى هذه الشحنة.

② إذا كانت R= 25kΩ أوجد سعة المواسع.

Solue ① $q(t) = Q_o e^{-t/k}$

$\Rightarrow q(t) = \frac{75}{100} Q_o$

$\tau = 1.5$

$\frac{75}{100} Q_o = Q_o e^{-t/1.5}$

$e^{-t/1.5} = 0.75$

$\ln e^{-t/1.5} = \ln 0.75$

$\frac{-t}{1.5} = \ln 0.75$

$t = -1.5 * \ln 0.75 \Rightarrow \boxed{t = 0.435}$

② $\tau = RC$

$1.5 = 250 \times 10^3 * C$

$\boxed{C = 6 MF}$

EICoM

ملخص قوانين شابتر "28"

$\boxed{1}$ $\Delta V = \mathcal{E} - Ir$

$\boxed{2}$ $I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$

$\boxed{3}$ $P_{\mathcal{E}} = P_R + P_r$

$\boxed{4}$ ◄ توصيل توالي :-

$I = I_1 = I_2 = \ldots$

$\Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2 + \Delta V_3 \ldots$

$R_{eq} = R_1 + R_2 + \ldots$

$\boxed{5}$ ◄ توصيل توازي :

$\Delta V = \Delta V_1 = \Delta V_2 \ldots$

$I = I_1 + I_2 + I_3 \ldots$

$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \ldots$

$\boxed{6}$ ◄ قانون كيرشوف الأول

$\Sigma I_{in} = \Sigma I_{out}$

$\boxed{7}$ ◄ قانون كيرشوف الثاني

$\Delta V_{abcda} = 0$

$\boxed{8}$ ◄ في حال ان المواسع غير مشحون :

- Q at $t = \text{Zero}$ $= \text{Zero}$
- Q at $t \to \infty$ $= Q_{max}$
- I at $t = 0$ $\Rightarrow I_{max}$
- I at $t \to \infty$ $= \text{Zero}$
- $q(t) = \mathcal{E}C\,(1 - e^{-t/\tau})$
- $q_{max} = \mathcal{E}C$
- $\tau = RC$
- $I = \frac{\mathcal{E}}{R} e^{-t/\tau}$
- $I_{max} = \frac{\mathcal{E}}{R}$
- $V_R = \mathcal{E} e^{-t/\tau}$
- $V_C = \mathcal{E}\,(1 - e^{-t/\tau})$
- $U(t) = \frac{(Q_{max})^2}{2C} (1 - e^{-t/\tau})^2$
- $P(t) = I_{max} * R\,(e)^{-t/\frac{\tau}{2}}$

إعداد : قتيبة الكعابنة

بخط : بنيان الحسبان

◁ في حال أنه المواسع مشحون :

$$q(t) = Q_0 \, e^{-t/\tau}$$

$$I(t) = \frac{-Q_0}{Rc} \, e^{-t/\tau}$$

$$u(t) = \frac{(Q_0)^2}{2C} \left(e^{-t/\tau}\right)^2$$

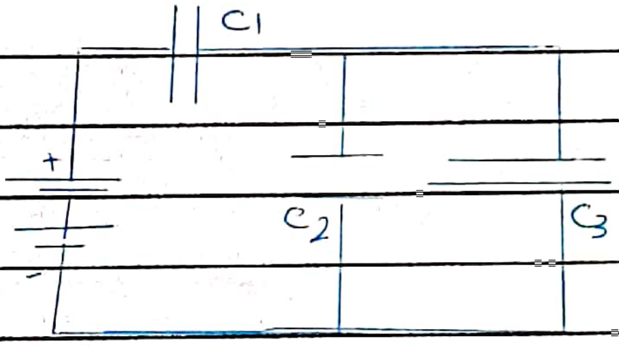
$$p(t) = \frac{(Q_0)^2}{RC^2} \left(e^{-t/\tau}\right)^2$$

أسئلة سنوات وكويزات على مادة الفيزياء :

Q1)) Aa air-filled spher.cal capacitor is constructed with inner and outer-shell radius of 5 cm and 10 cm respectivity. The capacitor has a charge q = 1mC. How much potential energy is stored in the capacitor?

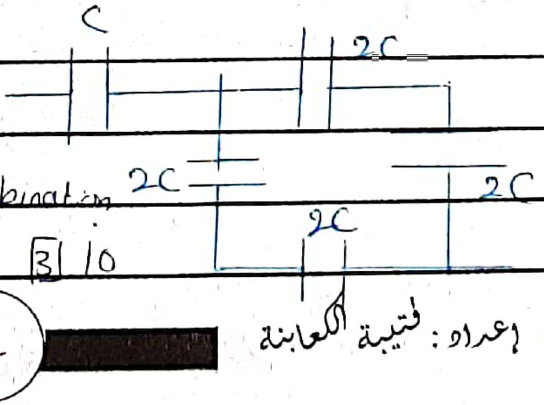
- [A] 45 KJ.
- [B] 9 KJ.
- [C] 90 KJ.
- [D] 4.5 KJ.
- [E] 0 J.

Q2)) Determine the energy stored in C_1 when $C_1 = 15\mu F$, $C_2 = 10\mu F$, $C_3 = 20\mu F$ and $V_0 = 48V$.



- [A] 0.48 mJ.
- [B] 1.9 mJ.
- [C] 4.3 mJ.
- [D] 7.7 mJ.
- [E] 12 mJ.

Q3)) Determine the equivalent capacitance (in mF) of the combination shown when C = 9 μF:



- [1] 2
- [2] 6
- [3] 10
- [4] 14
- [5] 18

Q4 :- A 20 µF capacitor charged to 50V and a capacitor C charged to 15V are connected to each other with the positive plates connected the final potential:-

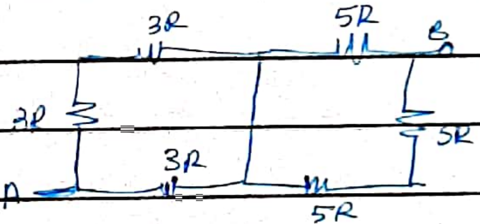
1 26.7 µF
2 28.6 µF
3 30.8 µF
4 33.3 µF
5 36.4 µF.

Q5)) :- The resistance of a metallic wire is 6Ω at 20°C. Given that it's temperature coefficient of resistivity is 0.001 $°C^{-1}$, its resistance in ohm at 120°C is :-

1 6.6
2 7.7
3 8.8
4 9.9
5 11.0

Q6)) :- What is the equivalent resistance between points A and B in the figure where R = 27 ohm?

1 128 Ω
3 64 Ω
5 112 Ω
2 144 Ω
4 80Ω
3



Q7)) :- A potential difference of 1.V is maintained across a 10. Ω resistor for a period of 80 s. What total charge passes by a point in one of the wires connected to the resistor in this time interval.

1 6°C
2 7°C
3 8°C
4 9°C
5 10°C

Q8)): A Copper wire [$\rho = 1.7\times10^{-8}\ \Omega.m$] of Cross sectional area $2\times10^{-7}\ m^2$ and length 4.0 m has a Current of 2.0 A. The magnitude of the electric field in (V/m) along the wire is:

1 0.15 2 0.17 3 0.27 4 0.18 5 0.19

Q9)): A Copper wire has a cross-sectional area of 0.4 cm^2. It carries a constant current of 0.50A. If the electron density in Copper is $n = 8.49$ ^{28} electrons $/m^3$ and the electronic charge is $e = 1.6\times10^{-19}$ what is the electronic drift speed (in m/s)?

a 8.2×10^{-7}

B 0.2×10^{-7}

C 9.2×10^{-7}

D 19.2×10^{-7}

E 2.2×10^{-7}

10)): calculate the power dissipated in the 20Ω resistor when V = 100V?

1 1.4W 2 5.7W 3 12.8W 4 22.8W 5 35.6

]11] A 0.025mf capacitor has initial charge of 0.0025mC at $t=0$. The current is vary as $i=(5000000t-5)$ A. Find the voltage of the capacitor at $t=900$ns (in mV)?

[1] 2 [2] 3 [3] 4 [4] 5 [5] 1

solutions:

Q1]] مواسع كروي ذو اهله هواء نصف قطره الداخلي 5cm ونصف قطره الخارجي 10cm مشحونة بالواسع 1mC و المطلوب = احسب الطاقة المختزنة في المواسع

Solu: $a = 5cm$ $b = 10cm$

$$u = \frac{(Q)^2}{2C}$$

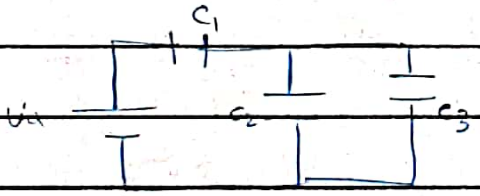
$$C = \frac{ab}{k_e(b-a)}$$

$$C = \frac{5\times10^{-2}\times10\times10^{-2}}{9\times10^{9}(10-5)\times10^{-2}} = \frac{100}{9}\,pF$$

$$u = \frac{(1\times10^{-3})^2}{2 * \frac{100}{4}\times10^{-12}}$$

$$u = 45\,kJ$$

Q2] احسب الطاقة المختزنة في المواسع (1)



$C_1 = 15\mu F$

$C_2 = 10\mu F$

$C_3 = 20\,\mu F$

$V_1 = 48V$

Solu: توازي C_2 & C_3

$20 + 10 = 30\,\mu F$

توالي C_1 & C_{23}

$$\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_{23}} = \frac{1}{C_{eq}}$$

$$\boxed{C_{eq} = 10\,\mu F}$$

$$Q_1 = Q_{eq} = C_{eq} * \Delta V$$

$$= 10\,\mu \times 48$$

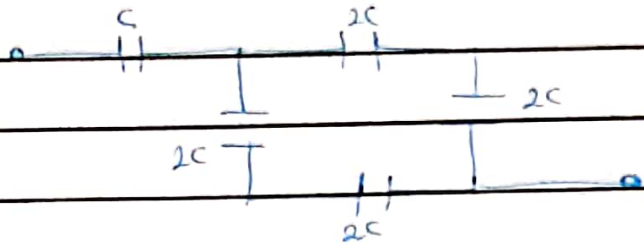
$$= 480\,\mu C$$

$$u = \frac{(Q)^2}{2C_1}$$

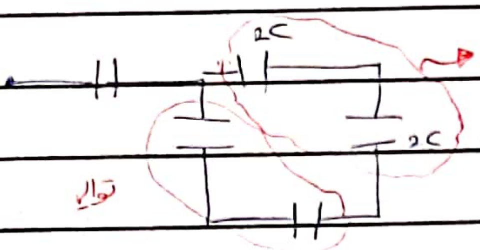
$$u = \frac{(480\times10^{-6})^2}{2\times15\times10^{-6}}$$

$$\boxed{u = 7.7\,mJ}$$

Q3]] احسب المواسعة المكافئة ، C = 9uF

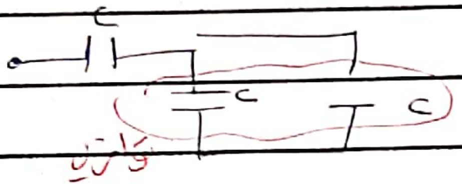


Solu^n

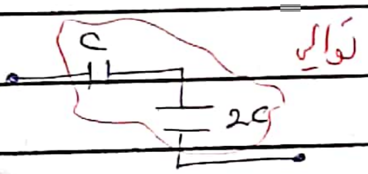


$$\frac{1}{2C} + \frac{1}{2C} = \frac{2}{2C} = \frac{1}{C} = \boxed{C}$$

$$\frac{1}{2C} + \frac{1}{2C} = \frac{2}{2C} = \frac{1}{C} = \boxed{C}$$



$$C + C = \boxed{2C}$$

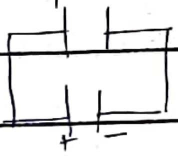


$$\frac{1}{2C} + \frac{1}{C} = \frac{1}{C_{eq}}$$

$$C_{eq} = \frac{2C}{3} = \frac{2 * 9 \times 10^{-6}}{3} \Rightarrow \boxed{C_{eq} = 6uF}$$

Q4]] مواسع مواسعته 20uF وفرق جهده 50V ومواسع آخر فرق جهده 15V تم توصيلهما الألواح الموجبة مع بعض والألواح السالبة مع بعضها (يعني على التوازي) اذا فرق الجهد النهائي للمواسع 20uF = 30V احسب مواسعة المواسع الثاني.

Solu^n



بما أنه التوصيل توازي يعني الجهد النهائي للمواسعين متساوي والجهد النهائي للمواسع الأول = 30V وشحنة المواسع (الأول) سوف ينقص منها جزء للمواسع الثاني يعني أنه كمية المواسع الثاني النهائية (Q_2') ستساوي شحنة المواسع الأول (Q_1)

$$V_1' = V_2'$$

$$30 = \frac{Q_2'}{C_2}$$

$$Q_2' = Q_2 + Q$$

ونجد من شحنة المواسع الأول الذي ذهب للمواسع الثاني نحسبه عن طريق الشحنة الابتدائية - الشحنة النهائية .

$Q_1 - Q_1' - Q$

$1000\,M - 600\,M$

$\boxed{Q = 400\,\mu C}$

$Q_1 = C_1 \times V_1 = 50 \times 20\mu$

$= 1000\,MC$

$Q' = C_1 \times V_1' = 30 \times 20\,M$

$= 600\,\mu C$

$Q_2' = Q_2 + Q \Rightarrow C_2 \times V_2 + 400\,MC$

$= 15C_2 + 400\,\mu C$

$V_1' = V_2' \Rightarrow 30 = \frac{Q_2'}{C_2}$

$30 = \frac{15C_2 + 400M}{C_2}$

$30C_2 = 15C_2 + 400\mu$

$15C_2 = 400\,M$

$\boxed{C_2 = 26.7\,MC}$

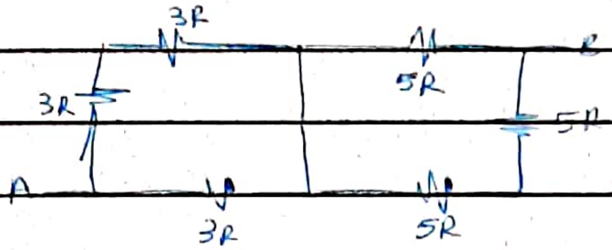
Q5]] مقاومة سلك معدني 6Ω عند درجة حرارة 20°C ومعامل درجة حرارة المقاومة $\alpha = 0.001\,C^{-1}$ المطلوب حساب المقاومة عند درجة حرارة 120°C .

Solu: $R = R_0(1 + \alpha \Delta t)$

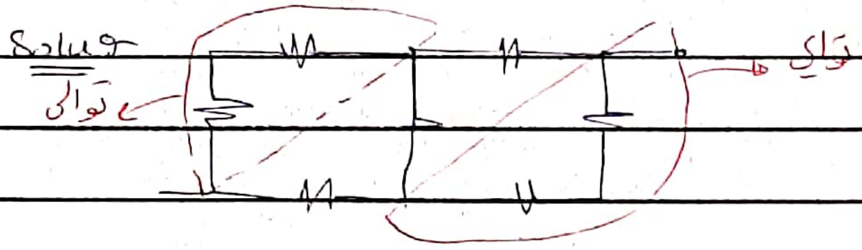
$R = 6(1 + 1 \times 10^{-3}(120 - 20))$

$R = 6(1.1) = 6.6\,\Omega$

Q6] احسب المقاومة المكافئة بين a & b إذا كان R = 27Ω



Solution

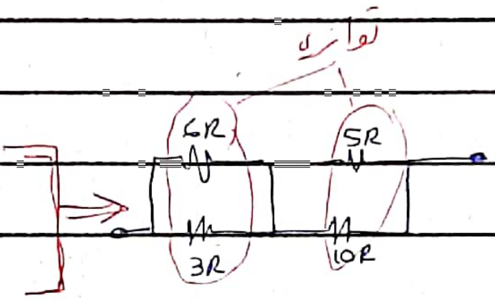


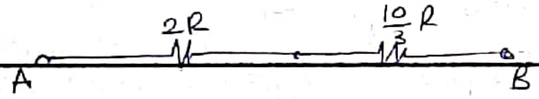
$5R + 5R = 10R$

$3R + 3R = 6R$

$\frac{1}{6R} + \frac{1}{3R} = \frac{1}{2R} \rightarrow 2R$

$\frac{1}{5R} + \frac{1}{10R} = \frac{3}{10R} \Rightarrow \frac{10R}{3}$





$2R + \frac{10R}{3} = \frac{16R}{3} = Req$

$Req = \frac{16 \times 27}{3} = 144\ \Omega$

Q7] فرق جهد طرفي مقاومة 10Ω = 1v لمدة 80 ثانية واطلب حساب مجموع الشحنات التي مرت خلالها هذه الفترة من المقاومة

Solution $V = RI$

$I = \frac{V}{R} = \frac{1}{10} = 0.1\ A$

$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \Rightarrow 0.1 = \frac{\Delta Q}{80}$

$\boxed{\Delta Q = 8C}$

Q8] سلك نحاس مقاومية $\rho = 1.7 \times 10^{-5}\ \Omega m$ ومساحة مقطعه العرضي $2\times10^{-7}\ m^2$ وطول السلك 4m ويمر فيه تيار 2A والمطلوب هو حساب المجال الكهربائي على طول السلك .

Solu: $E = \frac{\Delta V}{L}$

$E = \frac{0.68}{4}$

$\boxed{E = 0.17\ V/m}$

$\Delta V = R\,I$

$\frac{\rho L}{A} * I$

$= \frac{1.7\times10^{-8} * 4}{2\times10^{-7}} * 2$

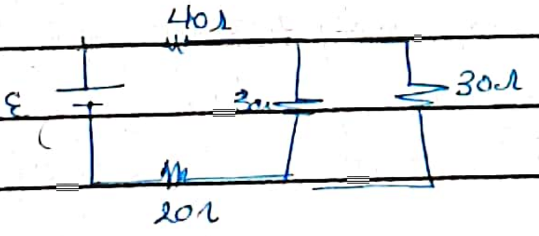
$= 6.8\times10^{-1} = 0.68\,V$

Q9] Solu: $I = nq_eAV_d$

$V_d = \frac{I}{nq_eA} = \frac{0.5}{8.49\times10^{28} * 1.6\times10^{-19} \times 0.4\times10^{-4}}$

$= 9.2\times10^{-7}\ m/s$

10] أحسب القدرة المستهلكة في المقاوم 20Ω عندما تكون القوة الدافعة ، $\varepsilon = 100V$



توازي 30, 30

$\frac{1}{30} + \frac{1}{30} = \frac{1}{15}$

$\boxed{R = 15}$

Solu: $P = (I_{10})^2 * R_2$

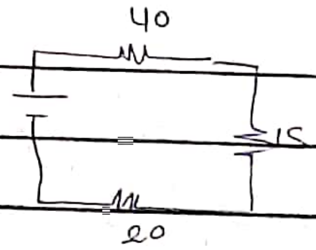
$\left(\frac{100}{75}\right)^2 * 20$

$= 35.6\ W$

$I_{10} = I$

$I = \frac{\Delta V}{R_{eq}}$

$I = \frac{100}{75}$



40 , 15 , 20 ⇐⇐ توالي

$40+15+20 = R_{eq}$

$\boxed{R_{eq} = 75}$

Q11] في هذا السؤال معطى التيار في اللازم ، والتيار هنا يدل على الشحنات التي خرجت من الواسع في زمن معين يعني في هذه العلاقة هو مقدار الشحنات التي خرجت في الواسع في الفترة الزمنية (900ns, 0)

الشحنة النهائية = الشحنة الابتدائية - الشحنة التي خرجت **Solution**

$Q' \Rightarrow$ شحنة نهائية

$\Rightarrow Q_0 =$ شحنة ابتدائية

$Q \Rightarrow$ الشحنة التي خرجت

$$Q_r = \int_0^{900n} I(t) \cdot dt$$

$$Q = \int_0^{900n} 5000000t - 5 \, dt$$

$$= \bigcirc\!\!\!\!-\,2.475 \times 10^{-6} C$$

تدل على الشحنات التي خرجت من الواسع

$$Q' = Q_0 - Q$$

$$Q' = 2.5\times10^{-6} - 2.475\times10^{-6} = 0.025 \times 10^{-6} C$$

$$\Delta V' = \frac{Q'}{C} = \frac{0.025\times10^{-6}}{0.025\times10^{-3}} = 1mV$$

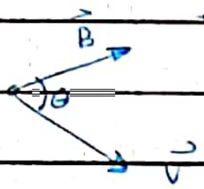
Chapter 29 Magnetic Fields.

← المجال المغناطيسي.

[29.1] Particle in field magnetic.

← جسيم في مجال مغناطيسي.

[1] يؤثر المجال المغناطيسي على الجسيم بقوة مغناطيسية.



$F_B = q\,\vec{v} \times B$ >> ← هذا القانون يستخدم عند إعطاء B و v على شكل متجه

$|F_B| = q\,|\vec{v}|\,|\vec{B}|\,\sin\theta$ >> هذا القانون يستخدم عند إعطاء B و v على شكل قيم

F_B ⇒	magnetic Force	= القوة المغناطيسية
q ⇒	particle's charge	= شحنة الجسيم
$\vec{B}$ ⇒	magnetic Field	= المجال المغناطيسي
$\vec{v}$ ⇒	particle's velocity	= سرعة الجسيم
× ⇒	cross product	= ضرب اتجاهي
θ ⇒	angle between the magnetic field vector and particle velocity vector.	= الزاوية بين متجه المجال ومتجه السرعة.

* * * * *

[2] يقاس المجال المغناطيسي بـ تسلا ((T))

= تخرج خطوط المجال المغناطيسي من القطب الشمالي وتدخل في القطب الجنوبي

= متى لا تتولد أي قوة مغناطيسية.

$|F_B| = q\,|\vec{v}|\,|\vec{B}|\,\sin\theta$

① عندما يكون الجسم غير مشحون

② عندما يكون المجال المغناطيسي يساوي صفر

③ عندما يكون الجسم ساكن ← $V = \text{Zero}$

④ عندما يكون الزاوية تساوي صفر أو 180°

▭ في حل بعض الأمثلة تحتاج لضرب المتجهات cross product (X)

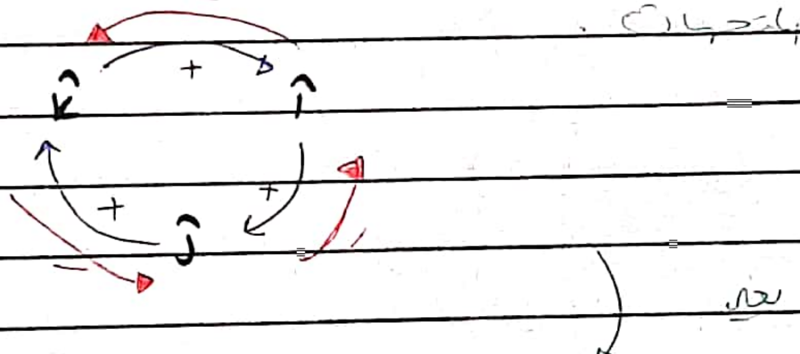
$C = \vec{A} \times \vec{B} \quad >> \quad |C| = |\vec{A}||\vec{B}| \sin\theta$

** $|A| = \sqrt{(A_x)^2 + (A_y)^2 + (A_z)^2}$

** $\vec{A} \times \vec{A} = \text{zero}$

** $\hat{i} \times \hat{i} = \text{zero}$ ** $\hat{j} \times \hat{j} = \text{zero}$ ** $\vec{k} \times \vec{k} = \text{zero}$

هنا في هذا الشكل طريقة بيسهل علينا إيجاد الضرب المتجهي بين المتجهات.



سالب

[illegible]

$\hat{i} \times \hat{j} = \hat{k}$ $\hat{k} \times \hat{j} = -\hat{i}$

$\hat{j} \times \hat{k} = \hat{i}$ $\hat{j} \times \hat{i} = -\hat{k}$

$\hat{k} \times \hat{i} = \hat{j}$ $\hat{i} \times \hat{k} = -\hat{j}$

$$\vec{a} \times \vec{b} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ a_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 \end{vmatrix}$$

$$(a_2 b_3 - a_3 b_2)\hat{i} - (a_1 b_3 - a_3 b_1)\hat{j} + (a_1 b_2 - a_2 b_1)\hat{k}$$

Ex : Find $\vec{a} \times \vec{b}$?

$\vec{a} = 3\hat{i} + 2\hat{j} + 3\hat{k}$.

$\vec{b} = -\hat{i} + \hat{j}$.

Solu : $\vec{a} \times \vec{b} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{k} & \hat{j} \\ 3 & 2 & 1 \\ -1 & 1 & 0 \end{vmatrix}$

$= (2 \times 0 - 1 \times 1)\hat{i} - (3 \times 0 - 1 \times (-1))\hat{j} + (3 - (+2 \times -1))\hat{k}$

$\Rightarrow 1\hat{i} - \hat{j} + 5\hat{k}$

Ex : A proton moves with a velocity of $\vec{v} = (2\hat{i} - 4\hat{j} + \hat{k})$ m/s in a region in which the magnetic field is $\vec{B} = (\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k})$ T . What is the magnitude of the magnetic Force this particle experiences?

بروتون يتحرك بسرعة $\vec{v}$ في منطقة مجال مغناطيسي (($\vec{B}$)) احسب مقدار القوة المغناطيسية التي ستؤثر على البروتون .

Solu : $\vec{F}_B = q\, \vec{v} \times \vec{B} \Longrightarrow 1.6 \times 10^{-19} [(2\hat{i} - 4\hat{j} + \hat{k}) \times (\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k})]$

$\vec{F}_B = 1.6 \times 10^{-14} \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 2 & -4 & 1 \\ 1 & 1 & -1 \end{vmatrix} \Longrightarrow [((-4)(-1) - 2)\hat{i} - (2(-1) - 1)\hat{j} + (2 \times 0 - 4)]$

$\vec{F}_B = 1.6 \times 10^{-14} [2\hat{i} + 3\hat{j} + 8\hat{k}]$

$\vec{F}_B = (3.2\hat{i} + 4.8\hat{j} + 12.8\hat{k}) * 10^{-19}$ N

$\vec{F}_B = \sqrt{(3.2)^2 + (4.8)^2 + (12.8)^2} * 10^{-19}$

$\boxed{\vec{F}_B = 13.2 \times 10^{-19} \text{ N}}$

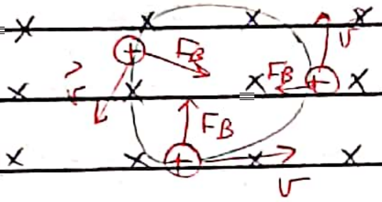
[29.2] motion of a charged particle in a uniform magnetic field.

حركة جسيم في مجال مغناطيسي منتظم.

⊗ >>> [$\hat{z}^{-}$, $\hat{j}^{-}$] هذه تدل على الإتجاه في داخل الورقة

⊙ >>> [$\hat{z}^{+}$, $\hat{j}^{+}$] هذه تدل على الإتجاه خارج الورقة

▭ يؤثر المجال المغناطيسي على الجسم المتحرك إذا دخل منطقة مجال مغناطيسي بقوة مغناطيسية وتصبح حركة الجسم في المجال حركة دائرية.



* القوة المغناطيسية = القوة المركزية

$F_e = F_a$ >> $F_e = ma$

$\frac{mv^2}{r}$

$F_B = qv_B$

$\frac{mv^2}{r} = qv_B$

$$\boxed{r = \frac{mv}{q_B}}$$

⟹ The angular speed :(ω)

سرعة الزاوية،

v ⇒ سرعة الجسم

r ⇒ نصف القطر

$\omega = \frac{v}{r}$

$\omega = \frac{v}{\frac{mv}{q_B}}$

$$\boxed{r = \frac{mv}{q_B}}$$

$$\boxed{\omega = \frac{qB}{m}}$$

>> وحدة قياس سرعة الزاوية rad/s

The Time period : T

<< بدها زمن الدوري .

$$T = \frac{2\pi r}{v} = 2\pi \left(\frac{r}{v}\right) \rightarrow \frac{r}{v} = \frac{1}{\omega}$$

$$\omega = \frac{qB}{m}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi m}{qB}$$

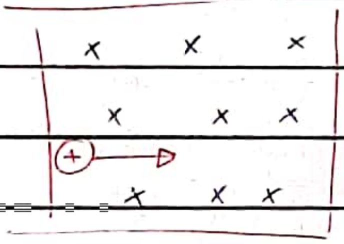
<< كيف يتم تحديد اتجاه القوة المغناطيسية ؟؟

** يتم تحديد اتجاه القوة المغناطيسية عن طريق قاعدة اليد اليمنى ؟؟

- رؤوس الأصابع ← سرعة الجسم
- باطن اليد ← المجال المغناطيسي
- الإبهام ← القوة المغناطيسية

⟸ اذا كانت الشحنة سالبة نستخدم اليد اليسرى او نعكس الاتجاه النهائي اذا طلب

أو الطريقة كالتالي >> نضع رؤوس الأصابع باتجاه السرعة (+س)
وباطن اليد الى الداخل (الورقة -ز) فإذا كان اتجاه الإبهام (+ص)
يكون اتجاه القوة (+ص)



Ex : A proton is moving in a circular orbit of radius 14cm in a uniform 0.35-T magnetic field perpendicular to the velocity of the proton . Find the speed of the proton.

Solution $r = \frac{mv}{qB}$

$$v = \frac{rqB}{m} = \frac{14\times10^{-12} \times 1.6\times10^{-19} \times 0.35}{1.67\times10^{-27}}$$

$$\boxed{v = 4.7\times10^{5}\ m/s}$$

Ex: In an experiment designed to measure the magnitude of a uniform field, electrons are accelerated from rest through a potential difference of 350V and then enter a uniform magnetic field that is perpendicular to the velocity vector of the electrons. The electrons travel along a curved path because of the magnitude force exerted on them, and the radius of the path is measured to be 7.5 cm. Ⓐ What is the magnitude of the magnetic field?

Ⓑ What is the angular speed of the electrons?

Solution: الالكترون كان في مجال كهربائي منتظم واكتسب سرعة من تأثير المجال عليه ومن ثم دخل بنفس السرعة التي اكتسبها من المجال الكهربائي في المجال المغناطيسي كتلة الالكترون 9.11×10^{-31} حسب قانون الطاقة :-

$$\Delta K = \frac{1}{2} m (v_f^2 - \underset{zero}{v_i^2})$$

$$\Delta K + \Delta U = zero$$

$$\Delta K = \frac{1}{2} m v_f^2$$

$$\frac{1}{2} m v_f^2 + q\,\Delta V = zero$$

$$\Delta U = q\,\Delta V$$

$$v = \sqrt{\frac{-2q\,\Delta V}{m}}$$

$$v = \sqrt{\frac{-2 \times -1.6\times10^{-19} \times 350}{9.11\times10^{-31}}} \rightarrow \boxed{v = 1.11\times10^{7}\ m/s}$$

السرعة التي دخل فيها المجال المغناطيسي

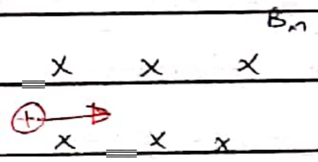
$$r = \frac{mv}{qB} \Longrightarrow B = \frac{mv}{qr} = \frac{9.11\times10^{-31} \times 1.11\times10^{7}}{1.6\times10^{-19} \times 7.5\times10^{-2}}$$

$$\boxed{B = 8.4\times10^{-4}\ T}$$

$$w = \frac{v}{r} = \frac{1.11\times10^{7}}{7.5\times10^{-1}} = 1.48\times10^{8}\ rad/s$$

<<< حدد الاتجاه الابتدائي لانحراف الجسيمات (أي اتجاه القوة)

1



ملاحظة حسب قاعدة اليد اليمنى :

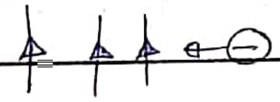
سرعة الجسم : اصابع اليد →

اتجاه المجال المغناطيسي : باطن اليد داخل الورقة (x)

فإن اتجاه الإبهام الى فوق ↑ أي اتجاه القوة المغناطيسية فوق ↑

هنا نستخدم اليد اليسرى او نعكس اتجاه القوة B out

2



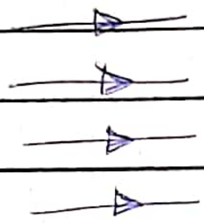
سرعة الجسم : اصابع اليد ←

اتجاه المجال المغناطيسي : باطن اليد فوق ↑

فإن اتجاه الإبهام داخل الورقة .

نجد ان القوة المغناطيسية اتجاهها داخل الورقة لكن لأن الشحنة سالبة يجب علينا عكس الاتجاه ، أي اتجاه القوة المغناطيسية خارج الورقة ⊙

3



هنا لا يوجد قوة مغناطيسية لأنه
الزاوية بين متجه السرعة ومتجه المجال
= 180°

وحسب قانون القوة المغناطيسية

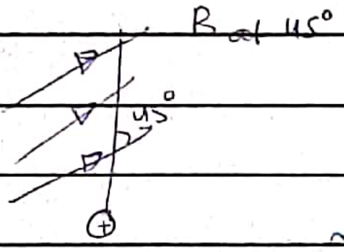
$F_B = qvB \sin\theta$

$F = qvB \sin 180$

$\boxed{F_B = Zero}$

$\theta = 180°$

4

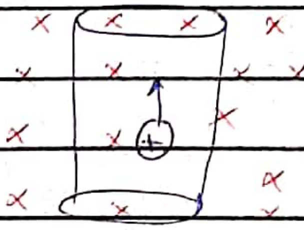


سرعة الجسيم : اصابع اليد معاً ↑
اتجاه المجال المغناطيسي : بين معاً ويساراً ↗
فإن اتجاه الإبهام سيكون داخل الورق أي أنه
اتجاه القوة داخل الورق ⊗

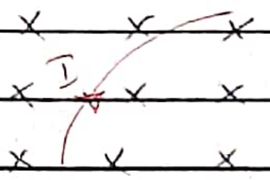
[29.4] magnetic force Acting on Current carrying conductor.

القوة المغناطيسية التي ستؤثر على سلك يحمل تيار.

<< إذا وضعنا سلك داخل مجال مغناطيسي وهذا السلك يحمل داخله تيار والتيار عبارة عن مجموعة شحنات موجبة فمن خلال قاعدة اليد اليمنى :



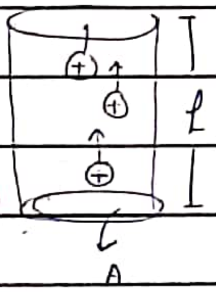
سرعة الجسيم : اصابع اليد معاً
المجال المغناطيسي : باطن اليد داخل الورق جابه
القوة سوف تكون باتجاه –س



فإنه سوف ينحني باتجاه ستة
بسبب القوة المغناطيسية التي ستؤثر عليه

** إثبات قانون القوة المغناطيسية التي ستؤثر على سلك يحمل تيار :

معادلة السلك يحمل تيار
فالتيار عبارة عن شحنات
كثيرة فإننا نضرب القانون
ب عدد الإلكترونات (N)



$$F_B = q(\vec{v} \times \vec{B})$$

$$F_B - Nq(\vec{v} \times B)$$

$$F_B = nALq(\vec{v} \times \vec{B})$$

n : عدد الإلكترونات لوحدة الحجوم

$$n = \frac{N}{V}$$

V : حجم السلك

$$n = \frac{N}{AL}$$

$$V = AL$$

$$\boxed{N = nAL}$$

$$F_B = nAqv(\vec{L} \times \vec{B})$$

$$\boxed{F_B = I(L \times B)}$$

اذا كان المجال والطول متجهان

+ اذا كان السرعة على طول السلك فإن السرعة غير متجهة والطول هو الكمية المتجهة .

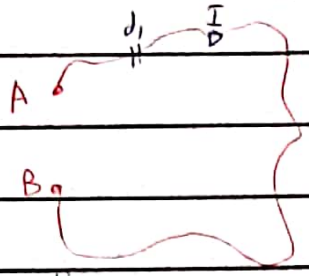
$$|F_B| = I\,|L \times B| \sin\theta \Longrightarrow$$

اذا كان مطلوب الطول والمجال كقيم عادية
الزاوية بين متجه الطول والمجال ⟹ A

* تحديد اتجاه القوة المغناطيسية التي تؤثر على سلك يحمل تيار الابهام مع اتجاه التيار .

رؤوس الأصابع مع اتجاه المجال المغناطيسي .

باطن اليد باتجاه القوة المغناطيسية .

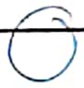


* سلك في مجال مغناطيسي

$$\vec{F} = I \int_A^B d\vec{s} \times \vec{B}$$

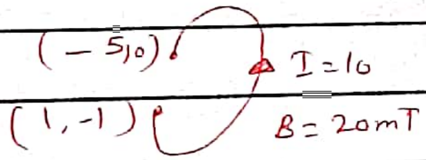
* اذا كانت حلقة مغلقة فإن القوة المغناطيسية تساوي صفر

F_B = Zero



Ex : Find the magnitude of the magnetic force on the wire?

← جد مقدار القوة المغناطيسية التي يؤثر على السلك



I = 10

B = 20mT

Solu

$$F = I \int_a^b ds\, B$$

$$F = I \left(\int_{-1}^{5} dx\, B + \int_{+1}^{5} dy\, B \right)$$

$$\vec{F} = 10\,(10 - -1)\,20m\hat{i} + (-5-1)\,10m\hat{j})$$

$$\vec{F} = 10\,(200m\hat{i} + -200m\hat{j})$$

$$|F| = \sqrt{(200)^2 + (1200)^2}$$

$$\boxed{|F| = 1216.5\ mN}$$

* اذا طلب القوة المؤثرة لوحدة الاطوال (Force per unit length)

$$\frac{F}{L} = I \times B \ [N/m]$$

Ex: A conductor carrying a current I = 15.0A is directed along the positive x axis and perpendicular to a uniform magnetic field. A magnetic force per unit length of 0.120 N/m acts on the conductor in the negative y direction. Determine (a) the magnitude and (b) the direction of the magnitude field in the region through which the current passes.

موصل عليه تيار مقداره I = 15A باتجاه نحو +x متعامد مع مجال مغناطيسي منتظم، القوة المؤثرة عليه لوحدة الاطوال = 0.12 N/m نحو -y احسب مقدار واتجاه المجال المغناطيسي

Solu: $\boxed{1}$ $\frac{F}{L} = I B \sin\theta$

$0.12 = 15 B \sin 90$

$$\boxed{B = 8\ mT}$$

$\boxed{2}$

الإبهام: التيار نحو +x
رؤوس الأصابع: اتجاه المجال
باطن اليد: باتجاه القوة المغناطيسية -y

القوة -y
التيار +x
اتجاه المجال (+z) او خارج الورقة

Ex:- A proton moving at 4×10^{6} m/s through a magnetic field of magnitude 1.7T experiences a magnetic force of magnitude 8.2×10^{-13} N. What is the angle between the proton's velocity and the field?

بروتون يتحرك بسرعة 4×10^{6} m/s في مجال مغناطيسي مقداره 1.7T ، تؤثر عليه قوة مغناطيسية مقدارها 8.2×10^{-13} N فإذا طلب حساب الزاوية بين متجه السرعة والمجال.

Solu: $v=4\times10^{6}$, $B=1.7T$, $F_B=8.2\times10^{-13}$.

$$F_B = q\,|\vec{v}|\,|\vec{B}|\,\sin\theta \Longrightarrow \sin\theta = \frac{F_B}{qvB}$$

$$\theta = \sin^{-1}\frac{F_B}{qvB} = \sin^{-1}\left(\frac{8.2\times10^{-13}}{1.6\times10^{-19}\times4\times10^{6}\times1.7}\right)$$

$$\theta = \sin^{-1}(0.753)$$

$$\boxed{\theta = 48.9^\circ}$$

Ex:- A proton moves perpendicular to a uniform magnetic field $\vec{B}$ at a speed of 1×10^{7} m/s and experiences an acceleration of 2×10^{13} m/s² in the positive x direction when its velocity is in the positive z direction. Determine the magnitude and direction of the field.

Solu: $F=ma \Longrightarrow 1.67\times10^{-27}\times2\times10^{13} = 3.34\times10^{-14}$ N

$$|\vec{F}| = q\,|\vec{v}|\,|\vec{B}|\,\sin\theta \Longrightarrow 3.34\times10^{-14} = 1.6\times10^{-19}\times1\times10^{7}\times B\sin 90$$

$$\Longrightarrow B = \frac{3.34\times10^{-14}}{1.6\times10^{-19}\times1\times10^{7}} \Longrightarrow B = 20.87\,mT \Longrightarrow$$ [illegible]

واتجاها ⇒

الإبهام ← $\hat{i}$ (القوة)

أصابع اليد ← $\hat{k}$ (السرعة)

باطن اليد أعطانا اتجاه $+\hat{j}$

← ($-\hat{j}$) والاتجاه

Example: A wire 2.8 m in length carries a current of 5 A in a region where a uniform magnetic field has a magnitude of 0.39 T. Calculate the magnitude of the magnetic force on the wire assuming the angle between the magnetic field and the current is ⓐ 60.0° ⓑ 90° ⓒ 120

Solution: $\boxed{1}$ $|\vec{F}_B| = I\,|L|\,|B|\,\sin\theta$

$= 5 * 2.8 \times 0.39 * \sin 60 \Rightarrow |\vec{F}_B| = 4.72\,N$

$\boxed{2}$ $|\vec{F}_B| = 5 \times 2.8 * 0.39 * \sin 90 \Rightarrow |\vec{F}_B| = 5.46\,N$

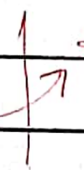
$\boxed{3}$ $|\vec{F}_B| = 5 * 2.8 * 0.39 * \sin 120 \Rightarrow |\vec{F}_B| = 4.73\,N$

Ex: A wire carries a steady current of 2.40 A. A straight section of the wire is 0.75 m long and lies along the x-axis within a uniform magnetic field, $\vec{B} = 1.6\,\hat{k}\,T$. If the current is in the positive x direction, what is the magnetic force on the section of wire?

Solution: $\vec{F} = I(\vec{L} \times \vec{B})$

$= 2.4\,(0.75\,\hat{i} \times 1.6\,\hat{k})$

$= -2.88\,\hat{j}\,N$



$*\ (\hat{i} \times \hat{k} = -\hat{j})$

<< ملخص قوانين شابتر "29" :-

$\boxed{1}$ $\vec{F}_B = q\vec{v} \times \vec{B}$

$\boxed{2}$ $|\vec{F}_B) = q\,|\vec{v}|\,|\vec{B}|\,\sin\theta$

$\boxed{3}$ $r = \frac{mv}{qB}$

$\boxed{4}$ $T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi m}{qB}$

$\boxed{5}$ $w = \frac{v}{r} = \frac{qB}{m}$

$\boxed{6}$ $\vec{F}_B = I(\vec{l} \times \vec{B}|$

$\boxed{7}$ $|\vec{F}_B| = I\,|\vec{l}|\,|\vec{B}|\,\sin\theta$

$\boxed{8}$ $F = I\int_A^B dr \times B$

$\boxed{\cancel{9}}$

$\boxed{9}$ $\frac{F}{L} = I \times B$

قاعدة اليد اليمنى

"القسم متحرك"

سلك عليه تيار

$\boxed{1}$ الابهام ← إتجاه التيار

$\boxed{2}$ رؤوس اصابع اليد ← مع المجال

$\boxed{3}$ باطن اليد ← القوة المغناطيسية

$\boxed{1}$ رؤوس الاصابع ← اتجاه الحركة.

$\boxed{2}$ باطن اليد ← اتجاه المجال.

$\boxed{3}$ الإبهام ← اتجاه القوة المغناطيسية

* وإذا كانت الشحنة سالبة نعكس الإتجاه المطلوب (المقابل).

إعداد: قتيبة الكعابنة

بخط: بنيان الحسبان

CHapter 30 :- Sources of magnitude field.

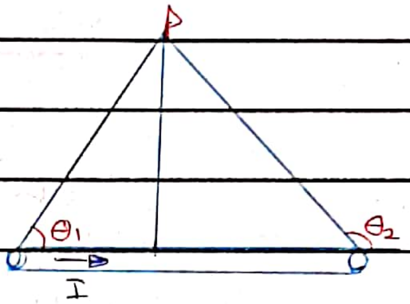
مصادر المجال المغناطيسي

30.1] The Biot - savart Law.

* قانون بيوت - سافارت.

⊳ magnetide field surrounding a Thin, straight Conductor

المجال المغناطيسي المحيط بموصل رفيع مستقيم



*المجال المغناطيسي عند النقطة P.

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi a}(\cos\theta_1 - \cos\theta_2)$$

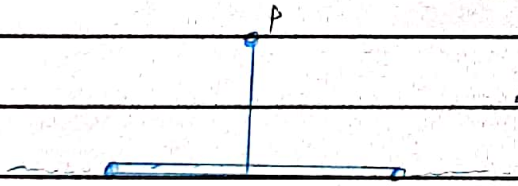
I → ((التيار المار في السلك))

μ_0 → parmeability of free space ((نفاذية الفراغ))

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{T.m}{A}$$

a → ((المسافة بين السلك والنقطة))

$\vec{B}$ → المجال المغناطيسي.



>> إذا كان السلك لا نهائي الطول

$\theta_1 = 0$
 $\theta_2 = 180$

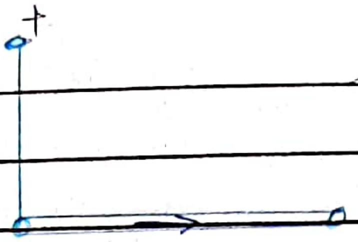
$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi a}(\cos\theta_1 - \cos\theta_2)$$

$$= \frac{\mu_0 I}{4\pi a}(\cos 0 - \cos\pi)$$

$$B = \frac{\mu_0 I \times 2}{4\pi a} \Rightarrow \boxed{\frac{\mu_0 I}{2\pi a} = \vec{B}}$$

بخط: بنيان الحسبان

إعداد: قتيبة الكعابنة



>> إذا كان السلك وضعه في هالزاوية :

$\theta_1 = \pi/2$
$\theta_2 = \pi$

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi a}\left(\cos \pi/2 - \cos \pi\right)$$

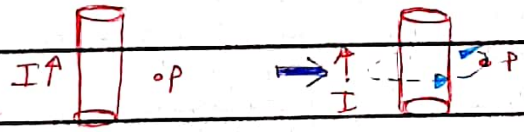
$$\boxed{\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi a}}$$

وهنا والآن كيف يتم تحديد إتجاه المجال المغناطيسي ؟؟
وذلك كالتالي ⟵1 نقوم بوضع الإبهام مع إتجاه التيار .
⟵2 وضع الأصابع مع إتجاه المجال المغناطيسي .

Example: Find the direction of the magnitude field at point P?

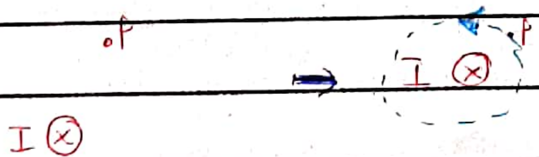
◁◁ مطلوب هنا في هذا المثال إيجاد إتجاه المجال المغناطيسي عند النقطة P .

[1]



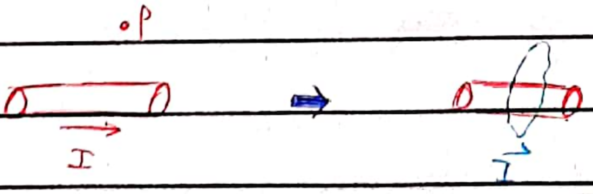
*1 إتجاه المجال المغناطيسي داخل الورقة ⊗

[2]



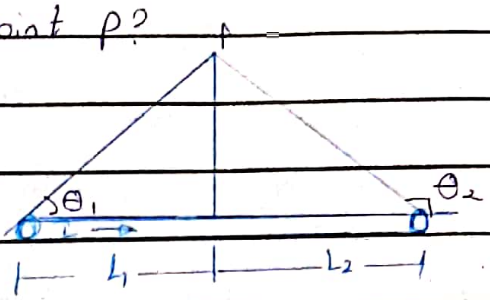
*2 إتجاه المجال المغناطيسي عند النقطة P خارج الورقة ⊙

[3]



*3 إتجاه المجال المغناطيسي عند النقطة P خارج الورقة ⊙

Example :- Find magnetic field at point P?



$a = 5\,mm$

$I = 10\,A$

$L_1 = 25mm$

$L_2 = 55mm$

Solution

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi a}(\cos\theta_1 - \cos\theta_2)$$

$$\vec{B} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times10}{4\pi\times5\times10^{-3}}(\cos 11.3^{\circ} - \cos 174.8)$$

$$\boxed{\vec{B} = 3.9\times10^{-4}\ \odot\ T}$$

$$\theta_1 = \tan^{-1}\frac{a}{L_1}$$

$$\theta_1 = \tan^{-1}\frac{5\times10^{-3}}{25\times10^{-3}}$$

$$\theta_1 = 11.2^{\circ}$$

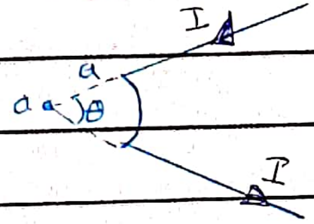
$$\theta_2 = \tan^{-1}\frac{a}{L_2}$$

$$\theta_2 = \tan^{-1}\frac{5\times10^{-3}}{55\times10^{-3}} = 5.2^{\circ}$$

$$\theta_2 = 180 - 5.2 = 174.8^{\circ}$$

** magnetic Field Due to Curved wire Segment.

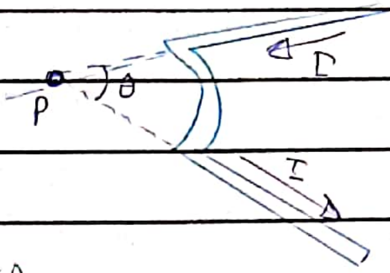
المجال الي هنا هي الناتج عن سلك منحني.



$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi a}\,\theta$$

** الزاوية تكون بالراديان. **

Example: A current path shaped as shown in the Figure produces a magnetic field at P, the center of the arc. If the arc subtends an angle of θ = 30° and the radius of the arc is 0.6 m, what are the magnitude and direction of the field produced at P if the current is 3.00 A?



ينتج الشكل التالي مجال مغناطيسي عند نقطة
P وهي مركز القوس ويقابل القوس زاوية مقدارها
30° ونصف قطر القوس 0.6m ما هو مطلوب ؟
اوجد مقدار واتجاه المجال الناتج عن التيار 3A عند P؟

Solution: $\theta = \pi/6$ $a = 0.6m$

$I = 3A$

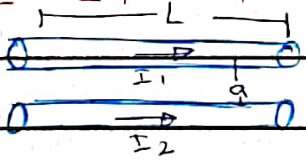
$$\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi a}\theta \Rightarrow \frac{4\pi * 10^{-7} * 3}{4\pi * 0.6} * \frac{\pi}{6}$$

$$\boxed{\vec{B} = 2.62\ nT \otimes}$$

30.2] The magnetic force between Two parallel conductors

القوة المغناطيسية بين موصلين متوازيين :

$$F_{1\to 2} = -\vec{F}_{2\to 1}$$



$$\vec{F}_{1\to 2} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi a} L$$

* اذا كان التيار الأول باتجاه التيار الثاني فان القوة بين السلكين تجاذب.

* اذا كان التيار الأول عكس التيار الثاني فان القوة بين السلكين تنافر .

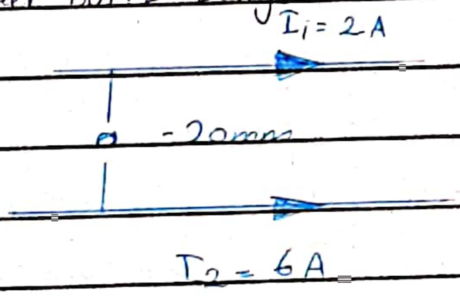
>> Force per unit Length:

* القوة لوحدة الأطوال.

$$\boxed{\frac{F}{L} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi a}}$$

Ex: Find the magnetic force per unit Length.

* احسب القوة المغناطيسية لوحدة الأطوال.



Solu: $\frac{F}{L} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi a}$

$$\boxed{\frac{F}{L} = 1.2 \times 10^{-4} \ N/m}$$

30.3] Ampere's Law.

* قانون أمبير.

$\int \vec{B} \cdot \vec{d_s} = \mu_0 I_{in}$

B ▶▶ magnetic field . المجال المغناطيسي

$\vec{d_s}$ ▶▶ مسار أمبير دائري

μ_0 ▶▶ Free space permeability نفاذية الفراغ

$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$

I_{in}: التيار الموجود داخل مسار أمبير

infinite wire :- «سلك لا نهائي»

$\int \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 I_{in}$ | $I_{in} = I$ التيار الداخل

$B \int d\vec{s} = \mu_0 I$ | $B \Rightarrow$ ثابت

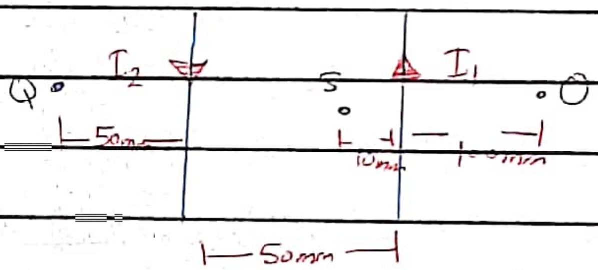
$BS = \mu_0 I$ | $S = 2\pi r$ محيط الدائرة

$B(2\pi r) = \mu_0 I$ | [illegible]

$$\boxed{B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}}$$

* ولكن، كيف يتم تحديد اتجاه المجال المغناطيسي؟
1 الإبهام يكون باتجاه التيار.
2 المجال المغناطيسي يكون رؤوس الأصابع

Ex :- A Find the magnitude and direction of the $\vec{B}$ Field at ① P ② S ③ Q



B Find the magnitude Force on electron moving from point P at a velocity 5×10^4 m/s along y-axis :-

المطلوب :- 1 حساب مقدار واتجاه المجال المغناطيسي عند P, S, Q
2 ايجاد القوة المغناطيسية التي تؤثر في النقطة P.

Ⓐ

Solution [1] $\vec{B}_P$

$$B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times10}{2\pi\times100\times10^{-3}} = 20\ \mu T \ \otimes$$

$$B_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi r} = \frac{4\pi\times10^{-2}\times20}{2\pi(100+50)\times10^{-3}} = 26.7\mu T \ \odot$$

$$B_p = (26.7-20)\ \mu T = 6.7\ \mu T \ \odot$$

← باتجاه الأكبر

[2] $\vec{B}_S \Rightarrow \vec{B}_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r} = \frac{2\pi\times10^{-7}\times10}{2\pi\times10\times10^{-3}} = 200\ \mu T \ \odot$

$$B_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi r} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times20}{2\pi(50-10)\times10^{-3}} = 100\ \mu T \ \odot$$

$$\vec{B} = (200+100)\ \mu T = 300\ \mu T \ \odot$$

* تم جمعهن لانهن نفس الاتجاه.

[3] $\vec{B}_Q \Rightarrow B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times10}{3\pi(50+50)\times10^{-3}} = 20\ \mu T \ \odot$

$$B_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi r} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times20}{2\pi\times50\times10^{-3}} = 80\ \mu T$$

$$B_Q = (\cancel{1}80-20)\ \mu T = 60\ \mu T \ \otimes$$

Ⓑ $B_p = 6.7\ \mu T$ ⊙

$\vec{v} = 5\times10^{4}\ \hat{j}$

$\vec{F} = q\ \vec{v}\times\vec{B}$

$= 1.6\times10^{-19} * 5\times10^{4}\ \hat{j} \times 6.7\times10^{-6}\ \hat{k}$

$= 5.36\times10^{-20}\ \hat{i}$

▶▶▶ The magnetic field created by along current-carrying wire.

⬅ المجال المغناطيسي الناتج عن سلك يحمل تيار.

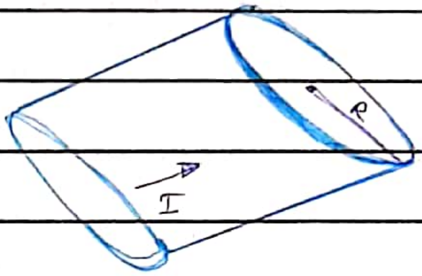
① B_{out}

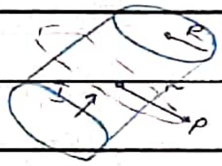
$\int B.ds = \mu_0 I_{in}$

$* \ S = 2\pi r \qquad * \ I_{in} = I$

$B(2\pi r) = \mu_0 I$

$B_{out} = \dfrac{\mu_0 I}{2\pi r} \qquad (r \geq R)$





② $\vec{B}_{in}$

$\int \vec{B}.ds = \mu_0 I_{in}$

التيار الكلي — التيار الداخل

$J = \dfrac{I}{A} = \dfrac{I_{in}}{A}$

المساحة الكلية — مساحة مسار التيار

$\int \vec{B}.ds = \mu_0 \dfrac{I r^2}{R^2}$

$\dfrac{I}{\cancel{\pi} R^2} = \dfrac{I_{in}}{\cancel{\pi} r^2}$

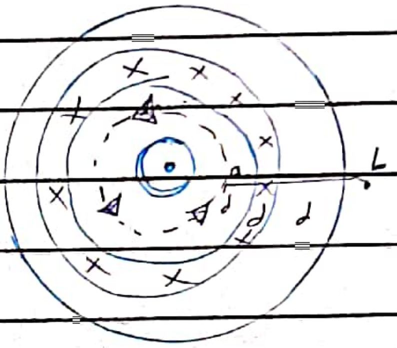
$B(2\pi r) = \dfrac{\mu_0 I r^2}{R^2}$

$$\boxed{I_{in} = \frac{I r^2}{R^2}}$$

$\vec{B}_{in} = \dfrac{\mu_0 I r}{2\pi R^2} \qquad (r<R)$

Ex: Figure is a cross-sectional view of a coaxial cable. The center conductor is surrounded by a rubber layer, an outer conductor, and another rubber layer. In a particular application, the current in the inner conductor is $I_1 = 1$ A out of the page and the current in the outer conductor is $I_2 = 3$ A into the page. Assuming the distance d = 1mm, determine the magnitude and direction of the magnetic field at ⓐ point a and ⓑ point b.

مقطع عرضي لسلك (موصل) في المركز محاط بطبقة مطاطية وموصل خارجي محاط بطبقة مطاطية أخرى. التيار في الموصل الداخلي I=1A خارج من الورقة والتيار في الموصل الخارجي $I_2 = 3A$ داخل الورقة d = 1mm أوجد المطلوب حساب مقدار واتجاه المجال المغناطيسي عند ① النقطة a ② النقطة ⓑ



Solu:

$$\boxed{1}\ \vec{B_a} = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r} = \frac{4\pi * 10^{-7} * 1}{2\pi * 1 * 10^{-3}}$$

$$= 200\,MT \ ↺$$

$$\boxed{2}\ \vec{B_b} = \frac{\mu_0 I_{in}}{2\pi r}$$

$$= \frac{4\pi * 10^{-7} * 2}{2\pi * 3d}$$

$$= \frac{4\pi * 10^{-7} * 2}{2\pi * 3 * 10^{-3}} = 133\,MT\ (↺)$$

تم طرحهم من بعض لانهم متعاكسة بالاتجاه

$I_{in} = (3-1)$

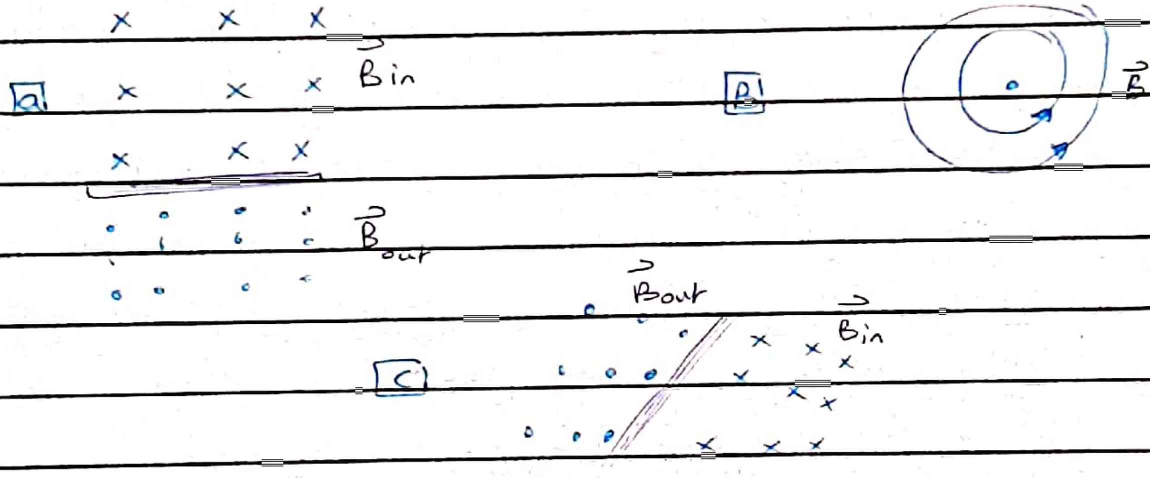
$I = 2A \otimes$

The ~~magnetide~~ Field Created by a Toroid

المجال المغناطيسي الناتج عن حلقة

$$B = \frac{\mu_0 N I}{2\pi r}$$ N → عدد الحلقات.

Ex: In each of parts ⓐ through ⓒ of Figure Find the direction of the current in the wire that would pro-duce a magnetide field directed as shown



Soluon

ملاحظة ← رؤوس الأصابع باتجاه المجال

← الإبهام باتجاه التيار

1. $\overleftarrow{I}$, to left , $\hat{I}$
2. خارج من الورقة , ⊙ , $\hat{I}$
3. $\nearrow I$

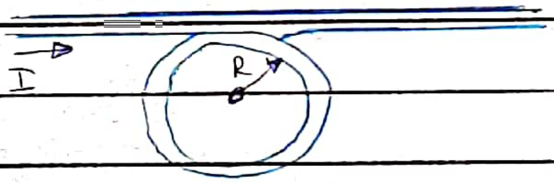
Ex: Calculate the magnitude of the magnetic at point 25 cm from along thin conductor carrying a current of 2A.

+ إحسب مقدار المجال المغناطيسي من نقطة تبعد عن سلك على تيار مقداره
طويل 25cm ، 2A

Solu: $B = \frac{M_o I}{2\pi r} = \frac{2\pi \times 10^{-7} \times 2}{2\pi \times 25 \times 10^{-2}}$

$$\boxed{B = 1.6 \times 10^{-6}\, T}$$

Ex: A conductor consists of a circular Loop of radius $R = 15$ cm and two Long, straight sections as shown in figure. The wire Lies in the plane of the paper and carries a current $I = 1A$. Find the magnetic field at the center of the loop.



Solu: * يؤثر على المركز 3 مصادر
مجال مغناطيسي نصف السلك الأيمن
والأيسر والحلقة

$\vec{B}_1 = \frac{M_o I}{4\pi a} = \frac{4 \times \pi \times 10^{-7} \times 1}{4\pi \times 15 \times 10^{-2}} = 0.66\, MT \otimes$

~~الأيسر~~ الأيمن

$\vec{B}_2 = \frac{M_o I}{4\pi a} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 1}{4\pi \times 15 \times 10^{-2}} = 0.66\, MT \otimes$

الأيسر

$$\vec{B}_3 = \frac{\mu_0 I}{4\pi a}\,\theta \qquad \rightarrow \boxed{\theta = 2\pi}$$

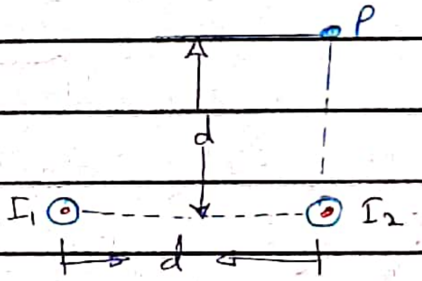
الكلفة

$$\frac{4\pi \times 10^{-7} \times 1 \times 2\pi}{4\pi \times 15 \times 10^{-2}} = 4.19\ \mu T \otimes$$

$$B_P = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \vec{B}_3 = 0.66\mu + 0.66\mu + 4.19\mu$$

$$= 5.51\ \mu T \otimes$$

Ex: Two Long, parallel wires carry currents of $I_1 = 3.00A$ and $I_2 = 5A$ in the directions indicated in Figure. ⓐ Find the magnitude and directio of the magnetic field at a point midway between the wires. ⓑ Find the magnitude and direction of the magnetic field at point P, located $d = 20$ cm above the wire carrying the 5A current.



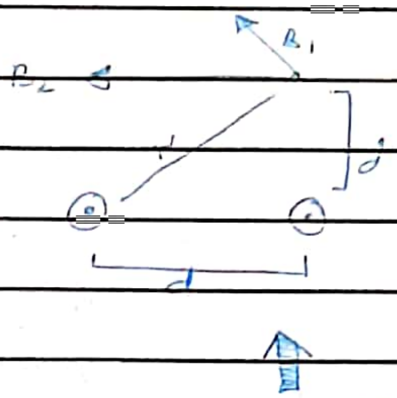
يحمل سلكان طويلان متوازيان تيارات
$I_1 = 3A$ & $I_2 = 5A$ في الاتجاهات الموضحة
في الشكل و المطلوب: ① اوجد مقدار واتجاه
المجال المغناطيسي عند نقطة في منتصف المسافة بين
السلكين ② اوجد مقدار واتجاه المجال المغناطيسي عند النقطة P
الواقعة على ارتفاع $d = 20cm$ فوق السلك الذي يحمل 5A .

Solu: $\boxed{1}$ $$B_1 = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 3}{2\pi \times 0.1} = 6\ \mu T \uparrow$$

$$\vec{B}_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi r} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 5}{2\pi \times 0.1} = 10\,\mu T\,(-\hat{j})$$

$$\vec{B}_{net} = (10 - 6)\,\mu = 4\,\mu T\ (-\hat{j})$$

لاختلاف الإشارة.



اتجاهات المجالات حسب

قاعدة اليد اليمنى

② $$B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 3}{2\pi \times 28.2 \times 10^{-2}}$$

$$\boxed{B_1 = 2.1\ \mu T}$$

$$B_2 = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 5}{2\pi \times 0.2}$$

$$\boxed{B_2 = 5\,\mu T}$$

$B_x = B_2 + B_1 \cos\theta$

$B_y = B_1 \sin\theta$

$B_x = 5\,\mu T + 2.1\,\mu \times \cos 45 = 6.48\,\mu T$

$B_y = 2.1\,\mu \sin 45 = 1.48\,\mu T$

$B_p = \sqrt{(B_x)^2 + (B_y)^2} = 6.67\,\mu T$

$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{6.48}{1.48}\right) \Rightarrow \theta = 77.1$

$B_p = 6.67\,\mu T$, $\theta = 77.1 + 90 = 167.1°$

Ex: Two parallel wires separated by 4cm repel each other with a force per unit length of 2×10^{-4} N/m. The current in one wire is 5 A ⓐ Find the current in the other wire ⓑ Are the currents in the same direction or in opposite directions? ⓒ What would happen if the direction of one current were revesed and doubled?

Solu: $\frac{F}{L} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi a} \Rightarrow 2\times10^{-4} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times5 I_2}{2\pi\times10^{-2}\times4}$

$\boxed{I_2 = 8\,A}$

[2] Oppsite directions

[3] it will become an attractive force and it will be doub

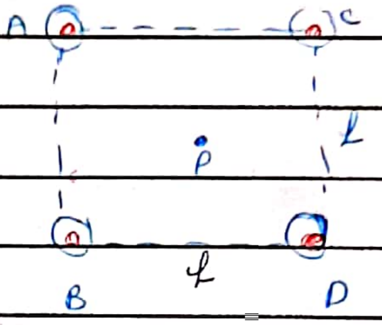
Ex: Two parallel wires are separated by 6cm each carrying 3A of current in the same direction ⓐ What is the magnitude of the force per unit Length between the wires? ⓑ Is the force attractive or repulsive?

[1] $\frac{F}{L} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi a} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times3\times3}{2\pi\times6\times10^{-2}} = 30\,\mu\,N/m$

[2] attractive

[3]

Ex Four long, parallel conductors carry equal currents of I = 5A. Figure is an end view of conduc-tors. The current of direction is into the page at point A and B and out of the page at points C and D, calculate ⓐ the magnitude and ⓑ The direction of the magnetic field at point P, located at the center of the square of edge Length $\ell = 0.200$ m



Solu:

لإيجاد بين كل الأسلاك

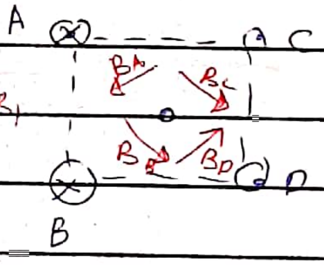
والنقطة مسافة -

$$r = \frac{\sqrt{l^2 + l^2}}{2} = \frac{\sqrt{(0.2)^2 + (0.2)^2}}{2}$$

$$\boxed{r = 0.14\ m}$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 5}{2\pi \times 0.14} = 7.1\ \mu T$$

ل تحديد الاتجاه عن طريقة قاعدة اليد اليمنى :



$B_A + B_D = 7.1\ \mu + 7.1\ \mu = 14.214\ T - B_1$

$B_C + B_B = 14.214T = B_2$

$\Rightarrow B_x = B_1 \cos 45 - B_2 \cos 45 = \text{Zero}$

$\Rightarrow B_y = B_1 \sin 45 + B_2 \sin 45 =$

$\vec{B}_P = 20\ \mu T\ \hat{j}$

ملخص قوانين شابتر "30"

$\boxed{1}$ $$B_p = \frac{\mu_0 I}{4\pi a}(\cos\theta_1 - \cos\theta_2)$$

$\boxed{2}$

◄ إذا كان السلك لا نهائي:

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}$$

$\boxed{3}$

◄ إذا كان السلك نفسه في الحالا نهاية:

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi a}$$

* تحديد اتجاه المجال المغناطيسي لسلك يحمل تيار. من خلال

← الإبهام مع إتجاه التيار.

← ورؤوس الأصابع مع اتجاه المجال المغناطيسي.

$\boxed{4}$

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi a}$$

* تحديد المجال المغناطيسي لقوى يحمل فيه تيار:

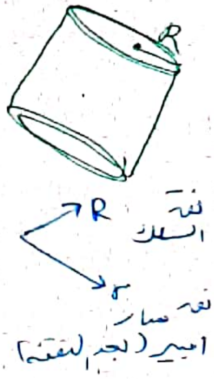
الإبهام مع المجال ورؤوس الأصابع مع التيار

$\boxed{5}$ $$F = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi a} L$$

$\boxed{6}$ $$\frac{F}{L} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi a}$$

$\boxed{7}$ $$\int \vec{B}\, \vec{ds} = \mu_0 I_{in}$$

$\boxed{8}$



A) $r \geq R$

$$B_{out} = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

B) $r < R$

$$B_{in} = \frac{\mu_0 I r}{2\pi R^2}$$

$\boxed{9}$ $$B = \frac{\mu_0 N I}{2\pi r}$$

إعداد: قتيبة الكعابنة

بخط: بنيان الحسبان