أينشتاين الخليج
einstein gulf
المجالات الكهربائية وقانون جاوس
الثاني عشر - متقدم
الفصل الدراسي الأول
Almanahj.com/ae
Academic Year
2020 - 2021
Mr. Ramy Abd El Fattah
إعداد الأستاذ
رامي عبد الفتاح
Join Us.
@einstien_gulf_in_physics
Einstein Gulf
For Contact
0507292077
0507670323

بسم الله الرحمن الرحيم

أخى المعلم وأبنائى الطلبة والطالبات إلى كل من يعشق علم الفيزياء

يسرنى أن أضع بين أيديكم هذا العمل سائلاً المولى سبحانه وتعالى أن ينفعنا وإياكم به في الدنيا والآخرة وأن يجعل عملنا كله خالصاً لوجهه الكريم

واعلم أخى الطالب وأختى الطالبة أن علم الفيزياء من أهم العلوم التي قامت عليها الحضارة البشرية في العصر الحديث وذلك بدء من تصور طومسون للذرة واكتشافه الالكترون مروراً برذرفورد ثم شرودنجر وبور وتصوره للذرة مرور بنسبية اينشتين وميكانيكا الكم وعلم الالكترونيات وصولاً لتكنولوجيا النانو وعلم الفضاء بداية من البيرونى والحسن ابن الهيثم مروراً بجاليليو وتلسكوبه الشهير أول نافذة للفضاء مروراً بالأقمار الصناعية ثم مكوك الفضاء هذا وغيره يبين مدى فضل علم الفيزياء على غيره من سائر علوم الدنيا

ولذلك اهتم أخى الطالب أن تدرس الفيزياء كعلم وليس كمادة لتحصيل الدرجات فقط فلم لا يكون اسمك من تلك الأعلام الذين خدموا البشرية لذلك اضع بين أيديكم جزء ضئيل من مجهود تلك العظماء وقد راعيت فيه البساطة والدقة والتبسيط وكتابة العديد من الأمثلة والأسئلة على قدر استطاعتى وأسأل الله أن تنال إعجابكم متمنياً لكم النجاح والتوفيق ...

Almanahj.com/ae

ولا تنسونى من صالح الدعاء ولعائلتى

ولكل مدرس علمنى حرفاً

اطلازم لا تباع توزع مجاناً

☆☆ الوحدة الثانية ☆☆

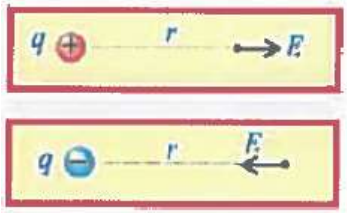
تعريف المجال الكهربائى :

- محصلة القوة الكهربائية المؤثرة في شحنة مقسومة على مقدار هذه الشحنة :

$$E_{(r)} = \frac{F(\vec{r})}{q} \qquad F = |q|E$$

- وهى مية متجهة لها مقدار واتجاه وحدة (E) : (N/C)

اتجاه شدة المجال عند نقطة :



- إذا كانت (q) موجبة يكون اتجاه (E) من النقطة بعيداً عن الشحنة
- إذا كانت (q) سالبة يكون اتجاه (E) من النقطة باتجاه الشحنة .

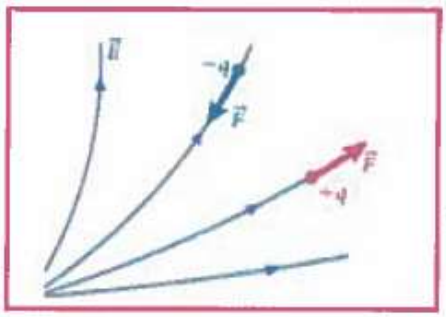
ملاحظة :

- الشحنة لا تؤثر على نفسها بمجال وإنما تؤثر على المنطقة المحيطة بها .
- في حالة وجود مصادر متعددة للمجالات الكهربائية في الوقت نفسه نستخدم مبدأ التراكب .

Almanahj.com/ae

$$\vec{E_t}(\vec{r}) = \vec{E_1}(\vec{r}) + \vec{E_2}(\vec{r}) + \cdots + \vec{E_n}(\vec{r})$$

خطوط المجال الكهربائى :



١) تبدأ الخطوط من الشحنة الموجبة وتنتهى عند الشحنة السالبة (إذا لم يكن هناك شحنة سالبة تنتهى في اللانهاية)

٢) عدد خطوط المجال التي تجتاز عمودياً وحدة المساحة تمثل شدة المجال عند تلك النقطة . الخطوط تتكاثف عندما تكون $(\vec{E})$ كبيرة وتتباعد عندما تكون $(\vec{E})$ صغيرة

٣) اتجاه $(\vec{E})$ عند أي نقطة يكون مماساً لخط المجال المار بتلك النقطة

٤) عدد الخطوط الخارجة من الشحنة الموجبة أو الواصلة إلى السالبة يتناسب مع مقدار الشحنة

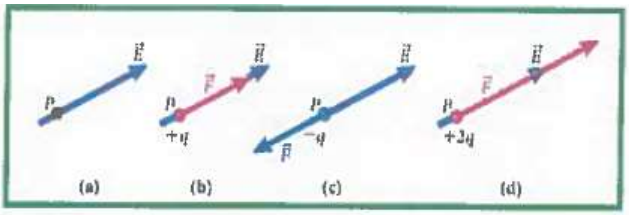
٥) لا تتقاطع علل ؟ لأنه لو تقاطع خطان لكان لشدة المجال في نقطة التقاطع أكثر من اتجاه

شحنة اختبار :

- لكى نرسم خطاً للمجال الكهربائى نتخيل وضع شحنة صغيرة عند كل نقطة في المجال الكهربائى وتكون هذه الشحنة صغيرة بما يكفى بحيث لا تؤثر في المجال .

- القوة الناتجة عن وضع شحنة في مجال كهربائى

- إذا كانت (q) سالبة تكون ($\vec{F}$) عكس اتجاه ($\vec{E}$)
- إذا كانت (q) موجبة تكون ($\vec{F}$) بنفس اتجاه ($\vec{E}$)



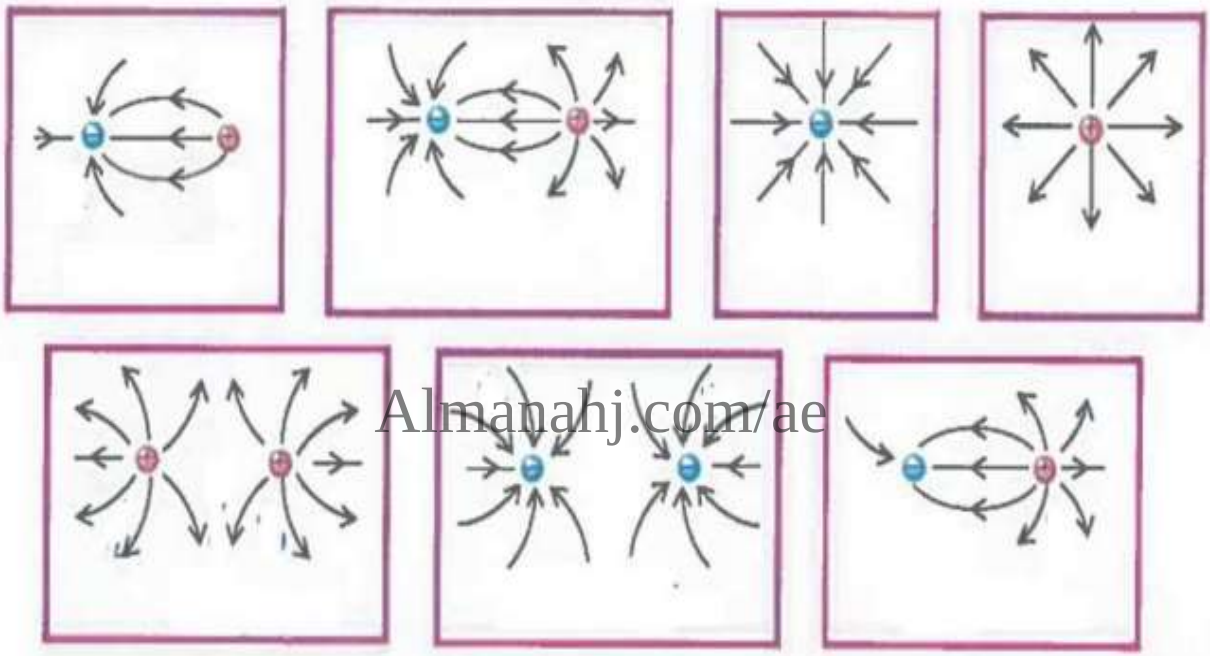
a) النقطة P على خط مجال كهربائى

b) شحنة موجبة q+ موضوعة عند النقطة P

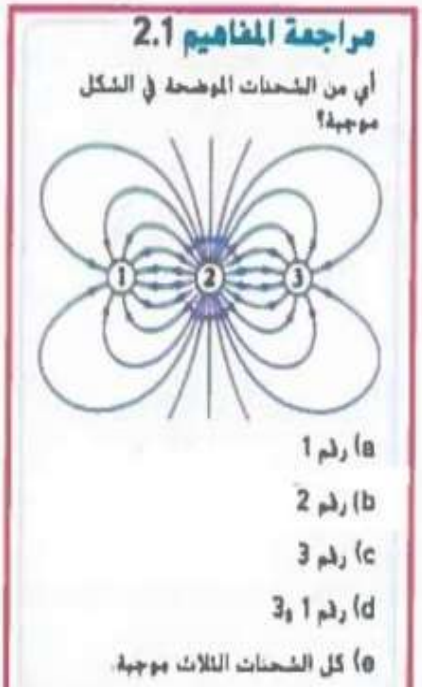
c) شحنة سالبة q– موضوعة عند النقطة P

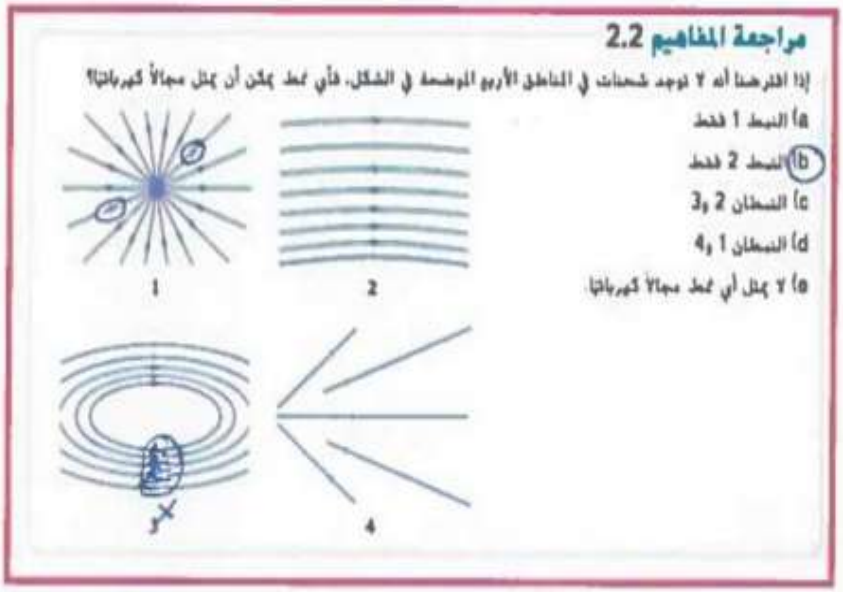
d) شحنة موجبة 2q+ موضوعة عند النقطة P

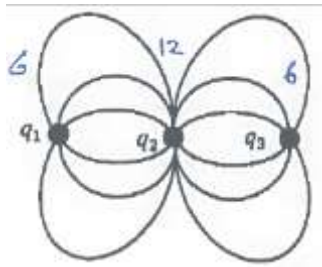
الشحنة النقطية



Almanahj.com/ae







(١)يُظهر الرسم التخطيطى المجاور خطوط المجال الكهربائى لثلاث شحنات كهربائية نقطية . اعتماداً على الرسم أجب كما يلى :

١) احسب النسبة $\frac{|q_1|}{|q_3|}$

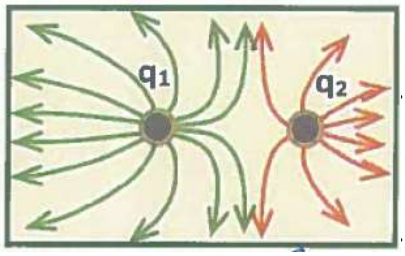
الحـــل .....

.....

٢) إذا كانت الشحنة (q_1) سالبة ، فما نوع كل من الشحنتين (q_2) و (q_3) ؟

الحـــل .....

(٢)يبين الشكل المجاور خطوط المجال الكهربائى لشحنتين نقطيتين (q_2) , ($|q_1| = 18.x\ 10^{-12}\ C$)



١) ما نوع كل من الشحنتين ؟

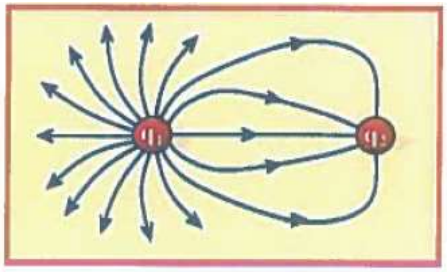
الحـــل .....

٢) ما مقدار الشحنة (q_2) ؟

الحـــل .....

Almanahj.com/ae

(٣)يظهر الشكل المجاور خطوط المجال الكهائى حول شحنتين نقطيتين متجاورتين اعتماداً على الشكل:



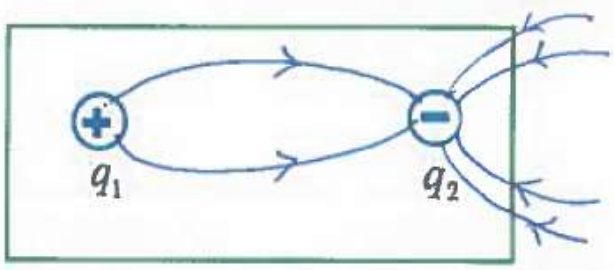
١) ما نوع الشحنة (q_2) ؟

الحـــل .....

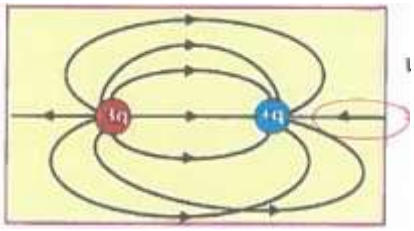
٢) أي الشحنتين كميتها أكبر ؟

الحـــل .....

(٤)وضعت الشحنتان النقطيتان ($q_1 = 1.4\ x\ 10^{-6}\ C$, $q_2 = -4.2\ x\ 10^{-6}\ C$)متجاورتين في الهواء كما في الشكل المجاور ، ارسم خطوط المجال الكهربائى على الشكل نفسه .



(٥)رسم متعلم خطوط المجال الكهربائى لشحنتين متجاورتين كما في الشكل المجاور . اكتب الأخطاء الثلاثة التي ارتكبها المتعلم في الرسم .

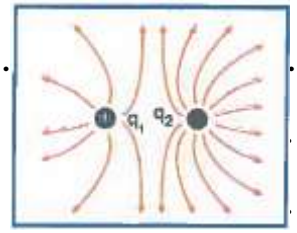


الحـــل .....

.....

.....

(٦)شكل التخطيطى المجاور يظهر خطوط المجال الكهربائى لشحنتين q_1 , q_2 فإذا كان : $q_1 = 3\ x\ 10^{-6}\ C$ حدد نوع الشحنة q2 ثم احسب كميتها .

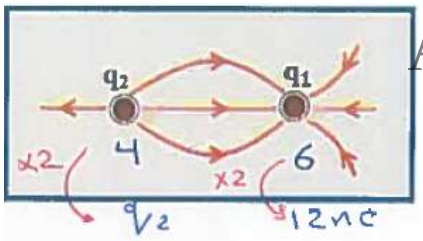


الحـــل .....

.....

.....

(٧)اعتماداً على الشكل التخطيطى المجاور أكمل الجدول التالى بما يناسب :

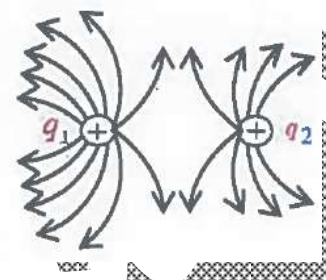


Almanahj.com/ae

	q_1	q_2
نوع الشحنة	.....	.....
مقدار الشحنة	12 nC	.....

اختر الإجابة الصحيحة فيما يلى :

(١)اعتماداً على الشكل المجاور تكون النسبة بين كميتى الشحنتين $\left(\frac{q_1}{q_2}\right)$ تساوى :



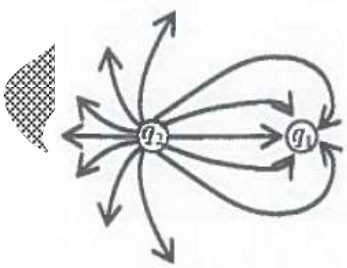
أ) $\frac{2}{1}$

ب) $\frac{1}{2}$

ج) $\frac{3}{2}$

د) $\frac{2}{3}$

(٢)يظهر الشكل المجاور خطوط المجال الكهربائى لشحنتين نقطتين متجاورتين ، إذا كان مقدار الشحنة q_1 يساوى $6\ \mu C$ فما مقدار الشحنة q_2 ؟



أ) $2.5\ \mu C$

ب) $4.8\ \mu C$

ج) $4.3\ \mu C$

د) $14.4\ \mu C$

وزارى ... وزارى

المجال الكهربائى الناتج عن الشحنات النقطية

- شدة المجال الكهربائى (E) : هي القوة الكهربائية المؤثرة في شحنة اختبار صغيرة مقسومة على كمية شحنة الاختبار .

$$E = K\,\frac{q}{r^2} \qquad E = \left|\frac{F}{q_0}\right| = \frac{1}{4\,\pi\varepsilon_0}\,\frac{|q|}{r^2} \qquad F = \frac{1}{4\,\pi\varepsilon_0}\,\frac{|qq_0|}{r^2}$$

- وضعت شحنة نقطية $q = 4.00\ x\ 10^{-9}\ C$ على المحور X عند نقطة الأصل . ما المجال الكهربائي الناتج عند $X = 25.0\ cm$ ؟

الحـــل .....

.....

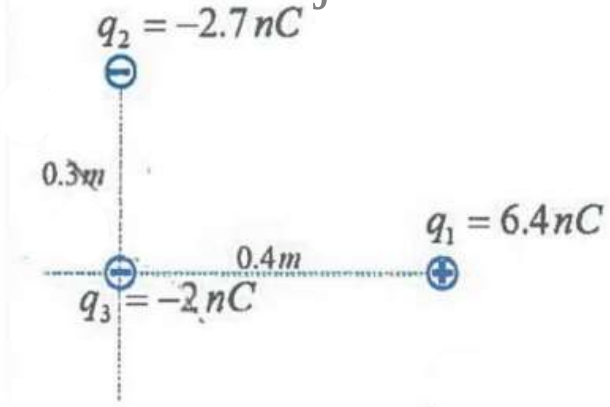
.....

معتمداً على البيانات في الشكل :

١) احسب شدة المجال الكهربائى المؤثر في الشحنة (q3) وحدد اتجاهه ؟

٢) احسب مقدار القوة الكهربائية المؤثرة على الشحنة (q3) وحدد اتجاهها على الرسم .

Almanahj.com/ae



الحـــل .....

.....

.....

.....

.....

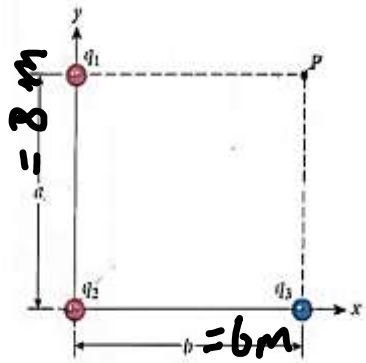
.....

.....

مهم

- يوضح الشكل التالى ثلاث شحنات نقطية ثابتة

$q_1 = +1.50\,\mu C$ ، $q_2 = +2.50\,\mu C$ ، $q_3 = -3.50\,\mu C$



تقع الشحنة q_1 عند النقطة (0 , a) ،

الشحنة q_2 عند النقطة (0 , 0) ،

الشحنة q_3 عند النقطة (b , 0) .

ما المجال الكهربائى $\overrightarrow{E}$ الذى تنتجه هذه

الشحنات الثلاث عند النقطة (b , a) = P ؟

الحـــل

.....

.....

.....

.....

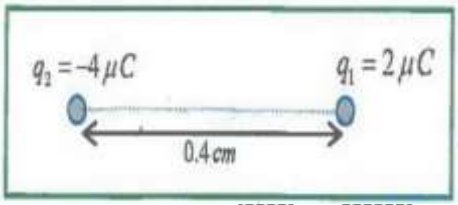
.....

.....

.....

Almanahj.com/ae

- وضعت شحنتان نقطيتان في الهواء كما في الشكل المجاور :



١) احسب شدة المجال عند منتصف المسافة بين الشحنتين

٢) احسب القوة الكهربائية التي تؤثر في بروتون يوضع في منتصف المسافة بين الشحنتين $q_p = 1.6\ x\ 10^{-19}\ C$

الحـــل

.....

.....

.....

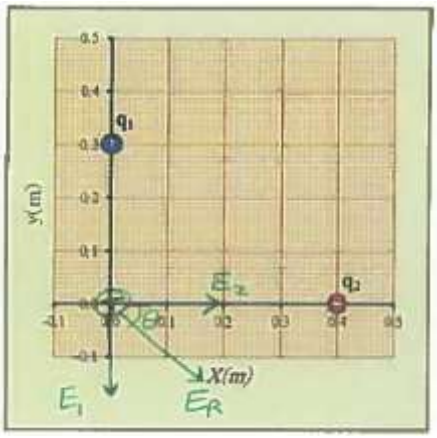
.....

.....

.....

.....

بإذن الله لازم سؤال في اختبار الوزارة



- وضعت الشحنتان النقطيتان (q_1 , q_2) في الهواء على محاور الإحداثيات كما في الشكل المجاور إذا كانت الشحنة الأولى , $q_2 = +16.0\ x\ 10^{-6}\ C$

$q_1 = -32.0\ x\ 10^{-6}\ C$

١) جد شدة المجال الكهربائى عند نقطة الأصل (0 , 0)

الحـــل .....

.....

.....

.....

.....

.....

٢) إذا أزيلت الشحنة (q_2) فهل يزداد مقدار المجال الكهربائى عند نقطة الأصل أم يقل أم لا يتغير؟

الحـــل .....

Almanahj.com/ae

.....

.....

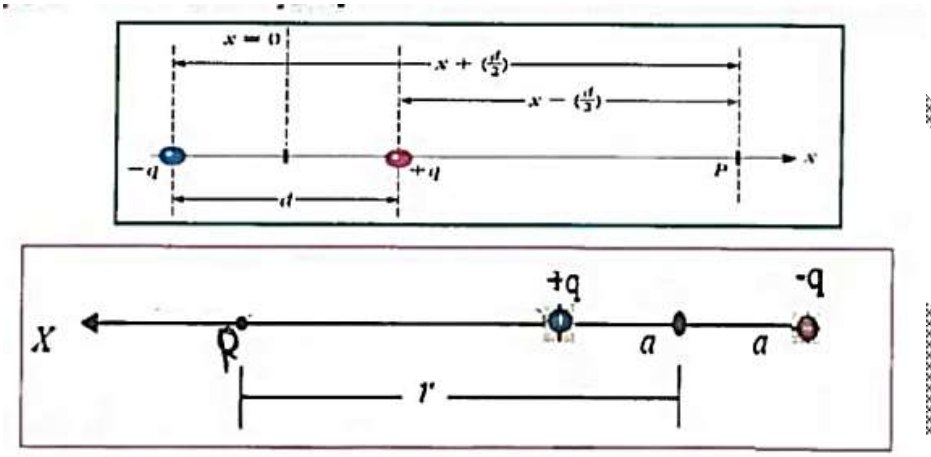
.....

.....

المجال الكهربائى الناتج عن ثنائى قطب

ثنائى القطب الكهربائى :

- نظام مكون من جسمين نقطيين مشحونين بشحنتين (متساويتين في المقدار) و (مختلفتين في الإشارة)



الحـــل .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Almanahj.com/ae

الشيء الوحيد الذي يستحق منك التضحية هو حلمك

" اسعى إليه ليكون لك "

المجال الكهربائى الناتج عن ثنائى القطب الكهربائى :

$$E \approx \frac{qd}{2\pi\varepsilon_0 x^3}$$

عزم ثنائى القطب الكهربائى : $\overrightarrow{P}$ (X , r) بعد النقطة عن منتصف ثنائى القطب

- يكون اتجاه عزم ثنائى القطب الكهربائى من الشحنة السالبة إلى الشحنة الموجبة وهو عكس اتجاه خطوط المجال الكهربائى : $P = qd$
- الصيغة النهائية للمجال الكهربائى الناتج عن ثنائى القطب :

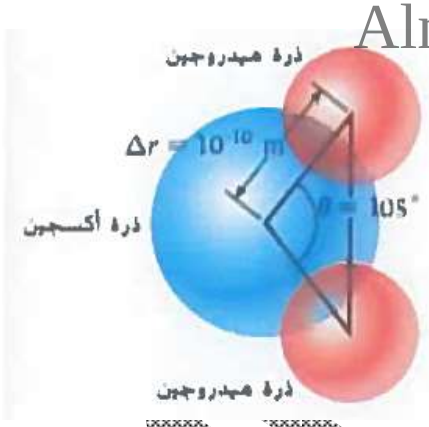
$$E = \frac{P}{2\,\pi\,\varepsilon_0\,|X|^3}$$

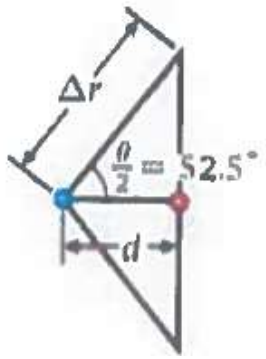
حيث (q) مقدار إحدى الشحنتين (d) المسافة الفاصلة بينهما

جزئ الماء :

- ما عزم ثنائى القطب الكهربائى الناتج للماء :

Almanahj.com/ae





الحـــل .....

.....

.....

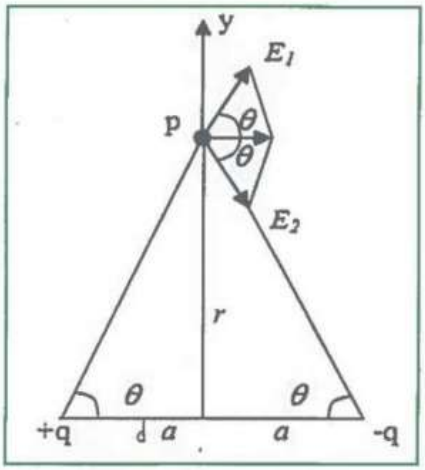
.....

.....

.....

.....

- بالنسبة لثنائى القطب الموضح بالشكل أوجد شدة المجال الكهربائى الناشيء عن الشحنتين q+ , q− عند النقطة P الواقعة على العمود المنصف لمحور ثنائى القطب .



الحـــل .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- ثنائى قطب متعادل شحنتاه $-6.0\ \mu C$, $+6.0\ \mu C$ والمسافة بينهما 2cm فإن مقدار المجال الكهربائى على بعد 30 cm من منتصف ثنائى القطب هي :

A) 5.6×10^4 N/C

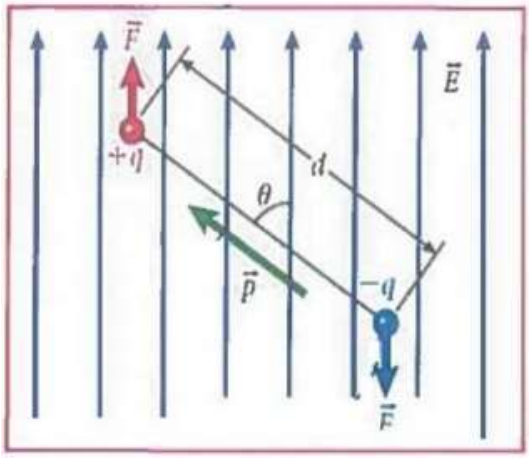
B) 8.0×10^4 N/C

C) 12.5×10^4 N/C

D) 15.0×10^4 N/C

Almarahi.com
الشيء الوحيد الذي يستحق منك التضحية هو حلمك
" اسعى إليه
ليكون لك "

ثنائى القطب في مجال كهربائى :



- تتأثر الشحنة النقطية في مجال كهربائى بقوة (F = qE)

وتكون هذه القوة مماسية لخطوط المجال

ملاحظات :

١) نحن هنا ندرس القوى المؤثرة في ثنائى قطب موجود في مجال خارجى لا المجال الناتج عن ثنائى القطب

٢) مجال ثنائى القطب صغير جداً مقارنة مع المجال الخارجي (E) لذلك يمكننا تجاهل تأثيره

٣) يبذل المجال الكهربائى قوة متجهة إلى الأعلى على الشحنة الموجبة وإلى الأسفل على الشحنة السالبة ومقدارها (F = qE) وهما متساويتان لذلك ينتج عنها عزم دوران

$$\vec{\tau} = \vec{r}\, x\, \vec{F} \qquad \text{ومنها} \qquad \tau = qEd\, sin\theta$$

Almanahj.com/ae

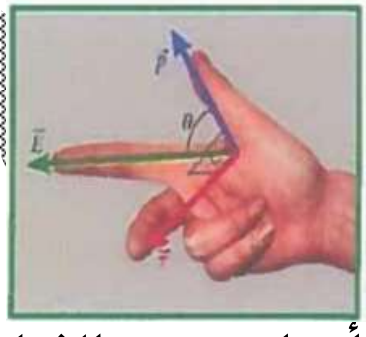
بتذكر أن عزم ثنائى القطب الكهربائى يحدد بالمعادلة p = qd

$$\tau = p\, E\, sin\theta$$

ولأن عزم الدوران عبارة عن متجه ويجب أن يكون متعامداً على كل من عزم ثنائى القطب الكهربائى والمجال الكهربائى

- نلاحظ من المعادلة السابقة أن مقدار العزم يعتمد على $sin\theta$
- ويكون أكبر ما يمكن (قيمة عظمى) أي $\tau = \pm pE$ عندما تكون الزاوية 90 أو 270
- بينما يكون العزم صفراً عندما تكون الزاوية (0) أو (180)

يمكن الحصول على اتجاه عزم الدوران باستخدام قاعدة اليد اليمنى



١) الإبهام (p)

٢) السبابة (E) الإصابع

٣) العمودى على باطن اليد (الإصبع الوسطى) (τ)

- ثنائى قطب كهربائى له شحنتان مختلفتان في الإشارة مقدار كل منهما $5.00\ x\ 10^{-15}\ C$ وتفصل بينها مسافة $0.400\ mm$ موجه زاوية 60.0 بالنسبة لمجال كهربائى منتظم مقداره $2.00\ x\ 10^{3}\ N/C$ أوجد مقدار عزم الدوران الذى يبذله المجال الكهربائى على ثنائى القطب .

وضع ثنائى قطب كهربائى في مجال كهربائى منتظم كما

الحـــل .....

.....

.....

.....

.....

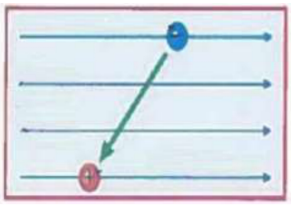
.....

.....

.....

Almanahj.com/ae

في أي اتجاه سيدور ثنائي القطب؟



٢) في أي اتجاه سيدور ثنائى القطب ؟ فسر إجابتك .

اختر الحل تعريف لثنائي القطب

a) زوج من الشحنات المتساوية والمتشابهة التي تقع في نقطة الأصل

b) زوج من الشحنات غير المتساوية والمتشابهة تقع في الأصل

c) زوج من الشحنات المتساوية مقداراً ومختلفة نوعاً ومفصولة بمسافة صغيرة

d) زوج من الشحنات غير المتساوية مقداراً ومختلفة نوعاً ومفصولة بمسافة صغيرة

- غالباً ما يقاس عزم ثنائى القطب الكهربائى للجزيئات بوحدة الديباى (D) حيث :

$1D = 3.34\ x\ 10^{-30}\ Cm$ على سبيل المثال عزم ثنائى القطب لغاز كلوريد الخيدروجين هو 1.05 D احسب أقصى عزم دوران يمكن أن يبذل على هذا الجزئ في وجود مجال كهربائى مقداره 160.0 N/C .

الحـــل .....

.....

.....

.....

- تبعد شحنتام e+ , e– عن بعضهما مسافة 0.680nm في مجال كهربائى E مقداره 4.40 KN/C وموجه بزاوية 45.0° بالنسبة إلى محور ثنائى القطب احسب عزم ثنائى القطب ومن ثم عزم الدوران المبذول على ثنائى القطب في المجال الكهربائى .

الحـــل .....

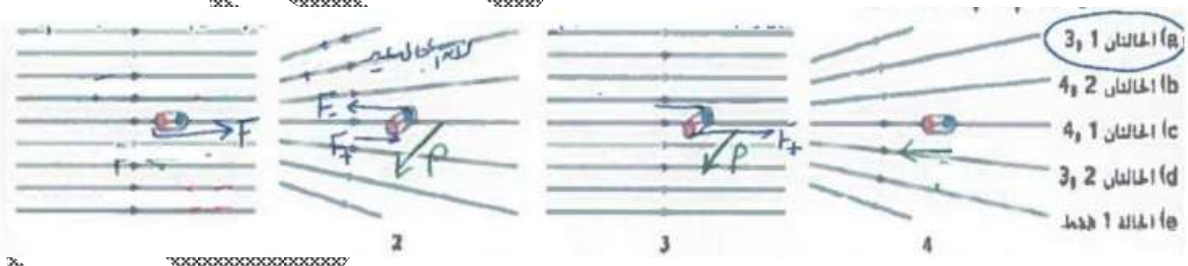
Almanahj.com/ae

.....

.....

.....

- وضع ثنائى قطب متعادل كهربائياً في مجال كهربائى خارجى كما هو موضح في الشكل في أي حالة (حالات) تكون محصلة القوى المؤثرة فى ثنائى القطب صفراً . برر إجابتك .



الحـــل .....

.....

.....

.....

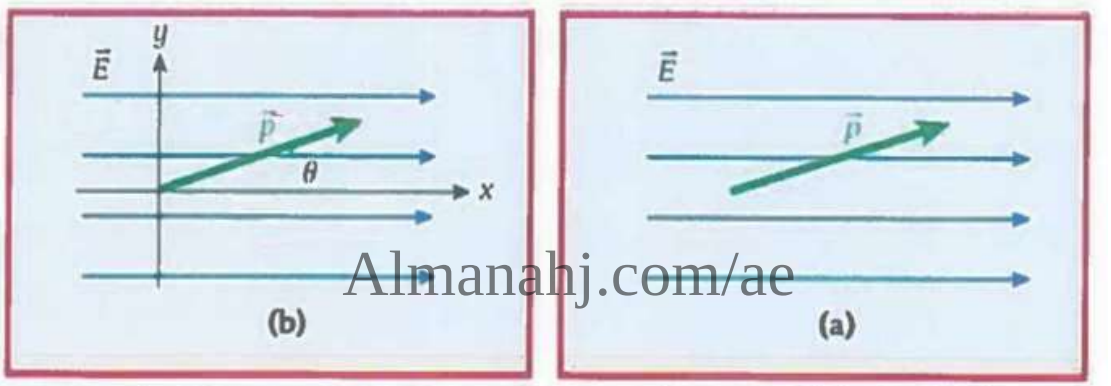
.....

- وضع ثنائى قطب متعادل كهربائياً في مجال كهربائى خارجى كما هو موضح في الشكل في مراجعة المفاهيم 2.3 في أي حالة (حالات) تكون محصلة عزم الدوران المبذولة على ثنائى القطب صفراً ؟

a) الحالتان 1 , 3
b) الحالتان 2 , 4
c) الحالتان 1 , 4
d) الحالتان 2 , 3
e) الحالة 1 فقط

المسألة :

- وضع ثنائى قطب كهربائى مقدار عزم ثنائى القطب له $P = 1.40\ x\ 10^{-12}\ C\ m$ في مجال كهربائى منتظم مقداره $E = 498\ N/C$ (الشكل a 2.21)



المجال الكهربائي في اتجاه x، وعزم ثنائي القطب في المستوى xy.

ثنائي قطب كهربائي في مجال كهربائي منتظم.

Almanahj.com/ae

- عند لحظة زمنية معينة كانت الزاوية بين عزم ثنائى القطب الكهربائى والمجال الكهربائى هي : $\theta = 14.5°$ ما المربات الديكارتية لعزم الدوران في ثنائى القطب ؟

الحـــل .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- عزم ثنائى الأقطاب لشحنتين $q_1 = -2\mu c$, $q_2 = +2\mu c$ ومفصولة بمسافة 2 mm يساوى:

a) $2\ x\ 10^{-9}\ mc$

b) $4\ x\ 10^{-9}\ mc$

c) $6\ x\ 10^{-9}\ mc$

d) $8\ x\ 10^{-9}\ mc$

- يكون اتجاه عزم الثنائى قطبى :

a) من الشحنة الموجبة إلى الشحنة السالبة

b) من الشحنة السالبة إلى الشحنة الموجبة

c) مبتعداً عن الشحنة الموجبة

d) عمودى على الخط الواصل بين الشحنتين

التوزيعات العامة للشحنة

عندما تكون الشحنة الكهربائية موزعة بانتظام كأن تكون مرتبة في بُعد واحد على طول سلك أو بُعدين على سطح جسم فلزى فإنه يستحيل حساب المجال الناشيء عن هذه الأعداد الهائلة من الشحنات النقطية بالرطيقة التقليدية (مبدأ التراكب) ولذا نلجأ إلى طريقة التكامل لحل المسائل اتتضمن مثل هذه التوزيعات للشحنة بعد أن تقسم الشحنة إلى عناصر متناهية في الصغر تسمى العناصر التفاضلية ويرمز لها بالمركز dq وهذا لابد من الانتباه لما يلى :

١) عندما تكون الشحنة موزعة على خط (بُعد واحد) يكون $dq = \lambda dX$ حيث λ (لمدأ) وتمثل الشحنة لكل وحدة طول أي الكثافة الطولية أو الخطية للشحنة .

٢) عندما تكون الشحنة موزعة على مساحة (بعدين) يكون $dq = \sigma dA$ حيث σ (سيجما) وتمثل الشحنة لكل وحدة مساحة أي الكثافة السطحية للشحنة .

٣) عندما تكون الشحنة موزعة على حجم (ثلاثة أبعاد) يكون $dq = \rho dV$ حيث ρ (رو) وتمثل الشحنة لكل وحدة حجم أي الكثافة الحجمية للشحنة .

٤) نعتبر مقدار المجال الناتج عن الشحنة التفاضلية $dE = K\ \frac{dq}{r^2}$

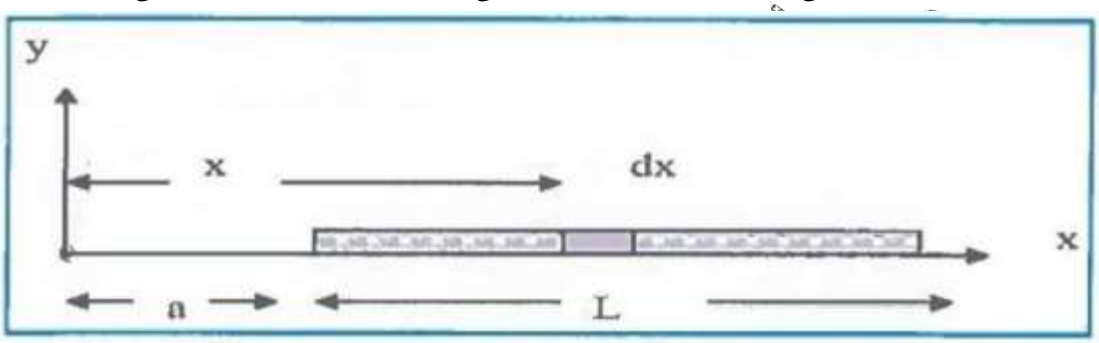
Almanahi.com/ae

الخلاصة :

- على امتداد خط — توزيع الشحنة — $dq = \lambda dX$
- على السطح — توزيع الشحنة — $dq = \sigma dA$
- على الحجم — توزيع الشحنة — $dq = \rho dV$

تطبيقات عن كيفية حساب شدة المجال الكهربائى باستخدام شحنة اختبار :

- إيجاد شدة المجال الكهربائى عند النقطة P الواقعة على مسافة a من إحدى نهايتى السلك .



الحـــل .....

.....

Almanahj.com/ae

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

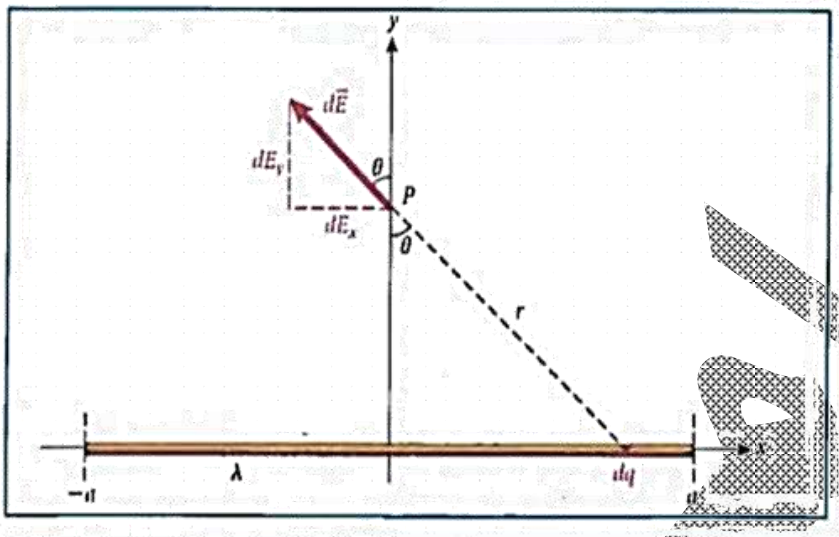
.....

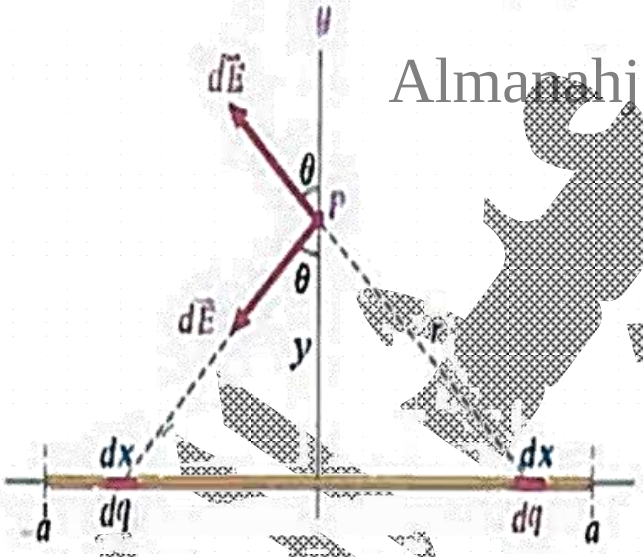
.....

$$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\ \lambda\ \frac{L}{a\,(L+a)} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\ \frac{L}{a\,(L+a)}$$

شحنات على سلك مستقيم :

- أوجد المجال الكهربائى عند النقطة (P) الواقعة على امتداد الخط الذى ينصف السلك باستخدام جدول التكاملات





Almanahj.com/ae

$$E_P = \frac{2K\lambda}{y} \quad \frac{a}{\sqrt{y^2 + a^2}}$$

حيث (a) نصف طول السلك

إذا كان السلك لا نهائي الطول

أو

الحـــل

.....

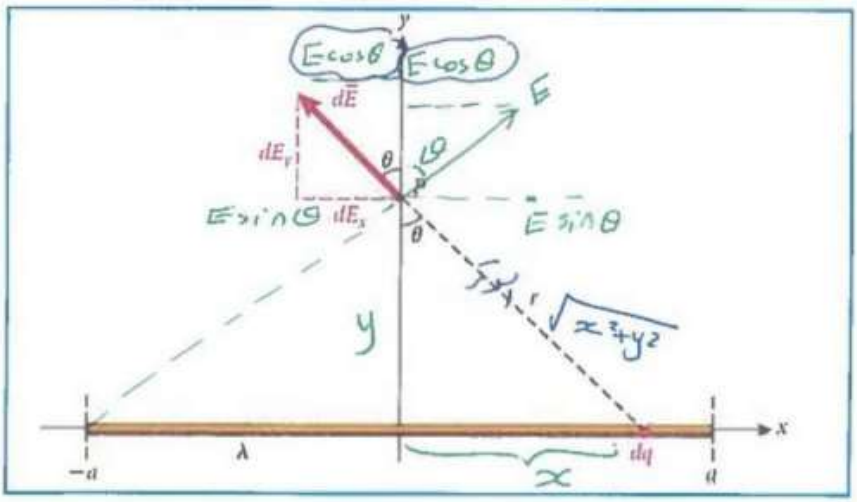
.....

.....

.....

شحنات على سلك مستقيم :

- أوجد المجال الكهربائى عند النقطة (P) الواقعة على امتداد الخط الذى ينصف السلك باستخدام جدول التكاملات



الحـــل .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

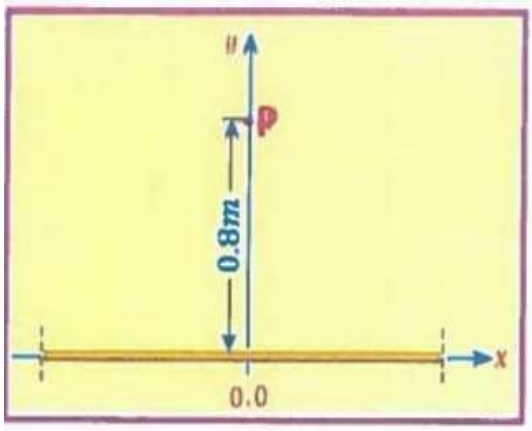
.....

.....

Almanahj.com/ae

- الشكل المجاور يبين سلك مستقيم طوله (1.2 m) ويحمل شحنة موجبة بكثافة طولية مقدارها $(4.0\mu c/m)$ مستعيناً بالقاعدة الرياضية التالية :

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



- أجب عما يلى :

١) احسب المجال الكهربائى الناتج عن شحنة السلك في النقطة P

الحـــل .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

٢) أعد الحسابات على افتراض أن السلك لا نهائي الطول .

الحـــل .....

.....

.....

.....

.....

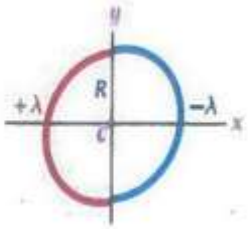
.....

.....

Almanahj.com/ae

شحنات على حلقة :

- ثنى قضيب زجاجى رفيع على شكل دائرة نصف قطرها (R) ووزعت شحنة (Q+) بشكل منتظم على لها كما وزعت شحنة (Q −) بشكل منتظم لاحظ الشكل ، أوجد علاقة لحساب المجال الكهربائى عند النقطة التي تمثل مركز نصف الحلقة .



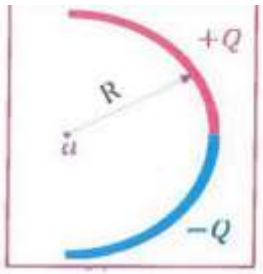
الحـــل .....

.....

.....

.....

- ثنى قضيب زجاجى رفيع على شكل نصف دائرة نصف قطرها (R) ووزعت شحنة (Q+) بشكل منتظم على النصف العلوى لها كما وزعت شحنة (Q −) بشكل منتظم لاحظ الشكل ، أوجد علاقة لحساب المجال الكهربائى عند النقطة (a) التي تمثل مركز ربع الحلقة .



الحـــل .....

.....

.....

.....

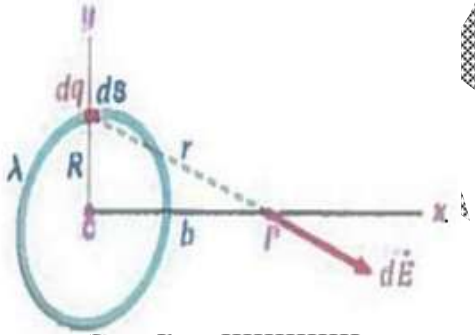
Almanahj.com/ae

$$E_p = \frac{k\,q\,b}{(R^2+b^2)^{3/2}}$$

توضيح

$$= \frac{k\,q\,b}{(R^2+b^2)^{3/2}}$$

حالات خاصة :



١) إذا كان (b >> R) $E_p = \frac{k\,q}{b^2}$

٢) إذا كان (b = 0.0) أي في المركز $E_c = 0.0$

الحـــل .....

.....

.....

.....

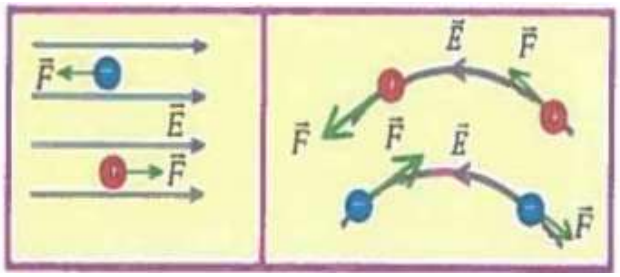
.....

سؤال هاااام : مهارات عليا

- لو طلب منك ضغط الشحنات $P_Q = \frac{\sigma^2}{2\,\varepsilon_0}$ تسبب شحنة الموصل السطحية ويسبب التنافر ضغطا على سطح الموصل متجهاً للخارج ← مقداره

القوة الناتجة عن مجال كهربائى :

- عندما توضع شحنة (q) داخل مجال كهربائى منتظم أو غير منتظم فإنها تتأثر بقول كهربائية تعطى بالعلاقة التالي: $\vec{E} = q\,\vec{E}$
- ويكون متجة القوة مماساً لمتجه المجال (لخطوط المجال) وفى الاتجاه نفسه إذا كانت الشحنة موجبة ويعكس اتجاه المجال إذا كانت الشحنة سالبة لاحظ الأشكال التالى :



ملاحظات هامة جداً :

١) إذا ترك أي جسيم مشحون حراً داخل مجال كهربائى فإنه سيبدأ الحركة باتجاه القوة الكهربائية وبعجلة ثابتة تعطى حسب قانون نيوتن الثانى بالعلاقة التالية :

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} = \frac{q\,\vec{E}}{m}$$

٢) يتم وصف الحركة بعجلة ثابتة من خلال العلاقات التالية :

$$v_j = v_i + a\,\Delta t$$

$$v_j^2 = v_i^2 + 2\,a\,\Delta X$$

$$\Delta X = v_i \Delta t + \frac{1}{2}\,a\,\Delta t^2$$

ملاحظة

$v_0 = v_i$

السرعة الابتدائية ويفضل كتابة v_0

٣) نحسب الطاقة الحركية للجسيم المتحرك بالعلاقة التالية :

$$K = \frac{1}{2}\,m\,v^2$$

٤) تُقاس الطاقة في النظام الدولى بوحدة الجول (J) وهناك وحدات أخرى لقياسها مثل الالكترون فولت (eV) وهنا وجب معرفة عامل التحويل بين هاتين الوحدتين حيث يكون:

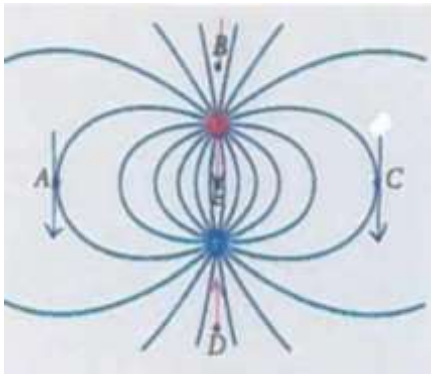
$$1\text{eV} = 1.602 \times 10^{-19}\,J$$

Almanahi.com

المجال الكهربائى الناتج عن سطح مستو موصل لا نهائي منتظم توزيع الشحنة $E = \sigma / \varepsilon_0$

المجال الكهربائى الناتج عن سطح مستو غير موصل لا نهائي منتظم توزيع الشحنة

$$E = \frac{1}{2}\, \sigma / \varepsilon_0$$



- يوضح الشكل منظراً ثنائى الأبعاد لخطوط الكهربائى الناتج عن شحنتين مختلفتين بالإشارة . ما اتجاه المجال عند النقاط الخمس A , B , C , D , E وعند أي من النقاط يكون مقدار المجال أكبر ما يمكن .

الحـــل .....

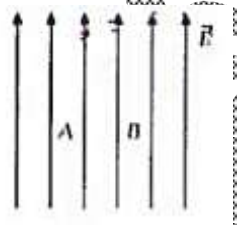
.....

.....

- وُضع جس صغير موجب الشحنة في وضع السكون في مجال كهربائى منتظم كما هو موضح في الشكل عندما يتحرر الجسم فإنه :

a) سيبدأ في الحركة بسرعة ثابتة
b) سيبدأ في الحركة بعجلة ثابتة
c) سيبدأ في الحركة بعجلة متزايدة
d) سيتحرك إلى الخلف وإلى الأمام بحركة توافقية بسيطة

- يمكن وضع جسم صغير موجب الشحنة في مجال كهربائى منتظم عند الموقع A أو الموقع B في الشكل ما وجه المقارنة بين القوتين الكهربائيتين اللتان تؤثر في الجسم عند الموقعين ؟



a) مقدار القوة الكهربائية المؤثرة في الجسم تكون أكبر عند الموقع A
b) مقدار القوة الكهربائية المؤثرة في الجسم تكون أكبر عند الموقع B
c) لا توجد قوة كهربائية مؤثرة في اجسم عند أي من الموقعين A , B
d) تتساوى القوة الكهربائية المؤثرة في الجسم عند الوقع A مع القوة المؤثرة في الجسم عند الموقع B في المقدار وتعاكسها في الاتجاه
e) القوة الكهربائية المؤثرة في الجسم عند الموقع A هي القوة الكهربائية غير الصفرية نفسها المؤثرة في الجسم عند الموقع B

Almanahj.com

- يبيت الشكل صفيحتين متوازيتين مشحونتين بشحنتين متساويتين في المقدار ومختلفتين في النوع . وضعت شحنة نقطية مقدارها $2\mu C$ عند النقطة (أ) في الحيز بين اللوحين فتأثرت بقوة كهربائية مقدارها $6\ x\ 10^{-4}$ نيوتن في اتجاه خطوط المجال :

١) ما نوع الشحنة النقطية ؟

٢) احسب مقدار المجال الكهربائى عند النقطة (أ)

٣) إذا نقلت الشحنة إلى النقطة (ب) ما مقدار القوة المؤثرة فيها ؟

الحـــل

.....

.....

.....

.....

.....

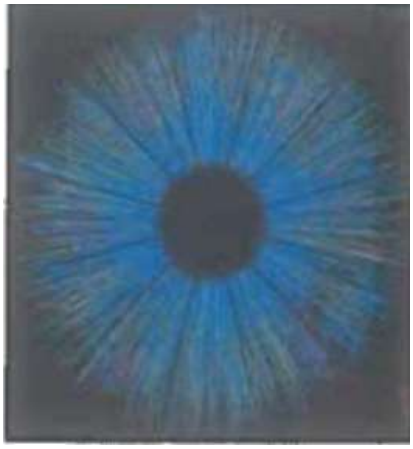
.....

.....

Almanahj.com/ae

حجرة الإسقاط الزمنى :

- حجرة تستخدم في أجهزة التصادم للكشف عن مسارات الأجسام دون الذرية وتحتوى على غازى أرغون بنسبة % 90 وغاز الميثان بنسبة % 10 أثناء مرور الجسيمات المشحونة عبر الغاز تؤين ذرات الغاز وتنتج الكترونات حرة . يعطى مصادم star TPC تمثيلاً ثلاثى الأبعاد لمسار كل جسيم مشحون تمثل الألوان مقدار التأين الناتج عن كل مسار .



- نلاحظ الكترون يتحرك بسرعة مقدارها (27.5 Mm/s) وبموازاة مجال كهربائى مقداره (11.400KM/C) احسب المسافة التي سيقطعها الالكترون قبل أن يتوقف .

الحـــل .....

.....

.....

.....

- مجال كهربائى مقداره (150 N/C) يتجه رأسياً إلى أسفل بالقرب من سطح الأرض ، احسب العجلة التي يتحرك بها الكترون ترك حراً داخل هذا المجال .

الحـــل .....

.....

.....

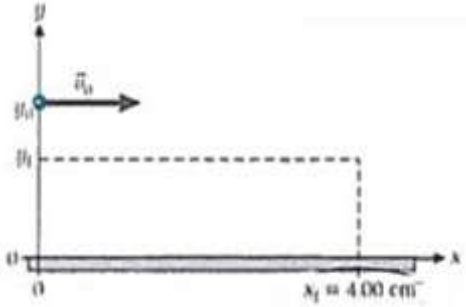
.....

.....

Almanahj.com/ae

حركة الكترون فوق لوح مشحون :

- أطلق الكترون طاقته الحركية (2.00 KeV) فوق لوح موصل مشحون وفقى وضع أفقى ، وتبلغ كثافة شحنة سطح اللوح $+4 x 10^{-G}\ C/m^2$ إذا كان مسار الكترون في الاتجاه الموجب أعلى اللوح (على سافة من سطحه) فما الانحراف الرأسى للاكترون بعد أن يقطع مسافة أفقة مقدارها 4.00 cm ؟



الحـــل .....

.....

.....

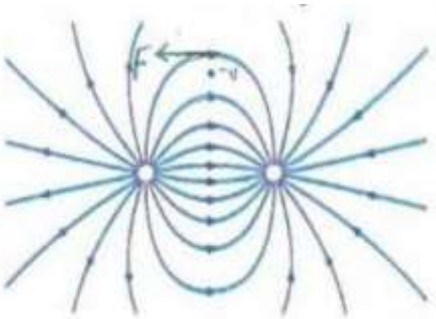
.....

.....

.....

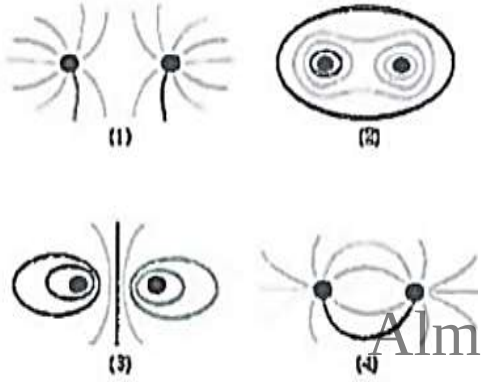
.....

- وضعت شحنة سالبة q– في مجال كهربائى غير منتظم كما هو موضح الشكل . فما اتجاه القوة الكهربائية المؤثرة في هذه الشحنة السالبة .



a) ←
b) ↑
c) →
d) ↓
e) The force is zero

- أي الرسوم البيانية يمثل أفضل تمثيل لخطوط المجال الكهربائى حول ثنائى القطب كهربائى ؟



a) 1
b) 2
c) 3
d) 4
e) لا يوجد رسم صحيح

Almanahj.com/ae

- ثنائى القطب كهربائى عزمه $\vec{p} = 250\ pc.m$ ويعمل زاوية مقدارها $65°$ درجة مع مجال كهربائى منتظم مقداره $3.0\ x\ 10^{-6}\ N/C$ ما هو مقدار عزم الدوران على ثنائى القطب ؟

a) $3.2\ x\ 10^{-6}\ N/m$
b) $6.2\ x\ 10^{-6}\ N/m$
c) $1.4\ x\ 10^{-6}\ N/m$
d) $6.8\ x\ 10^{-6}\ N/m$
e) $7.5\ x\ 10^{-6}\ N/m$

- تقترح الأبحاث أن شدة المجالات الكهربائية في بعض سحب العواصف الرعدية يمكن أن تكون حوالى 10.03 kN/C احسب مقدار القوة الكهربائية المؤثرة في جسيم يحتوى على الكترونين فائضين في وجود مجال شدته 10.0 kN/C .

الحـــل .....

.....

.....

.....

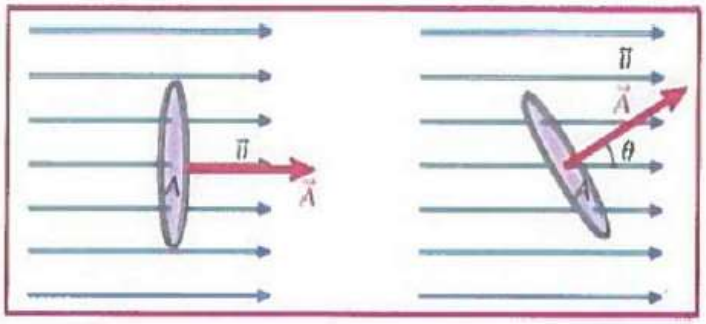
☆☆ التدفق الكهربائى (Φ) ☆☆

- هو عدد خطوط المجال الكهربائى التي تقطع وحدة المساحة بشكل عمودى عليه ويعبر عنه رياضياً بالقانون التالى :

$$\Phi = \vec{E} \cdot \vec{A} \qquad \Phi = EA\cos\theta$$

يقاس التدفق الكهربائى Φ بوحدة ($N.m^2/C$)

- بلغة مبسطة يتناسب التدفق الكهربائى طردياً مع عدد خطوط المجال الكهربائى



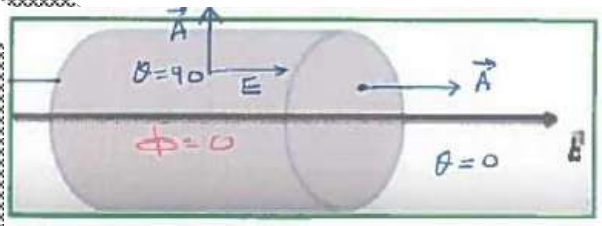
- متجة المساحة : متجة مقداره يساوى مساحة السطح A واتجاهه عمودى على سطح المساحة ونحو الخارج

Almanahj.com/ae

- θ هي الزاوية المحصورة بين اتجاه المجال الكهربائى E واتجاه متجة المساحة A

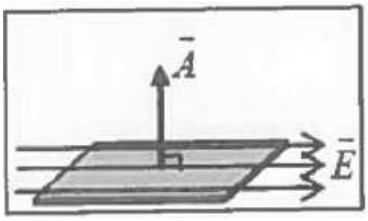
تدريب :

- حدد متجة المساحة لكل وجه من أوجه الأسطوانة التالية :

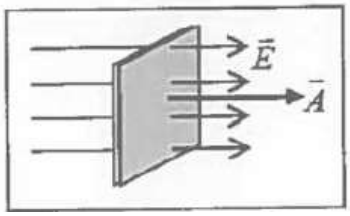


ملاحظات مهمة جداً جداً :

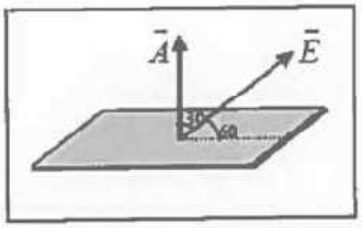
- يكون التدفق موجباً إذا كانت خطوط المجال خارجة من السطح .
- يكون التدفق سالباً إذا كانت خطوط المجال داخلة إلى السطح .



- إذا كان المجال يوازى السطح $\theta = 90$ فإن $\Phi = 0$



- إذا كان المجال يوازى السطح $\theta = 90$ فإن $\Phi = 0$



- إذا كان المجال يوازى السطح $\theta = 90$ فإن $\Phi = 0$

- يتم عمر صفيحة ذات مساحة $8\ m^2$ في حقل كهربائى منتظم مقداره 2000 N/C إذا كان مستوى الصفيحة يصنع زاوية 15 مع المجال الكهربائى ، فإن التدفق الكهربائى عبر الصفيحة :

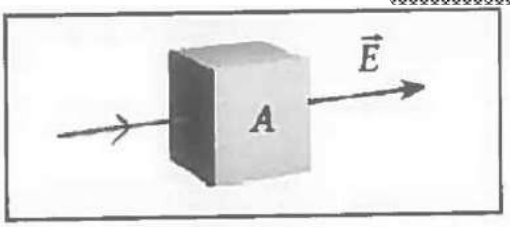
a) 1.03×10^3 N.m2/C c) 3.46×10^3 N.m2/C

b) 2.83×10^3 N.m2/C d) 4.14×10^3 N.m2/C

Almanahj.com/eg

تدفق كهربائى عبر مكعب

مسألة



- ما محصلة التدفق الكهربائى الماء عبر المكعب ؟

الحـــل .....

.....

.....

.....

- عند وضع صندوق شكله مكعب أو كروى أو شبه مكعب ... خالى من الشحنات في مجال كهربائى فإن التدفق الكهربائى خلال الصندوق = صفر (لأن عدد خطوط المجال التي تدخل الصندوق تساوى عدد خطوط المجال التي تخرج منه ..)

- وإذا كان السطح مغلقاً فإننا نحصل على التدفق الكلى عبره من خلال تكامل المجال الكهربائى على السطح المغلق وبمتغيرين مكانيين مثل الإحداثيات الديكارتيه (X , Y) أو الإحداثيات الكروية (ϕ , θ)

$$\Phi = \oiint \vec{E} . d \vec{\Lambda}$$

- تعنى الحلقة الموجودة على التكامل أن التكامل يجرى على سطح مغلق وتشير علامتا التكامل إلى إجراء التكامل على متغيرين .

☆☆ قانون جاوس ☆☆

- يتناسب التدفق الكهربائى الذى يمر عبر سطح مغلق مهما كان شكله (سطح جاوس) تناسباً طردياً مع مقدار الشحنة الكهربائية التي يحيط فيها ذلك السطح أي أن :

$$\Phi = \frac{q}{\varepsilon_0}$$

- حيث (q) مقدار الشحنة الكلية التي يحيط فيها السطح الجاوسى إحاطة تامة (إغلاق تام)

Almurajj.com/ar

ملاحظات هامة :

١) إذا كان السطح المغلق لا يحتوى شحنة فهذا يعنى انعدام التدفق الكلى خلاله حتى لو كان موضوع في مجال خارجى منتظم أو غير منتظم

٢) إذا كان هناك أكثر من شحنة داخل السطح المغلق فتجمع جمع جبرى ثم نحسب التدفق الناتج عن مجموعها $\Phi = \frac{\sum q}{\varepsilon_0}$ أو يتم حساب التدفق الناتج عن كل شحنة ثم تجمع جمعاً جبرياً

٣) التدفق خلال سطح مغلق يحيط بشحنة سالبة يكون مساو للتدفق خلال سطح مغلق يحيط بشحنة موجبة لها المقدار نفسه .

٤) يمكن التعبير عن قانون جاوس بصيغة أخرى تتضمن مفهوم التدفق الكهربائى وكالتالى :

$$\oiint \vec{E} . d \vec{A} = \frac{q}{\varepsilon_0}$$

- لاستخدام قانون جاوس لحساب المجال الكهربائى الناتج عن توزيع معلوم للشحنة أي من العبارات التالية يجب أن تكون صحيحة ؟

a) يجب أن يكون توزيع الشحنة في وسط غير موصل

b) يجب أن يكون توزيع الشحنة في وسط موصل

c) يجب أن يكون لتوزيع الشحنة تماثل كروى أو اسطوانى

d) يجب أن يكون توزيع الشحنة منتظماً

e) يجب أن يكون لتوزيع الشحنة تماثل بدرجة عالية يصبح افتراضات حول تماثل مجاله الكهربائى

- وضعت شحنة نقطية Q + على المحور X عند X = a ووضعت شحنة نقطية أخرى Q– على المحور X عند X = a– إذا كان هناك سطح جاوسى نصف قطره r = 2 a متمركز عند نقطة الأصل فسيكون التدفق عبر هذا سطح جاوس :

a) صفراً

b) أقل من الصفر

c) أكبر من الصفر

d) لا شيء مما سبق

Almanahj.com/ae

- وضعت أسطوانة مصنوعة من مادة عازلة في مجال كهربائى كما هو مبين في الشكل ستكون محصلة التدفق الكهربائى الماء عبر سطح الأسطوانة :

a) موجبة

b) سالبة

c) صفراً

برر إجابتك .....

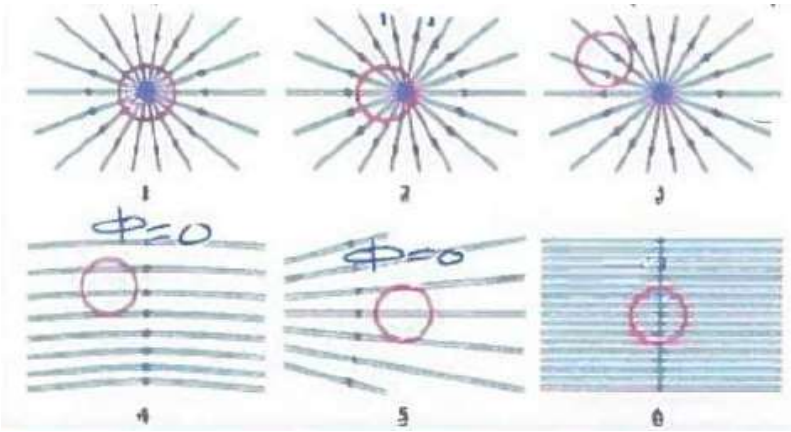
.....

.....

.....

.....

- الخطوط الموضحة في الشكل هي خطوط مجال كهربائى والدائرة مسطح جاوس ما الحالة (الحالات) التي سيكون التدفق الكهربائى الكلى فيها غير صفرى ؟



a) 1 فقط

b) 2 فقط

c) 4 , 5 , 6

d) 6 فقط

e) 1 , 2

- وضعت أربع شحنات ($-7q$, $+2q$, $-q$, $+3q$) في حيز ثلاثى الأبعاد وأحيطت بسطح جاوسى ، احسب التدفق الكهربائى خلال هذا السطح .

الحـــل .....

.....

.....

Almanahj.com/ae

- الجدول التالى يبين مقدار التدفق الذى يعبر كل وجه من أوجه صندوق مكعب مساحة كل وجع من أوجهه الستة (20.0 cm x 20 cm) ، احسب الشحنة الكلية (الصافية) داخل المكعب .

الوجه	التدفق Nm^2/C
1	−70
2	−300
3	−300
4	+ 300
5	−400
6	−500

الحـــل .....

.....

.....

.....

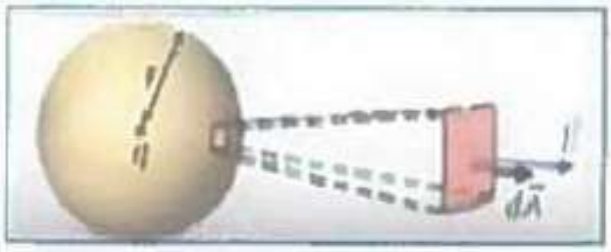
- يتم حصر شحنتين في سطح كروى نصف قطرة 5 cm والتدفق الكهربائى من خلال هذا السطح 2×10^6 Nm^2 / C فإن مقدار المجال الكهربائى في ذلك السطح = ...

a) 2.1 x 107 N/C

b) 4.8 x 107 N/C

c) 6.4 x 107 N/C

d) 8.5 x 107 N/C



الحـــل .....

.....

.....

.....

.....

.....

Almanahj.com/ae

- ينص قانون جاوس على أن صافى التدفق خلال أي سطح جاوسي مغلق يساوى صافى الشحنة الكهربائية داخل السطح مقسوماً على السماحية الفراغية

$$\Phi = \oint \overrightarrow{E} \cdot d\overrightarrow{A} = \frac{q_{in}}{\varepsilon_0} = \frac{(q1 + q2 + q3 \dots qn)}{\varepsilon_0}$$

- يوجد شحنة نقطية مقدارها 5+ mC في مركز كرة نصف قطرها 12 cm ما هو التدفق الكهربائى لهذا المجال من خلال هذا سطح ؟

الحـــل .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (أ) شحنتين مقدارهما (8 mC , −5 mC) داخل مكعب طول ضلعه 0.45 m ما هو مجموع التدفق الكهربائى من خلال المكعب ؟
- (ب) كرر (أ) إذا كان نفس الشحنتين موجودتين داخل غلاف كروى نصف قطر 0.45 m

برر إجابتك .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- توضع الشحنتين ($+25.9\ \mu C$, $-8.2\ \mu C$) على سطح كروى نصف قطرها 5 cm فإن التدفق الكهربائى من ذلك السطح

Almanahj.com/eg

a) 2.0×10^6 N.m2/C

b) 3.0×10^6 N.m2/C

c) 4.0×10^6 N.m2/C

d) 5.0×10^6 N.m2/C

الحـــل .....

.....

.....

.....

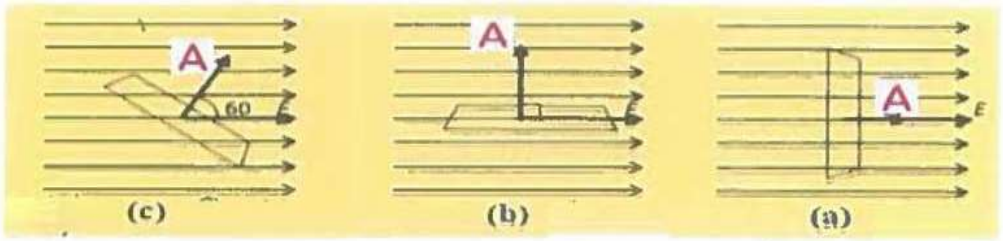
.....

.....

.....

.....

- مجال كهربائى E يقطع سطحاً مستوياً مساحته A كما في الشكل . أوجد تدفق المجال الكهربائى من السطح في الحالات a , b , c .



الحـــل .....

.....

.....

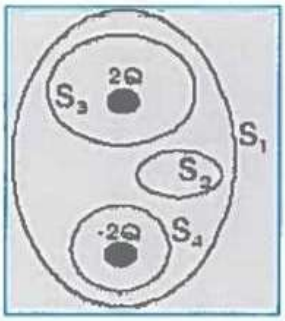
.....

.....

.....

- في الشكل أدناه احسب التدفق الكلى (ϕ) للسطوح S4 , S3 , S2 , S1 .

الحـــل .....



.....

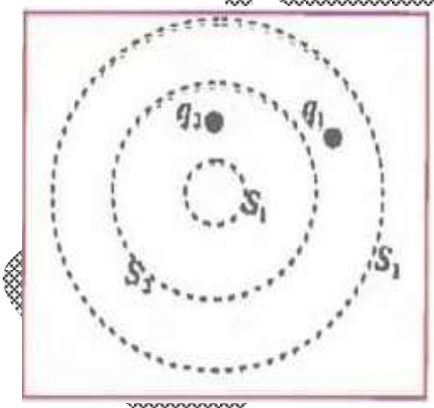
.....

.....

.....

- الشكل المجاور يظهر شحنتان نقطيتان $q_1 = +4\ \mu C$, $q_2 = -6\ \mu C$ وثلاثة أسطح مغلقة S1 , S2 , S3 أوجد التدفق الكهربائى الذى يجتاز كل سطح

الحـــل .....



.....

.....

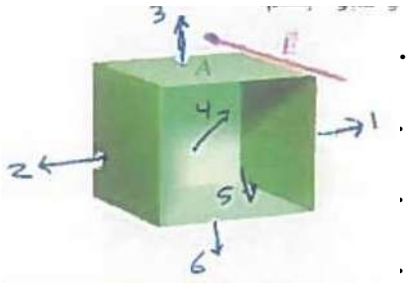
.....

.....

.....

Almanahj.com/ae

- يوضح الشكل مكعباً مساحة وجهه A ووجهها ناقصاً للمكعب . يوجد هذا الجسم مكعب الشكل ذو الأوجه الخمسة في مجال كهربائى منتظم $\overrightarrow{E}$ عمودى على وجه واحد . ما محصلة التدفق الكهربائى الماء عبلر الجسم ؟



الحـــل .....

.....

.....

.....

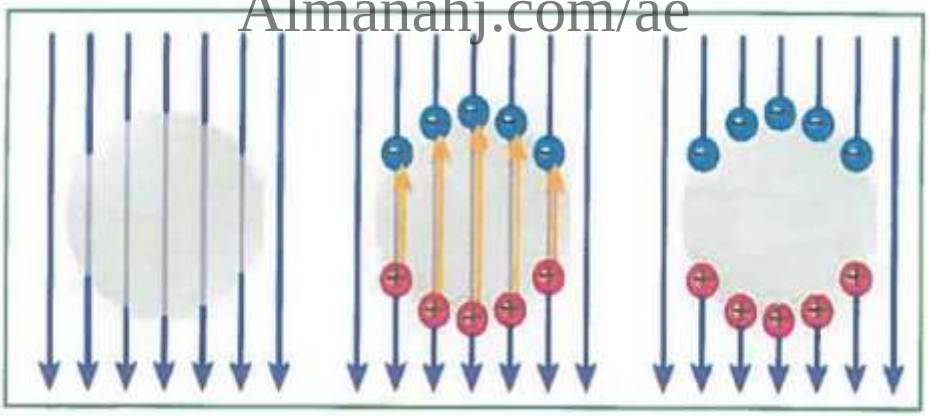
☆☆ الحماية الكهروستاتيكية ☆☆

- تتضح من قانون جاوس نتيجتان مهمتان هما :

١) يكون المجال الكهروستاتيكى داخل أي موصل معزول صفراً دائماً

٢) تكون التجاويف الموجودة داخل الموصلات محمية من المجالات الكهربائية

Almanahj.com/ae



- عند صناعة تجويف في جسم موصل (سيارة – قطار ....) تون الشحنة الصافية وبالتالي المجال الكهربائى داخل هذا التجويف = صفراً دائماً

الشيء الوحيد الذي يستحق منك التضحية هو حلمك
" اسعى إليه ليكون لك "

- كان أشخاص كثيرون جالسين في سيارة عندما تعرضت السيارة لضربه برق لماذا نجوا من ضربة البرق هذه ؟

الحـــل .....

.....

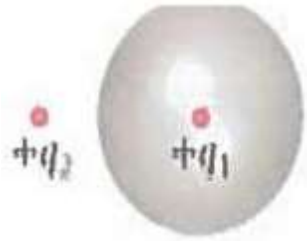
.....

.....

.....

.....

- كرة مجوفة وموصلة غير مشحونة في البداية فوضعت شحنة موجبة q_1 + داخل الكرة كما هو مبين في الشكل ثم وضعت شحنة موجبة أخرى q_2+ بالقرب من الكرة لكن من الخارج أي من العبارات التالية نصف محصلة القوة الكهربائية المؤثرة في كل شحنة ؟



a) توجد محصلة قوة كهربائية تؤثر في q_2+ لكن لا تؤثر في q_1+

b) توجد محصلة قوة كهربائية تؤثر في q_1+ لكن لا تؤثر في q_2+

c) تتأثر كلتا الشحنتين بمحصلة قوة كهربائية متساوية في المقدار والاتجاه

d) تتأثر كلتا الشحنتين بمحصلة قوة كهربائية متساوية في المقدار ومتعاكسة في الاتجاه

e) لا توجد محصلة قوة كهربائية تؤثر في أي من الشحنتين

- وضعت قطع الفلين في وعاء موصل مفتوح وعرضته لمجال كهربائى غير منتظم فإنها لا تتطاير عند شحن مولد فإن دى جراف لأن الفلز الموصل وفر الحماية لقطع الفلين ومنع قطع الفلين من اكتساب عزم ثنائى القطب .

- وضعت قطع الفلين في وعاء بلاستيك مفتوح وعرضته لمجال كهربائى غير منتظم فإنها تتطاير عند شحن مولد فإن دى جراف لأن المجال الكهربائى يخترق الوعاء البلاستيكى بسهولة ويصل إلى قطع الفلين فتكتسب مقداراً صغيراً من عزم ثنائى القطب .

- كرة موصلة مجوفة شحنت في البداية بشحنة سالبة موزعة عليها بالتساوى وقربت بشحنة موجبة q+ إلى الكرة ثم وضعت في حالة سكون . كما هو موضح في الشكل ما اتجاه المجال الكهربائى داخل الكرة المجوفة ؟ برر إجابتك .

a) →
b) ↑
c) ←
d) ↓

Almanahj.com/ae

- لاستخدام قانون جاوس لحساب المجال الكهربائى الناتج عن توزيع معلوم للشحنة أي من العبارات التالية يجب أن تكون صحيحة ؟

a) يجب أن يكون توزيع الشحنة في وسط غير موصل
b) يجب أن يكون توزيع الشحنة في وسط موصل
c) يجب أن يكون لتوزيع الشحنة تماثل كروى أو اسطوانى
d) يجب أن يكون توزيع الشحنة منتظماً
e) يجب أن يكون لتوزيع الشحنة تماثل بدرجة عالية يصبح افتراضات حول تماثل مجاله الكهربائى

- التدفق الكهربائى عبر سطح جاوسى كروى نصف قطره R ومركزه عند شحنة Q هو $1200\ N/(Cm^2)$ ، كم يبلغ التدفق الكهربائى عبر سطح جاوسى مكعب طول ضلعه R ومركزه عند الشحنة Q نفسها ؟ برر إجابتك .

a) أقل من $1200\ N/(C/m^2)$

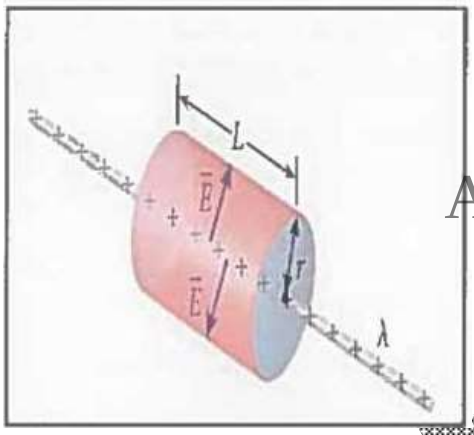
b) أكبر من $1200\ N/(C/m^2)$

c) مساو لـ $1200\ N/(C/m^2)$

d) لا يمكن إيجاده من المعلومات المعطاه

☆☆ حالات خاصة في تماثل توزيع الشحنات ☆☆

التماثل الاسطوانى :



- لحساب شدة المجال الكهربائى الناتج عن سلك موصل مستقيم وطويل يحمل شحنة بكثافة طولية (λ) فإننا نفترض وجود سطح سطح جاوسى على شكل أسطوانة نصف قطرها (r) وطولها (L) تحيط بالسلك بحيث يكون السلك على طول محورها ثم نطبق قانون جاوس على هذا السطح مع الأخذ بالاعتبار أن التماثل الاسطوانى يشمل :

Almanahi.com

١) التماثل الدائرى بمعنى إذا تم تدوير السلك حول محوره ستدور معه بالكيفية نفسها جميع الشحنات وهذا يؤكد عدم اعتماد المجال الناتج عن هذا الجسم على زاوية دوران ذلك الجسم .

٢) التماثل الانتقالي بمعنى إذا كان السلك لا نهائي الطول (طويل جداً) فإن شكله لا يتغير على امتداد طوله أي أن مجاله لا يعتمد على إحداثى طول السلك وبالتالي لا يكون هناك مركبة لمجال السلك بموازاة طوله .

- ولأن خطوط المجال تكون دوماً موازية لطرفى الأسطوانة (القاعدتين) أو خطوط المجال تعامد متجه المساحة للقاعدتين أو تكون متعامدة على جدار الأسطوانة فإننا نحصل على الآتى :

$$\Phi = \oiint \vec{E}.d\vec{A} = E.A = \frac{q}{\varepsilon_0}$$

$$E(2\pi rL) = \frac{q}{\varepsilon_0} = \frac{\lambda L}{\varepsilon_0}$$

$$\therefore E = \frac{\lambda}{2\pi\,\varepsilon_0\, r}$$

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

- حيث (r) المسافة العمودية عن السلك مع الانتباه إلى أن اتجاه المجال يكون نحو الخارج إذا كانت الشحنة موجبة ويكون نحو الداخل إذا كانت الشحنة سالبة .

التماثل السطحى :

- لحساب شدة المجال الكهربائى الناتج عن لوح مسطح رقيق لا نهائي وغير موصل يحمل شحنة بكثافة سطحية (σ) فإننا نفترض وجود سطح جاوسى على شكل أسطوانة قائمة مغلقة مساحة مقطعها العرضى (A) وطولها (2 r) نقطع اللوح المسطح عمودياً لاحظ الشكل المجاور وهنا تكون خطوط المجال متعامدة مع القاعدتين (المقطع العرضى) وموازية للجدارين (الطول) وبتطبيق قانون جاوس على هذا السطح الإسطوانى المغلق نجد أن :

$$\Phi = \oiint \vec{E}.d\vec{A} = (E.A + E.A)$$

$$\Phi = \frac{q}{\varepsilon_0} = \frac{\sigma A}{\varepsilon_0}$$

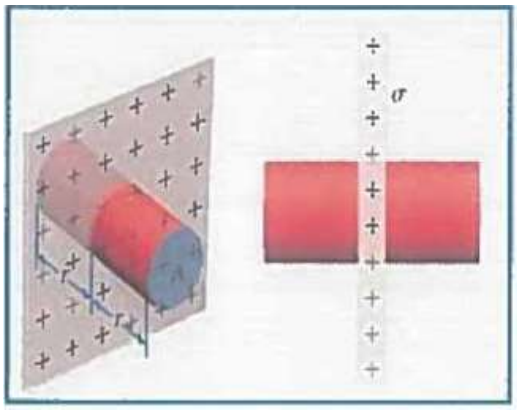
$$E = \frac{\sigma}{2\,\varepsilon_0}$$

- يجب الانتباه إلى أن اتجاه المجال يكون نحو الخارج (مبتعد عن اللوح) إذا كانت الشحنة موجبة ويكون نحو الداخل (باتجاه اللوح) إذا كانت الشحنة سالبة .

Almanahi.com

ملاحظات هاااااامة

١) إذا كان اللوح المشحون مصنوع من مادة موصلة فإن سطح جاوس يكون أسطوانة قائمة مغلقة يحيط بإحدى قاعدتيها اللوح المشحون نفسه



٢) ينعدم التدفق عبر طرف الأسطوانة الذى يحيط به اللوح المشحون وذلك لانعدام المجال داخل الموصل أما المجال في الخارج فيكون عمودياً على السطح أو موازياً لجدار الأسطوانة

٣) يكتب قانون جاوس في هذه بالصيغة التالية :

$$\Phi = \oiint \vec{E}.d\vec{A} = E.A = \frac{\sigma A}{\varepsilon_0}$$

- وهذا يعنى أن مقدار المجال الكهربائى خارج السطح الموصل المشحون يحسب بالعلاقة التالية :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$$

Almanahj.com/ae

التماثل الكروى :

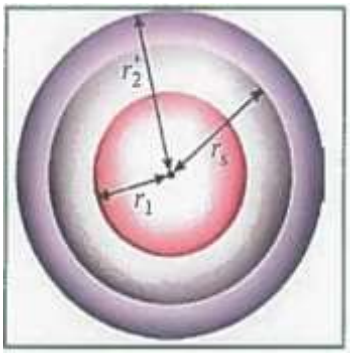
- يختلف الوصف الفيزيائى باختلاف طبيعة الجسم المشحون هل هو مفرغ أم مصمت :

١) **إذا كان السطح الكروى رقيق (مفرغ) :**

لحساب شدة المجال الكهربائى الناتج عن توزع متماثل للشحنة على سطح جسم كروى رقيق (مفرغ) نصف قطره (r_s) فإننا نفترض وجود سطح جاوسى على شكل كرة متحدة المركز مع الجسم الكروى نفسه لاحظ الشكل

وهنا يوجد احتمالين وكالتالى :

أ) إذا طلب حساب شدة المجال خارج الجسم المشحون أي على بعد أكبر من نصف قطر الجسم فإننا نفترض سطح جاوسى نصف قطره (r_s) حيث ($r_2 > r_s$) وبتطبيق قانون جاوس على هذا السطح المغلق نجد أن :



$$\Phi = \oiint \vec{E}.d\vec{A} = E.A$$

$$\Phi = E\left(4\pi r_2^2\right) = \frac{q}{\varepsilon_0}$$

$$E = K\frac{q}{r_2^2}$$

ب) إذا طلب حساب شدة المجال داخل الجسم المشحون أي على بعد أقل من نصف قطر الجسم فإننا نفترض سطح جاوسى نصف قطره (r_1) حيث ($r_1 < r_s$) أي أن السطح الجاوسى واقعاً داخل السطح الكروى المشحون وبتطبيق قانون جاوس سنجد أن :

$$\Phi = \oiint \vec{E}.d\vec{A} = E\left(4\pi r_1^2\right) = 0.0$$

أي أن شدة المجال تنعدم داخل الكرة المشحونة

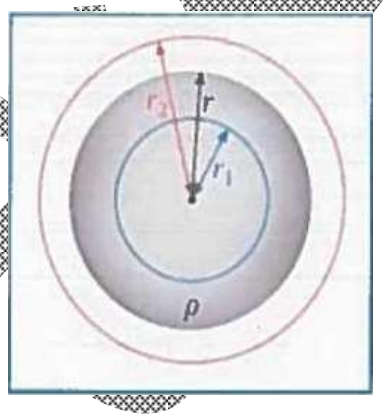
٢) **إذا كان السطح الكروى مصمت** :

Almanahj.com

لحساب شدة المجال الكهربائى الناتج عن توزع منتظم (متساوٍ) للشحنة على حجم كرة (مصمته) نصف قطرها (r) وبكثافة حجمه (ρ) فإننا نفترض وجود سطح جاوسى على شكل كرة متحدة المركز مع الجسم الكروى نفسه لاحظ الشكل

وهنا يوجد احتمالين وكالتالى :

أ) إذا طلب حساب شدة المجال داخل الجسم المشحون أي على بعد أقل من نصف قطر الجسم فإننا نفترض سطح جاوسى نصف قطره (r_1) حيث ($r_1 < r$) وبتطبيق قانون جاوس على هذا السطح المغلق نجد أن :



$$\Phi = \oiint \vec{E}.d\vec{A} = E\left(4\pi r_1^2\right)$$

$$E\left(4\pi r_1^2\right) = \frac{q}{\varepsilon_0} = \frac{\rho}{\varepsilon_0}\left(\frac{4}{3}\pi r_1^3\right)$$

$$E = \frac{\rho r_1}{3\,\varepsilon_0}$$

حيث $\left(4\,\pi r_1^2 \right)$ مساحة سطح جاوس الكروى و $\left(\frac{4}{3}\,\pi r_1^3 \right)$ حجم الكرة التي يحيط بها سطح جاوس وإذا كان مقدار الشحنة الكلية للكرة المشحونة q_t والتي تحسب من خلال حاصل ضرب الكثافة الحجمية للشحنة في الحجم الكلى للكرة المشحونة أي أن :

$$q_t = \rho\, x\, \frac{4}{3}\,\pi r^3$$

وبما أن الشحنة التي يحيط بها سطح جاوس تساوى نسبة حجم سطح جاوس إلى حجم الكرة المشحونة مضروباً في الشحنة الكلية للكرة فإن :

$$q = \frac{r_1^3}{r^3}\, q_t$$

وحسب قانون جاوس نجد أن :

$$\Phi = \oiint \vec{E}.d\,\vec{A} = E\left(4\,\pi r_1^2 \right) = \frac{q_t}{\varepsilon_0}\,\frac{r_1^3}{r^3}$$

$$E = \frac{q_t\, r_1}{4\pi\,\varepsilon_0\, r^3}$$

Almanahi.com/ae

$$E = K\,\frac{q_t\, r_1}{r^3}$$

ب) إذا طلب حساب شدة المجال خارج الجسم المشحون أي على بعد أكبر من نصف قطر الجسم فإننا نفترض سطح جاوسى نصف قطره (r_2) حيث ($r_2 > r_1$) وبتطبيق قانون جاوس على هذا السطح :

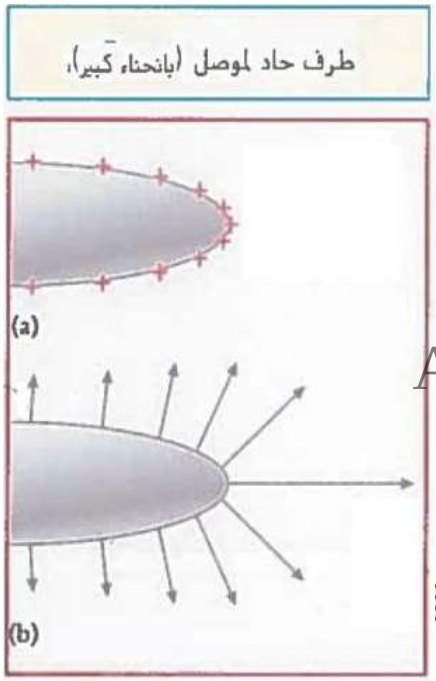
$$\Phi = \oiint \vec{E}.d\,\vec{A} = E\left(4\,\pi r_2^2 \right) = \frac{q_t}{\varepsilon_0}$$

$$E = K\,\frac{q_t}{r_2^2}$$

خلى بالك مثال ص 35 ومثال ص 49 مهم جداااا

☆☆ الحواف الحادة ومانعات الصواعق ☆☆

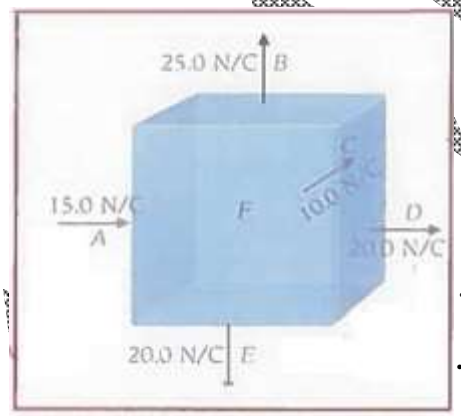
- عند شحن موصل ذا طرف حاد تتكاثف الشحنة وتستقر عند الطرف الحاد لهذا الموصل وهنا يكون المجال الناشئ عن هذه الشحنة أشبه بالمجال الناشئ عن الشحنة النقطية حيث تتزاحم خطوط المجال كلما اقتربنا من السطح الحاد للموصل وهذا يعنى أن المجال يكون أقوى عند هذا الطرف .
- هذه الفكرة هي ما دفع بنيامين فرانكلين إلى ابتكار مانعات الصواعق التي تستخدم للتقليل من الآثار السلبية الناتجة عن تراكم الشحنات أثناء العواصف حيث استخدم مانعات صواعق حادة ومتصلة مع الأرض بهدف تفريغ الشحنات الكهربائية التي تحملها الغيوم في الأرض بشكل مباشر .
- ومن الجدير بالذكر أن معظم مانعات الصواعق التي تستخدم لحماية المباني في هذه الأيام لا تستخدم الرؤس الحادة وذلك لمنع تولد مجالات كهربائية كبيرة تعمل على تأيين الهواء فتزيد من احتمالية حدوث البرق ولذا لجأ المختصون في هذا المجال إلى تصنيع واستخدام مانعات الصواعق ذات النهايات الدائرية .



a) توزيع الشحنات

b) مجال كهربائى عند سطح الموصل

- تتجه مجالات كهربائية مختلفة المقادير إما إلى الدخل أو إلى الخارج بزوايا قائمة على أسطح المكعب المبين في الشكل . ما شدة المجال واتجاهه على الوجه F ؟



الحـــل .....

.....

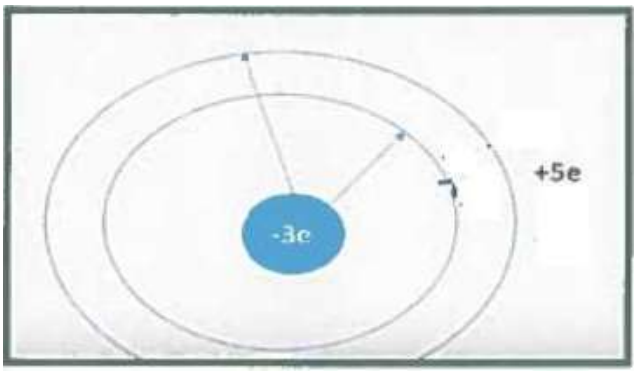
.....

.....

.....

Almanahj.com

- افترض أن موصلاً كروياً مجوفاً شحنته الكلية +5e ونصفا القطر الخارجي والداخلى هما a , b على التوالي :



a) احسب الشحنة على السطحين الداخلى والخارجى للكرة إذا وضعت شحنة −3e في مركز الكرة

b) ما الشحنة الصافية الكلية للكرة ؟

الحـــل .....

.....

.....

.....

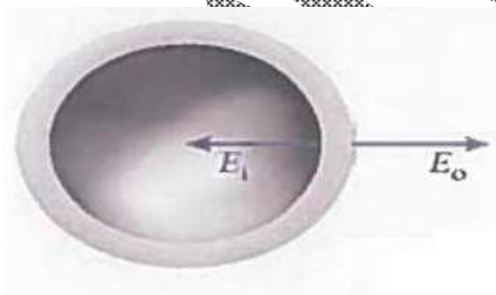
.....

.....

.....

Almanahj.com/ae

- هيكل كروى مجوف وموصل نصف قطره الداخلى 8.00 cm ونصف قطره الخارجي 10.0 cm ومقدار المجال الكهربائى عند السطح الداخلى للهيكل E_i هو 80.0 N/C ويتجه نحو مركز الكرة ومقدار المجال الكهربائى عند السطح الخارجي E_o هو 80.0 N/C ويتجه بعيداً عن مركز الكرة (انظر الشكل) أوجد مقدار الشحنة على السطح الداخلى وعلى السطح الخارجي للهيكل الكروى .



الحـــل .....

.....

.....

.....

.....

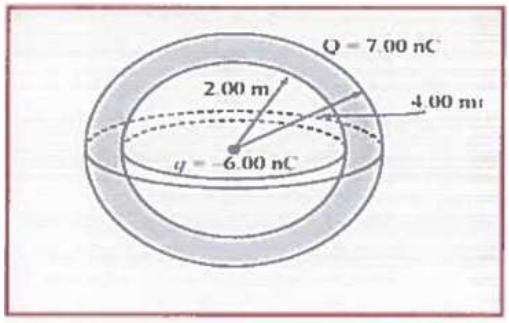
.....

.....

.....

متوقع بإذن الله

- وضعت شحنة نقطية مقدارها $-6.00\ nC$ في مركز هيكل كروى موصل وللهيكل نصف قطر داخلى يساوى $2.00\ m$ ونصف قطر خارجى يساوى $4.00\ m$ وشحنته $+7.00\ nC$



a) ما المجال الكهربائى عند $r = 1.00\ m$ ؟

b) ما المجال الكهربائى عند $r = 3.00\ m$ ؟

c) ما المجال الكهربائى عند $r = 5.00\ m$ ؟

d) ما توزيع الشحنة σ على السطح الخارجي للهيكل ؟

الحـــل

Almanahj.com/ae
سؤال خطير

- لوحان لا نهائيان غير موصلين يوازى كل منهما الآخر . وتفصل بينهما مسافة $d = 10.0\ cm$ كما هو موضح في الشكل إذا كان كل لوح يحمل يوزيع شحنة منتظماً مقداره $\sigma = 4.5\ \mu C/m^2$.

فما المجال الكهربائى $\overrightarrow{E}$ عند النقطة P إذا كان $X_p = 20.0\ cm$ ؟ برر إجابتك .

a) $0\ N/C$

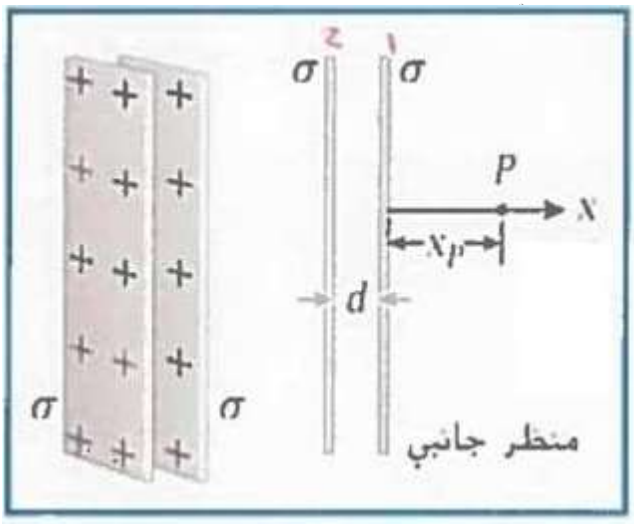
b) $2.54\ \hat{X}\ N/C$

c) $(-5.08\ x\ 10^5)\ \hat{X}\ N/C$

d) $(5.08\ x\ 10^5)\ \hat{X}\ N/C$

e) $(-1.02\ x\ 10^6)\ \hat{X}\ N/C$

f) $(1.02\ x\ 10^6)\ \hat{X}\ N/C$



الحـــل .....

.....

.....

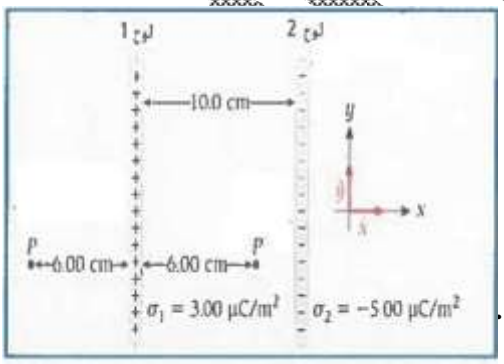
.....

Almanahj.com/ae

- يبعد لوحا شحنة لا نهائيان عن بعضهما مسافة $10.0\ cm$ ما هو موضح في الشكل وتوزيع الشحنة السطحى للوح 1 هو $\sigma_1 = 3.00\ \mu C/m^2$ بينما توزيع الشحنة السطحى للوح 2 هو $\sigma_2 = 5.00\ \mu C/m^2$ أوجد المجال الكهربائى الكلى (مقداراً واتجاهاً) عند كل موقع من المواقع التالية :

a) عند النقطة P على مسافة $6.00\ cm$ يسار اللوح 1

b) عند النقطة P على مسافة $6.00\ cm$ يمين اللوح 1



الحـــل .....

.....

.....

.....

أرجوك ركزنا ... مهم يا دكتور

مهم جدا يا دكتورة

- لوحان متوازيان لا نهائيات وغير موصلين تفصل بينهما مسافة 10.0 cm ولهما توزيعان للشحنة $+1.00\ \mu C/m^2$, $-1.00\ \mu C/m^2$ ما القوة المؤثرة في الكترون موجود في الفراغ بين اللوحين ؟ ما القوة المؤثرة في الكترون يقع خارج اللوحين بالقرب من سطح أحد اللوحين ؟

الحـــل .....

.....

.....

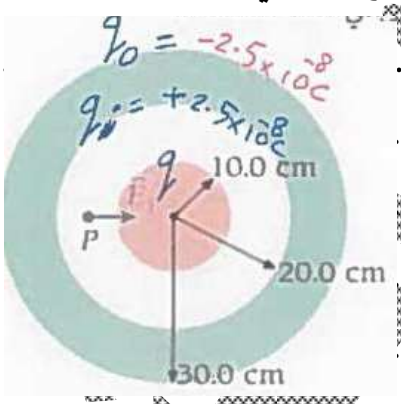
.....

.....

.....

سؤال مهم جدااااا

- كرة فلزية مجوفة نصف قطرها الداخلى 20.0 cm ونصف قطرها الخارجي 30.0 cm وكما يوضح الشكل وضعت كرة فلزية مصمتة نصف قطرها 10.0 cm في مركز الكرة المجوفة . فوجد أن المجال الكهربائى عند نقطة P على مسافة 15.0 cm من المركز هو $E_1 = 1.00 \times 10^4$ N/C ويتجه شعاعها إلى الداخل وعند النقطة Q على مسافة 35.0 cm من المركز . وجد أن المجال الكهربائى هو $E_2 = 1.00 \times 10^4$ N/C ويتجه شعاعها إلى الخارج . أوجد الشحنة الكلية على (a) سطح الكرة الداخلية و (b) السطح الداخلى للكرة المجوفة و (C) السطح الخارجي للكرة المجوفة .



الحـــل .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

تمت الوحدة يبدأ بعد ذلك تجميع أفكارك

أينشتاين الخليج

einstein gulf

جمع أفكارك
مع سلسلة أينشتاين الخليج

الثاني عشر متقدم
الفصل الدراسي الأول

Academic Year
2020 - 2021

Almanahj.com/ae

Mr. Ramy Abd El Fattah

إعداد الأستاذ

رامي عبد الفتاح

Join Us.

@einstien_gulf_in_physics

Einstein Gulf

For Contact

0507292077

0507670323

☆☆ المجالات الكهربائية وقانون جاوس ☆☆

جمع أفكارك نظرى

تعريف المجال الكهربائى E :

- المجال الكهربائي $E_{(r)}$ عند اي نقطة في الفراغ :
  - محصلة القوة الكهربائية المؤثرة في شحنة مقسومة على مقدار هذه الشحنة(الموضوعة)
  - $\vec{E}\,(\vec{r}) = \frac{\vec{F}\,(\vec{r})}{q}$ ووحدة قياس المجال الكهربائي N / C
- القوة الكهربائية $\vec{F}\,(\vec{r})$: القوة الكهربائية المؤثرة في شحنة q موضوعة داخل المجال الكهربائية
  - من العلاقة السابقة فإن : $\vec{F}\,(\vec{r}) = q\,\vec{E}\,(\vec{r})$ وبالتالي فإن القوة لها مقدار واتجاه
    - مقدار القوة F يساوي $F = |\,q\,E\,|$
    - اتجاه القوة الكهربائية المؤثر بالشحنة يعتمد على نوع الشحنة الموضوعه
    - إذا كانت الشحنة الموضوعة موجبة فإن اتجاه القوة باتجاه المجال الكهربائي
    - إذا كانت الشحنة الموضوعة سالبة فإن اتجاه القوة عكس اتجاه المجال الكهربائي
- في حالة وجود عدة مصادر للمجالات الكهربائية فإن شدة المجال الكهربائي عند نقطة ناتجة عن هذه المصادر يمثل وفق مبدأ التراكب للمجال الكهربائي الكلي عند نقطة في الفراغ احداثياتها $(\vec{r})$ يساوي $\overrightarrow{E_1}\,(\vec{r}) = \overrightarrow{E_1}\,(\vec{r}) + \overrightarrow{E_2}\,(\vec{r}) + \overrightarrow{E_3}\,(\vec{r}) + \cdots + \overrightarrow{E_n}\,(\vec{r})$

Almanahj.com

خطوط المجال الكهربائى :

- خطوط المجال الكهربائي : هي خطوط وهمية تبين مسار وحدة شحنة الاختبار(الموجبة)بالمجال الكهربائي
- اتجاه المجال الكهربائي عند نقطة على خط المجال الكهربائي :
  - اتجاه محصلة القوة الكهربائية المؤثرة على شحنة الاختبار الموجبة الموضوعة عند النقطة
  - اتجاه المماس المرسوم على خط المجال عند تلك النقطة
- من خصائص خطوط المجال أن :

١) عددها يتناسب مع كمية الشحنة (يتناسب كثافة خطوط المجال طرداً مع مقدار القوة الكهربائية)

٢) خطوط المجال لا تتقاطع

٣) تبدأ من الشحنة الموجبة وتنتهي الى الشحنة السالبة

٤) شدة المجال الكهربائي عند نقطة :عدد خطوط المجال الكهربائي التي تجتاز عمودياً وحدة المساحات المحيطة بالنقطة

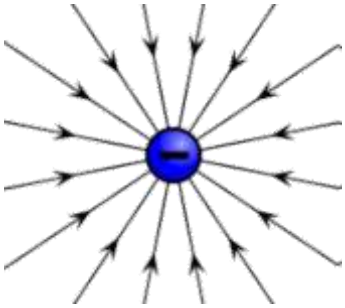
- **أنواع المجالات الكهربائية :**
  - **غير منتظم : مقداره او اتجاه مختلفين عند اي نقطتين واقعتين فيه .**
  - **منتظم : مقداره واتجاه ثابت عند جميع النقاط الواقعة فيه.**

الشكل 2.4 مجال كهربائي غير منتظم الشحنة الموجبة q+ والشحنة السالبة q- في المجال تتأثران بقوى كما هو موضح. وكل قوة عامسية خط المجال الكهربائي.

- **القوة الكهربائية المؤثرة على شحنة عند نقطة معينة داخل المجال كمية متجهة :**
  - **مقدارها تتناسب مع شدة المجال عند النقطة وعلى مقدار الشحنة**
  - **اتجاهها يعتمد على نوع الشحنة الموضوعة عند تلك النقطة.**
- **خطوط المجالات الناتجة عن الشحنات النقطية : (مجال كهربائي غير منتظم)**
- **الشحنة النقطية :**

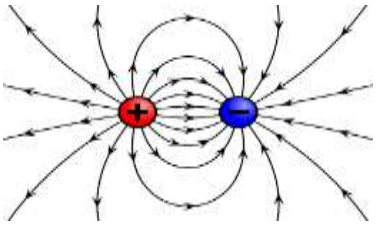
A- الناتجة عن شحنة موجبة

B- الناتجة عن شحنة سالبة



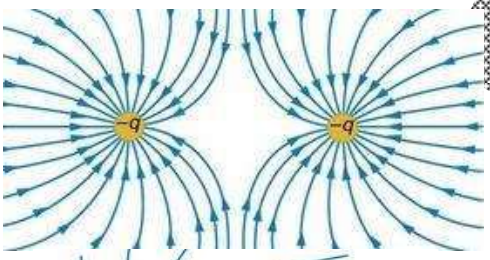
Almanahj.com/ae

C- الناتجة عن شحنتان نقطيتان (متساويتان بالمقدار) ومختلفتين بالنوع

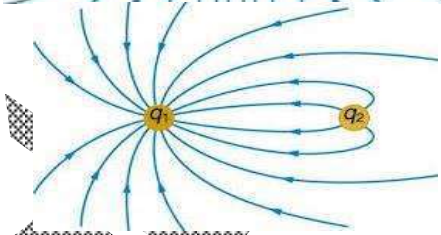


- **عدد خطوط المجال الكهربائي الخارج من الشحنة الموجبة يساوي عدد خطوط المجال الكهربائي الداخلة للشحنة السالبة.**

E- الناتجة عن شحنتان نقطيتان (متساويتان بالمقدار) ومن نفس النوع (متماثلتان)

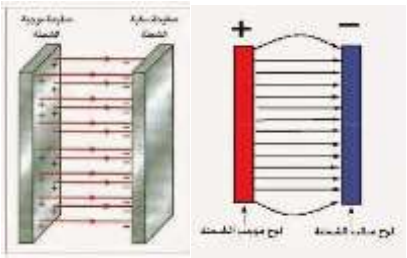


F- شحنات مختلفة بالنوع وغير متساوية بالمقدار .



- **تربط علاقة بين عدد خطوط المجال الكهربائي والشحنة الكهربائية $n \propto q$ عدد خطوط المجال تتناسب طرديا مع كمية الشحنة المنتجة لها حيث n عدد خطوط المجال الكهربائى**

$$\frac{q_1}{q_2} = \frac{n_1}{n_2}$$



خطواط المجال الكهربائى للمجال الكهربائى المنتظم :

- تخرج خطوط المجال من الشحنات الموجبة وتدخل للشحنات السالبة
- خطوط مستقيمة متوازية تفصل بينها مسافات متساوية.

المجال الكهربائى الناتج عن الشحنات النقطية :

- القوة الكهربائية المؤثرة في شحنة نقطية q_0 والناتجة عن شحنة نقطية اخرى q هي :

$$F = \frac{1}{4\,\pi\,\varepsilon_0}\ \frac{|\,q\,q_0\,|}{r^2}$$

- من تعريف شدة المجال الكهربائي : مقدار القوة الكهربائية المؤثرة في شحنة نقطية واقعة في مجال الأخرى
- المجال الكهربائي كمية متجهة له مقدار واتجاه
- مقدار شدة المجال عند نقطة واقعة عندها الشحنة النقطية q_0 يساوى :

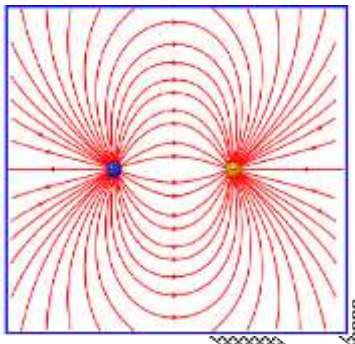
$$E = \left|\frac{F}{q_0}\right| = \frac{1}{4\,\pi\,\varepsilon_0}\ \frac{|\,q\,|}{r^2} = \frac{K\,|\,q\,|}{r^2}$$

- اتجاه شدة المجال عند نقطة يخرج من الشحنة الموجبة ويتجه للشحنة السالبة :

Almanahj.com/ae

$$\vec{E} = K\,\frac{q}{r^2}\,\hat{r}$$

المجال الكهربائى الناتج عن ثنائى قطب :



- **ثنائي القطب الكهربائي** : هو النظام المكون من جسمين نقطيين مشحونين بشحنتين (متساويتين بالمقدار) ومختلفتين بالنوع .والمسافة الفاصلة بينهما ضئيلة جداً .
- الشكل المقابل يمثل خطوط مجال كهربائي ثنائي القطب .
- للحصول على المجال الكهربائي الناتج عن ثنائي القطب الكهربائي عن طريق جمع المتجهات للمجال عند النقطة
- وللحصول على المجال الكهربائي عند النقطة p بحيث تكون خارج الخط الواصل بينهما $x > d\ /\ 2$
- يمكن الحصول على المجال الكهربائي عند جميع النقاط باستثناء $x = \pm d\ /\ 2$
- شدة المجال الكهربائي عند النقطةP تساوى $E \approx K\,\frac{2\,q\,d}{x^3} = \frac{qd}{2\pi\varepsilon_0 x^3}$

حيث d البعد بين الشحنتين و X البعد بين منتصف الشحنتين (منتصف ثنائي القطب) الى النقطةP

عزم ثنائي القطب الكهربائي $\vec{P}$ كمية متجهة :

- هو مقياس لفصل الشحنات الكهربائية الموجبة والسالبة، ويعتمد على المسافة ما بين الشحنتين وشدة كل شحنة.
- مقداره يساوي $P = qd$
- اتجاهه : من الشحنة السالبة الى الشحنة الموجبة وهو عكس اتجاه خطوط المجال الكهربائي.
- وحدة قياس عزم ثنائي القطب هو $C.m$
- العلاقة التي تربط شدة المجال الكهربائي على امتداد محور ثنائي القطب وعزم ثنائي القطب :

$$E = \frac{P}{2\pi\varepsilon_0 |x|^3} = 2\,K\,\frac{P}{|x|^3}$$

- العلاقة التي تربط شدة المجال الكهربائي على الخط العمودي والمنصف لمحور ثنائي القطب وعزم ثنائي القطب :

$$E = \frac{P}{4\pi\varepsilon_0 |x|^3} = K\,\frac{P}{|x|^3}$$

التوزيعات العامة للشحنة الكهربائية :

Alnaqabi.com

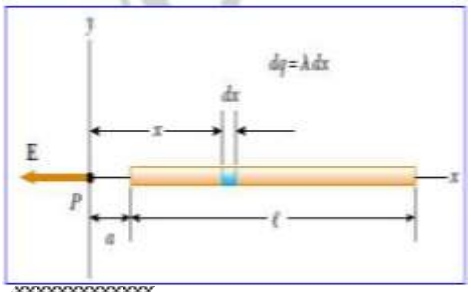
- حساب المجال الكهربائي الناتج عن عدد هائل من الشحنات الكهربائية عن طريق التكامل في حالة ان الشحنات مرتبة في الفراغ وموزعة بأحد الاشكال المنتظمة
  - التوزيعات في بعد واحد : تكون الشحنات مرتبة على طول سلك مستقيم
  - التوزيعات في بعدين : تكون الشحنات مرتبة على سطح جسم فلزي
  - التوزيعات في ثلاثة ابعاد : تكون الشحنات مرتبة حجم جسم فلزي ثلاثي الابعاد
- لاجراء عملية التكامل لحساب المجال الكهربائي عند نقطة ناتجة عن كل توزيع
  - تقسيم الشحنة q الى عناصر dq
  - ايجاد المجال الكهربائي الناتج عن كل عنصر شحنة كما لو كانت شحنة نقطية.
- اذا كانت الشحنة موزعة بطول جسم احادي البعد (خط مستقيم) يمكن التعبير عن الشحنة (dq) بدلالة الشحنة لكل وحدة طول مضروبة في الطول وهي بالرمز λdx
- اذا كانت الشحنة موزعة على سطح (جسم ثنائي الأبعاد) فسنعبر عن الشحنة (dq) بدلالة الشحنة لكل وحدة مساحات مضروبة في المساحة وهي بالرمز $\sigma\, dA$
- اذا كانت الشحنة موزعة على حجم (جسم ثلاثي الأبعاد) فسنعبر عن الشحنة $\mathbf{dq}$ بدلالة الشحنة لكل وحدة حجوم مضروبة في الحجم وهي بالرمز ρdV

توزيع الشحنة على :

- امتداد خط $dq = \lambda dx$ حيث λ : كثافة الشحنة الخطية وحدة قياسها C / m
- السطح $dq = \sigma dA$ حيث σ : كثافة الشحنة السطحية وحدة قياسها C / m^2
- الحجم $dq = \rho dV$ حيث ρ : كثافة الشحنة الحجمية وحدة قياسها C / m^3

حساب المجال الكهربائى عند نقطة :

- أولاً : عند نقطة P تبعد مسافة a على امتداد محور سلك مستقيم طوله l كثافة شحنته الخطية λ والشحنة الكلية للسلك Q كما بالشكل المجاور ، حيث $Q = \lambda l$ من تكامل العلاقة :



$$dE = k\frac{dq}{x^2} = k\frac{\lambda dx}{x^2}$$

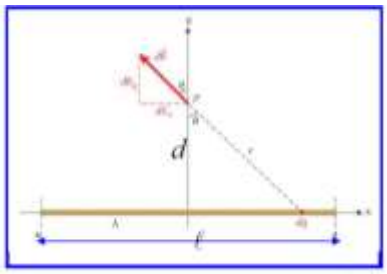
$$E = \int_a^{l+a} k\lambda \frac{dx}{x^2} = k\lambda \int_a^{l+a} k\lambda \left[-\frac{1}{x}\right]_a^{l+a}$$

$$E = \frac{kQ}{a\,(l+a)}$$

ثانياً :

- جداً وكثافة شحنته الخطية λ $l = 2a$ على خط ينصف سلكاً طوله محدد d تبعد مسافة Pعند نقطة

Almanahj.com/ae



$$E = \frac{2k\lambda}{d}\,\frac{a}{\sqrt{d^2 + a^2}}$$

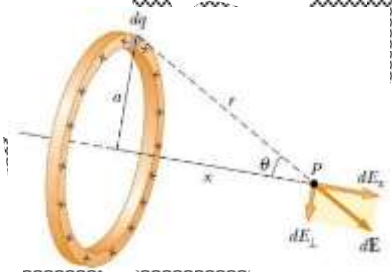
ثالثاً :

- عند نقطة P تبعد مسافة d على خط ينصف سلكاً طوله لا نهائى $l = \infty$ من العلاقة :

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

- من العلاقة السابقة نستنتج أن : المجال الكهربائى تناسب عكسياً مع المسافة من السلك

رابعاً :



- عند نقطة P والناتج عن حلقة شحنة على امتداد محور الحلقة :

$$E = \frac{k\,Q\,x}{(x^2 + a^2)^{3/2}}$$

- في حالة النقطة P تكون عن مركز الحلقة $x = 0$ فإن شدة المجال عند مركز الحلقة = صفر
- إذا كانت النقطة P بعيدة جداً أي $x >>>> q$ فإن شدة المجال عند النقطة P تساوى :

$$E = \frac{k\,Q}{x^2}$$

القوة الناتجة عن مجال كهربائى :

- تحسب القوة الكهربائية المؤثرة على شحنة نقطية q من المعادلة $\vec{F} = q\,\vec{E}$
  - مقدار القوة الكهربائية $F = |\,qE\,|$
  - اتجاه القوة يكون موازياً لاتجاه خطوط المجال الكهربائي ويعتمد على نوع الشحنة الكهربائي
    - اذا كانت الشحنة موجبة يكون اتجاه القوة باتجاه المجال الكهربائي
    - اذا كانت الشحنة سالبة يكون اتجاه القوة عكس المجال الكهربائي

حركة الالكترون فوق لوح مشحون :

- القوة التي يؤثر بها المجال على الالكترون من العلاقة $F = q\,E = e\,\frac{\sigma}{\varepsilon_0}$ حيث σ كثافة الشحنة في اللوح و e شحنة الالكترون .
- يمكن حساب العجلة التي يتحرك بها الالكترون وهى ثابتة في حالة المجال المنتظم:

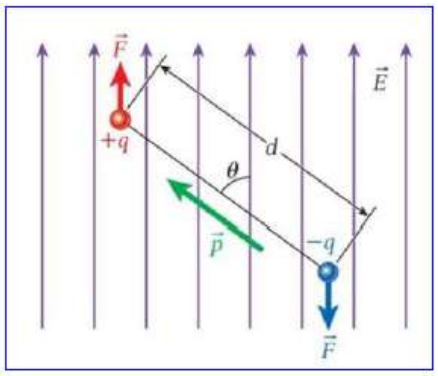
$$a = \frac{F}{m_e} = \frac{e\sigma}{m_e \varepsilon_0}$$

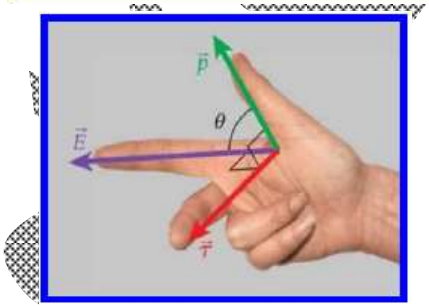
- الطاقة الحركية K تحسب من العلاقة $E = \frac{1}{2}mv^2$
- الالكترون فولت $1eV = 1.602\ x\ 10^{-19}\ J$

Almanahj.com/ae

ثنائى القطب في مجال كهربائى منتظم :

(عزم ثنائى القطب $\vec{P}$ وعزم الدوران $\vec{\tau}$)

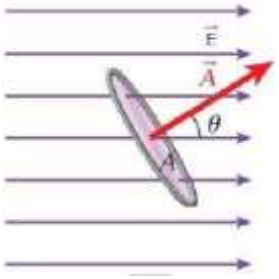




- اتجاه القوة الكهربائية دائماً مماساً لخط المجال عند النقطة وتكون (مع أو عكس) اتجاه المجال الكهربائي المنتظم
- دراسة القوى المؤثرة في ثنائي القطب وليس الناتج عنه
- اتجاه عزم ثنائي القطب دائماً من الشحنة السالبة الى الموجبة ومقداره $P = qd$
- عزم الدوران $\vec{\tau}$ هو كمية متجهه له مقدار واتجاه ويساوي حاصل الضرب الاتجاهي لمتجه عزم ثنائي القطب ومتجه المجال الكهربائي $\vec{E}$ ومقداره $\vec{\tau} = \vec{P}\ x\ \vec{E}$ $\tau = PE\ sin\theta$
- تحديد اتجاه عزم الدوران :بتطبيق قاعدة اصابع اليد اليمنى
  - الابهام اتجاه عزم ثنائي القطب $\vec{P}$
  - السبابة اتجاه المجال الكهربائي $\vec{E}$
  - الوسطى اتجاه عزم الدوران $\vec{\tau}$

خلى بالك قوى ...

☆☆ التدفق الكهربائى Φ ☆☆

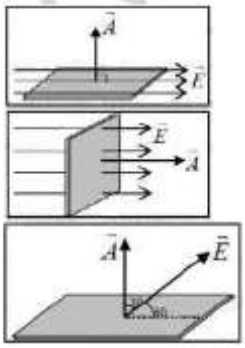


- **التدفق الكهربائي** : عدد خطوط المجال الكهربائي التي تجتاز عموديا مساحة سطح ما
- **شدة المجال الكهربائي** :عدد خطوط المجال الكهربائي التي تجتاز عمودياً وحدة المساحات للسطح .
- **التدفق الكهربائي** : رمزه Φ وهو كمية قياسية
- متجه المجال الكهربائي $\vec{E}$
- متجه السطح $\vec{A}$: مقداره هو مقدار مساحة السطح A واتجاهه : هو العمود المقام على السطح
- **التدفق الكهربائي** : هو حاصل الضرب القياسي لمتجه المجال ومتجه المساحة

$$\Phi = \vec{E} \cdot \vec{A} = EA \cos\theta$$

- حيث θ الزاوية المحصورة بين اتجاه المجال الكهربائي والعمود المقام على السطح (متجه السطح)

ملاحظات أينشتاين الخليج :

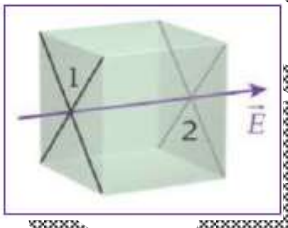


- إذا كان المجال يوازى السطح ($\theta = 90$) ، $\Phi = 0$
- إذا كان المجال عمودى على السطح ($\theta = 0$) ، $\Phi = AE$ أكبر تدفق
- إذا كان المجال يعمل زاوية مع السطح مثلاً ($\theta = 30$) ، $\Phi = AE \cos 60$

Almanahi.com/ar

☆☆ قانون جاوس ☆☆

حساب التدفق الكهربائى في حالة سطح مغلق وليس مفتوح :



- حساب تكامل المجال الكهربائى على السطح المغلق $\Phi = \oiint \vec{E} \cdot d\vec{A}$ ووحدة قياس التدفق $N.m^2/C$

قانون جاوس :

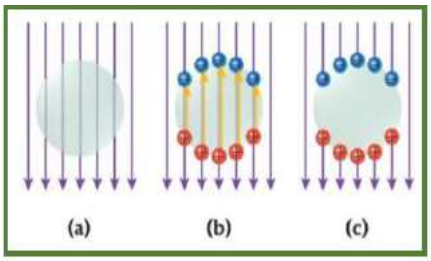
- عندما يكون الجسم ذو السطح المغلق(صندوق) لا يحوي شحنات فإن التدفق الكهربائي يساوي صفر لأن محصلة المجال المؤثرة على شحنة الاختبار الموضوعة داخل الجسم تساوي صفر.
- عندما يكون هناك شحنة داخل الصندوق (سطح مغلق)يسمى سطح جاوس

$$\Phi = \frac{q}{\varepsilon_0}$$

الحماية :

A) المجال الكهروستاتيكي عند اي نقطة داخل موصل معزول يساوي صفر

B) تكون التجاويف داخل الموصلات محمية من المجالات الكهربائية.



- عند وضع موصل داخل مجال كهربائي (الموصلات تحوي الكترونات حرة) شكل a
- تتحرك الالكترونات بتأثير المجال الكهربائي مما تترك وراءها ايونات موجبة شكل b
- ينشأ عن الالكترونات المتجمعة بطرف والايونات الموجبة مجالا داخل الموصل يلغي يلغي المجال الخارجي شكل C

☆☆ حالات خاصة في تماثل توزيع الشحنات ☆☆

أولاً : التماثل الاسطواني :

- حساب مقدار المجال الكهربائي الناتج عن سلك مستقيم وطويل منتظم الشحنة وله كثافة شحنة خطية λ حيث $dq = \lambda dL$
- نضع سطحاً جاوسياً على شكل اسطوانة تحيط بالسلك طولها L ونصف قطرها r
- المجال الكهربائي الناتج عن السلك يكون شعاعاً عمودياً على السلك
- في حالة دوران السلك حول محور على امتداد طوله فإن شكل السلك يبقى كما هو (تماثل دائري)
- اذا كان السلك طويل جداً فيظل شكل السلك ثابت وبالتالي المجال الكهربائي لا يتغير (تماثل انتقالي)
- من حساب التكامل المغلق لسطح الاسطوانة فإن التدفق :

$$\Phi = EA = E\,(2\pi rL) = \frac{q}{\varepsilon_0} = \frac{\lambda L}{\varepsilon_0}$$

- حيث $A = 2\pi rL$ مساحة سطح الأسطوانة
- مقدار المجال الكهربائي الناتج عن طويل مستقيم ومنتظم الشحنة من العلاقة :

$$E = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 r} = \frac{2k\lambda}{r}$$

علماً بأن : $\lambda = \frac{q}{L}$

Almanahi.com/ae

ثانياً : التماثل السطحى :

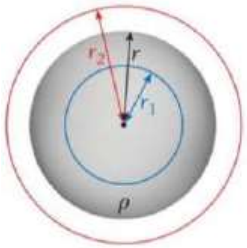
- حساب مقدار المجال الكهربائي الناتج عن لوح مسطح رقيق وغير موصل مساحته لانهائية ويحمل شحنة منتظمة كثافة الشحنة السطحية σ وبالتالي $dq = \sigma dA$
- نختار سطحاً جاوسياً على شكل اسطوانة قائمة مغلقة مساحة مقطعها العرضي A وطولها $2r$
- يكون المجال الكهربائي عمودي على طرفي الاسطوانة وموازي لجدارها
- باستخدام قانون جاوس فإن :

$$\Phi = EA + EA = \frac{q}{\varepsilon_0} = \frac{\sigma A}{\varepsilon_0}$$

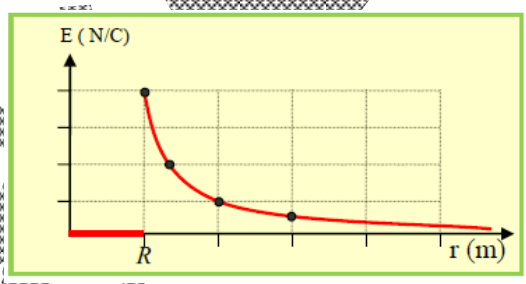
- حيث (الشحنة المحاطة بالاسطوانة وتساوي $q = \sigma A$)
- يكون المجال الكهربائي الناتج عن لوح رقيق غير موصل(مادة عازلة) شحنة لانهائي $E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$
- مقدار المجال الكهربائي الناتج عن لوح موصل مشحون هو $E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$

ثالثاً : التماثل الكروى :

أولاً : في حالة الموصلات الكروية الموصلة :



- حساب مقدار المجال الكهربائي الناتج عن توزيع كروي (مادة موصلة) متماثل الشحنة شحنته q ونصف قطره r وكثافة الشحنة الحجمية ρوتساوي $q = \rho V$ وحجم الكرة $V = \frac{4}{3}\pi r^3$
- اذا كانت النقطة الواقعة على السطح الجاوسي $r_1 < r$ فإن المجال الكهربائي يساوي صفر .
- اذا كانت النقطة الواقعة على السطح الجاوسي r فإن المجال الكهربائي يساوي $E = \frac{kq_t}{r^2}$
- اذا كانت النقطة الواقعة على السطح الجاوسي $r_2 > r$ فإن المجال الكهربائي يساوي $E = \frac{kq_t}{r_2^2}$.
- يكون الرسم البيانى بعد النقطة عن مركز الموصل الكروى وشدة المجال الكهربائى عندها :
  - r : بعد النقطة عن مركز الموصل
  - R : مركز الموصل الكروى

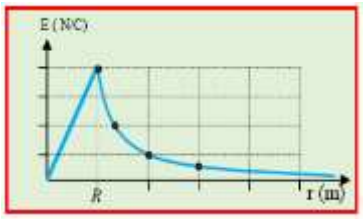


- في حالة $R > r$ فإن $E_r = 0.0$
- في حالة $R \leq r$ فإن $E = \frac{kq_t}{r^2}$

Almanahj.com

ثانياً : في حالة الهياكل الكروية العازلة :

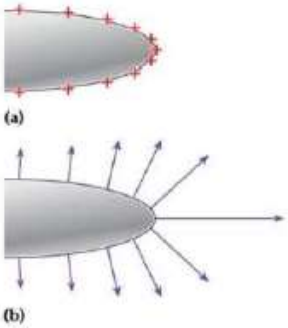
- يطبق على الهيكل الكروي العازل المشحون بشحنة موزعة بانتظام ما ينطبق على الموصلات الكروية
- المجال الكهربائي داخل الهياكل الكروية العازلة لا تساوي صفر وانما يطبق عليها نفس العلاقات .
- يكون الرسم البياني بعد النقطة عن مركز الهيكل الكروي العازل وشدة المجال الكهربائي عندها



- في حالة $R > r$ فإن $E_r \neq 0.0$ وإنما يطبق عليها $E = \frac{kq_t r}{R^3}$
- في حالة $R = r$ عند السطح فإن العلاقة $E = \frac{kq_t}{R^2}$
- في حالة $R < r$ عند نقطة خارج السطح فإن $E = \frac{kq_t}{r^2}$

الحواف الحادة ومانعة الصواعق :

- يكون المجال الكهربائي دائماً عمودياً على اي سطح موصل مشحون (شكل b)
- لا يوجد مركبة للمجال الكهربائي موازية للسطح (لا توجد قوة او مجال على امتداد سطح الموصل)
- تتوزع الشحنات على السطح الخارجي وتتركز عند الرؤوس المدببة وبالتالي يكون شدة المجال عندها أكبر ما يمكن (شكل a)
- خطوط المجال تكون متقاربة مع بعضها البعض عند النقاط الحادة (شكل b)



Almanahi.com

مانعة الصواعق:

- تصنع مانعات الصواعق من مواد فلزية ذات نهايات حادة
- تشحن مانعة الصواعق ذو الحواف الحادة بشكل كبير مما ينشأ عنها مجال كهربائي شديد
- يعمل المجال الكهرابئي على تأيين الهواء مما يسمح بتفريغ الشحنات (البرق)عبرها بعيداً عن المباني

لا تيأس إذا رجعت خطوة للوراء
فلا تنس أن السهم
يحتاج أن نرجعه للوراء لينطلق بقوة للأمام

أينشتاين الخليج

EINESTEIN

أسئلة إثرائية

الثاني عشر -متقدم
الفصل الدراسي الأول

Academic Year
2020 - 2021

Almanahj.com/ae

Mr. Ramy Abd El Fattah

إعداد الأستاذ

رامي عبد الفتاح

Join Us.

@einstien_gulf_in_physics

Einstein Gulf

For Contact

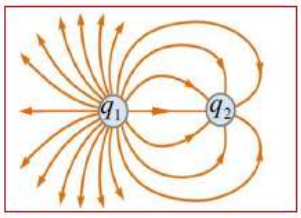
0507292077

0507670323

☆☆ أسئلة وزارية على الوحدة الثانية ☆☆

اختر أنسب تكملة لكل مما يلى ثم ضع في المربع أمامها إشارة (✓) :

١) من خلال الشكل المجاور فإن النسبة بين الشحنتين $\frac{q_2}{q_1}$ تساوى :



a) $\frac{20}{7}$ d) $-\frac{7}{20}$

b) $\frac{27}{20}$

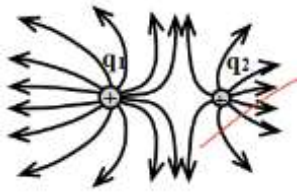
c) $-\frac{20}{7}$

٢) أي من الآتى من خصائص خطوط المجال الكهربائى ؟

a) لا تتقاطع c) تتقارب بالابتعاد عن الشحنة

b) تخرج من الشحنة السالبة d) تتباعد بالاقتراب من الشحنة

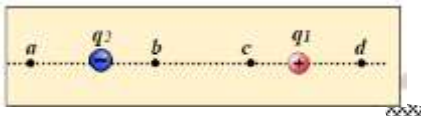
٣) اعتماداً على الشكل المجاور ، النسبة بين كميتى الشحنتين $\frac{q_1}{q_2}$ تساوى :



a) $\frac{2}{1}$ c) $\frac{2}{3}$

b) $\frac{1}{2}$ d) $\frac{3}{2}$

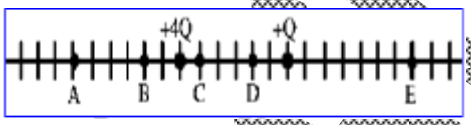
٤) في الشكل المجاور ، مقدار الشحنة q_1 أكبر من مقدار الشحنة q_2 عند أي نقطة يمكن أن ينعدم عندها المجال الكهربائى ؟



a) a c) b

b) c d) d

٥) وضعت شحنتان $+Q$, $+4Q$ على خط الأعداد ما هو مبين بالشكل فإن النقطة التي ينعدم عندها المجال الكهربائى الناشيء عن الشحنتان عند النقطة :



a) A , B c) E

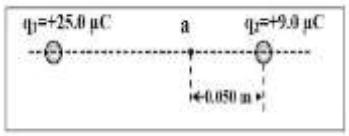
b) C d) D

٦) وحدة القياس شدة المجال الكهربائى تكافئ :

a) $Kg.m.S^{2}.A^{2}$ c) $Kg.m.S^{-2}.A^{-2}$

b) $Kg.m.S^{-3}.A^{-1}$ d) $Kg.m.S^{3}.A^{-1}$

٧) إذا كانت شدة المجال الكهربائى عند النقطة (a) في الشكل المجاور تساوى صفر فإن البعد بين الشحنتين تساوى :

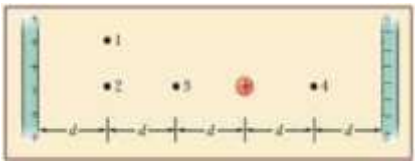


a) 0.100 m b) 0.083 m

Almanahj.com/eg
منقوقع بإذن الله

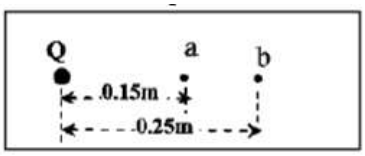
c) 0.250 m d) 0.133 m

٨) من الشكل المجاور لوحان فلزيان مشحونان بشحنتين متساويتين بالمقدار ومختلفتين بالإشارة وضعت شحنة موجبة على بعد 3d من اللوح الموجب إن أكبر قيمة لشدة المجال الكهربائى عند النقطة :



a) 1 c) 3
b) 2 d) 4

٩) النقطتان a , b تقعان في المجال الكهربائى للشحنة النقطية Q والتي يحيط بها الهواء كما بالشكل المجاور ، إذا كان مقدار شدة المجال الكهربائى عند النقطة (b) يساوى 9.0×10^2 N/C فإن شدة المجال الكهربائى عند النقطة (a)

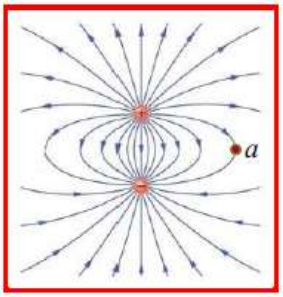


a) 2.5×10^2 N/C c) 2.5×10^3 N/C
b) 4.5×10^2 N/C d) 3.6×10^3 N/C

١٠)موصل كروى نصف قطره 0.1 m ويحمل شحنة قدرها 4nC فإن كثافة الشحنة الحجمية ρ تساوى علماً أن حجم الكرة ($V = \frac{4}{3}\pi r^3$)

a) $2.37\ \mu C/m^3$ c) $1.7\ \mu C/m^3$
b) $0.955\ \mu C/m^3$ d) $1.04\ \mu C/m^3$

١١)الشكل المجاور خطوط مجال كهربائى ناشئة عن شحنتين أي من المتجهات التالية يمثل اتجاه المجال عند النقطة a :



a) →
b) ←
c) ↑
d) ↓

١٢)ثنائى القطب الكهربائى هو :

a) زوج من الشحنات المتساوية بالمقدار والنوع عند نقطة الأصل
b) زوج من الشحنات المتماثلة وتقع عند نقطة الأصل
c) زوج من الشحنات المتماثلة وتفصل بينهما مسافة صغيرة جداً
d) زوج من الشحنات المتساوية بالمقدار والنوع وتفصل بينهما مسافة صغيرة جداً

Almanahj.com/ae

متوقع بإذن الله

١٣)وحدة قياس عزم ثنائى القطب :

a) Cm^{-1}
b) Cm
c) $NC^{-1}m^{2}$
d) $C^{2}N^{-1}m^{-2}$

١٤)إن مقدار عزم ثنائى القطب لشحنتين متماثلتين $+2C$, $-2C$ تبعدان عن بعضهما $4cm$ يساوى:

a) $0.02\ Cm$
b) $0.04\ Cm$
c) $0.06\ Cm$
d) $0.08\ Cm$

١٥)يكون اتجاه عزم ثنائى القطب :

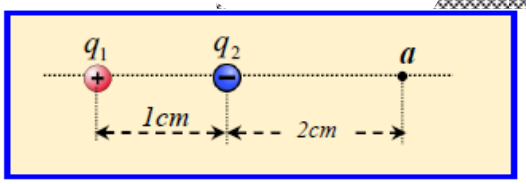
a) من $(+q)$ إلى $(-q)$
b) من $(-q)$ إلى $(+q)$
c) عمودياً عالخط الواصل بين الشحنتين
d) بعيداً عن الشحنة $(+q)$

١٦)ثنائى القطب الموجود داخل مجال كهربائى منتظم يكون :

a) يدور داخل المجال الكهربائى
b) ينطبق على خطوط المجال الكهربائى
c) يفقد جزء شحنته
d) يبقى على نفس وضعه

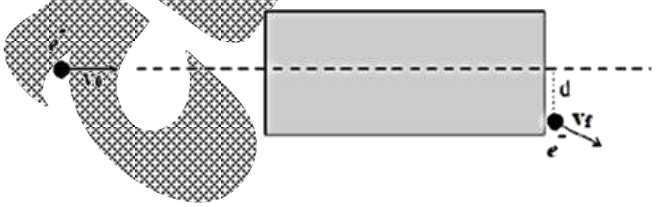
Almanahj.com

١٧)شحنتان متساويتان بالمقدار ومختلفتين بالإشارة تمثلان ثنائى القطب ، البعد بينهما $1cm$ فإذا كان عزم القطب لهما يساوى $40n\ Cm$ فإن مقدار شدة المجال الكهربائى الواقع على محور ثنائى القطب ويبعد عن إحدى الشحنتين $2cm$ يساوى :



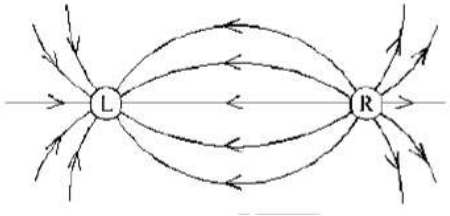
a) $1.15 \times 10^{6}\ N/C$
b) $90 \times 10^{6}\ N/C$
c) $46 \times 10^{6}\ N/C$
d) $26.65 \times 10^{6}\ N/C$

١٨)في الشكل المجاور دخل الكترون من نقطة إلى لوحين مشحونين كوناً مجال كهربائى منتظم بين اللوحين فإذا خرج الالكترون على مسافة d فإن اتجاه المجال الكهربائى بين اللوحين يكون :



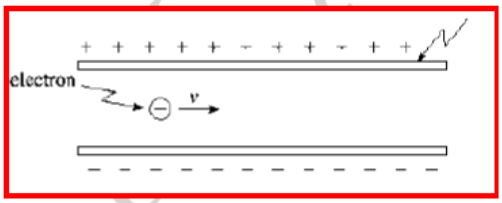
a) ←
b) →
c) ↓
d) ↑

١٩) الشكل المجاور بين خطوط المجال الكهربائى الناتج عن شحنتين L , R فإن نوعى الشحنتين :



	الشحنة L	الشحنة R
a)	موجبة	موجبة
b)	موجبة	سالبة
c)	سالبة	موجبة
d)	سالبة	سالبة

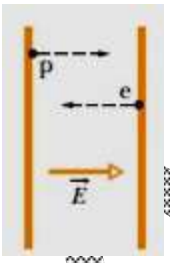
٢٠) الكترون يتحرك أفقياً في مجال كهربائى بين صفحتين متوازيتين كما بالشكل فإنه أفضل وصف للقوة واتجاهها :



	مقدار القوة الكهربائية	اتجاه القوة الكهربائية
a)	تتغير	لأعلى
b)	تتغير	للأسفل
c)	ثابتة	لأعلى
d)	ثابتة	للأسفل

Almanahj.com/ae

٢١) لوحان فلزيان كما بالشكل مشحونات بشحنتين متساويتين بالمقدار ومختلفتين بالنوع ترك كل من الكترون وبروتون من السكون لتحركا بحرية داخل المجال إن نسبة العجلة التي تحرك بها البروتون للإلكترون :



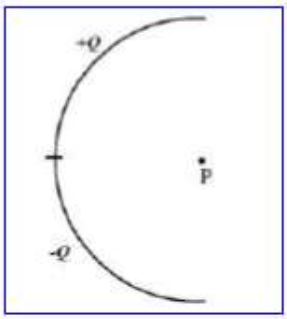
a) $\frac{m_e}{m_p}$

b) $\frac{2m_e}{m_p}$

c) $\frac{m_p}{m_e}$

d) $\frac{m_e}{2m_p}$

٢٢) ساقين عازلين شكلتا نصف دائرة وضع على الطرف العلوى شحنة Q+ والنصف الآخر شحنة Q– ووزعتا بانتظام على كلا الساقين أفضل شكل للمجال الكهربائى عند النقطة P الواقعة في مركز الدائرة هو :



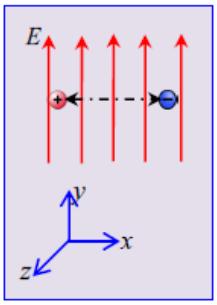
a) ←

b) →

c) ↓

d) ↑

٢٣)مجال كهربائى منتظم شدته 400 N / C اتجاهه نحو الشمال ، كما بالشكل وضع بداخله شحنتان متساويتان بالمقدار ومختلفتان بالنوع كونتا ثنائى القطب ، البعد بينهما 1.5 cm ومقدار كل شحنة 3.0n C فإن مقدار عزم الدوران المؤثر على ثنائى القطب :



a) 1.8×10^{-8} Nm في اتجاه z الموجب

b) 2.66×10^{-9} Nm في اتجاه z الموجب

c) 1.8×10^{-8} Nm في اتجاه z السالب

d) 8.0×10^{-9} Nm في اتجاه z الموجب

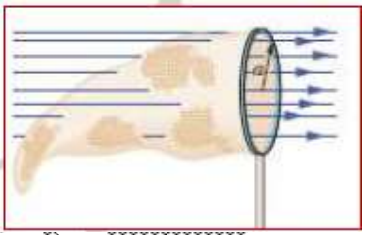
٢٤)في المسألة السابقة اذا كانت الشحنتان تقعان على خط واحد من خطوط المجال الكهربائي وبقيت المسافة بينهما ثابتة فإن عزم الدوران لهما يصبح :

a) ينعدم
c) يتضاعف
b) نصف ما كان عليه
d) لا يتغير

٢٥)وحدة القياس التدفق الكهربائى تكافئ :

a) $Kg.m^{3}.S^{4}.A^{2}$
c) $Kg.m^{-3}.S^{4}.A^{2}$
b) $Kg.m^{3}.S^{-3}.A^{-1}$
d) $Kg^{-1}.m^{+3}.S^{4}.A^{2}$

٢٦)الشكل المجاور يجتاز صائدة الفراش مجال كهربائى منتظم شدته E = 3.0 m N/C وعمودياً على سطحها الدائرى الذى نصف قطره a=11cm فاحسب التدفق الذى يجتاز السطح الأيمن :



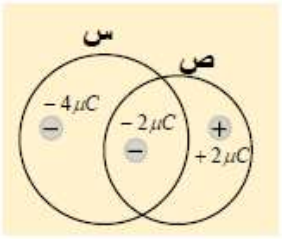
a) $+1.1 \times 10^{-1}$ N.m^2 / C
b) -1.1×10^{-4} N.m^2 / C
c) $+1.1 \times 10^{-4}$ N.m^2 / C
d) -1.1×10^{-2} N.m^2 / C

٢٧)عندما يكون خطوط المجال الكهربائى المنتظم عمودياً على السطح فإن التدفق الذى يجتاز السطح :

a) قيمته عظمى
c) منعدمة
b) قمتها دنيا
d) واحد

Almanahj.com/ae

٢٨)التدفق الذى يجتاز السطح (س) المبين بالشكل يساوى :



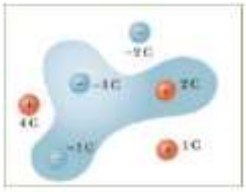
a) $-2.26 \times 10^5\ N.m^2/C$

b) $2.26 \times 10^5\ N.m^2/C$

c) صفر

d) $-6.78 \times 10^5\ N.m^2/C$

٢٩)في الشكل المجاور ، إن مقدار التدفق الكهربائى الذى يجتاز السطح المظلل يساوى :



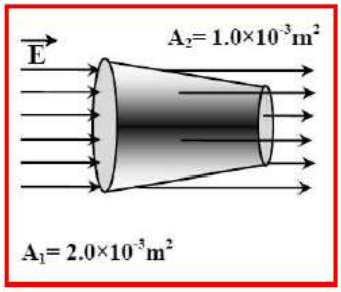
a) $\frac{-3C}{\varepsilon_0}$

b) $\frac{-6C}{\varepsilon_0}$

c) $\frac{3C}{\varepsilon_0}$

d) 0.0

٣٠)يظهر الشكل المجاور شبه مخروط لا يوجد بداخله شحنات كهربائية ويجتازه مجال كهربائى منتظم شدته $1.0 \times 10^3\ N/C$ اعتماداً على الشكل فإن التدفق الكهربائى الذى يجتاز السطح الجانبى لشبه المخروط يساوى :



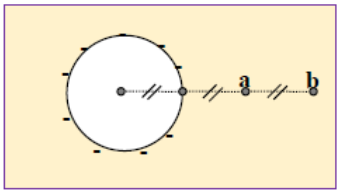
a) $-2.0\ N.m^2\ /\ C$

b) $+2.0\ N.m^2\ /\ C$

c) $-1.0\ N.m^2\ /\ C$

d) $+1.0\ N.m^2\ /\ C$

٣١)موصل كروى مشحون ومعزول كما بالشكل إن النسبة بين النسبة بين شدة المجال الكهربائى عند النقطة b إلى شدة المجال الكهربائى عند النقطة a تساوى $\frac{E_b}{E_a}$



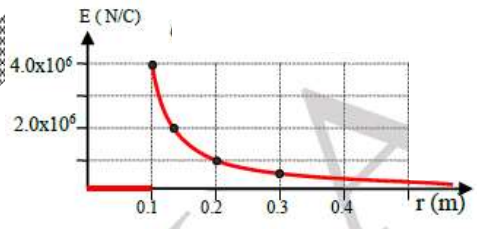
a) $\frac{2}{3}$

b) $\frac{4}{9}$

c) $\frac{3}{2}$

d) $\frac{9}{4}$

٣٢)الشكل المجاور يمثل العلاقة بين مقدار المجال الكهربائى المتولد عن موصل كروى معزول ومشحون عند نقطة وبين بعد هذه النقطة عن مركز الموصل فإن شدة المجال عند نقطة تبعد $0.1\ m$ عن سطح الموصل تساوى:



a) $4.0 \times 10^6\ N/C$

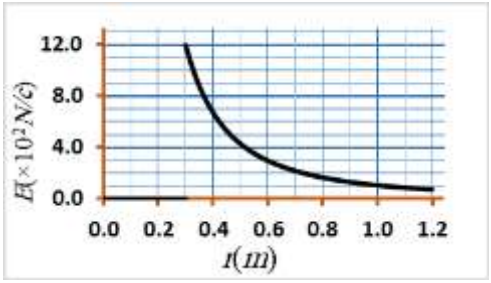
b) $2.0 \times 10^6\ N/C$

c) صفر

d) $1.0 \times 10^6\ N/C$

Almanahj.com/ae

٣٣)يظهر الرسم المقابل تغيرات مقدار شدة المجال الكهربائى في مجال موصل كروى مشحون ، ما كمية شحنة الموصل ؟



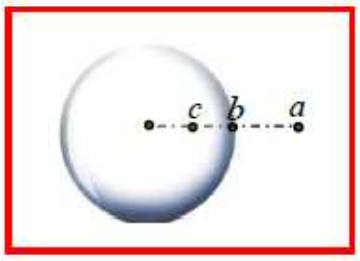
(a 4.0×10^{-8} C

(b 2.1×10^{-8} C

(c 8.3×10^{-9} C

(d 1.2×10^{-8} C

٣٤)هيكل كروى من مادة عازلة مشحون بحيث توزيع الشحنة بالتساوى ، نصف قطر الهيكل الكروى R بالمقارنة بين شدة المجال الكهربائى عند النقاط a , b , c :



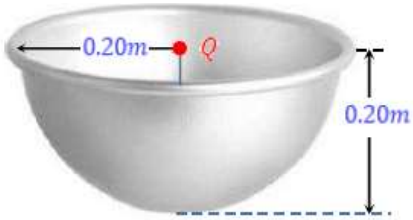
(a $E_c = 0.0$, $E_a > E_b$

(b $E_c > E_A$

(c $E_c = 0.0$, $E_b > E_c$

(d $E_c > 0.0$, $E_b > E_c$

٣٥)يظهر الشكل المجاور سطحاً على شكل نصف كرة نصف قطرها 0.2m وقد وضعت عند مركز قاعدتها الدائرية شحنة نقطية $Q = 9 \times 10^{-10}$ N/C إن مقدار التدفق الكهربائى الذى يجتاز هذا السطح بتأثير الشحنة النقطية :



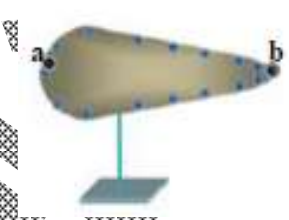
(a $-101.8\ N.m^2 / C$

(b $-50.9\ N.m^2 / C$

(c $-25.45\ N.m^2 / C$

(d $+50.9\ N.m^2 / C$

٣٦)موصل مخروطى مشحون ومعزول كما بالشكل المجاور رصدت نقطتان على سطحة فإن :



(a $E_a < E_b$, $\sigma_a < \sigma_b$

(b $E_a > E_b$, $\sigma_b < \sigma_a$

(c $E_a > E_b$, $\sigma_b < \sigma_a$

(d $E_a = E_b$, $\sigma_b > \sigma_a$

إن أحسنت فمن الله

وإن أسأت أو أخطأت فمن نفسى والشيطان

Almanahj.com/ae

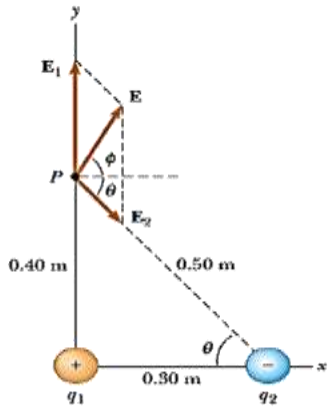
جمع أفكارك مسائل

☆☆ مسائل على أهم الأجزاء ☆☆

☆☆ الأمثلة والتطبيقات الخاصة بالمجال الكهربى ☆☆

- وضعت شحنة مقدارها $q_1=7mC$ عند نقطة الاصل وشحنة أخري $q_2=-5mC$ على مسافة $0.3m$ من نقطة الاصل على . أوجد المجال الكهربي عند نقطة P والتي احداثيتها. $(0.4,0)$

الحـــل



- شدة المجال الناشي عن الشحنة الموجبة يعمل فى اتجاه المحور الصادي الموجب بينما شدة المجال الناشيء عن الشحنة السالبة يعمل علي الخط الواصل بين نقطة P والشحنة q_2 فلابد من تحليل هذا المجال الى مركبتية الاساسية كما سيرد بالحل وايجاد محصلة المجالين.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

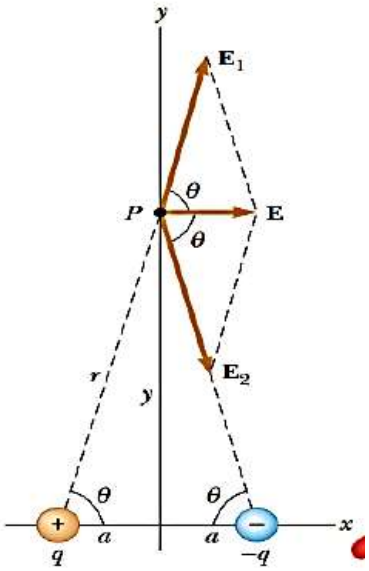
.....

.....

.....

ملاحظة أينشتاين الخليج
Almanahj.com/ae

- **المجال الناشئ عن ثنائى القطبين** : يعرف ثنائي القطب على انه شحنة موجبة q وشحنة سالبة q– تفصلهما مسافة صغيرة كما بالشكل .اوجد المجال الكهربي E عند نقطة P حيث P على مسافة y>>a من نقطة الاصل.



الحـــل

- عند P هو محصلة المجالين الناشئين عن الشحنتين ويفرض شحنة اختبارية موجبة عند P نجد ان مجال الشحنة الموجبة على امتداد r للخارج في حين مجال الشحنة السالبة يكون فى اتجاة الشحنة السالبة كما بالرسم .لابد من حساب شدة المجالين وتحليل كل مجال الى مركبة سينية واخرى صادية ثم إيجاد المحصلة.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

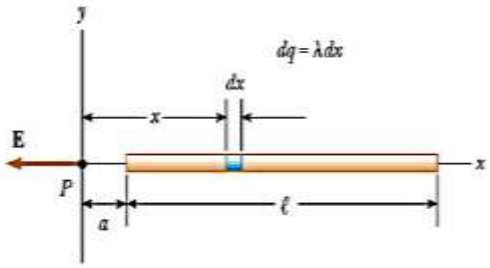
.....

.....

.....

Almanahj.com/ae

ملاحظة أينشتاين الخليج



- **المجال الكهربى الناشيء عن قضيب مشحون** : نفترض قضيباً طوله(L) به شحنة كثافتها الخطية (λ) ، المطلوب حساب شدة المجال الكهربي عند نقطة (P) والتي تبعد مسافة (a) عن أحد طرفي القضيب وعلى امتداده .
- نفترض أن القضيب موجود على محور (x) ، لإيجاد المجال الكهربي الناتج عن القضيب نجزئه إلى أجزاء متناهية الصغر طول كل منها(dx) وشحنته(dq) ثم نوجد المجال الكهربي (dE) الناتج عن أحد هذه الأجزاء وذلك بمعاملته كشحنة نقطية، مع التعبير عن عنصر الشحنة dq بكثافة الشحنة الخطية .

الحـــل

.....

.....

.....

.....

.....

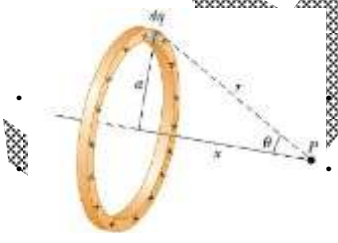
.....

.....

- **المجال الكهربى لشحنة منتظمة على شكل حلقة** : لنحسب المجال عند نقطة (p) تقع على بعد (x) من محور الحلقة .نقسِّم الحلقة إلى أجزاء متناهية في الصغر طول كلٍ منها (dL) وشحنته (dq) ، ومن ثم نوجد المجال (dE) الناتج عن هذا الجزء

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

الحـــل

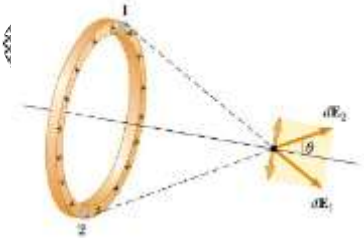


.....

.....

.....

.....



.....

.....

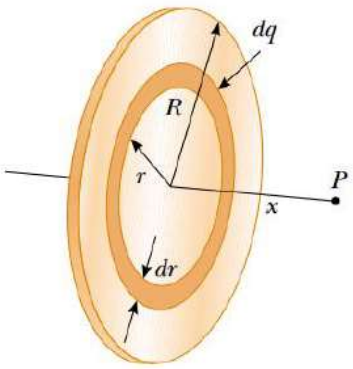
.....

Almanahj.com/ae

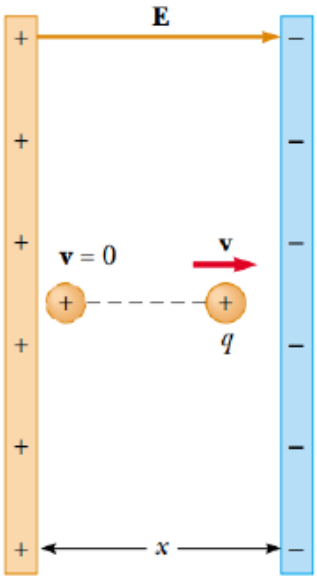
- **المجال الكهربى لقرص منتظم الشحنة** : لحساب شدة المجال الناشئ عن قرص نصف قطرة R مشحون بكثافة شحنة سطحية σ عند نقطة تبعد x عن مركزها . هنا نقوم بتجزئة القرص الي حلقات دائرية كعنصر للشحنة بنصف قطر r وعرض dr وبالتالي تكون عنصر الشحنة $dq = 2\pi r\sigma dr$ ويسبب عنصر مجال قدرة dE نستخدم النتيجة التي حصلنا عليها للمجال الناتج عن حلقة مشحونة (التطبيق السابق) ومنها يمكن التعبير عن عنصر المجال على النحو:

$$dE_x = \frac{k_e\, x}{(\,x^2 + r^2\,)^{3/2}}\;(\,2\pi\sigma r\;dr\,)$$

- ولإيجاد المجال الناشئ عن القرص كاملاً نكامل المعادلة السابقة من 0 الي R حيث σ ,k ,x كلها ثوابت وعلية تكون



Almanahj.com/ae



- **تسارع شحنة موجبة في مجال كهربى منتظم :**
- شحنة موجبة q كتلتها m وضعت من السكون داخل مجال كهربي منتظم E ناتج عن صفيحتين مختلفتين الشحنة البعد بينهما x ، أحسب سرعة الإلكترون (V) ؟

الحـــــل

- إذا وضع جسم مشحون بشحنة (q) في مجال كهربي (E) فإنه سيتأثر بقوة (F=q E) ،هذه القوة تساوي الكتلة فى التسارع (F = m a) اي يكتسب الجسم تسارع a
- نستخدم قوانين الحركة السابق دراستها وهي للتذكرة :

$$x_f = x_i + v_i t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$v_f = v_i + at$$

$$v_f^2 = v_i^2 + 2a\,(x_f - x_i)$$

- لايجاد السرعة النهائية ($x_i = 0$ ، $v_0 = 0$) نعوض فى المعادلة الاولي مع التعويض للتسارع a=q E/m نحصل علي :

$$x_f = \frac{1}{2} a t^2 = \frac{qE}{2m} t^2$$

- وبالتالي فإن سرعة الجسيم تساوي(من المعادلة الثانية) :

$$v_f = at = \frac{qE}{m} t$$

- ومن المعادلة الثالثة للحركة نجد ان :

$$v_f{}^2 = 2ax_f = \left(\frac{2qE}{m}\right) x_f$$

- والتي منها يمكن حساب طاقة الحركة التي يكتسبها الجسم عندما يتحرك مسافة قدرها :

$$\Delta x = x_f - x_i$$

- وتكون طاقة الحركة تساوي :

$$K = \frac{1}{2} m v_f^2 = \frac{1}{2} m \left(\frac{2qE}{m}\right) \Delta x = qE \Delta x$$

- وحيث ان الجسم بدأ من السكون فإن طاقة الحركة المكتسبة تمثل الشغل الذي بذل لنقل الشحنة.

ملاحظة

$v_0 = v_i$

السرعة الابتدائية ويفضل كتابة v_0

Almaraji.com/at

خطى بالمعالى MR. RAMI

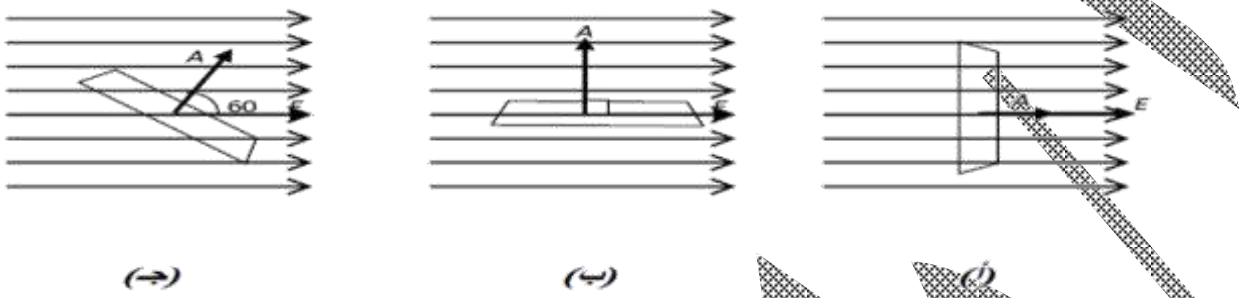
مهم جدا

- انطلق الكترون من السكون داخل مجال كهربى شدته (4×10^4 N/C) ناتج عن صفيحتين مختلفتين الشحنة البعد بينهما (2cm) احسب سرعة الالكترون (V) ؟

Almanahj.com/ae

مثـــــال ١ :

- مجال كهربائي E يقطع سطحاً مستوياً مساحته A كما هو مبين في الشكل .أوجد تدفق المجال الكهربائي من السطح في الحالات أ ، ب، ج المبينة في الشكل.



(جـ) (ب) (أ)

الحـــــل

- في الحالة (أ)، فإن الزاوية بين اتجاهي المجال E و السطح A تساوي صفراً فإن :

$$\Phi_E = EAcos\ 0° = EA$$

- وفى الحالة (ب) نجد أن الزاوية هنا تساوى $90°$ وبالتالي يكون :

$$\Phi_E = EAcos\ 90° = 0$$

- وأخيراً في الحالة (جـ) ، نلاحظ أن الزاوية بين E , A تساوى $60°$ ، ومن ثم فإن التدفق يكون :

$$\Phi_E = EAcos\ 60° = \frac{1}{2}EA$$

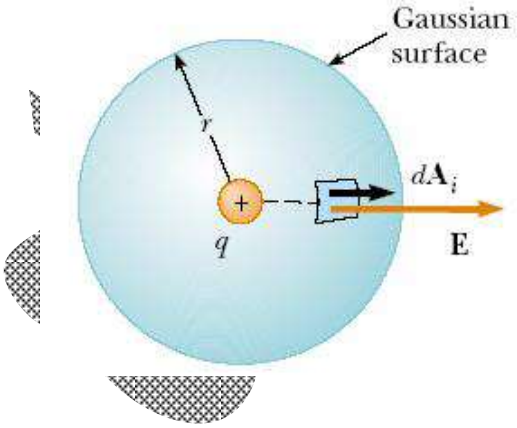
Alnamali.com

- تلاحظ من الحالات الثلاث أعلاه أن تدفق المجال الكهربائي من السطح يعتمد بشكل أساسي على الزاوية التي تقطع بها خطوط المجال السطح .حيث يكون التدفق أكبر ما يمكن عندما تكون خطوط المجال عمودية على السطح، ويكون التدفق أقل ما يمكن(صفراً)عندما تكون الخطوط موازية للسطح أو مماسة له، إذ أنها لا تخترقه و لا تتدفق منه في هذه الحالة .

مثـــــال ٢ :

- أوجد الفيض الكهربى من كرة نصف قطرها r والناتج عن شحنة نقطية في مركزها

الحـــــل



تابع الحـــل

.....

.....

.....

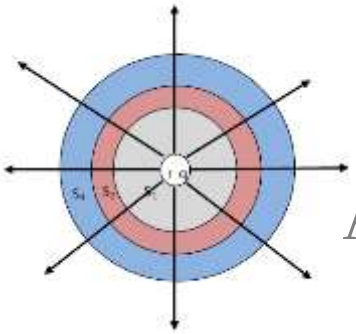
.....

.....

.....

.....

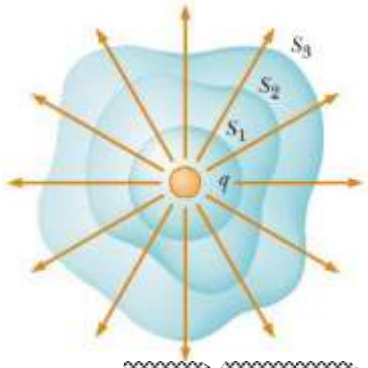
.....



- واضح أن عدد خطوط القوى لا تتوقف على نصف قطر الكرة مما يدل على تساوي عدد الخطوط المارة بجميع الكرات التي تقع في مركزها النقطة المشحونة.

Almanahj.com/ae

ملاحظـــــات



- ويمكن تلخيص مضمون قانون جاوس على أنه : "إذا تعرض أي سطح مغلق لمجال كهربي فإن عدد خطوط القوى التي تنفذ منه إلى الخارج تساوى المجموع الجبري للشحنات المحصورة داخل هذا السطح مضروبا في $\frac{1}{\varepsilon_0}$

الشروط التي يجب مراعاتها عند اختيار جاوس : هاااااااااااام

١) أن يمر السطح المغلق بالنقطة المراد حساب شدة المجال عندها

٢) أن يكون السطح المغلق متلائماً مع توزيع الشحنات

٣) أن تسقط خطوط القوة عمودية أو موازية أو تصنع زاوية يسهل حسابها

٤) أن تكون شدة المجال ثابتة على أجزاء السطح المختلفة

تمت بفضل الله أهم وحدات الكتاب ☺☺☺☺☺