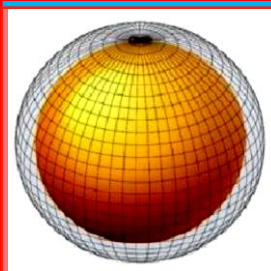
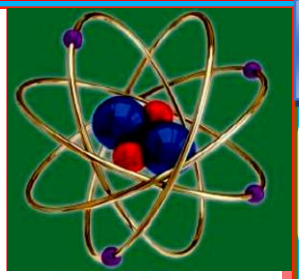
Minisry of Education
Khaled Bin Al Waleed School
Al ain

وزارة التربية والتعليم
مدرسة خالد بن الوليد
العين

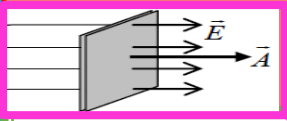
رؤيتنا :إعداد طالب ذي قيم مسلح بالكفايات التي تؤهله لاستكمال التعليم العالي بالمعايير العالمية وقادر على مواجهة التحديات

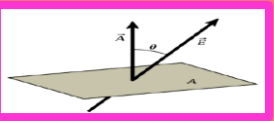
الاسم : ..... الثاني عشر ( ) المجالات الكهربائية التاريخ : / / 2018





$$\Phi = EA$$





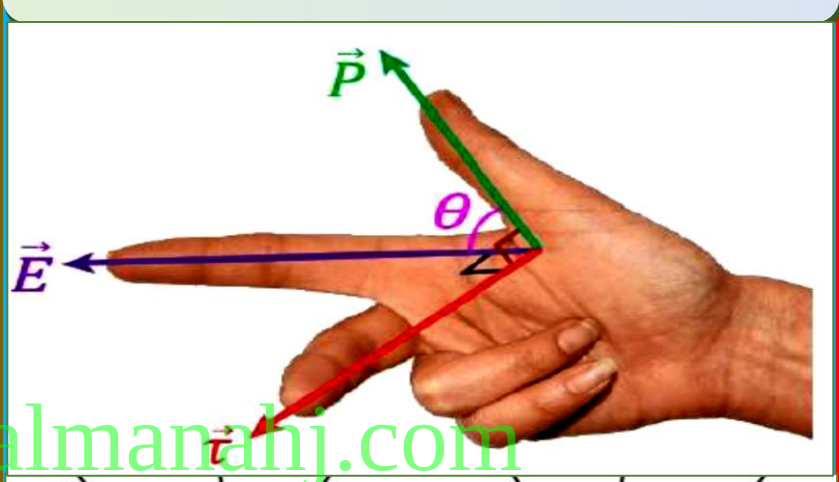
PHYSICE
(2019-2018)

إعداد

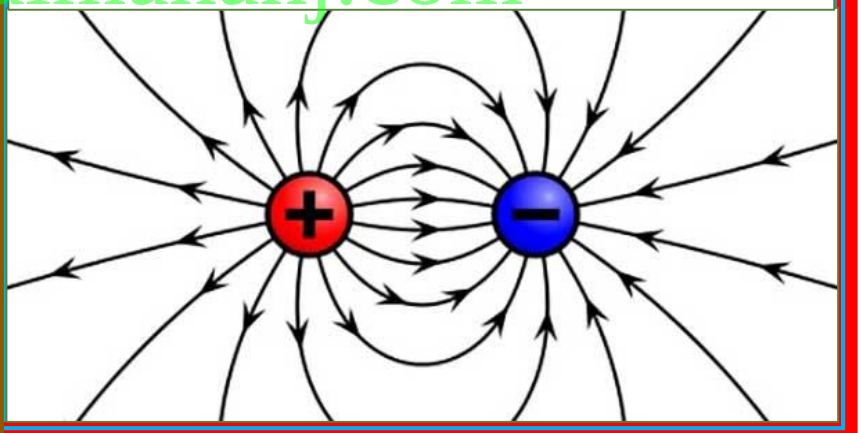
المعلم : لؤي بني عطا

الوحدة الاولى

المجالات الكهربائية



www.almanahj.com



الصف الثاني عشر

الفصل الدراسي الاول

اسم الطالب / .....الشعبة / .....

اسم المدرسة / .....

المجالات الكهربائية

- ماذا نسمي تغير خاصية الوسط نتيجة وجود جسم مشحون فيه ؟ مجال كهربائي

المجال الكهربائي : المنطقة المحيطة بالشحنة من جميع الجهات وتظهر فيها اثار القوة الكهربائية .

- كيف يمكن أن نكشف عن وجود مجال كهربائي في موقع ما ؟ وجود شحنة اختبار
- ما هي الشروط الواجب توافرها في شحنة الاختبار؟

1- ان تكون موجبة

2- أن تكون صغيرة جدا بحيث لا تؤثر في الشحنات المسببة للمجال.

خطوط المجال الكهربائي : هي خطوط وهمية تمثل مسار حركة شحنة اختبار عند وضعها حرة في المجال الكهربائي.

www.almanahj.com

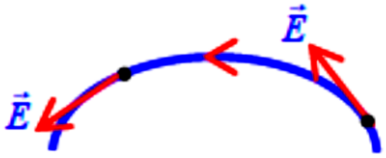
ما أهمية خطوط المجال: تعطي تصوراً أسهل لمحصلة شدة المجال عند كل نقطة.

خواص خطوط المجال:

1- لا تتقاطع . علل ؟ لأنه لو تقاطع خطان لكان لشدة المجال في نقطة التقاطع أكثر من اتجاه وهذا لا يمكن

2- تبدأ الخطوط من الشحنة الموجبة وتنتهي عند الشحنة السالبة (إذا لم يكن هناك شحنة سالبة تنتهي في المالانهاية)

3- عدد خطوط المجال التي تجتاز عمودياً وحدة المساحة تمثل شدة المجال عند تلك النقطة.



الخطوط تتكاثف عندما تكون (E) كبيرة و تتباعد عندما تكون (E) صغيرة

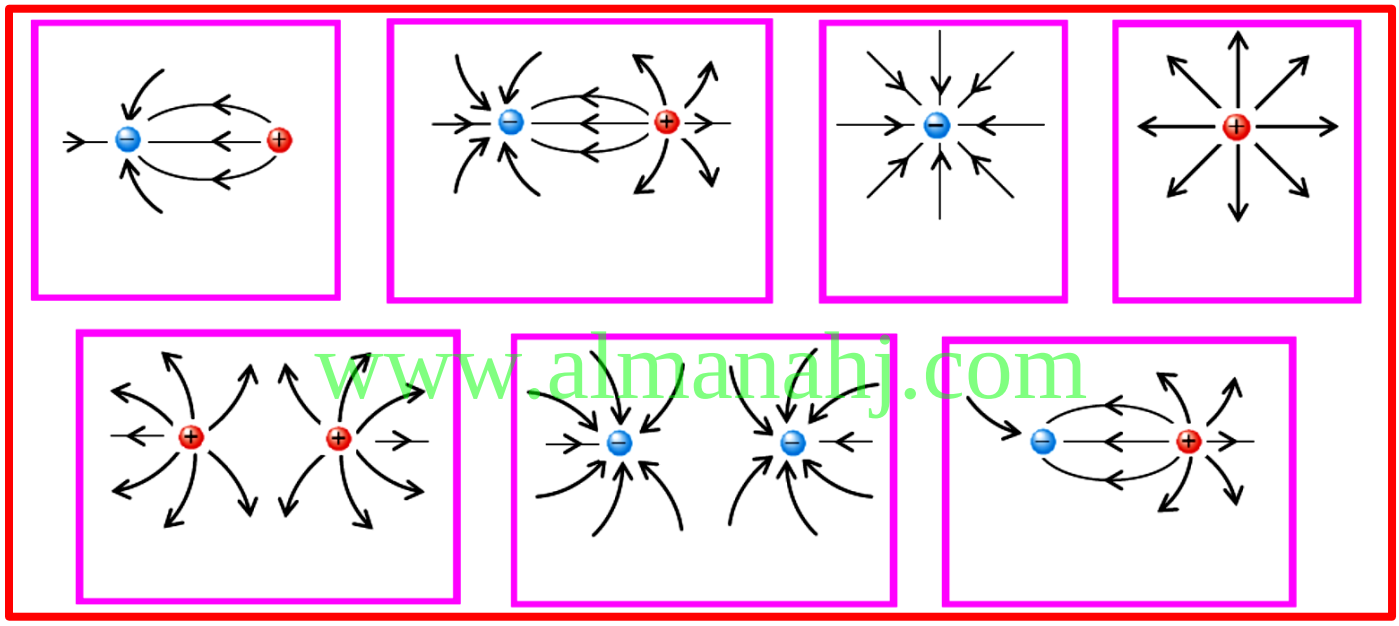
4- *اتجاه (E) عند أي نقطة يكون مماساً لخط المجال المار بتلك النقطة .*

5- عدد الخطوط الخارجة من الشحنة الموجبة أو الواصلة إلى السالبة يتناسب مع مقدار الشحنة

قاعدة هامة جدا :،،،،،،،،،،،،،،،،

قبل الشروع في رسم خطوط المجال الكهربائي يجب تطبيق النسبة التالية

$$\frac{\text{عدد خطوط الشحنة الاولى}}{\text{عدد خطوط الشحنة الثانية}} = \frac{\text{مقدار الشحنة الاولى } |q_1|}{\text{مقدار الشحنة الثانية } |q_2|}$$



www.almanahj.com

السؤال الاول : وضعت الشحنتان النقطيتان $q_1 = 1.4 \times 10^{-6}$ C، $q_2 = -4.2 \times 10^{-6}$ C متجاورتين في الهواء كما في الشكل المجاور . ارسم على الشكل نفسه خطوط المجال الكهربائي

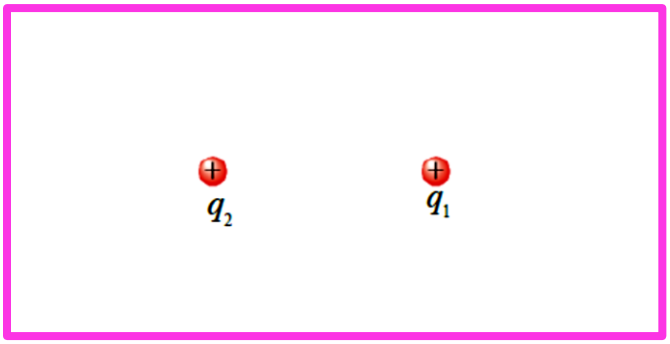
.....

.....

.....

.....

السؤال الثاني : ارسم على الشكل المجاور خطوط المجال الكهربائي للشحنتين ، علماً بأن ($q_2 = 3q_1$)



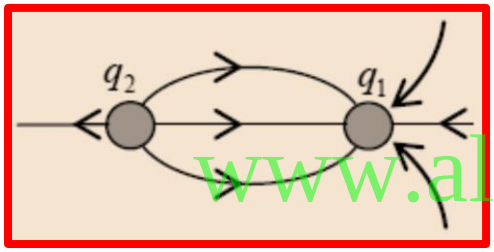
.....

.....

.....

.....

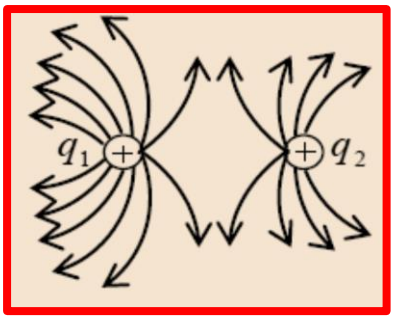
السؤال الثالث : اعتماداً على الشكل التخطيطي المجاور أكمل الجدول التالي بما يناسب:



	q_1	q_2
نـــوع الشحنة		
مقدار الشحنة	$12nC$	

www.almanahj.com

السؤال الرابع : اعتماداً على الشكل المجاور احسب النسبة بين كميتي الشحنتين

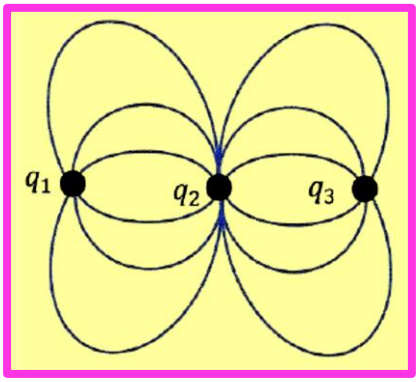


.....

.....

.....

السؤال الخامس :يظهر الرسم التخطيطي خطوط المجال الكهربائي لثلاث شحنات نقطية



اعتمادا على الرسم :

1- احسب النسبة $\frac{|q_1|}{|q_3|}$

2- اذا كانت q_1 سالبة فما نوع كل من q_2 و q_3

شدة المجال الكهربائي (E) **:** هي مقدار القوة الكهربائية المؤثرة في شحنة اختبار صغيرة مقسومة على كمية شحنة الاختبار

شدة المجال الكهربائي(E)

$$E = \frac{F_e}{q_o}$$

q_o : **شحنة اختبار صغيرة جداً وموجبة الشحنة.**

حيث ان :

(E) شدة المجال الكهربائي ووحدته (N/C)

q_0 : شحنة الاحتبار (C)

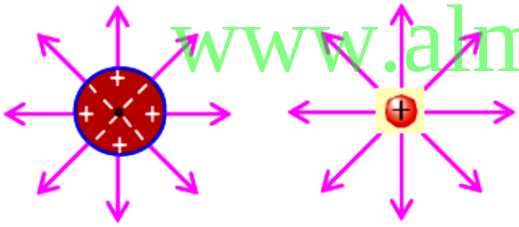
F : مقدار القوة الكهربائية

شدة المجال (E) : كمية متجهة لها مقدار واتجاه ، **وحدة** (E) **:** (N/C)

أنواع المجال الكهربائي:

1- المجال غير المنتظم 2- المجال المنتظم

المجال غير المنتظم:



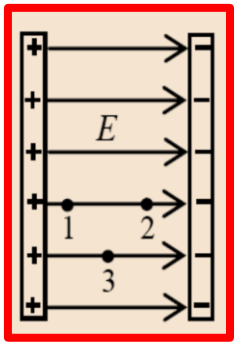
www.almanahj.com

1- شدته تتغير مع البعد .

2- خطوط مجاله غير متوازية.

3- ينتج عن الشحنات النقطية و الكروية.

المجال المنتظم:

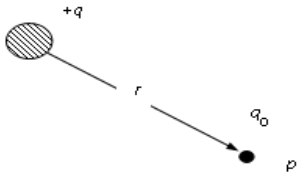


1- ثابت المقدار والا تجاه عند جميع النقاط الواقعة فيه.

2- خطوط مجاله مستقيمة ومتوازية.

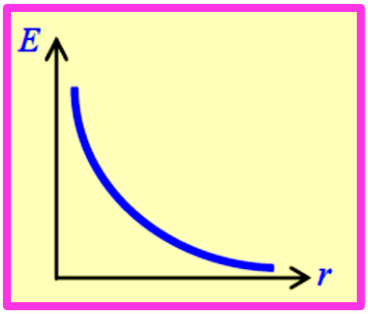
طريقة الحصول عليه : بوساطة لوحان متوازيان مشحونان بشحنتين متساويتين مقدارا ومختلفتين نوعاً.

المجال الكهربائي الناتج عن شحنة نقطية عند نقطة



$$F_e = k_c \frac{|qq_0|}{r^2} = \frac{1}{4\pi \in_0} \frac{|qq_0|}{r^2}$$

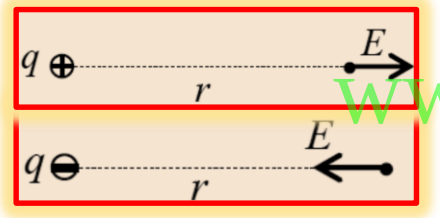
$$\boldsymbol{E = \left|\frac{F}{q_0}\right| = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|q|}{r^2}}$$



q الشحنة المولدة للمجال. ($E \alpha q$)

r: بعد النقطة عن الشحنة ($E \alpha \frac{1}{r^2}$)

اتجاه شدة المجال عند نقطة:



www.almanahj.com

*إذا كانت (q) موجبة يكون اتجاه (E) من النقطة بعيداً عن الشحنة .

*إذا كانت (q) سالبة يكون اتجاه (E) من النقطة باتجاه الشحنة .

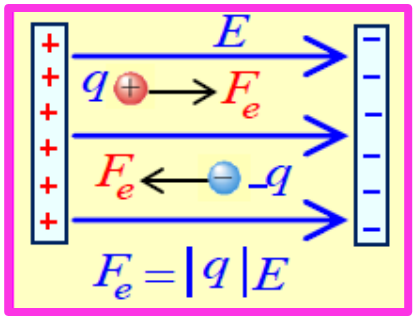
***ملاحظة :الشحنة لا تؤثر على نفسها بمجال وانما تؤثر على المنطقة المحيطة بها.

العلاقة بين شدة المجال والقوة الكهربائية

يمكن كتابة العلاقة على الصورة : $F_e = q_\circ E$ q_0 الشحنة المطلوب حساب القوة الكهربائية المؤثرة عليها.

E:شدة المجال المؤثر على q_o .

في الشكل تكون



Minisry of Education
Khaled Bin Al Waleed School
Al ain

وزارة التربية والتعليم
مدرسة خالد بن الوليد
العين

رؤيتنا :إعداد طالب ذي قيم مسلح بالكفايات التي تؤهله لاستكمال التعليم العالي بالمعايير العالمية وقادر على مواجهة التحديات

الاسم : ..... الثاني عشر ( ) المجالات الكهربائية التاريخ : / / 2018

السؤال الاول : في الشكل المجاور إذا كانت شدة المجال الكهربائي عند النقطة (a) تساوي $72\ N/C$ فأجب عما يلي:

1 - احسب بعد النقطة (a) عن الشحنة

2- كم يبلغ مقدار شدة المجال عن نقطة تقع في المالانهاية ؟

.....

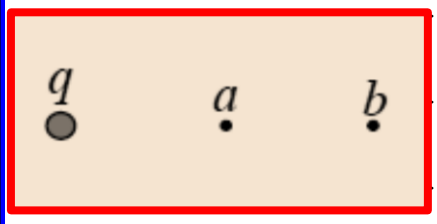
.....

.....

.....

www.almanahj.com

السؤال الثاني : في الشكل المجاور إذا كان بعد النقطة (b) عن الشحنة (q) مثلي بعد النقطة (a) فأوجد النسبة بين شدة المجال عند (a) وشدة المجال عند النقطة (b) ؟

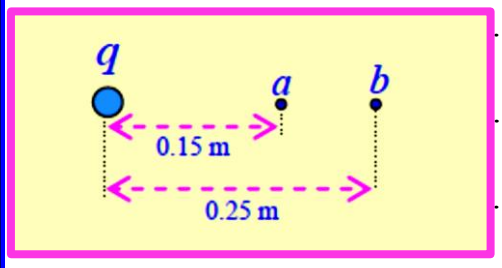


.....

.....

.....

السؤال الثالث : النقطتان $(a$ و $b)$ تقعان في المجال الكهربائي للشحنة النقطية (q) كما في الشكل المجاور إذا كانت شدة المجال الكهربائي عند النقطة (b) تساوي $(900\ N/C)$. فاحسب شدة المجال الكهربائي عند النقطة (a)

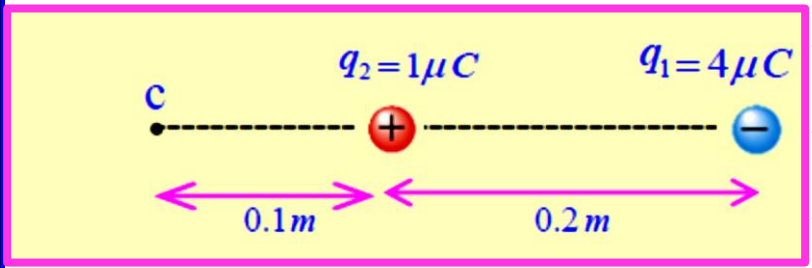


.....

.....

.....

السؤال الرابع : معتمداً على البيانات في الشكل احسب شدة المجال الكهربائي عند النقطة (C)



.....

.....

.....

.....

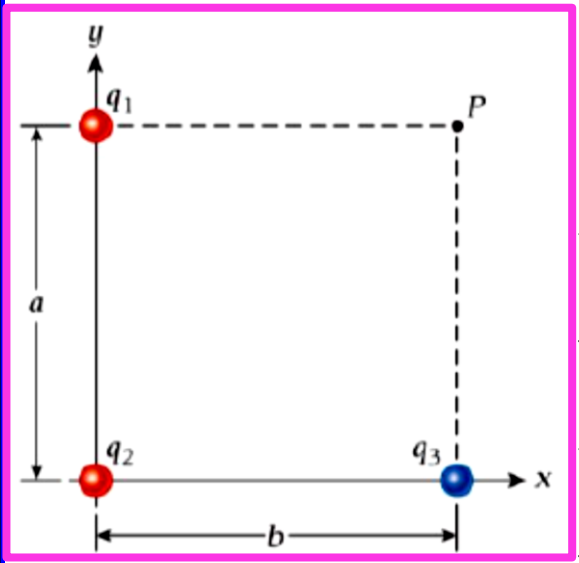
.....

.....

.....

السؤال الخامس : يوضح الشكل ثلاث شحنات نقطية ثابتة $q_1 = 1.5\mu C$ ، $q_2 = 2.5\mu C$ ، $q_3 = -3.5\mu C$ تقع الشحنة q_1 عند النقطة $(0 \, . \, a)$ والشحنة الثانية q_2 عند $(0 \, . \, 0)$ والشحنة q_3 عند $(b \, . \, 0)$ حيث $a = 8.00m$ ، $b = 6.00m$ ماالمجال الكهربائي $(\vec{E})$ الذي تنتجه هذه الشحنات الثلاث عند النقطة $p = (b \, . \, a)$

www.almanahj.com



.....

.....

.....

.....

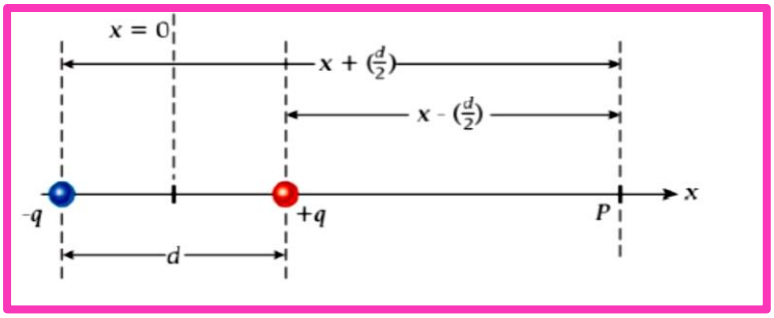
.....

.....

.....

المجال الكهربائي الناتج عن ثنائي القطب

يتكون ثنائي القطب الكهربائي Electric Dipole من شحنة موجبة q+ وأخرى سالبة q– متساوية في المقدار تفصلهما مسافة صغيرة، كما في الشكل



1- احسب شدة المجال الكهربائي عن النقطة p الواقعة على امتداد الخطا الواصل بينهما (على المحور X)

.....

.....

.....

www.almanahj.com

.....

.....

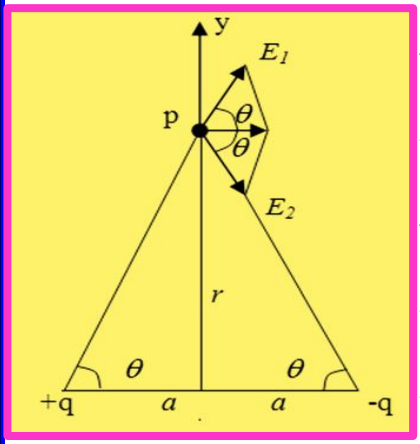
.....

$$\vec{E} = \frac{qd}{2\pi\epsilon_0 x^3}$$

$p = qd$ حيث p نسمى عزم ثنائي القطب

$$\vec{E} = \frac{p}{2\pi\epsilon_0 x^3}$$

2- احسب شدة المجال الكهربائي الناشئ عن الشحنتين q+ و q- عند النقطة p الواقعة على العمود المنصف لمحور ثنائي القطب



.....

.....

.....

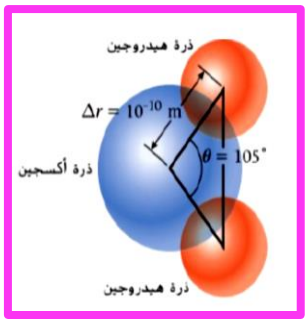
.....

.....

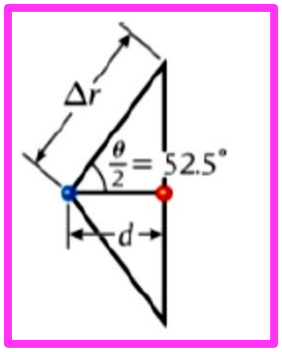
.....

www.ahmadahj.com

ان جزئ الماء H_2O هو اهم جزئ في حياتنا . فعزم ثنائي القطب له غير صفري ، وهذا هو السبب الرئيسي في ان جزيئات عضوية كبيرة يمكنها الارتباط بالماء . كما ان عزم ثنائي القطب هذا يجعل الماء مذيبا ممتازا للعديد من المركبات العضوية وغير العضوية .



يتكون كل جزئ ماء من ذرتي هيدروجين وذرة اكسجين كما في الشكل ، ويكون توزيع الشحنة لكل ذرة فردية توزيعا كرويا تقريبا . تميل ذرة الاكسجين الى جذب الاكترونات سالبة الشحنة اليها مما يعطي ذرتي الهيدروجين شحنة موجبة صغيرة وتترتب الذرات الثلاث بحيث يصنع الخطان اللذان يربطان مركزي ذرتي الهيدروجين بمركز ذرة الاكسجين زاوية مقدارها 105^0 كما في الشكل .



مثال : افترض اننا اعتبرنا جزئي الماء شحنتين موجبتين عند موقعي نواتي الهيدروجين (البروتونات) وشحنتين سالبتين عند موقع نواة الاكسجين على ان تكون كل الشحنات متساوية بالمقدار . ما عزم ثنائي القطب الكهربائي الناتج للماء .

.....

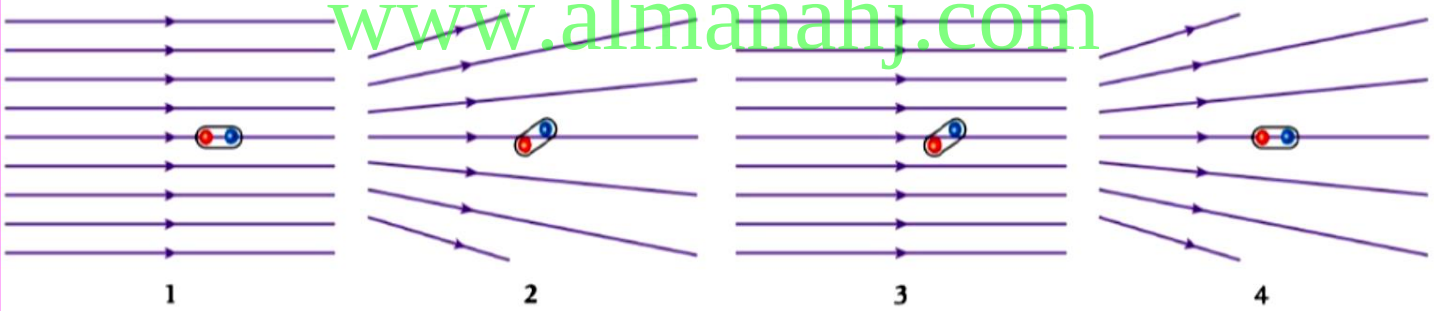
.....

.....

➢ **وضع ثنائي قطب متعادل كهربائيا في مجال كهربائي خارجي كما في الشكل اي حالة (حالات) تكون**

1- محصلة عزم الدوران المبذولة على ثنائي القطب صفرا

www.almanahj.com



a- الحالتان 1 و 3 b - الحالتان 2 و 4 c – الحالتان 1 و 4 d- الحالتان 2 و 3 e – الحالة 1 ففقط

2- محصلة القوى المؤثرة في ثنائي القطب صفرا

a- الحالتان 1 و 3 b - الحالتان 2 و 4 c – الحالتان 1 و 4 d- الحالتان 2 و 3 e – الحالة 1 ففقط

التوزيعات العامة للشحنة

توزيع الشحنة

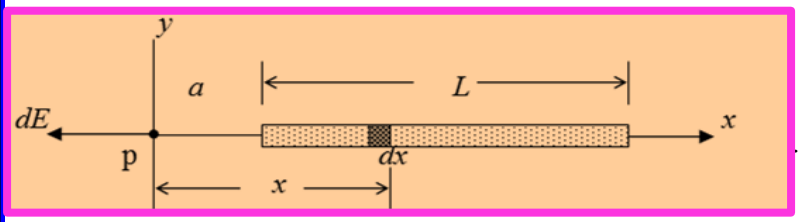
على امتداد خط	$dq = \lambda dx$
على السطح	$dq = \sigma dA$
على الحجم	$dq = \rho dV$

ان مقدار المجال الكهربائي الناتج عن توزيع الشحنة من الشحنة التفاضلية

$$dE = k\frac{dq}{r^2}$$

www.almanahj.com

مثال : 1- احسب شدة المجال الكهربائي عند النقطة p الواقعة على مسافة a من إحدى نهايتي السلك ، والذي يحمل كثافة شحنتة الخطية λ .



.....

.....

.....

.....

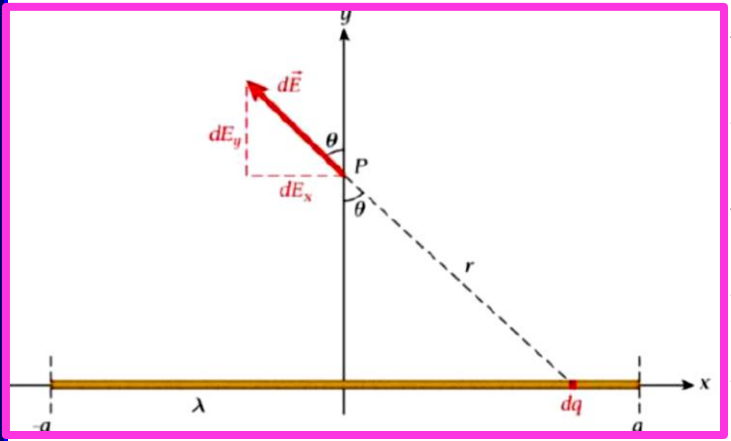
.....

.....

.....

.....

2- احسب المجال الكهربائي عند النقطة p الواقعة على امتداد الخط الذي ينصف السلك .



.....

.....

.....

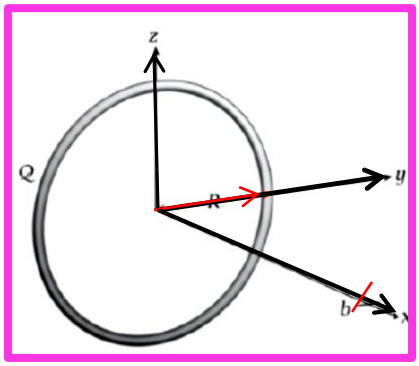
.....

.....

.....

www.almanahj.com

مثال : حلقة مشحونة نصفر قطرها R= 0.25 m كما في الشكل . للحلقة كثافة شحنة خطية منتظمة . والشحنة الكلية في الحلقة هي Q = +5.0 μC احسب المجال الكهربائي عند النقطة b = 0.500 m على محور الحلقة



.....

.....

.....

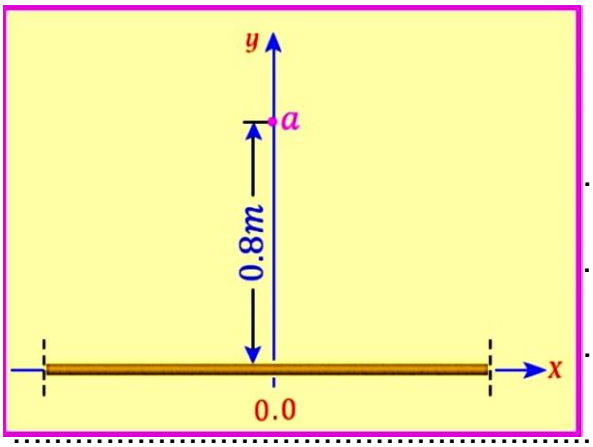
.....

.....

.....

الشكل المجاور يبين سلك مستقيم طوله $1.2\ m$ ويحمل شحنة موجبة كثافتها الطولية $4.0\ \mu C/m$ مستعينا بالقاعدة :

$$\int \frac{1}{(a^2+x^2)^{3/2}}dx = \frac{1}{a^2}\frac{x}{\sqrt{a^2+x^2}} + c$$



اجب عما يلي :

1- احسب شدة المجال الناتج عن شحنة السلك في النقطة a

.....

.....

.....

.....

www.almanahj.com

.....

.....

2- اعد الحسابات اذا كان السلك لانهائي الطول

.....

.....

.....

.....

.....

.....

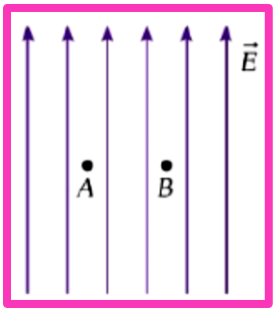
القوة الناتجة عن مجال كهربائي

نحصل على القوة F التي يبذلها مجال كهربائي E على شحنة نقطية q من العلاقة

$$F_e = qE$$

تدريبات

- يمكن وصع جسم صغير موجب الشحنة في مجال كهربائي منتظم عند الموقع A او الموقع B في الشكل . ماوجه المقارنة بين القوتين الكهربائيتين اللتان تؤثران في الجسم عند الموقعين.



a) مقدار القوة الكهربائية في الجسم تكون اكبر عند الموقع A

b) مقدار القوة الكهربائية في الجسم تكون اكبر عند الموقع B

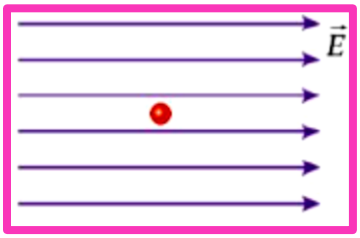
c) لا توجد قوة كهربائية في الجسم عند أي من الموقعين A و B

d) تتساوى القوة الكهربائية المؤثرة في الجسم عند الموقع A مع القوة الكهربائية عند الموقع B في المقدار وتعاكسها في الاتجاه

www.almanahj.com

e) القوة الكهربائية المؤثرة في الجسم عند الموقع A هي القوة غير الصفرية نفسها المؤثرة في الجسم عند الموقع B

- وصع جسم صغير موجب الشحنة في مجال كهربائي منتظم كما في الشكل . عندما يتحرر الجسم فانه :



a) لن يتحرك

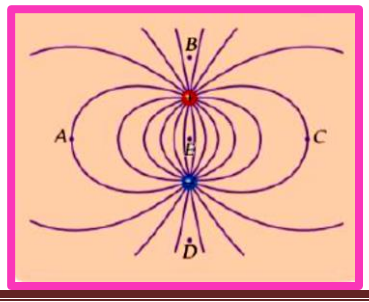
b) سيبدأ الحركة بسرعة ثابتة

c) سيبدأ الحركة بعجلة ثابتة

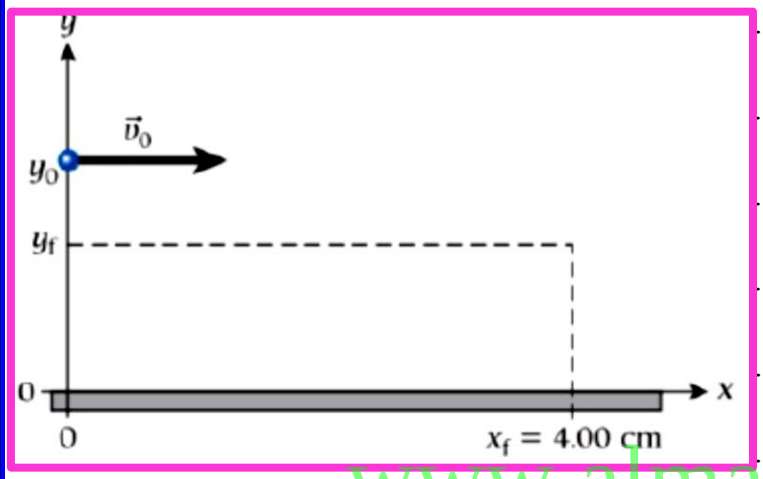
d) سيبدأ الحركة بعجلة متزايدة

e) سيتحرك للامام والخلف بحركة توافقية بسيطة

- يوضح الشكل منظرا ثنائي الايعاد لخطوط المجال الكهربائي الناتج عن شحنتين مختلفتين بالإشارة . ما اتجاه المجال عند النقاط الخمس A و B و C و D و E وعند أي من النقاط يكون مقدار المجال اكبر مايمكن



السؤال السادس : اطلق الكترون طاقته الحركية 2.0keV فوق لوح موصل مشحون وفي وضع افقي . وتبلغ كثافة شحنة سطح اللوح $+4.0 \times 10^{-6}\ C\backslash m^2$. اذا كان مسار الالكترون في الاتجاه الموجب على اللوح (على مسافة من سطحه) فما الانحراف الرأسي للالكترون بعد ان يقطع مسافة افقية مقدارها 4.00 cm ؟

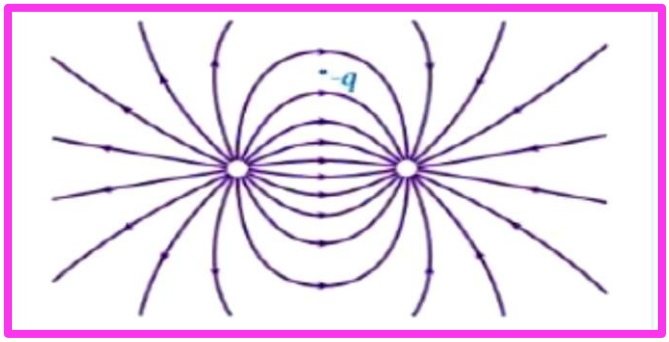


www.almanahj.com

.....

.....

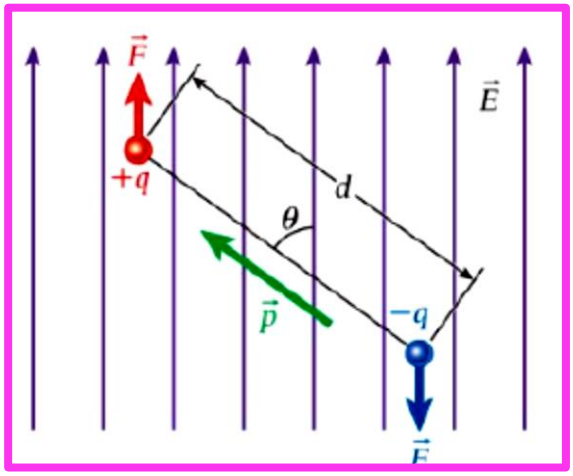
مثال : وضعت شحنة سالبة q في مجال كهربائي غير منتظم كما في الشكل . ما اتجاه القوة الكهربائية المؤثرة في هذه الشحنة السالبة



a) →
b) ↑
c) ←
d) ↓
e) القوة تساوي صفر

ثنائي القطب في مجال كهربائي

نحصل على القوة F التي يبذلها مجال كهربائي E على شحنة نقطية q من العلاقة $F = qE$



حيث ينتج عن القوة عزم دوران يمكن حسابه من المعادلة

$$\tau = Frsin\theta$$

حيث ان $r = d$

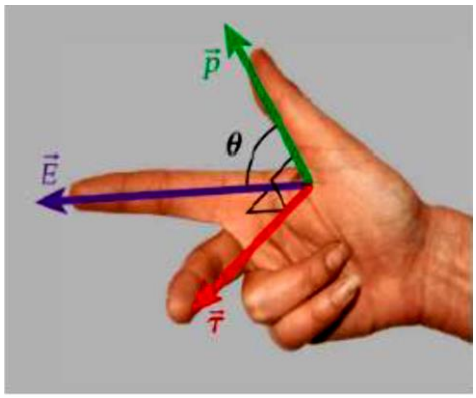
$$\tau = qEdsin\theta$$

$$\tau = PEsin\theta$$

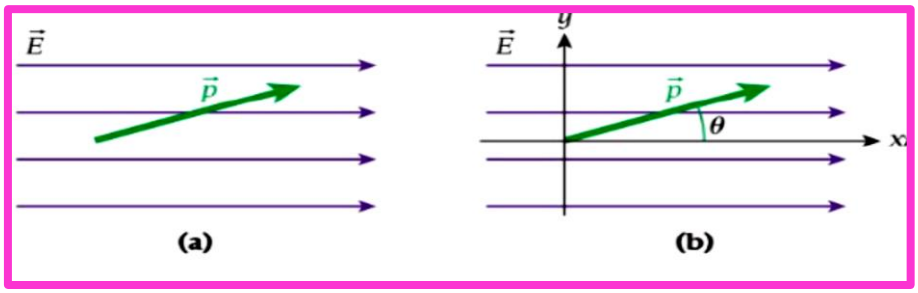
$$\vec{\tau} = \vec{P}\ x\ \vec{E}$$

يمكن الحصول على اتجاه عزم الدوران باستخدام قاعدة اليد اليمنى كما في الشكل ، حيث يشير اصبع الابهام الى اتجاه الحد الأول في الضرب الاتجاهي وهو P ، ويشير اتجاه السبابة الى اتجاه الحد الثاني وهو E بينما يشير اتجاه الاصبع الأوسط الى اتجاه τ المتعامد على الحدين

www.almanahj.com



السؤال السابع : وضع ثنائي قطب كهربائي مقدار عزم ثنائي القطب له $P = 1.40 \times 10^{-12}\ Cm$ في مجال كهربائي منتظم مقداره $E = 498\ N/C$ احسب عزم الدوران في ثنائي القطب



الشكل **a** يبين ثنائي قطب كهربائي في مجال كهربائي منتظم

b المجال الكهربائي باتجاه x وعزم ثنائي القطب الكهربائي في المستوى xy

عند لحظة معينة كانت الزاوية بين عزم ثنائي القطب والمجال الكهربائي $\theta = 14.5$. **ما المركبات الديكارتية لعزم الدوران في ثنائي القطب ؟**

.....

.....

www.almanahj.com

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

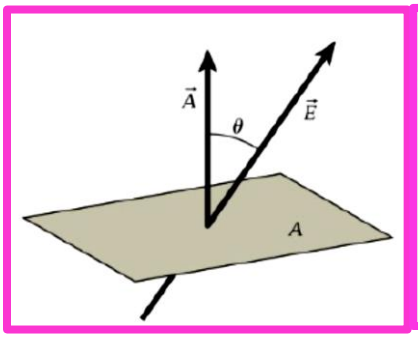
التدفق الكهربائي

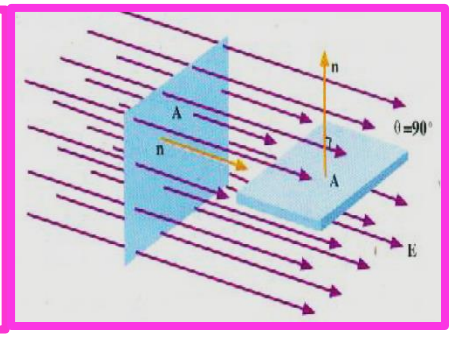
عبارة عن عدد خطوط المجال الكهربائي التي تقطع سطح معين باتجاه عمودي عليه

او هو العدد الكلي لخطوط المجال الكهربائي التي تقطع وحدة مساحات هذا السطح باتجاه عمودي عليه.

او **عبارة عن حاصل الضرب النقطي بين شدة المجال الكهربائي (E) ومتجه مساحة السطح العمودي على السطح**

يرمز للتدفق بالرمز ϕ

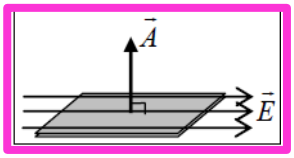




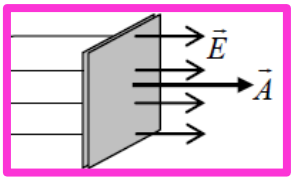
www.almanahj.com

يمكن حساب التدفق من خلال العلاقة $\emptyset = \boldsymbol{E.A = EAcos\theta}$

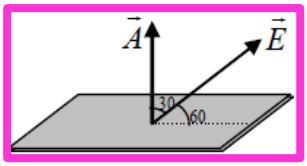
- إذا كان المجال يوازي السطح $\theta = 90$ فان $\emptyset = \mathbf{0}$



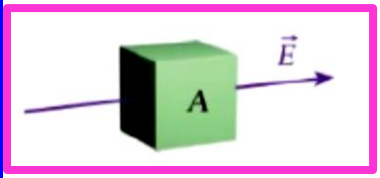
- إذا كان المجال يعامد السطح $\theta = 0$ فان $\emptyset = \boldsymbol{EA}$



- إذا كان المجال يعمل زاوية مع السطح مثلا $\theta = 60$ فان $\emptyset = \boldsymbol{E.A = EAcos30}$



السؤال الثامن : يوضح الشكل مكعبا مساحة وجهه A في مجال كهربائي منتظم E عمودي على سطح احد أوجه المكعب . ما محصلة التدفق المار عبر المكعب



.....

.....

.....

.....

.....

اذا كانت مساحة سطح مغلق فاننا نحسب التدفق من خلال العلاقة

$$\emptyset = \oiint \vec{E} . \vec{dA}$$

www.almanahj.com

الحلقة الموجودة على التكاملات تعني ان التكامل يجرى على سطح مغلق . وتشير علامتا التكامل الى اجراء التكامل على متغيرين (x y) بالنظام الاحداثي الديكارتي او (ϴ Φ) بالنظام الكروي

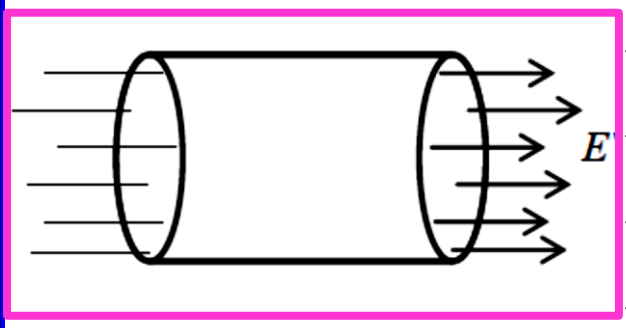
عندما تكون هناك شحنة داخل الصندوق ستبدو خطوط المجال متدفقة الى داخل الصنوق او الى خارجه ، وعندما لاتكون هناك شحنة داخل الصندوق ستكون محصلة خطوط المجال المتدفقة داخله او الى خارجه تساوي صفرا . وهذا يقودنا اى قانون جاوس

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

يوجد صيغة أخرى لقانون جاوس

$$\emptyset = \oiint \boldsymbol{E}.\boldsymbol{dA} = \frac{q}{\epsilon_0}$$

السؤال التاسع : اسطوانة نصف قطر قاعدته (0.1 m) وارتفاعها (0.8m) , محورها يوازي محور (x) الموجب كما في الشكل يؤثر عليها مجال كهربائي منتظم شدته (400 N /C) احسب التدفق الكهربائي خلال الاسطوانة



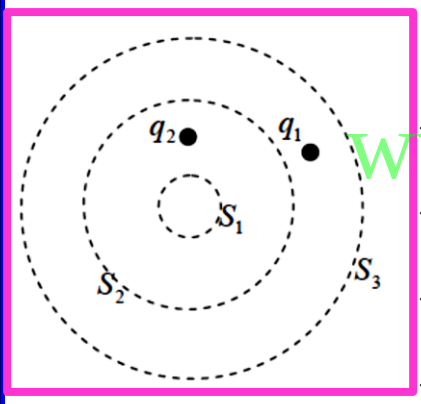
.....

.....

.....

.....

السؤال العاشر : الشكل المجاور يظهر شحنتان نقطيتان $q_1 = +4\mu C$ و $q_2 = -6\mu C$ وثلاثة أسطح مغلقة S_1 , S_2 , S_3 اوجد التدفق الكهربائي الذي يجتاز كل سطح



www.almanahj.com

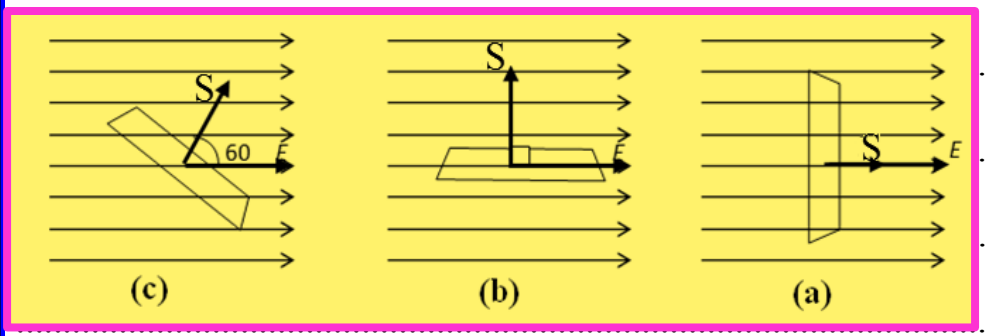
.....

.....

.....

.....

السؤال الحادي عشر : مجال كهربائي E، يقطع سطحاً مستوياً مساحته S، كما في الشكل ،أوجد تدفق المجال الكهربائي من السطح في الحالات c, b, a



.....

.....

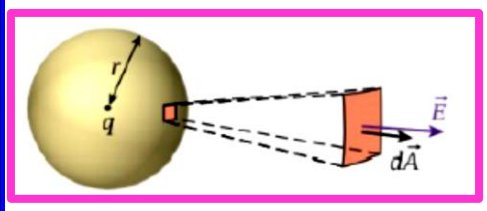
.....

.....

قانون جاوس وقانون كولوم

مثال : هل يمكن استنتاج قانون كولوم بوساطة قانون جاوس

الحل : يمكن استنتاج قانون كولوم بوساطة قانون جاوس حيث نفترض وجود شحنة نقطية q يحيط بها سطح جاوس نصف قطره r ولحساب شدة المجال الكهربائي نستخدم قانون جاوس



$$\Phi_E = \oint \vec{E}.\,d\vec{SA} = \frac{qin}{\epsilon_0}$$

$$\Phi_E = \oint E dA \cos\theta = \frac{qin}{\epsilon_0}$$

بما أن المجال منتظم فانه يخرج من التكامل

www.almanahj.com

$$\Phi = E \oint d\vec{A} = \frac{qin}{\epsilon_0}$$

$$\Phi = E \times A = \frac{qin}{\epsilon_0}$$

$$\Phi = E \times (4\pi r^2) = \frac{qin}{\epsilon_0}$$

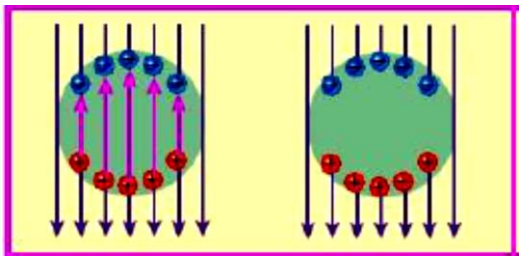
$$\boldsymbol{E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r^2}}$$

$$\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r^2} \times 4\pi r^2 = \frac{qin}{\epsilon_0} = \Phi$$

الحماية الكهروستاتيكية

نتستنتج من قانون جاوس نتيجتين هامتين :

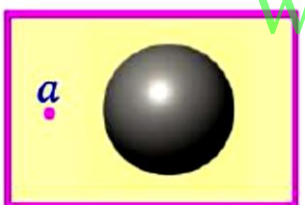
1- يكون المجال داخل اي موصل معزول صفرا وذلك بفعل انعدام الشحنة حيث تتوزع الشحنة على الاسطح الخارجية بفعل قوى التنافر الكهربائية



2- تكون التجاويف الموجودة داخل الموصلات محمية من المجالات الكهربائية وذلك بفعل حدوث ازاحة للاكترونات الحرة للموصل داخل المجال باتجاه معاكس للمجال الخارجي تاركة خلفها ايونات موجبة فيتولد نتيجة لذلك مجال كهربائي داخل الموصل يكون معاكسا للمجال الخارجي ومساويا له بالمقدار مما يعني ان محصلة المجال تساي صفرداخل الموصلات . وبالتالي وضع الاجهزة الحساسة داخل الموصلات لضمان حمايتها

مثال : في الشكل المجاور كرة موصلة مجوفة ، ما اتجاه المجال الكهربائي داخل الكرة في الحالات التالية :

www.almanahj.com



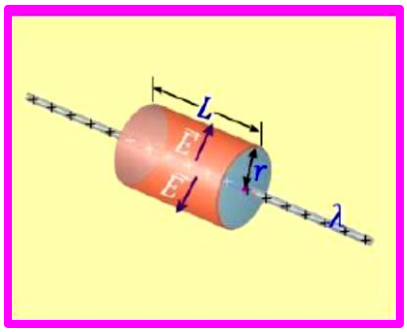
1- الكرة تحمل شحنة سالبة ووضعت شحنة سالبة في النقطة (a)

2- الكرة تحمل شحنة سالبة ووضعت شحنة موجبة في النقطة (a)

3- الكرة لا تحمل شحنة ووضعت شحنة سالبة في النقطة (a)

حالات خاصة في تماثل توزيع الشحنات

1- **التماثل الاسطواني** : احسب المجال الكهربائي الناتج عن سلك موصل ومستقيم وطويل منتظم الشحنة لكل وحدة طول $\lambda > 0$.



لايجاد شدة المجال نتخيل سطحا جاوسيا مناسب وهو الاسطوانه كما في الشكل مع الانتباه

ان التماثل الاسطواني يشمل :

- التماثل الدائري : عندما يتم تدوير السلك حول محوره
- التمثال الانتقالي : عندما يكول السلك لانهائي الطول

اكمل الحل :

.....

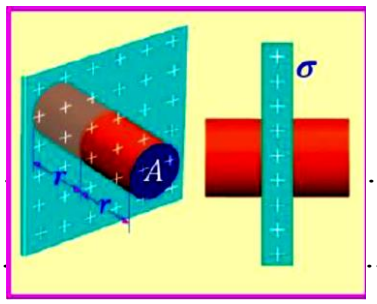
.....

www.almanahj.com

.....

.....

2- التماثل السطحي : احسب المجال الكهربائي الناتج عن لوح مسطح ورقيق وغير موصل . مساحته لانهائية ويحمل شحنة موجبة , وشحنته لكل وحدة مساحة $\sigma > 0$.



لايجاد شدة المجال نتخيل سطحا جاوسيا مناسب وهو الاسطوانه كما في الشكل مع الانتباه

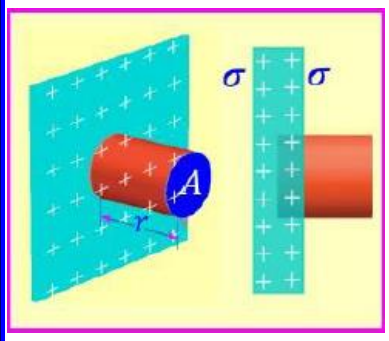
اكمل الحل.....

.....

.....

ملاحظات هامة جدا :

- ✓ اذا كان اللوح المشحون مصنوع من مادة موصلة يكون السطح الجاوسي اسطوانة قائمة مغلقة يحيط باحدى قاعدتيها اللوح المشحون نفسه
- ✓ ينعدم التدفق عبر طرف الاسطوانة الذي يحيط به اللوح المشحون وذلك لانعدام المجال داخل الموصل اما خارج الموصل فيكون المجال عموديا او موازيا للسطح
- ✓ يكتب قانون جاوس في هذخ الحالة بالصيغة :



$$\oint\oint \boldsymbol{E}\,.\,\boldsymbol{dA} = \boldsymbol{E}\,\boldsymbol{A} = \frac{\sigma\,A}{\epsilon_0}$$

وهذا يعني ان مقدار المجال الكهربائي خارج السطح الموصل المشحون يحسب من العلاقة

$$\boldsymbol{E} = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

3- **التماثل الكروي** : 1- **اذا السطح الكروي مفرغ**

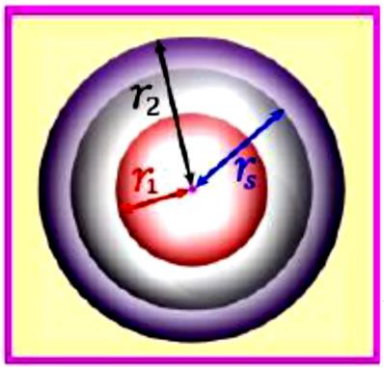
www.almanahj.com

مثال : احسب شدة المجال الكهربائي الناتج عن توزيع متماثل للشحنات على سطح جسم كروي مفرغ نصف قطره (r_s)

1- خارج الجسم المشحون (على بعد اكبر من (r_s))

2- داخل الجسم المشحون (على بعد اقل من (r_s))

ملاحظة : لايجاد شدة المجال في كل كل حالة نتخيل سطحا جاوسيا مناسب وهو كرة متحدة المركزمع الجسم الكروي نفسه كما في الشكل



.....

.....

.....

.....

.....

.....

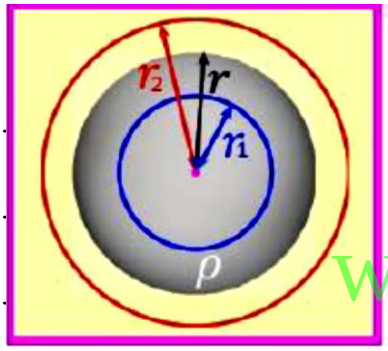
2-السطح الكروي مصمت

مثال : احسب شدة المجال الكهربائي الناتج عن توزيع منتظم متساوي على حجم جسم كروي مصمت نصف قطره (r) وبكثافة حجمية (ρ)

1- خارج الجسم المشحون (على بعد اكبر من (r))

2- داخل الجسم المشحون (على بعد اقل من (r))

ملاحظة : لايجاد شدة المجال في كل كل حالة نتخيل سطحا جاوسيا مناسب وهو كرة متحدة المركزمع الجسم الكروي نفسه كما في الشكل



www.almanahj.com

مثال : تتوزع شحنة توزيعا كرويا متماثلا وغير منتظم وفق المعادلة التالية :

$$\rho(r)=\begin{cases}\rho_0\left(1-\frac{r}{R}\right) & \text{عندما } r\le R\\ 0 & \text{عندما } r>R\end{cases}$$

حيث : $R = 00.250\ m\ , \rho_0 = 10.0\mu C\ /\ m^3$

احسب المجال الناتج عن هذا التوزيع عندما $r_1 = 0.125$ m وعندما $r_2 = 0.500$m

.....

.....

.....

.....

www.almanahj.com

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

السؤال الثاني عشر : اسطوانة نصف قطرها R مشحونة بشحنة منتظمة ρ احسب المجال الكهربائي عند نقطة تبعدr من محور الأسطوانة r<R

.....

.....

.....

.....

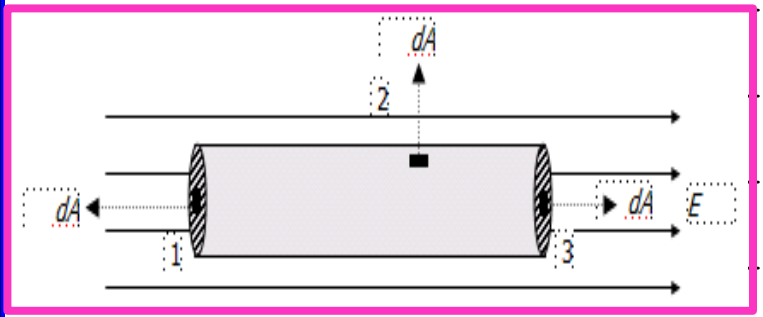
.....

.....

.....

www.almanahj.com

السؤال الثالث عشر احسب التدفق الكلي لأسطوانة مغلقة نصف قطرها R موضوعة في مجال كهربائي منتظم



.....

.....

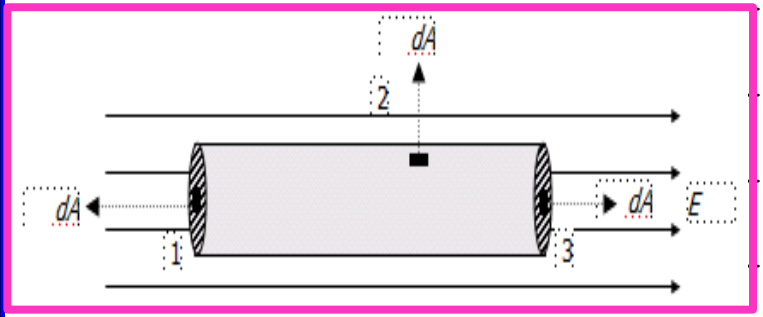
.....

.....

.....

.....

السؤال الرابع عشر : أوجد قيمة التدفق الكلي خلال سطح مكعب طول ضلعه L وضع في مجال منتظم باتجاه المحور X



.....

.....

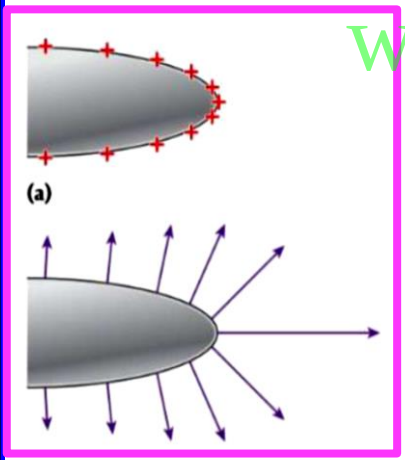
.....

.....

.....

.....

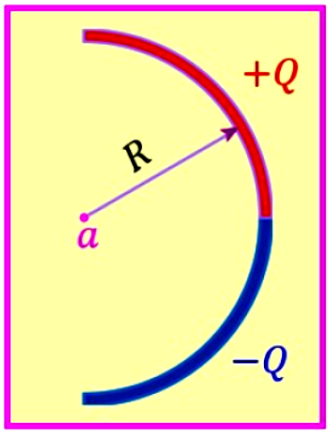
الحواف الحادة ومانعات الصواعق



www.alhanafij.com

عند شحن طرف ذا موصل حاد تتكاثف الشحنة وتتجمع عند الطرف الحاد ويكون المجال الناشئ عن هذه الشحنات اشبه بالمجال الناتج غن الشحنة النقطية وهذا يعني ان المجال يكون اكبرما يمكن عند السطح الحاد . استغل بنيامين فرانكلين هذه الفكرة الى ابتكار مانعات الصواعق التي تستخدم للتقليل من الاثار السلبية الناتحة عن تراكم الغيوم اثناء العواصف حيث استخدم مانعات صواعق ذات رؤوس حادة زمتصلة مع الارض بهدف تفريغ الشحنات التي تحملها الغيوم في الارض مباشرة

تدريبات (واجب)



تُني قضيب زجاجي رفيع على شكل نصف دائرة نصف قطرها (R) ووُزعت شحنة $(+Q)$ بشكل منتظم على النصف العلوي لها كما وُزعت شحنة $(-Q)$ بشكل منتظم لاحظ الشكل ، أوجد علاقة لحساب المجال الكهربائي عند النقطة (a) التي تمثل مركز نصف الحلقة .

.....

.....

www.almanahj.com

.....

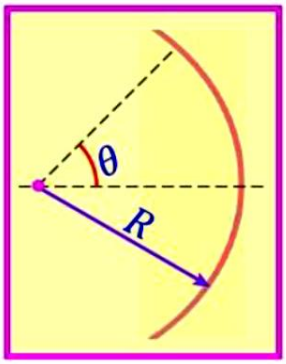
.....

.....

.....

.....

يقع قضيب منتظم الشحنة طوله (L) وشحنته الكلية (Q) على امتداد المحور (Y) من $(Y=0)$ الى $(Y=L)$ أوجد تعبيراً للمجال الكهربائي عند النقطة $(a,0)$ أي عند $(X=a)$ على المحور (X)



وُزعت شحنة (Q) بالتساوي على سلك مثني على شكل قوس نصف قطره (R)

لاحظ الشكل **أجب عما يلي :**

1- استنتج علاقة لحساب المجال الكهربائي في مركز القوس كدالة للزاوية (θ)

.....

.....

.....

.....

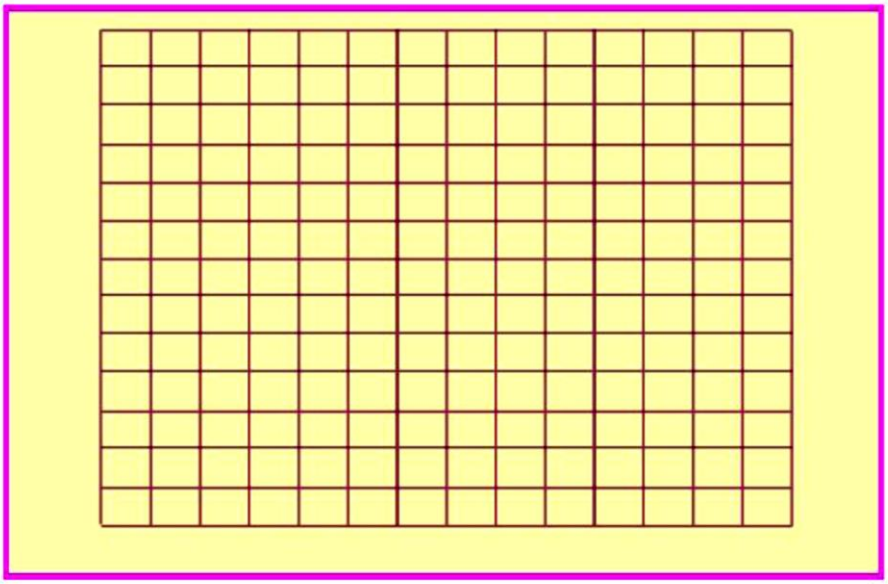
www.almanahj.com

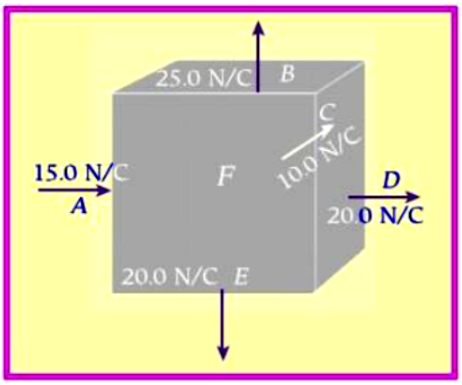
.....

.....

.....

ارسم تمثيلاً بيانياً للمجال الكهربائي كدالة للزاوية (θ) عندما $(0 < \theta < 180^{o})$





تتجه مجالات كهربائية مختلفة المقادير اما الى الداخل او الى الخارج بزوايا قائمة على اسطح المكعب المبين في الشكل المجاور . **أحسب** شدة المجال وحدد اتجاهه على الوجه (F)

.....

.....

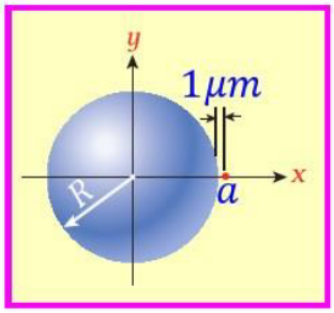
.....

.....

.....

.....

www.almanahj.com



كرة مصمتة موصلة نصف قطرها $(0.15m)$ وشحنتها $(6.1\mu C)$ لاحظ الشكل **احسب** مقدار المجال الكهربائي وحدد اتجاهه عند النقطة (a) التي تقع على بُعد $(1\mu m)$ من سطح الكرة .

.....

.....

.....

.....

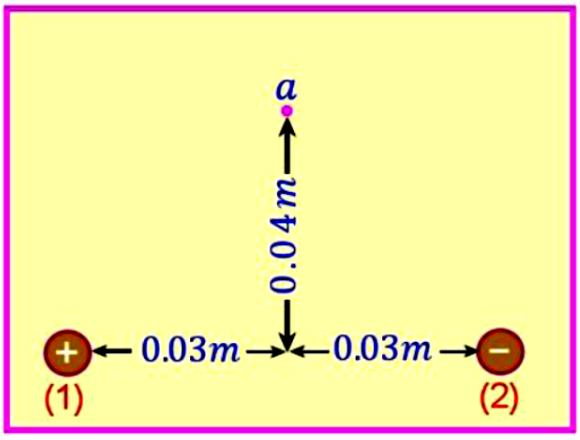
وضعت شحنة نقطية مقدارها $(-6.00nC)$ في مركز هيكل كروي موصل نصف قطره الداخلي $(2.00m)$ ونصف قطره الخارجي $(4.00m)$ اذا علمت ان الشحنة على السطح الخارجي $(+7.00nC)$ فأحسب المجال الكهربائي في النقاط التالية :

1- النقطة (a) التي تبعد عن المركز مسافة $(1.00m)$

2- النقطة (b) التي تبعد عن المركز مسافة $(3.00m)$

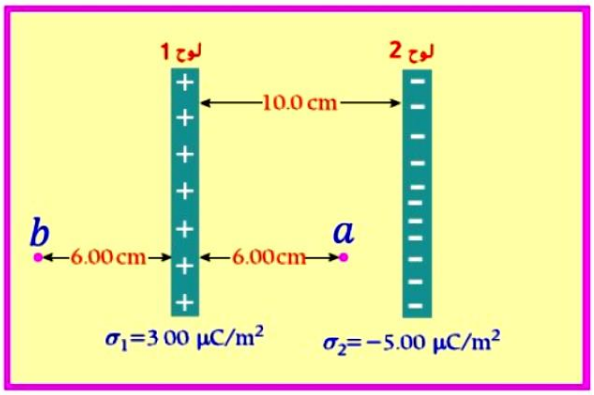
www.almanahj.com

3- النقطة (c) التي تبعد عن المركز مسافة $(5.00m)$



في الشكل المجاور سلكان متوازيان لانهائيان يحملان شحنتان مختلفتان وبكثافة خطية (طولية) مقدارها $(1.00\times10^{-6}\mu C/m)$

احسب مقدار المجال الكهربائي وحدد اتجاهه في النقطة (a)



بالاعتماد على البيانات المدونة على الشكل المجاور والذي يمثل لوحان متوازيان لانهائيان ، **احسب** المجال الكهربائي وحدد اتجاهه عند النقاط التالية :-

1- النقطة (a) .

2- النقطة (b) .

www.almanahj.com