

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

أخي المعلم وأبنائي الطلبة والطالبات إلى كل من يعشق علم الفيزياء
يسرني أن أضع بين أيديكم هذا العمل سائلاً طولى سبحانه وتعالى أن ينفعنا
وإياكم به في الدنيا والآخرة وأن يجعل عملنا كله خالصاً لوجهه الكريم
واعلم أخي الطالب وأختي الطالبة أن علم الفيزياء من أهم العلوم التي قامت
عليها الحضارة البشرية في العصر الحديث وذلك بدء من تصور طومسون للذرة
واكتشافه الإلكترون مروراً بزرنفورد ثم شرودنجر وبور وتصوره للذرة مرور
بنسبية اينشتاين وميكانيكا الكم وعلم الإلكترونيات وصولاً لتكنولوجيا النانو
وعلم الفضاء بدايت من البيروني وأحسن 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 أخي الطالب أن تدرس الفيزياء كعلم وليس كمادة لتحصيل
الدرجات فقط فلم لا يكون اسمك من تلك الأعلام الذين خدموا البشرية
لذلك أضع بين أيديكم جزء ضئيل من مجهود تلك العظماء وقد راعيت فيه
البساطة والدقة والتبسيط وكتابت العديد من الأمثلة والأسئلة على قدر
استطاعتي وأسأل الله أن تنال إعجابكم متمنياً لكم النجاح والتوفيق...

ولا تنسوني من صالح الدعاء ولعائلتي

ولكل مدرس علمني حرفاً

اطلازم لا تباع توزع مجاناً

☆☆ الوحدة الثانية ☆☆

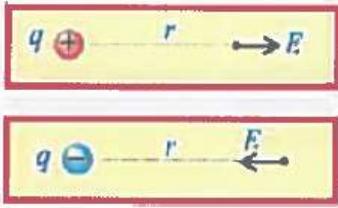
تعريف المجال الكهربائى :

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

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

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

اتجاه شدة المجال عند نقطة :



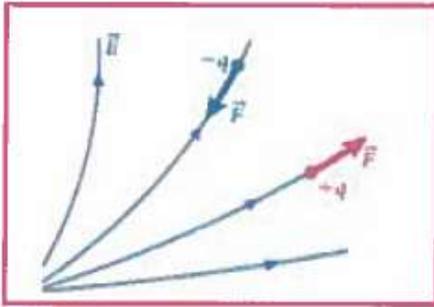
- إذا كانت (q) موجبة يكون اتجاه (E) من النقطة بعيداً عن الشحنة
- إذا كانت (q) سالبة يكون اتجاه (E) من النقطة باتجاه الشحنة .

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 .

$$\vec{E}_t(\vec{r}) = \vec{E}_1(\vec{r}) + \vec{E}_2(\vec{r}) + \dots + \vec{E}_n(\vec{r})$$

خطوط المجال الكهربائى :



- (١) تبدأ الخطوط من الشحنة الموجبة وتنتهى عند الشحنة السالبة (إذا لم يكن هناك شحنة سالبة تنتهى في المالانهاية)
- (٢) عدد خطوط المجال التي تجتاز عمودياً وحدة المساحة تمثل شدة المجال عند تلك النقطة . الخطوط تتكاثر عندما تكون (\vec{E}) كبيرة وتتباعدها 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

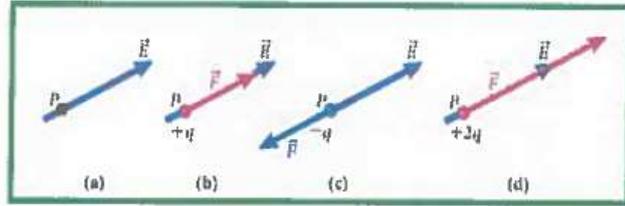
شحنة اختبار :

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

المجالات الكهربائية وقانون جاوس الثاني عشر متقدم

• القوة الناتجة عن وضع شحنة في مجال كهربائي

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



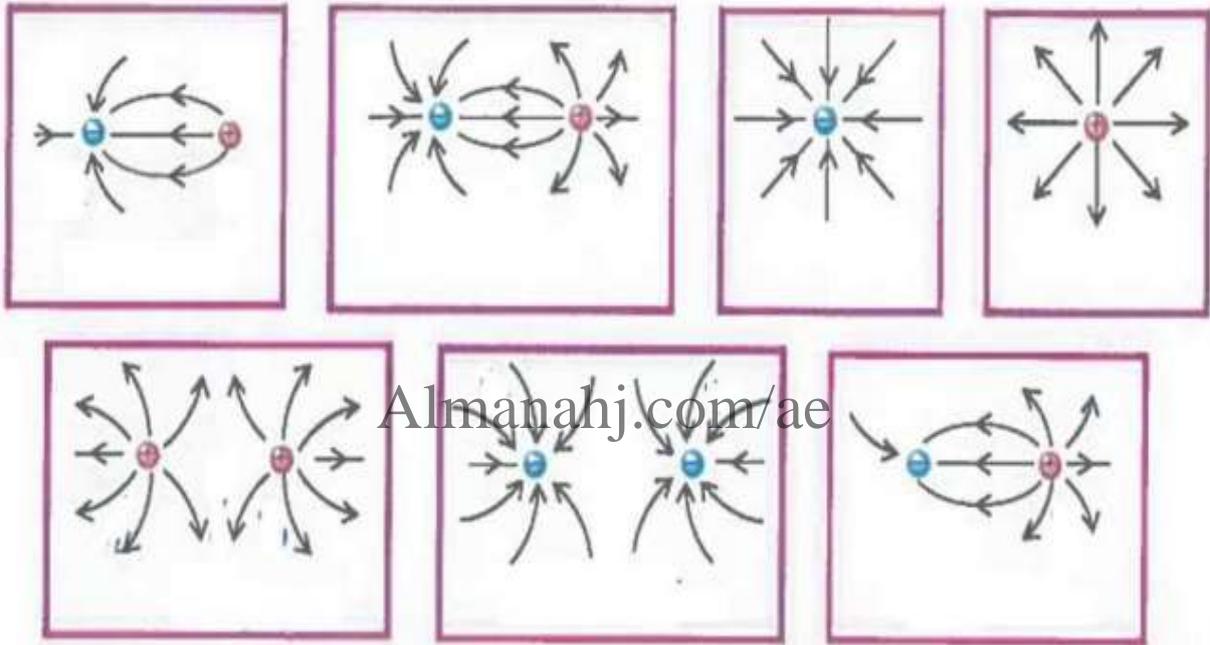
(c) شحنة سالبة $-q$ موضوعة عند النقطة P

(a) النقطة P على خط مجال كهربائي

(d) شحنة موجبة $+2q$ موضوعة عند النقطة P

(b) شحنة موجبة $+q$ موضوعة عند النقطة P

الشحنة النقطية



Almanahj.com/ae

مراجعة المفاهيم 2.2

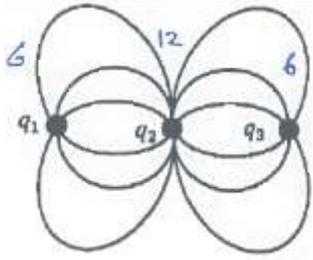
إذا افترضنا أنه γ توجد شحنات في المناطق الأربعة الموضحة في الشكل، فأي نمط يمكن أن يمثل مجالاً كهربائياً؟

(a) النمط 1 فقط
 (b) النمط 2 فقط
 (c) النمطان 2 و 3
 (d) النمطان 1 و 4
 (e) γ يمثل أي نمط مجالاً كهربائياً

مراجعة المفاهيم 2.1

أي من الشحنات الموضحة في الشكل موجهة؟

(a) رقم 1
 (b) رقم 2
 (c) رقم 3
 (d) رقم 1 و 3
 (e) كل الشحنات الثلاث موجهة.



(١) يُظهر الرسم التخطيطي المجاور خطوط المجال الكهربائي لثلاث شحنات كهربائية نقطية . اعتماداً على الرسم أجب كما يلي :

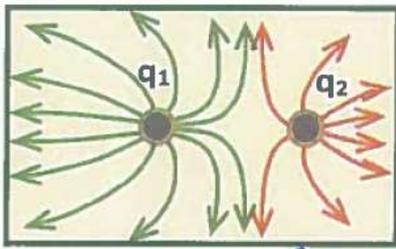
(١) احسب النسبة $\frac{|q_1|}{|q_3|}$

الحل

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

الحل

(٢) بين الشكل المجاور خطوط المجال الكهربائي لشحنتين نقطيتين (q_2) ، ($q_1 = 18 \times 10^{-12} C$)



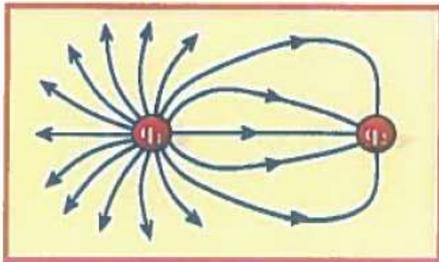
(١) ما نوع كل من الشحنتين ؟

الحل

(٢) ما مقدار الشحنة (q_2)

الحل

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



(١) ما نوع الشحنة (q_2) ؟

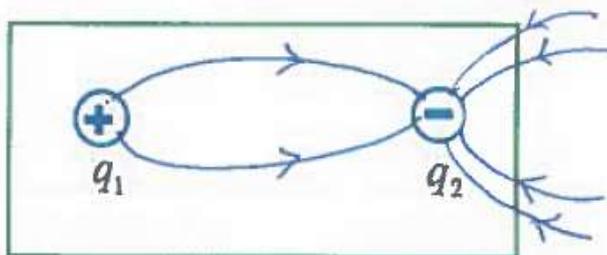
الحل

(٢) أي الشحنتين كميتها أكبر ؟

الحل

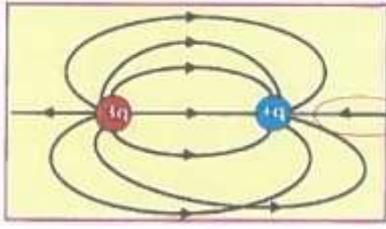
(٤) وضعت الشحنتان النقطيتان ($q_1 = 1.4 \times 10^{-6} C$ ، $q_2 = -4.2 \times 10^{-6} C$) متجاورتين

في الهواء كما في الشكل المجاور ، ارسم خطوط المجال الكهربائي على الشكل نفسه .



المجالات الكهربائية وقانون جاوس الثاني عشر متقدم

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

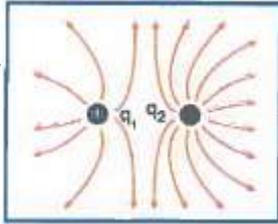


الجميل

.....

.....

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

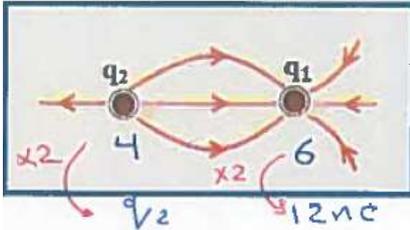


الجميل

.....

.....

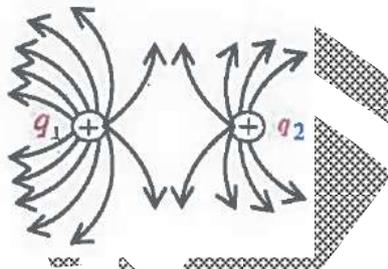
(٧) اعتماداً على الشكل التخطيطي المجاور أكمل الجدول التالي بما يناسب :



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

اختر الإجابة الصحيحة فيما يلي :

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



- (أ) $\frac{2}{1}$
- (ب) $\frac{1}{2}$
- (ج) $\frac{3}{2}$
- (د) $\frac{2}{3}$

(٢) يظهر الشكل المجاور خطوط المجال الكهربائي لشحنتين نقطيتين متجاورتين ، إذا كان مقدار الشحنة

q_1 يساوي $6 \mu C$ فما مقدار الشحنة q_2 ؟

- (أ) $2.5 \mu C$
- (ب) $4.8 \mu C$
- (ج) $4.3 \mu C$
- (د) $14.4 \mu C$

وزارة
وزارة

المجال الكهربائي الناتج عن الشحنات النقطية

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

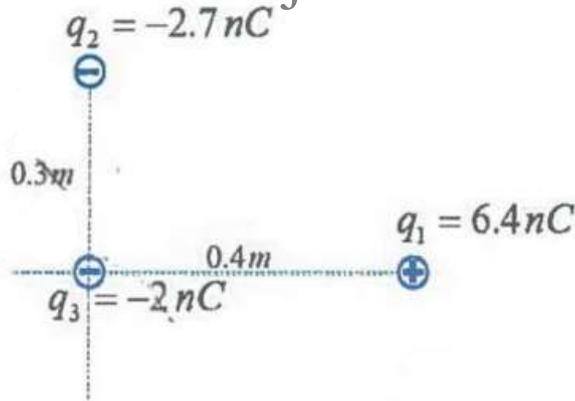
$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|qq_0|}{r^2} \quad E = \left| \frac{F}{q_0} \right| = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|q|}{r^2} \quad E = K \frac{q}{r^2}$$

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

الحل

معتمداً على البيانات في الشكل :

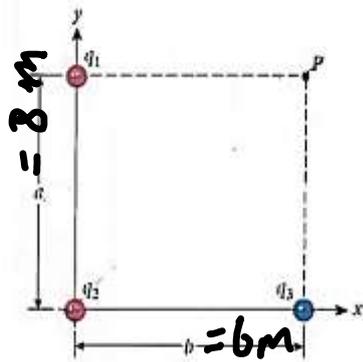
- (١) احسب شدة المجال الكهربائي المؤثر في الشحنة (q_2) وحدد اتجاهه ؟
- (٢) احسب مقدار القوة الكهربائية المؤثرة على الشحنة (q_3) وحدد اتجاهها على الرسم .



الحل

• يوضح الشكل التالي ثلاث شحنات نقطية ثابتة

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



تقع الشحنة q_1 عند النقطة $(0, a)$ ،

الشحنة q_2 عند النقطة $(0, 0)$ ،

الشحنة q_3 عند النقطة $(b, 0)$.

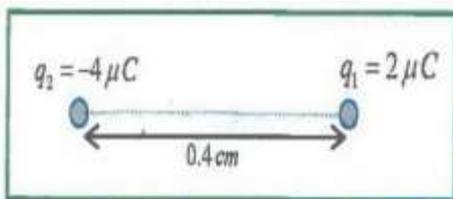
ما المجال الكهربائي \vec{E} الذي تنتجه هذه

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

الحل

Almanahj.com/ae

• وضعت شحنتان نقطيتان في الهواء كما في الشكل المجاور :



(١) احسب شدة المجال عند منتصف المسافة بين الشحنتين

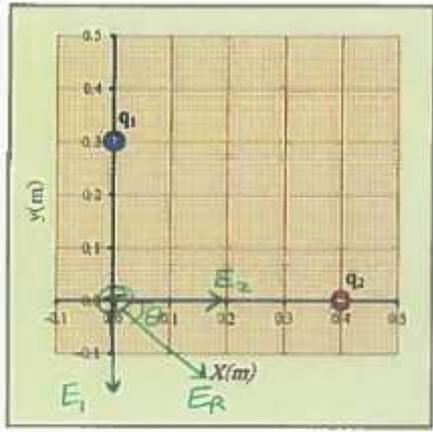
(٢) احسب القوة الكهربائية التي تؤثر في بروتون بوضع في

منتصف المسافة بين الشحنتين $q_p = 1.6 \times 10^{-19} C$

الحل

بإذن الله لازم سؤال في اختبار الوزارة

المجالات الكهربائية وقانون جاوس الثاني عشر متقدم



• وضعت الشحنتان النقطيتان (q_1, q_2) في الهواء

على محور الإحداثيات كما في الشكل المجاور إذا

كانت الشحنة الأولى $q_2 = +16.0 \times 10^{-6} C$,

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

(1) جد شدة المجال الكهربائي عند نقطة الأصل $(0, 0)$

الحل

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

الحل

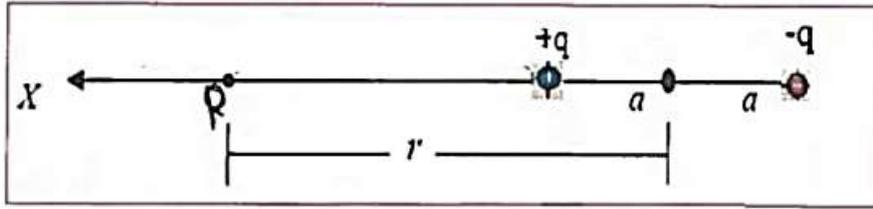
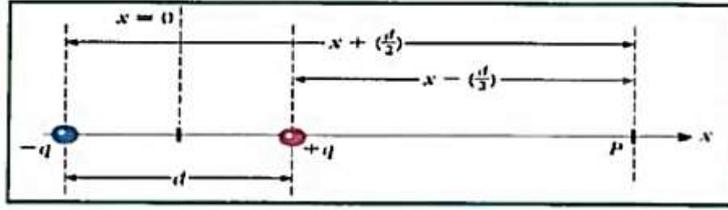
Almanahj.com.ae



المجال الكهربائي الناتج عن ثنائي قطب

ثنائي القطب الكهربائي :

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



الحل

Almanahj.com/ae

الشيء الوحيد الذي يستحق منك التضحية هو حلمك

” اسعى إليه ليكون لك ”

المجال الكهربائي الناتج عن ثنائي القطب الكهربائي :

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

عزم ثنائي القطب الكهربائي : \vec{P} بعد النقطة عن منتصف ثنائي القطب (r, X)

- يكون اتجاه عزم ثنائي القطب الكهربائي من الشحنة السالبة إلى الشحنة الموجبة وهو عكس اتجاه

خطوط المجال الكهربائي : $P = qd$

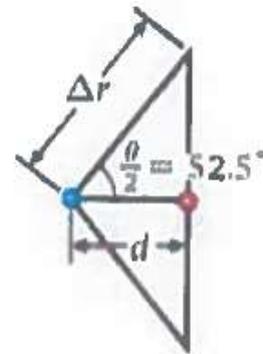
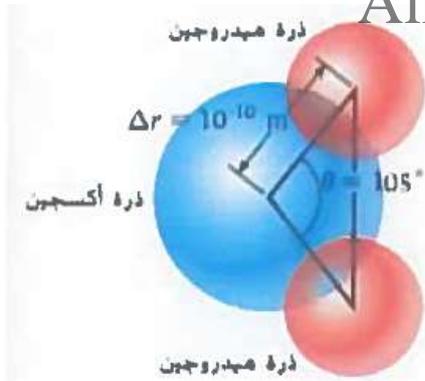
- الصيغة النهائية للمجال الكهربائي الناتج عن ثنائي القطب :

$$E = \frac{P}{2\pi\epsilon_0 |X|^3}$$

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

جزئ الماء :

- ما عزم ثنائي القطب الكهربائي الناتج للماء

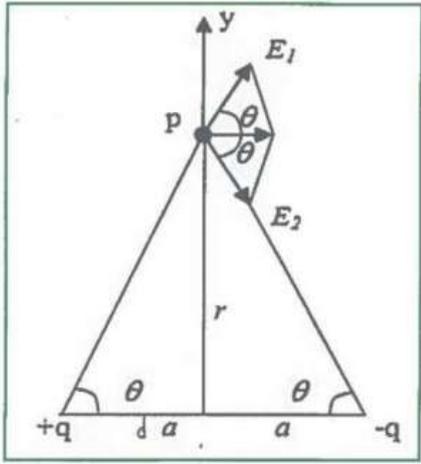


الحل

المجالات الكهربائية وقانون جاوس **الثاني عشر متقدم**

- بالنسبة لثنائي القطب الموضح بالشكل أوجد شدة المجال الكهربائي الناشيء عن الشحنتين $+q$, $-q$

عند النقطة P الواقعة على العمود المنصف لمحور ثنائي القطب .



الحل

- ثنائي قطب متعادل شحنتاه $-6.0 \mu C$, $+6.0 \mu C$ والمسافة بينهما 2cm فإن مقدار المجال

الكهربائي على بعد 30 cm من منتصف ثنائي القطب هي

$5.6 \times 10^4 \text{ N/C}$ (A)

$8.0 \times 10^4 \text{ N/C}$ (B)

$12.5 \times 10^4 \text{ N/C}$ (C)

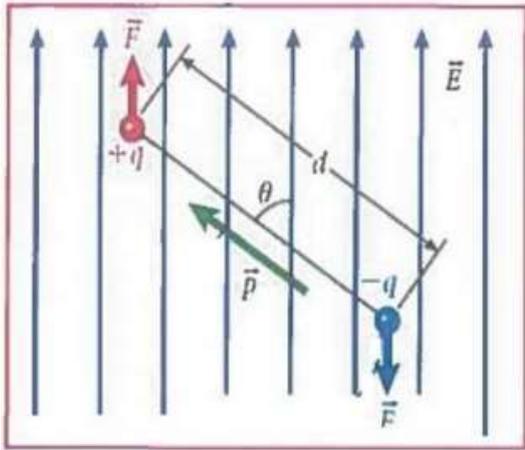
$15.0 \times 10^4 \text{ N/C}$ (D)

الشيء الوحيد الذي يستحق منك التضحية هو حلمك

" اسعى إليه "

ليكون لك "

ثنائي القطب في مجال كهربائي :



• تتأثر الشحنة النقطية في مجال كهربائي بقوة ($F = qE$)

وتكون هذه القوة مماسية لخطوط المجال

ملاحظات :

(١) نحن هنا ندرس القوى المؤثرة في ثنائي قطب موجود في

مجال خارجي لا المجال الناتج عن ثنائي القطب

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

(٣) يبذل المجال الكهربائي قوة متجهة إلى الأعلى على الشحنة الموجبة وإلى الأسفل على الشحنة

السالبة ومقدارها ($F = qE$) وهما متساويتان لذلك ينتج عنها عزم دوران

$$\tau = qEd \sin\theta$$

$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$$

ومنها

Almanahj.com/ae

بتذكر أن عزم ثنائي القطب الكهربائي يحدد بالمعادلة $p = qd$

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

ولأن عزم الدوران عبارة عن متجه ويجب أن يكون متعامداً على كل من عزم ثنائي القطب الكهربائي

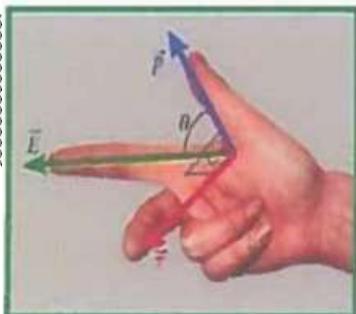
والمجال الكهربائي !

• 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 صفرًا 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)

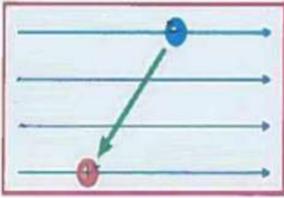
المجالات الكهربائية وقانون جاوس الثاني عشر متقدم

- ثنائي قطب كهربائي له شحنتان مختلفتان في الإشارة مقدار كل منهما $5.00 \times 10^{-15} C$ وتفصل بينها مسافة 0.400 mm موجه زاوية 60.0 بالنسبة لمجال كهربائي منتظم مقداره $2.00 \times 10^3 \text{ N/C}$ أوجد مقدار عزم الدوران الذي يبذله المجال الكهربائي على ثنائي القطب .
وضع ثنائي قطب كهربائي في مجال كهربائي منتظم كما

الحل

Almanahj.com/ae

في أي اتجاه سيدور ثنائي القطب؟



(٢) في أي اتجاه سيدور ثنائي القطب؟ فسر إجابتك.

افتراضاً فصل تعريف لثنائي القطب

- زوج من الشحنات المتساوية والمتشابهة التي تقع في نقطة الأصل
- زوج من الشحنات غير المتساوية والمتشابهة تقع في الأصل
- زوج من الشحنات المتساوية مقداراً ومختلفة نوعاً ومفصولة بمسافة صغيرة
- زوج من الشحنات غير المتساوية مقداراً ومختلفة نوعاً ومفصولة بمسافة صغيرة

المجالات الكهربائية وقانون جاوس الثاني عشر متقدم

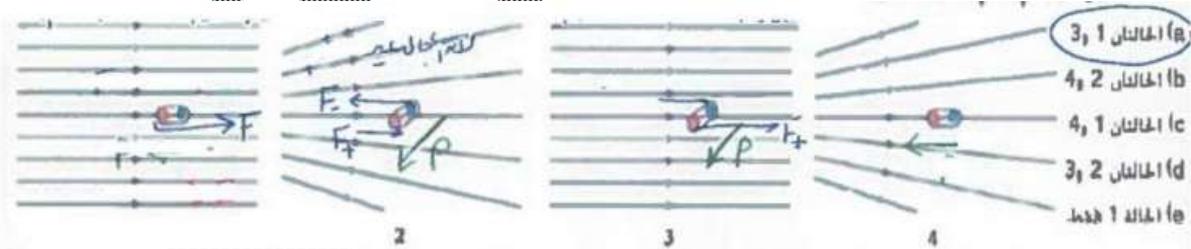
- غالباً ما يقاس عزم ثنائي القطب الكهربائي للجزيئات بوحدة الديباي (D) حيث :
 $1D = 3.34 \times 10^{-30} \text{ Cm}$ على سبيل المثال عزم ثنائي القطب لغاز كلوريد الخيدروجين هو $1.05 D$ احسب أقصى عزم دوران يمكن أن يبذل على هذا الجزيء في وجود مجال كهربائي مقداره 160.0 N/C .

الحل

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

الحل

- وضع ثنائي قطب متعادل كهربائياً في مجال كهربائي خارجي كما هو موضح في الشكل في أي حالة (حالات) تكون محصلة القوى المؤثرة في ثنائي القطب صفراً . برر إجابتك .



الحل

المجالات الكهربائية وقانون جاوس الثاني عشر متقدم

- وضع ثنائي قطب متعاقل كهربائياً في مجال كهربائي خارجي كما هو موضح في الشكل في مراجعة المفاهيم 2.3 في أي حالة (حالات) تكون محصلة عزم الدوران المبدولة على ثنائي القطب صفراً ؟

(a) الحالتان 1 , 3

(b) الحالتان 2 , 4

(c) الحالتان 1 , 4

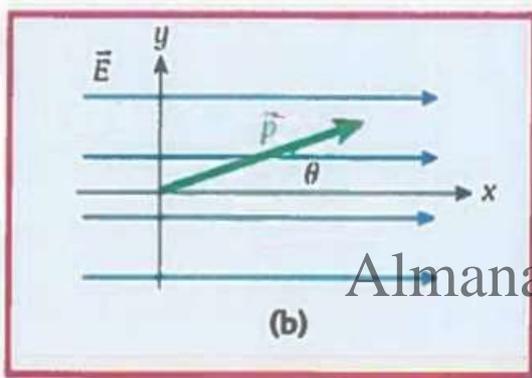
(d) الحالتان 2 , 3

(e) الحالة 1 فقط

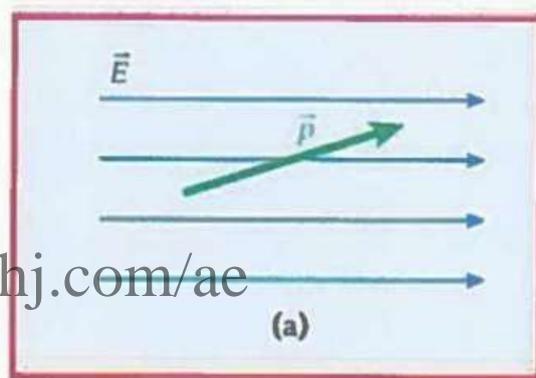
(f) الحالة 1 فقط

المسألة :

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



ثنائي قطب كهربائي في مجال كهربائي منتظم.



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

- عند لحظة زمنية معينة كانت الزاوية بين عزم ثنائي القطب الكهربائي والمجال الكهربائي هي : $\theta = 14.5^\circ$ ما المربعات الديكارتيّة لعزم الدوران في ثنائي القطب ؟

الحل

• عزم ثنائي الأقطاب لشحنتين $q_1 = -2\mu c$, $q_2 = +2\mu c$ ومفصولة بمسافة 2 mm يساوي:

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

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

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

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

• يكون اتجاه عزم الثنائي قطبي :

(a) من الشحنة الموجبة إلى الشحنة السالبة

(b) من الشحنة السالبة إلى الشحنة الموجبة

(c) مبتعداً عن الشحنة الموجبة

(d) عمودي 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 فلزي فإنه يستحيل حساب المجال الناتج عن هذه الأعداد الهائلة من الشحنات النقطية بالطريقة التقليدية (مبدأ التراكم) ولذا نلجأ إلى طريقة التكامل لحل المسائل تتضمن 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 يلي :

(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 (ريو) وتمثل

الشحنة لكل وحدة حجم أي الكثافة الحجمية للشحنة .

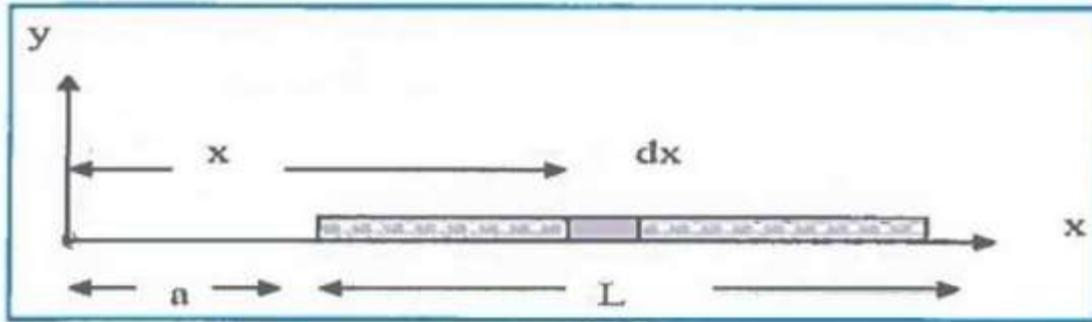
(٤) نعتبر مقدار المجال الناتج عن الشحنة التفاضلية dq $dE = K \frac{dq}{r^2}$

الخلاصة :

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

تطبيقات عن كيفية حساب شدة المجال الكهربائي باستخدام شحنة اختبار:

- إيجاد شدة المجال الكهربائي عند النقطة P الواقعة على مسافة a من إحدى نهايتي السلك .



الحل

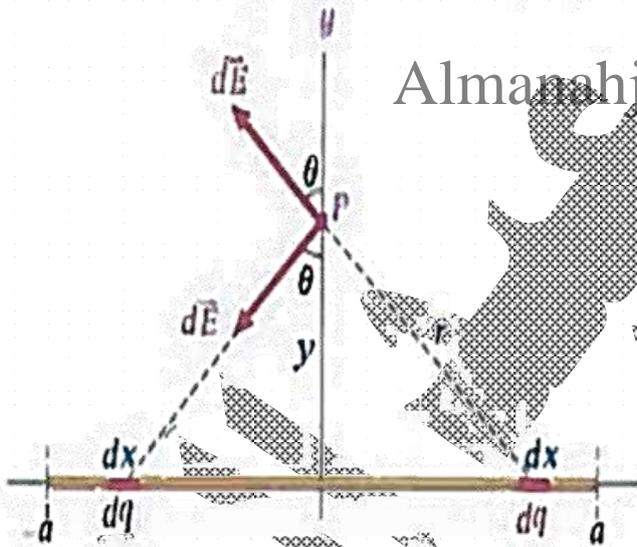
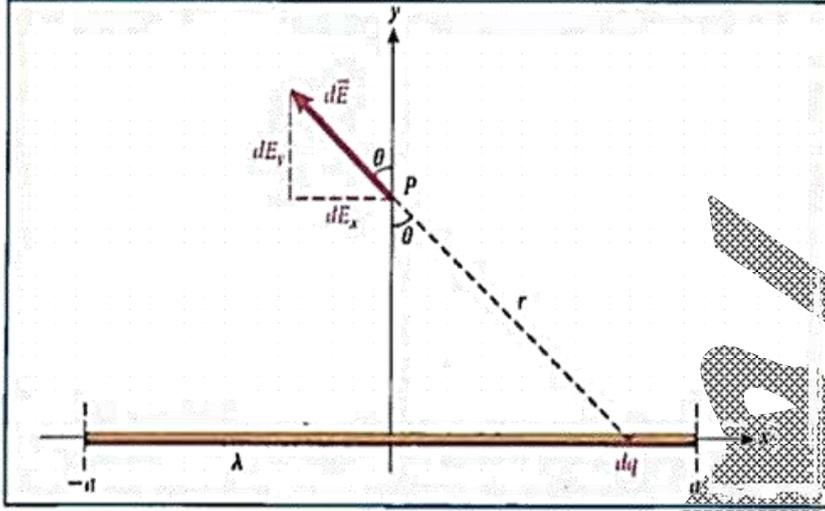
Almanahj.com/ae

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \lambda \frac{L}{a(L+a)} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{L}{a(L+a)}$$

شحنات على سلك مستقيم :

• أوجد المجال الكهربائي عند النقطة (P) الواقعة على امتداد الخط الذي ينصف السلك باستخدام

جدول التكاملات



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

حيث (a) نصف طول السلك

إذا كان السلك لا نهائي الطول

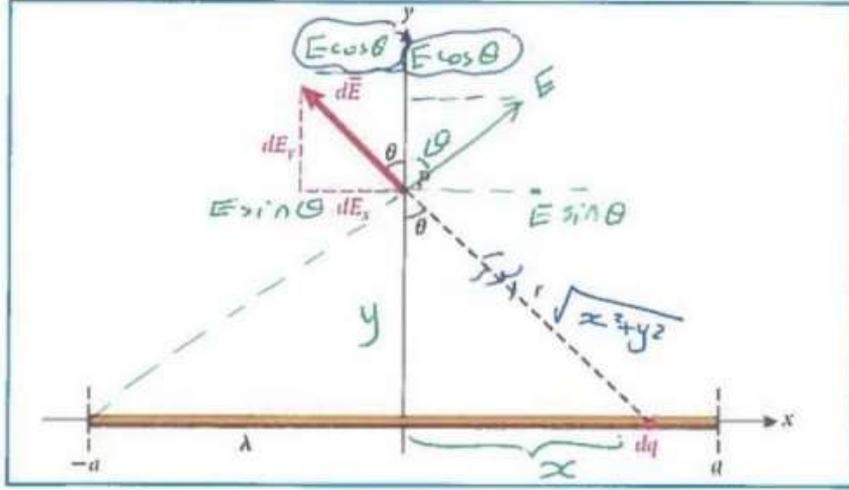
الحل

المجالات الكهربائية وقانون جاوس **الثانى عشر متقدم**

شحنات على سلك مستقيم :

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

جدول التكاملات



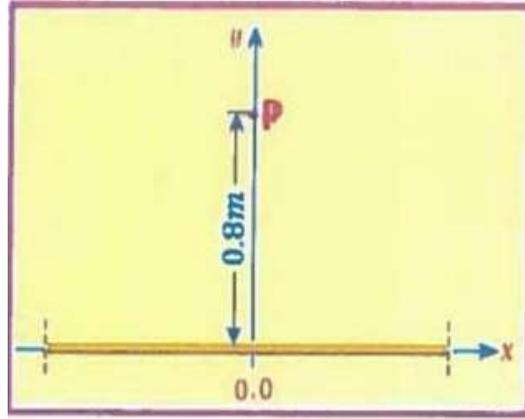
الحل

Almarahj.com/ae

المجالات الكهربائية وقانون جاوس **الثاني عشر متقدم**

- الشكل المجاور يبين سلك مستقيم طوله (1.2 m) ويحمل شحنة موجبة بكثافة طولية مقدارها $(4.0 \mu\text{C}/\text{m})$ مستعينا بالقاعدة الرياضية التالية :

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



- أجب عما يلي :
(١) احسب المجال الكهربائي الناتج عن شحنة السلك في النقطة P

الحل

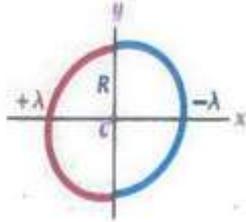
Almanahj.com/ae

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

الحل

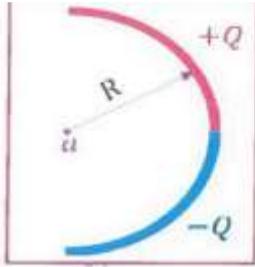
شحنات على حلقة :

- ثنى قضيب زجاجي 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 الكهربائي عند النقطة **C** التي تمثل مركز نصف الحلقة .



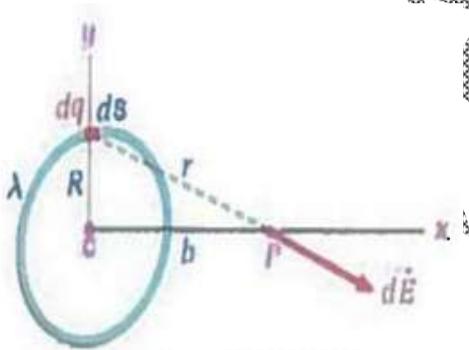
الحل

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



الحل

Almanahj.com/ae



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

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

توضيح

حالات خاصة :

- (1) إذا كان (b >> R) $E_p = \frac{k q}{b^2}$
- (2) إذا كان (b = 0.0) أي في المركز $E_c = 0.0$

الحل

سؤال هام جداً : مهارت عليا

• لو طلب منك ضغط الشحنات $P_Q = \frac{\sigma^2}{2 \epsilon_0}$ تسبب شحنة الموصل السطحية ويسبب التنافر ضغطاً

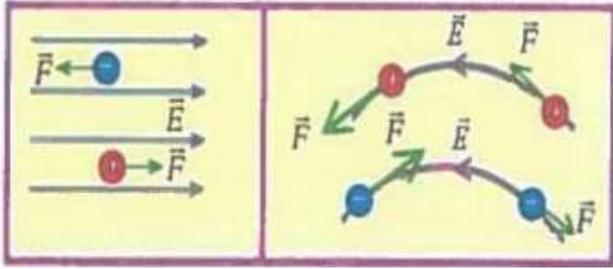
ك مقدار

على سطح الموصل متجهاً للخارج

القوة الناتجة عن مجال كهربائي :

• عندما توضع شحنة (q) داخل مجال كهربائي منتظم أو غير منتظم فإنها تتأثر بقول كهربائية

تعطى بالعلاقة التالي: $\vec{E} = q \vec{E}$



• ويكون متجة القوة مماساً لمتجه المجال

(لخطوط المجال) وفي الاتجاه نفسه إذا كانت

الشحنة موجبة ويعكس اتجاه المجال إذا كانت

الشحنة سالبة لاحظ الأشكال التالي :

ملاحظات هامة جداً :

(١) إذا ترك أي جسم مشحون حراً داخل مجال كهربائي فإنه سيبدأ الحركة باتجاه القوة الكهربائية

وبعجلة ثابتة تعطى حسب قانون نيوتن الثاني بالعلاقة التالية :

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

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

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

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

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

(٣) نحسب الطاقة الحركية للجسيم المتحرك بالعلاقة التالية :

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

(٤) تقاس الطاقة في النظام الدولي بوحدة الجول (J) وهناك وحدات أخرى لقياسها مثل الإلكترون

فولت (eV) وهنا وجب معرفة عامل التحويل بين هاتين الوحدتين حيث يكون:

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

ملاحظة

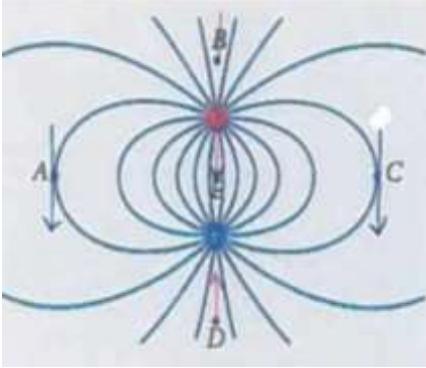
$$v_0 = v_i$$

السرعة الابتدائية ويفضل

كتابة v_0

المجال الكهربائي الناتج عن سطح مستو موصل لا نهائي منتظم توزيع الشحنة $E = \sigma / \epsilon_0$
 المجال الكهربائي الناتج عن سطح مستو غير موصل لا نهائي منتظم توزيع الشحنة

$$E = \frac{1}{2} \sigma / \epsilon_0$$



- يوضح الشكل منظرًا ثنائي الأبعاد لخطوط المجال الكهربائي 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 .

الحل

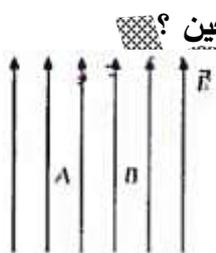
- وضع جس صغير موجب الشحنة في وضع السكون في مجال كهربائي منتظم كما هو موضح في



الشكل عندما يتحرر الجسم فإنه:

- سيبدأ في الحركة بسرعة ثابتة
- سيبدأ في الحركة بعجلة ثابتة
- سيبدأ في الحركة بعجلة متزايدة
- سيتحرك إلى الخلف وإلى الأمام بحركة توافقية بسيطة

- يمكن وضع جسم صغير موجب الشحنة في مجال كهربائي منتظم عند الموقع A أو الموقع B في

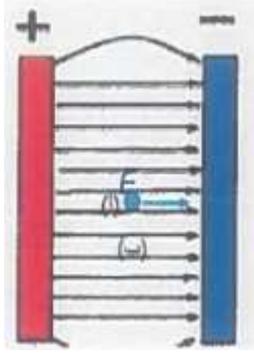


الشكل ما وجه المقارنة بين القوتين الكهربائيتين اللتان تؤثر في الجسم عند الموقعين ؟

- مقدار القوة الكهربائية المؤثرة في الجسم تكون أكبر عند الموقع A
- مقدار القوة الكهربائية المؤثرة في الجسم تكون أكبر عند الموقع B
- لا توجد قوة كهربائية مؤثرة في اجسم عند أي من الموقعين A , B
- تتساوى القوة الكهربائية المؤثرة في الجسم عند الوقع A مع القوة المؤثرة في الجسم عند الموقع B في المقدار وتعاكسها في الاتجاه
- القوة الكهربائية المؤثرة في الجسم عند الموقع A هي القوة الكهربائية غير الصفيرية نفسها المؤثرة في الجسم عند الموقع B

المجالات الكهربائية وقانون جاوس **الثنائي عشر متقدم**

- 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 6×10^{-4} نيوتن في اتجاه خطوط المجال :

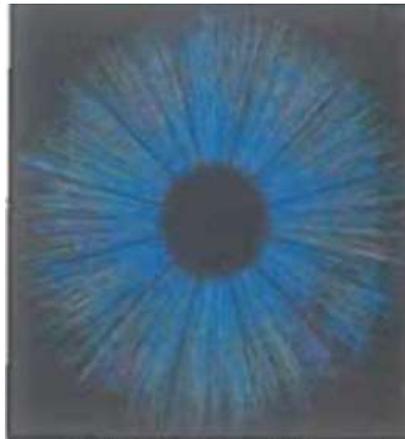
- (١) ما نوع الشحنة النقطية ؟
- (٢) احسب مقدار المجال الكهربائي عند النقطة (أ)
- (٣) إذا نقلت الشحنة إلى النقطة (ب) ما مقدار القوة المؤثرة فيها ؟

الحل

Almanahj.com/ae

حجرة الإسقاط الزمني :

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



المجالات الكهربائية وقانون جاوس **الثاني عشر متقدم**

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

الحل

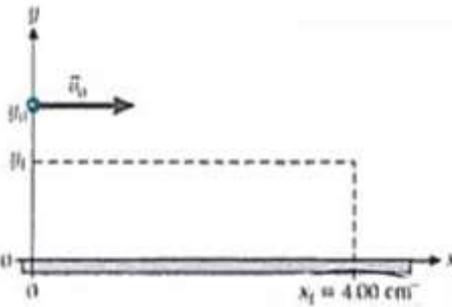
- مجال كهربائي مقداره (150 N/C) يتجه رأسياً إلى أسفل بالقرب من سطح الأرض ، احسب العجلة التي يتحرك بها إلكترون ترك حراً داخل هذا المجال .

الحل

Almanahj.com/ae

حركة إلكترون فوق لوح مشحون :

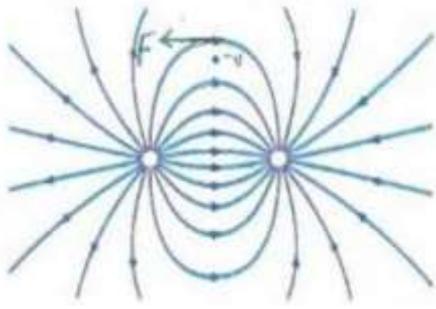
- أطلق إلكترون طاقته الحركية (2.00 KeV) فوق لوح موصل مشحون ولفى وضع أفقى ، وتبلغ كثافة شحنة سطح اللوح $+4 \times 10^{-6} \text{ C/m}^2$ إذا كان مسار الإلكترون في الاتجاه الموجب أعلى اللوح (على سافة من سطحه) فما الانحراف الرأسى للإلكترون بعد أن يقطع مسافة أفقة مقدارها 4.00 cm ؟



الحل

المجالات الكهربائية وقانون جاوس الثاني عشر متقدم

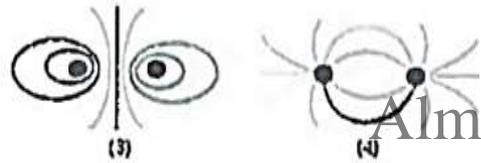
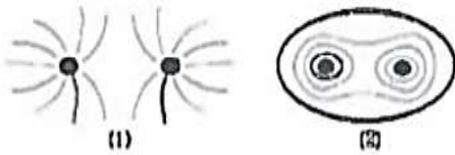
- وضعت شحنة سالبة $-q$ في مجال كهربائي غير منتظم كما هو موضح الشكل . فما اتجاه القوة الكهربائية المؤثرة في هذه الشحنة السالبة .



- (a) ←
- (b) ↑
- (c) →
- (d) ↓

(e) The force is zero

- أي الرسوم البيانية يمثل أفضل تمثيل لخطوط المجال الكهربائي حول ثنائي القطب كهربائي ؟



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

(e) لا يوجد رسم صحيح

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

$6.8 \times 10^{-6} \text{ N/m}$ (d)

$3.2 \times 10^{-6} \text{ N/m}$ (a)

$7.5 \times 10^{-6} \text{ N/m}$ (e)

$6.2 \times 10^{-6} \text{ N/m}$ (b)

$1.4 \times 10^{-6} \text{ N/m}$ (c)

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

الحل

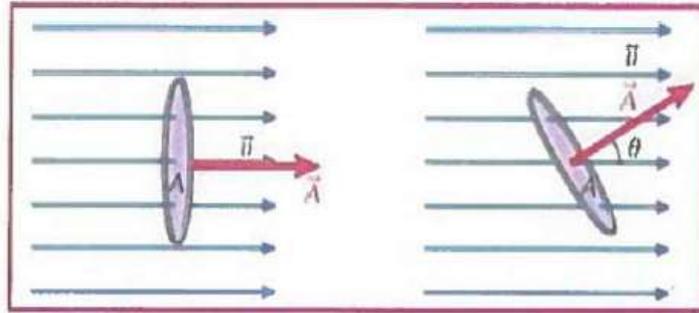
☆☆ التدفق الكهربائي (Φ) ☆☆

- هو عدد خطوط المجال الكهربائي التي تقطع وحدة المساحة بشكل عمودي عليه ويعبر عنه رياضياً بالقانون التالي :

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

يقاس التدفق الكهربائي Φ بوحدة (N.m²/C)

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

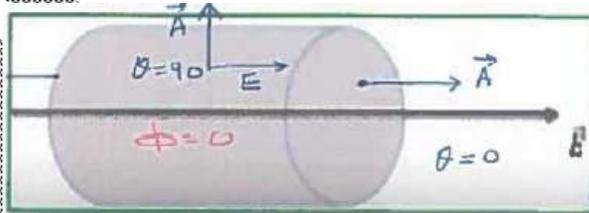


- متجة المساحة : متجة مقداره يساوي مساحة السطح A واتجاهه عمودي على سطح المساحة ونحو الخارج

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

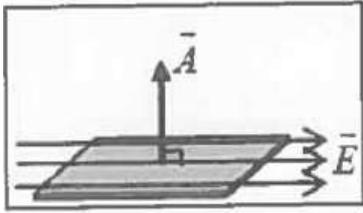
تدريب :

- حدد متجة المساحة لكل وجه من أوجه الأسطوانة التالية :

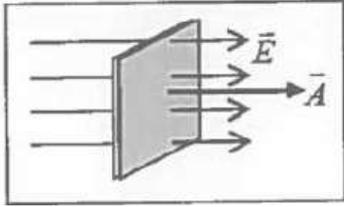


ملاحظات مهمة جداً :

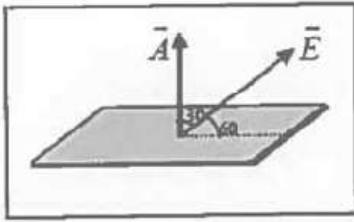
- يكون التدفق موجباً إذا كانت خطوط المجال خارجة من السطح .
- يكون التدفق سالباً إذا كانت خطوط المجال داخلة إلى السطح .



• إذا كان المجال يوازي السطح $\theta = 90$ فإن $\Phi = 0$



• إذا كان المجال يوازي السطح $\theta = 90$ فإن $\Phi = 0$



• إذا كان المجال يوازي السطح $\theta = 90$ فإن $\Phi = 0$

• يتم عمر صفيحة ذات مساحة 8 m^2 في حقل كهربائي منتظم مقداره 2000 N/C إذا كان مستوى

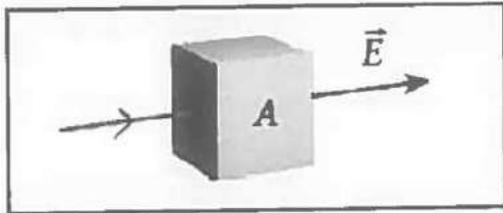
الصفيحة يصنع زاوية 15 مع المجال الكهربائي ، فإن التدفق الكهربائي عبر الصفيحة :

$3.46 \times 10^3 \text{ N.m}^2/\text{C}$ (a) $1.03 \times 10^3 \text{ N.m}^2/\text{C}$ (b)

$4.14 \times 10^3 \text{ N.m}^2/\text{C}$ (d)

$2.83 \times 10^3 \text{ N.m}^2/\text{C}$ (b)

تدفق كهربائي عبر مكعب



مسألة

• ما محصلة التدفق الكهربائي الماء عبر المكعب ؟

الحل

• عند وضع صندوق شكله مكعب أو كروي أو شبه مكعب ... خالي من الشحنات في مجال كهربائي

فإن التدفق الكهربائي خلال الصندوق = صفر (لأن عدد خطوط المجال التي تدخل الصندوق تساوي

عدد خطوط المجال التي تخرج منه ..)

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

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

- تعني الحلقة الموجودة على التكامل أن التكامل يجري على سطح مغلق وتشير علامتا التكامل إلى إجراء التكامل على متغيرين

☆☆ قانون جاوس ☆☆

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

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

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

ملاحظات هامة :

- (١) إذا كان السطح المغلق لا يحتوي شحنة فهذا يعني انعدام التدفق الكلي خلاله حتى لو كان موضوع في مجال خارجي منتظم أو غير منتظم
- (٢) إذا كان هناك أكثر من شحنة داخل السطح المغلق فتجمع جمع جبري ثم نحسب التدفق الناتج عن مجموعها $\Phi = \frac{\sum q}{\epsilon_0}$ أو يتم حساب التدفق الناتج عن كل شحنة ثم تجمع جمعاً جبرياً
- (٣) التدفق خلال سطح مغلق يحيط يشحنة سالبة يكون مساو للتدفق خلال سطح مغلق يحيط بشحنة موجبة لها المقدار نفسه .
- (٤) يمكن التعبير عن قانون جاوس بصيغة أخرى تتضمن مفهوم التدفق الكهربائي وبالتالي :

$$\oiint \vec{E} \cdot d\vec{\Lambda} = \frac{q}{\epsilon_0}$$

المجالات الكهربائية وقانون جاوس **الثاني عشر متقدم**

• لاستخدام قانون جاوس لحساب المجال الكهربائي 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 كروي أو اسطواني

(d) يجب أن يكون توزيع الشحنة منتظماً

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

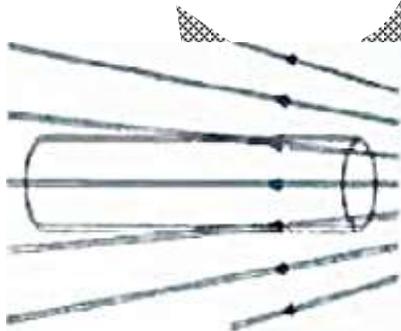
• وضعت شحنة نقطية Q + على المحور X عند $X = a$ ووضعت شحنة نقطية أخرى $-Q$ على المحور X عند $X = -a$ إذا كان هناك سطح جاوسي نصف قطره $r = 2a$ متمركز عند نقطة الأصل فسيكون التدفق عبر هذا سطح جاوس :

(a) صفراً

(b) أقل من الصفر

(d) لا شيء مما سبق

• وضعت أسطوانة مصنوعة من مادة عازلة في مجال كهربائي كما هو مبين في الشكل ستكون محصلة التدفق الكهربائي الماء عبر سطح الأسطوانة



(a) موجبة

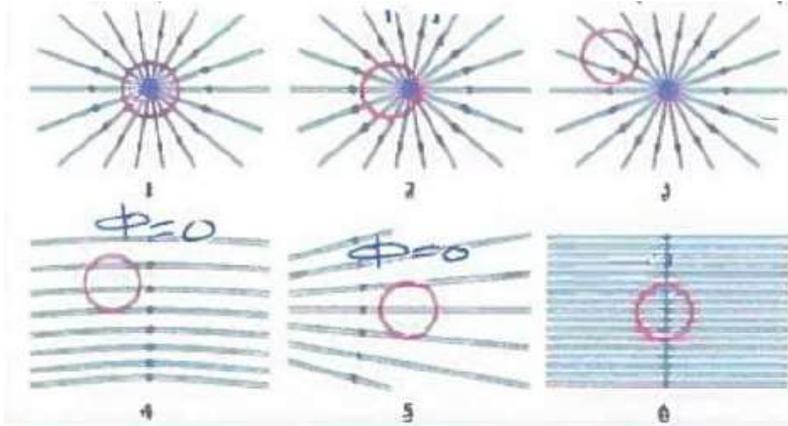
(b) سالبة

(c) صفراً

برر إجابتك

المجالات الكهربائية وقانون جاوس **الثانى عشر متقدم**

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



(a) فقط 1

(b) فقط 2

(c) 6 , 5 , 4

(d) فقط 6

(e) 2 , 1

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

الحل

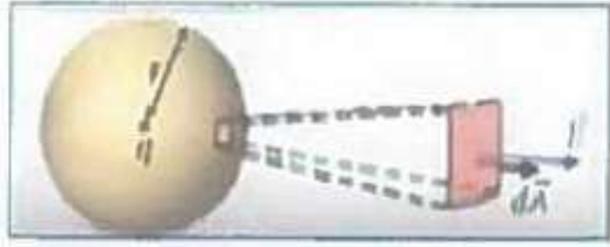
- الجدول التالى يبين مقدار التدفق الذى يعبر كل وجه من أوجه صندوق مكعب مساحة كل وجه من أوجهه الستة ($20.0 \text{ cm} \times 20.0 \text{ cm}$) ، احسب الشحنة الكلية (الصافية) داخل المكعب .

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

الحل

المجالات الكهربائية وقانون جاوس **الثاني عشر متقدم**

- يتم حصر شحنتين في سطح كروي نصف قطرة 5 cm والتدفق الكهربائي من خلال هذا السطح $2 \times 10^6 \text{ Nm}^2 / \text{C}$ فإن مقدار المجال الكهربائي في ذلك السطح =



2.1 x 107 N/C (a)

4.8 x 107 N/C (b)

6.4 x 107 N/C (c)

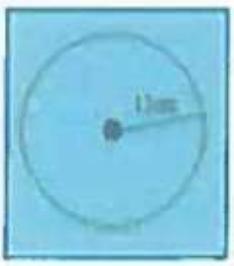
8.5 x 107 N/C (d)

الحل

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

$$\Phi = \oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q_{in}}{\epsilon_0} = \frac{(q_1 + q_2 + q_3 \dots q_n)}{\epsilon_0}$$

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



الحل

المجالات الكهربائية وقانون جاوس الثاني عشر متقدم

- (أ) شحنتين مقدارهما (-5 mC , 8 mC) داخل مكعب طول ضلعه 0.45 m ما هو مجموع التدفق الكهربائي من خلال المكعب ؟

- (ب) كرر (أ) إذا كان نفس الشحنتين موجودتين داخل غلاف كروي نصف قطر 0.45 m

برر إجابتك

- توضع الشحنتين ($+25.9 \mu\text{C}$, $-8.2 \mu\text{C}$) على سطح كروي نصف قطرها 5 cm فإن

التدفق الكهربائي من ذلك السطح

(a) $2.0 \times 10^6 \text{ N.m}^2/\text{C}$

(b) $3.0 \times 10^6 \text{ N.m}^2/\text{C}$

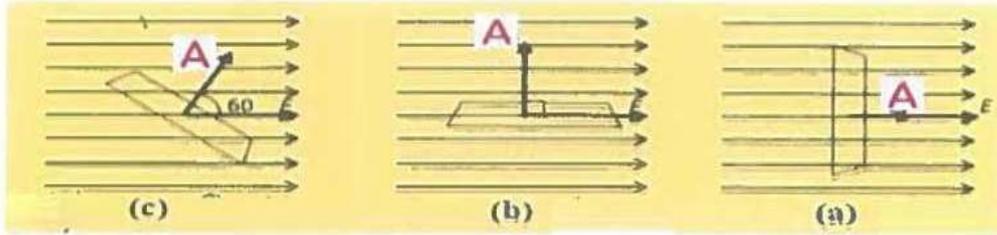
(c) $4.0 \times 10^6 \text{ N.m}^2/\text{C}$

(d) $5.0 \times 10^6 \text{ N.m}^2/\text{C}$

الحل

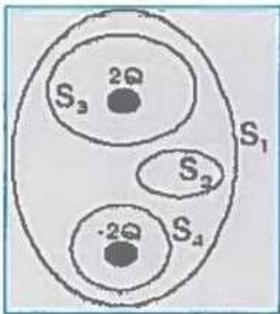
المجالات الكهربائية وقانون جاوس الثاني عشر متقدم

- مجال كهربائي E يقطع سطحاً مستويًا مساحته A كما في الشكل . أوجد تدفق المجال الكهربائي من السطح في الحالات a , b , c .



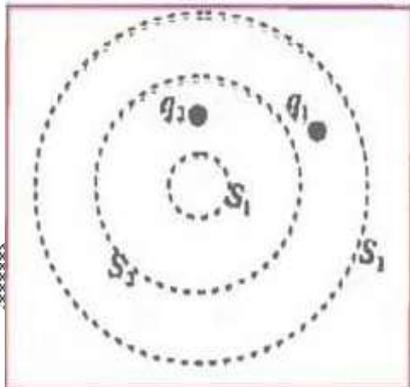
الحل

- في الشكل أدناه احسب التدفق الكلي (ϕ) للسطوح S_1 , S_2 , S_3 , S_4 .



الحل

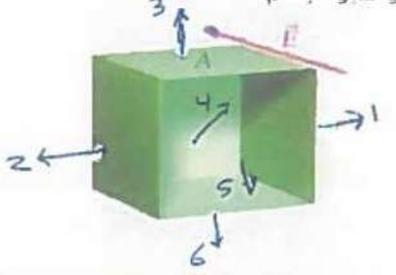
- الشكل المجاور يظهر شحنتان نقطيتان $q_1 = +4 \mu C$, $q_2 = -6 \mu C$ وثلاثة أسطح مغلقة S_1 , S_2 , S_3 أوجد التدفق الكهربائي الذي يجتاز كل سطح



الحل

المجالات الكهربائية وقانون جاوس الثاني عشر متقدم

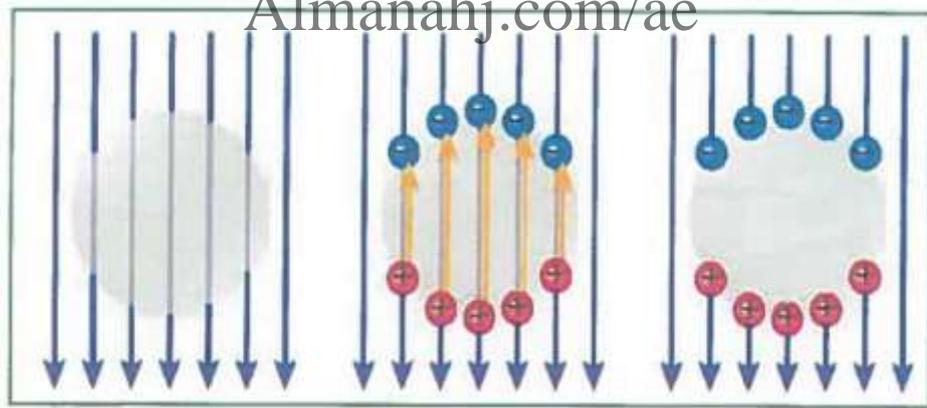
- يوضح الشكل مكعباً مساحة وجهه A ووجهها ناقصاً للمكعب . يوجد هذا الجسم مكعب الشكل ذو الأوجه الخمسة في مجال كهربائي منتظم \vec{E} عمودي على وجه واحد . ما محصلة التدفق الكهربائي الماء عبر الجسم ؟



الحل

☆☆ الحماية الكهروستاتيكية ☆☆

- تتضح من قانون جاوس نتيجتان مهمتان هما :
 - (1) يكون المجال الكهروستاتيكي داخل أي موصل معزول صفراً دائماً
 - (2) تكون التجاويف الموجودة داخل الموصلات محمية من المجالات الكهربائية



- عند صناعة تجويف في جسم موصل (سيارة - قطار) تكون الشحنة الصافية وبالتالي المجال الكهربائي 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 لضربة برق لماذا نجوا من ضربة



البرق هذه ؟

الحل

.....

.....

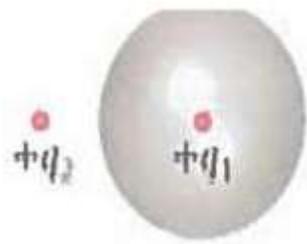
.....

.....

.....

.....

• 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 ؟



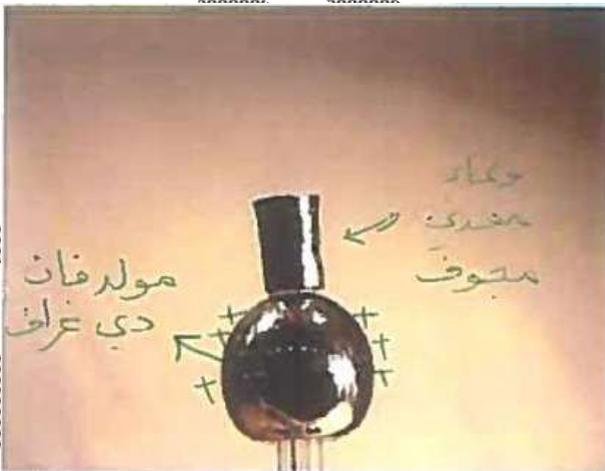
(a) توجد محصلة قوة كهربائية تؤثر في $+q_2$ لكن لا تؤثر في $+q_1$

(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 كهربائي غير منتظم فإنها لا

تتطاير عند شحن مولد فان دي جرايف لأن

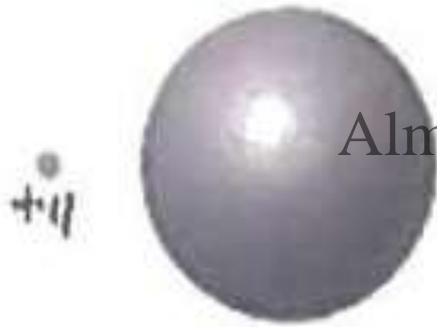
الفلز الموصل وفر الحماية لقطع الفلين ومنع

قطع الفلين من اكتساب عزم ثنائي القطب .



- وضعت قطع الفلين في وعاء بلاستيك مفتوح وعرضته لمجال كهربائي غير منتظم فإنها تتطاير عند شحن مولد فإن دي جراف لأن المجال الكهربائي يخترق الوعاء البلاستيكي بسهولة ويصل إلى قطع الفلين فتكتسب مقداراً صغيراً من عزم ثنائي القطب

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



- (a) →
(b) ↑
(c) ←
(d) ↓

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

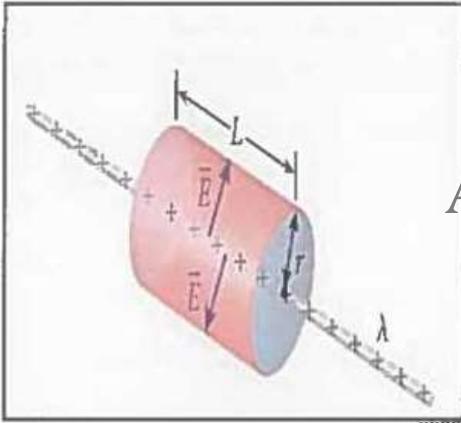
- (a) يجب أن يكون توزيع الشحنة في وسط غير موصل
(b) يجب أن يكون توزيع الشحنة في وسط موصل
(c) يجب أن يكون لتوزيع الشحنة تماثل كروي أو اسطواني
(d) يجب أن يكون توزيع الشحنة منتظماً
(e) يجب أن يكون لتوزيع الشحنة تماثل بدرجة عالية يصبح افتراضات حول تماثل مجاله الكهربائي

المجالات الكهربائية وقانون جاوس **الثنائي عشر متقدم**

- التدفق الكهربائي عبر سطح جاوسى كروي نصف قطره R ومركزه عند شحنة Q هو $1200 \text{ N}/(\text{Cm}^2)$ ، كم يبلغ التدفق الكهربائي عبر سطح جاوسى مكعب طول ضلعه R ومركزه عند الشحنة Q نفسها ؟ برر إجابتك .
- (a) أقل من $1200 \text{ N}/(\text{C}/\text{m}^2)$
- (b) أكبر من $1200 \text{ N}/(\text{C}/\text{m}^2)$
- (c) مساو لـ $1200 \text{ N}/(\text{C}/\text{m}^2)$
- (d) لا يمكن إيجاده من المعلومات المعطاه

☆☆ حالات خاصة في تماثل توزيع الشحنات ☆☆

التمائل الاسطوانى :



- لحساب شدة المجال الكهربائى الناتج عن سلك موصل مستقيم وطويل يحمل شحنة بكتافة 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 :

- (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 نهائى 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

$$\Phi = \oiint \vec{E} \cdot d\vec{A} = E \cdot A = \frac{q}{\epsilon_0}$$

$$E (2\pi rL) = \frac{q}{\epsilon_0} = \frac{\lambda L}{\epsilon_0}$$

$$\therefore E = \frac{\lambda}{2\pi \epsilon_0 r}$$

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

- 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 .

التمائل السطحي :

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

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

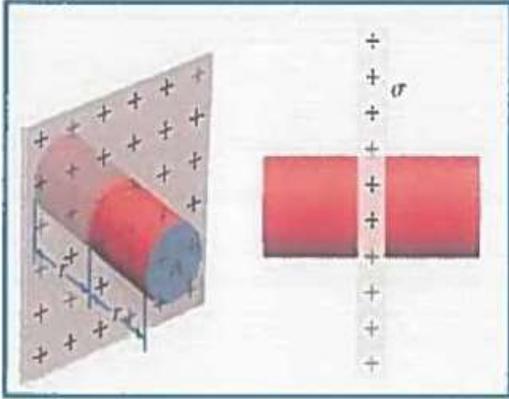
$$\Phi = \frac{q}{\epsilon_0} = \frac{\sigma A}{\epsilon_0}$$

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

- 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 .

ملاحظات هامة

(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 الذي 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 الصيغة التالية :

$$\Phi = \oiint \vec{E} \cdot d\vec{A} = E \cdot A = \frac{\sigma A}{\epsilon_0}$$

• وهذا يعني أن مقدار المجال الكهربائي خارج السطح الموصل المشحون يحسب بالعلاقة التالية :

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

التمائل الكروي :

• يختلف الوصف الفيزيائي باختلاف طبيعة الجسم المشحون هل هو مفرغ أم مصمت :

(١) إذا كان السطح الكروي رقيق (مفرغ) :

لحساب شدة المجال الكهربائي الناتج عن توزيع متماثل للشحنة على سطح جسم كروي رقيق

(مفرغ) نصف قطره (r_s) فإننا نفترض وجود سطح جاوسي على شكل كرة متحدة المركز مع

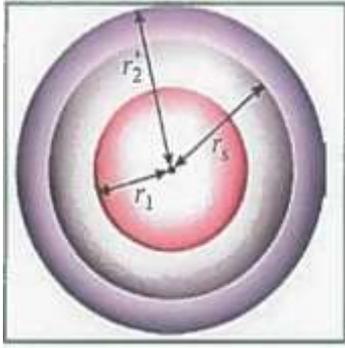
الجسم الكروي نفسه لاحظ الشكل

وهنا يوجد احتمالين وكالتالي :

(أ) إذا طلب حساب شدة المجال خارج الجسم المشحون أي على بعد أكبر من نصف قطر الجسم

فإننا نفترض سطح جاوسي نصف قطره (r_s) حيث ($r_2 > r_s$) وبتطبيق قانون جاوس

على هذا السطح المغلق نجد أن :



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

$$\Phi = E (4\pi r_2^2) = \frac{q}{\epsilon_0}$$

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

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

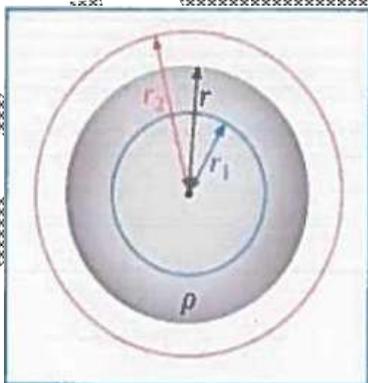
$$\Phi = \oiint \vec{E} \cdot d\vec{A} = E (4\pi r_1^2) = 0.0$$

أي أن شدة المجال تنعدم داخل الكرة المشحونة

(٢) إذا كان السطح الكروي مصمت

لحساب شدة المجال الكهربائي الناتج عن توزيع منتظم (متساوٍ) للشحنة على حجم كرة (مصمته) نصف قطرها (r) وبكثافة حجمه (ρ) فإننا نفترض وجود سطح جاوسي على شكل كرة متحدة المركز مع الجسم الكروي نفسه لاحظ الشكل وهنا يوجد احتمالين وكالتالي :

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



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

$$E (4\pi r_1^2) = \frac{q}{\epsilon_0} = \frac{\rho}{\epsilon_0} \left(\frac{4}{3} \pi r_1^3 \right)$$

$$E = \frac{\rho r_1}{3 \epsilon_0}$$

حيث $(4 \pi r_1^2)$ مساحة سطح جاوس الكروي و $(\frac{4}{3} \pi r_1^3)$ 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 الكلي للكرة المشحونة أي أن :

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

وبما أن الشحنة التي يحيط بها سطح جاوس تساوي نسبة حجم سطح جاوس إلى حجم الكرة

المشحونة مضروباً في الشحنة الكلية للكرة فإن :

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

وحسب قانون جاوس نجد أن :

$$\Phi = \oiint \vec{E} \cdot d\vec{A} = E (4 \pi r^2) = \frac{q_t}{\epsilon_0} \frac{r_1^3}{r^3}$$

$$E = \frac{q_t r_1^3}{4 \pi \epsilon_0 r^3}$$

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

(ب) إذا طلب حساب شدة المجال خارج الجسم المشحون أي على بعد أكبر من نصف قطر الجسم

فإننا نفترض سطح جاوس نصف قطره (r_2) حيث $(r_2 > r)$ وبتطبيق قانون جاوس على

هذا السطح :

$$\Phi = \oiint \vec{E} \cdot d\vec{A} = E (4 \pi r_2^2) = \frac{q_t}{\epsilon_0}$$

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

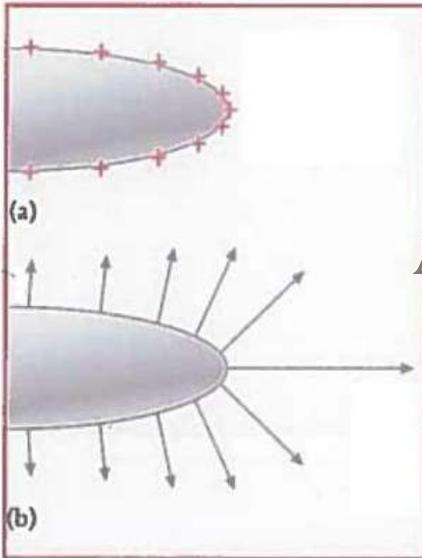
خلي بالك مثال ص 35 ومثال ص 49

مهم جداً!!!

☆☆ 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 يعني 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 .

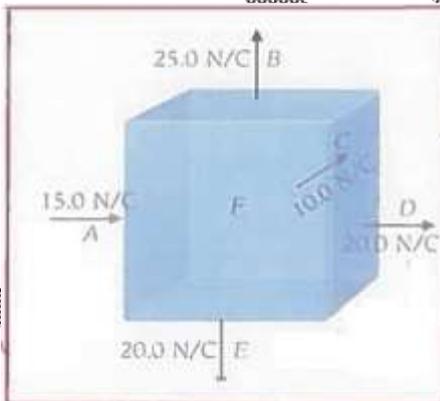
طرف حاد لموصل (بانحناء كبير)،



- 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 كهربائي عند سطح الموصل

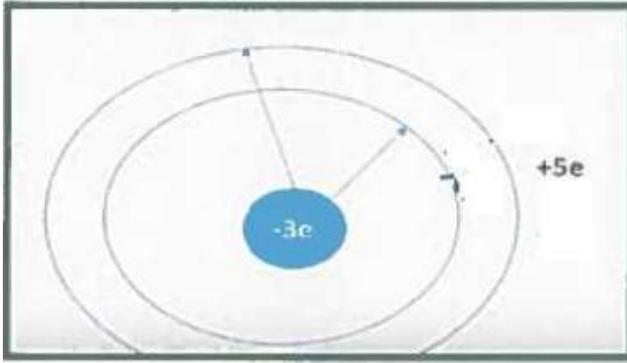


- تتجه مجالات كهربائية مختلفة المقادير إما إلى الدخل أو إلى الخارج بزوايا قائمة على أسطح المكعب المبين في الشكل . ما شدة المجال واتجاهه على الوجه F ؟

الحل

المجالات الكهربائية وقانون جاوس الثاني عشر متقدم

- افترض أن موصلاً كروياً مجوفاً شحنته الكلية $+5e$ ونصفا القطر الخارجي والداخلي هما a , b



على التوالي
(a) احسب الشحنة على السطحين الداخلي

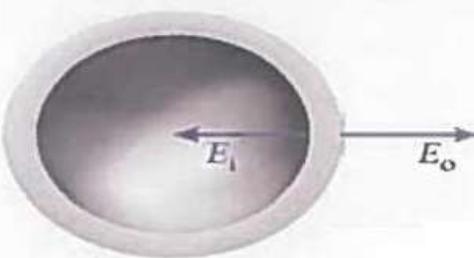
والخارجي للكرة إذا وضعت شحنة $-3e$

في مركز الكرة

(b) ما الشحنة الصافية الكلية للكرة ؟

الحل

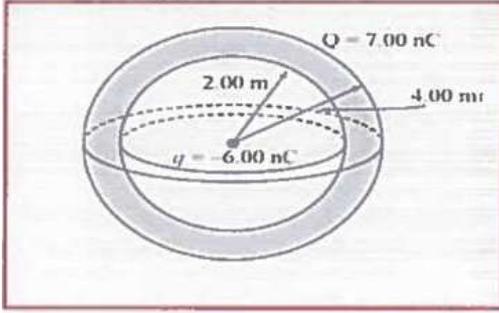
- هيكل كروي مجوف وموصل نصف قطره الداخلي 8.00 cm ونصف قطره الخارجي 10.0 cm ومقدار المجال الكهربائي عند السطح الداخلي للهيكل E_i هو 80.0 N/C ويتجه نحو مركز الكرة ومقدار المجال الكهربائي عند السطح الخارجي E_o هو 80.0 N/C ويتجه بعيداً عن مركز الكرة (انظر الشكل) أوجد مقدار الشحنة على السطح الداخلي وعلى السطح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



الحل

المجالات الكهربائية وقانون جاوس الثاني عشر متقدم

- وضعت شحنة نقطية مقدارها -6.00 nC في مركز هيكل كروي موصل وللهيكل نصف قطر داخلي يساوي 2.00 m ونصف قطر خارجي يساوي 4.00 m وشحنته $+7.00 \text{ nC}$



- (a) ما المجال الكهربائي عند $r = 1.00 \text{ m}$ ؟
- (b) ما المجال الكهربائي عند $r = 3.00 \text{ m}$ ؟
- (c) ما المجال الكهربائي عند $r = 5.00 \text{ m}$ ؟
- (d) ما توزيع الشحنة σ على السطح الخارجي للهيكل ؟

الحل

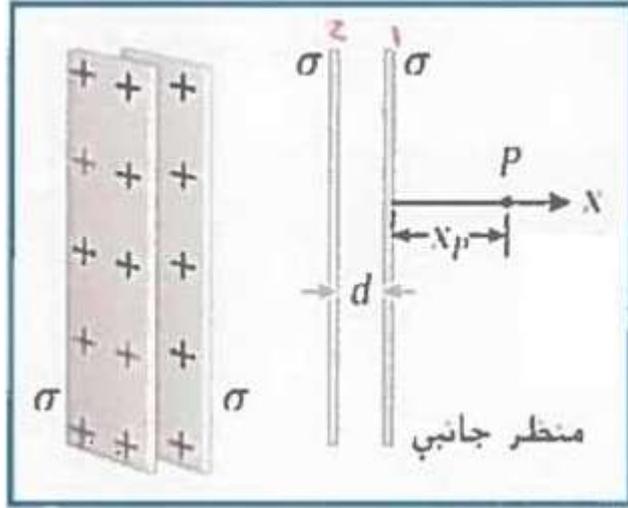
Almanahj.com/ae

وَأَلْخَطْ

المجالات الكهربائية وقانون جاوس **الثاني عشر متقدم**

- لوحان لا نهائيان غير موصلين يوازي كل منهما الآخر . وتفصل بينهما مسافة $d = 10.0 \text{ cm}$ كما هو موضح في الشكل إذا كان كل لوح يحمل يوزيع شحنة منتظماً مقداره $\sigma = 4.5 \mu\text{C}/\text{m}^2$. فما المجال الكهربائي \vec{E} عند النقطة P إذا كان $X_p = 20.0 \text{ cm}$ ؟ برر إجابتك .

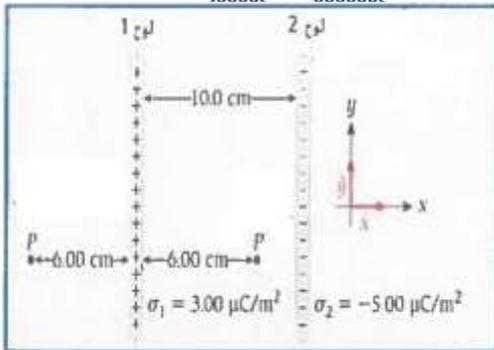
- 0 N/C
- $2.54 \hat{X} \text{ N/C}$
- $(-5.08 \times 10^5) \hat{X} \text{ N/C}$
- $(5.08 \times 10^5) \hat{X} \text{ N/C}$
- $(-1.02 \times 10^6) \hat{X} \text{ N/C}$
- $(1.02 \times 10^6) \hat{X} \text{ N/C}$



الحل

Almanahj.com.ae

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



- عند النقطة P على مسافة 6.00 cm يسار اللوح 1
- عند النقطة P على مسافة 6.00 cm يمين اللوح 1

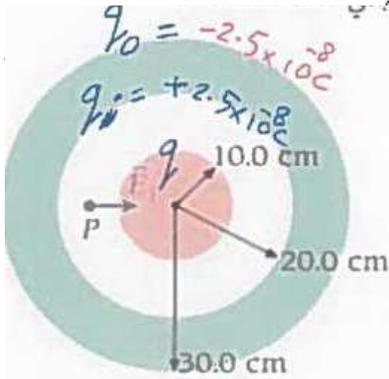
الحل

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

الحل

- كرة فلزية مجوفة نصف قطرها الداخلي 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 الكهربائي عند نقطة P على مسافة 15.0 cm من المركز هو $E_1 = 1.00 \times 10^4 \text{ N/C}$ ويتجه شعاعها إلى الداخل وعند النقطة Q على مسافة 35.0 cm من المركز . وجد أن المجال الكهربائي هو $E_2 = 1.00 \times 10^4 \text{ N/C}$ ويتجه شعاعها إلى الخارج . أوجد الشحنة الكلية على (a) سطح الكرة الداخلية و (b) السطح الداخلي للكرة المجوفة و (c) السطح الخارجي للكرة المجوفة .

الحل



**مع
بواب
يا
دكتور
كيتورة**

**سؤال
مهم
جد**

تمت الوحدة يبدأ بعد ذلك تجميع أفكارك

أينشتاين
الخليج

EINSTEIN

الخليج

جمع أفكارك
مع سلسلة أينشتاين الخليج

الثاني عشر **متقدم**
الفصل الدراسي الأول

Almanahj.com/ae

Mr. Ramy Abd El Fattah

إعداد الأستاذ

رامي عبد الفتاح



Academic Year
2020 - 2021



Join Us.

 @einstien_gulf_in_physics

 Einstein Gulf

For Contact

0507292077

0507670323

جمع أفكارك
نظري

☆☆ المجالات الكهربائية وقانون جاوس ☆☆

تعريف المجال الكهربائي E :

• المجال الكهربائي $E(r)$ عند اي نقطة في الفراغ :

○ محصلة القوة الكهربائية المؤثرة في شحنة مقسومة على مقدار هذه الشحنة (الموضوعة)

$$\vec{E}(\vec{r}) = \frac{\vec{F}(\vec{r})}{q} \text{ وحدة قياس المجال الكهربائي } N / C$$

• القوة الكهربائية $\vec{F}(\vec{r})$: القوة الكهربائية المؤثرة في شحنة q موضوعة داخل المجال الكهربائي

○ 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 الموضوعه موجبة فإن اتجاه القوة باتجاه المجال الكهربائي

▪ إذا كانت الشحنة الموضوعه 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})

$$\vec{E}_1(\vec{r}) = \vec{E}_1(\vec{r}) + \vec{E}_2(\vec{r}) + \vec{E}_3(\vec{r}) + \dots + \vec{E}_n(\vec{r}) \text{ يساوي}$$

خطوط المجال الكهربائي :

• 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 الموضوعه 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 طردياً مع مقدار القوة الكهربائية)

(٢) خطوط المجال لا تتقاطع

(٣) تبدأ من الشحنة الموجبة وتنتهي الى الشحنة السالبة

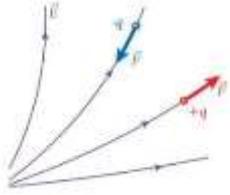
(٤) شدة المجال الكهربائي عند نقطة : عدد خطوط المجال الكهربائي التي تجتاز عمودياً وحدة

المساحات المحيطة بالنقطة

المجالات الكهربائية وقانون جاوس الثاني عشر متقدم

• أنواع المجالات الكهربائية :

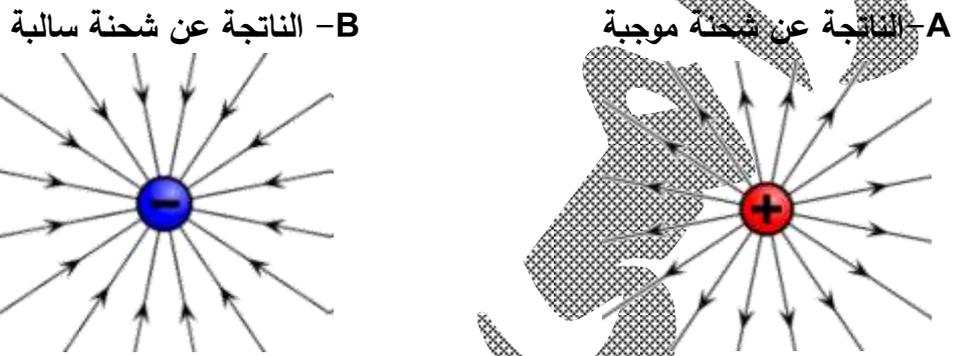
- غير منتظم : مقداره او اتجاه مختلفين عند اي نقطتين واقعتين فيه .
- منتظم : مقداره واتجاه ثابت عند جميع النقاط الواقعة فيه .



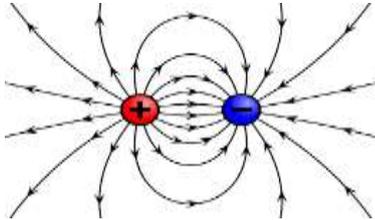
الشكل 2.4 مجال كهربائي غير منتظم
الشحنة الموجبة +Q والشحنة السالبة -Q في
المجال تتأثران بقوة كما هو موضح، وكل قوة
تأسيه خط المجال الكهربائي.

- 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 :



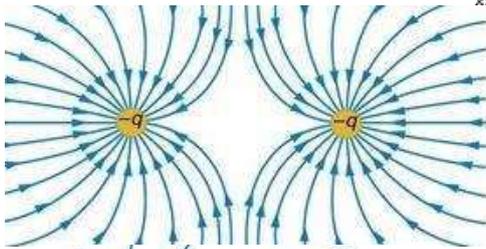
C- الناتجة عن شحنتان نقطيتان (متساويتان بالمقدار) ومختلفتين بالنوع



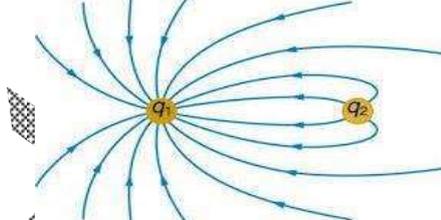
- عدد خطوط المجال الكهربائي الخارج من الشحنة الموجبة يساوي عدد خطوط المجال الكهربائي الداخلة للشحنة السالبة.

E- الناتجة عن شحنتان نقطيتان (متساويتان

بالمقدار) ومن نفس النوع (متماثلتان)



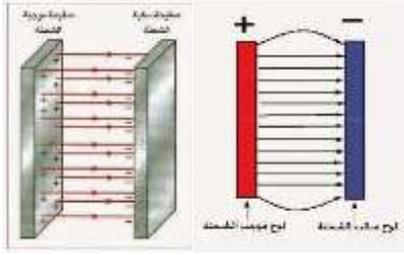
F- شحنات مختلفة بالنوع وغير متساوية بالمقدار .



- 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 الكهربائي

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



خطوات المجال الكهربائي للمجال الكهربائي المنتظم :

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

المجال الكهربائي الناتج عن الشحنات النقطية :

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

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

- 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 :

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

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

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

المجال الكهربائي الناتج عن ثنائي 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 النقطة P تساوى $E \approx K \frac{2qd}{x^3} = \frac{qd}{2\pi\epsilon_0 x^3}$

حيث d البعد بين الشحنتين و x البعد بين منتصف الشحنتين (منتصف ثنائي القطب) الى النقطة P

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

- هو مقياس لفضل الشحنات الكهربائية الموجبة والسالبة، ويعتمد على المسافة ما بين الشحنتين وشدة كل شحنة.

$$P = qd \text{ يساوي}$$

- 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 :

$$E = \frac{P}{2\pi\epsilon_0 |x|^3} = 2K \frac{P}{|x|^3}$$

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

$$E = \frac{P}{4\pi\epsilon_0 |x|^3} = K \frac{P}{|x|^3}$$

التوزيعات العامة للشحنة الكهربائية

- 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 فليزي
 - التوزيعات في ثلاثة ابعاد : تكون الشحنات مرتبة حجم جسم فليزي 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 σdA
- اذا كانت الشحنة موزعة على حجم (جسم ثلاثي الأبعاد) فسنعبر عن الشحنة dq بدلالة الشحنة لكل وحدة حجوم مضروبة في الحجم وهي بالرمز ρdV

المجالات الكهربائية وقانون جاوس الثاني عشر متقدم

توزيع الشحنة على :

- حيث λ : كثافة الشحنة الخطية وحدة قياسها C / m
- حيث σ : كثافة الشحنة السطحية وحدة قياسها C / m^2
- حيث ρ : كثافة الشحنة الحجمية وحدة قياسها C / m^3

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

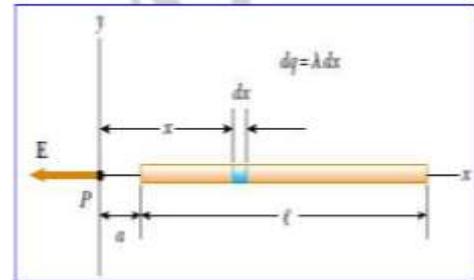
حساب المجال الكهربائي عند نقطة :

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

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

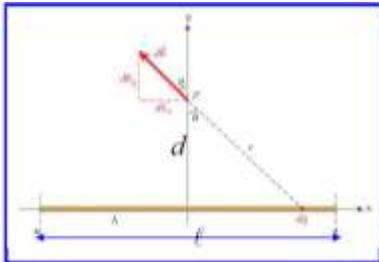
$$E = \int_a^{l+a} k\lambda \frac{dx}{x^2} = k\lambda \int_a^{l+a} k\lambda \left[-\frac{1}{x} \right]_a^{l+a}$$

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



ثانياً :

- جداً وكثافته شحنته الخطية $l = 2a$ على خط ينصف سلكاً طوله محدد d تبعد مسافة P عند نقطة



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

ثالثاً :

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

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

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

رابعاً :

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

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

- في حالة النقطة P تكون عن مركز الحلقة $x = 0$ فإن شدة المجال عند مركز الحلقة = صفر

- إذا كانت النقطة P بعيدة جداً أي $q \gg x$ فإن شدة المجال عند النقطة P تساوي

$$E = \frac{kQ}{x^2}$$

القوة الناتجة عن مجال كهربائي :

• 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

▪ إذا كانت الشحنة موجبة يكون اتجاه القوة باتجاه المجال الكهربائي

▪ إذا كانت الشحنة سالبة يكون اتجاه القوة عكس المجال الكهربائي

حركة الالكترون فوق لوج مشحون :

• القوة التي يؤثر بها المجال على الالكترون من العلاقة $F = qE = e \frac{\sigma}{\epsilon_0}$ حيث σ كثافة الشحنة

في اللوج و e شحنة الالكترون .

• يمكن حساب العجلة التي يتحرك بها الالكترون وهي ثابتة في حالة المجال المنتظم:

$$a = \frac{F}{m_e} = \frac{e\sigma}{m_e\epsilon_0}$$

• الطاقة الحركية K تحسب من العلاقة $E = \frac{1}{2}mv^2$

• الالكترون فولت $1eV = 1.602 \times 10^{-19} J$

Almanahj.com.ae

ثنائي القطب في مجال كهربائي منتظم :

(عزم ثنائي 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

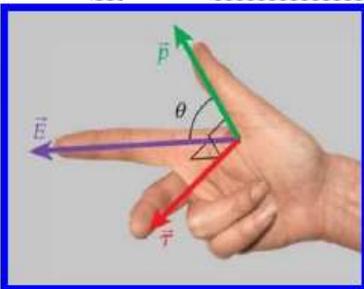
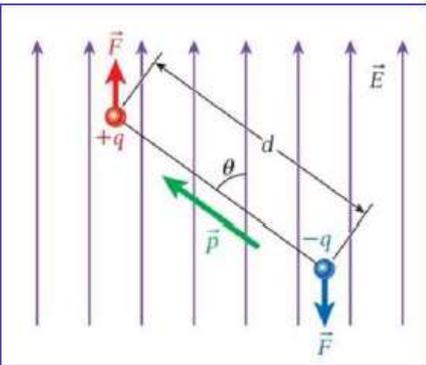
المجال الكهربائي $\vec{\tau} = \vec{P} \times \vec{E}$ ومقداره $\tau = PE \sin\theta$

• تحديد اتجاه عزم الدوران : بتطبيق قاعدة اصابع اليد اليمنى

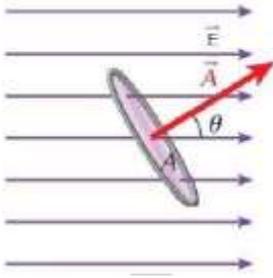
○ الابهام اتجاه عزم ثنائي القطب \vec{P}

○ السبابة اتجاه المجال الكهربائي \vec{E}

○ الوسطى اتجاه عزم الدوران $\vec{\tau}$



☆☆ التدفق الكهربائي Φ ☆☆



• التدفق الكهربائي : عدد خطوط المجال الكهربائي التي تجتاز عمودياً مساحة سطح ما

• شدة المجال الكهربائي : عدد خطوط المجال الكهربائي التي تجتاز عمودياً وحدة المساحات للسطح .

• التدفق الكهربائي : رمزه Φ وهو كمية قياسية

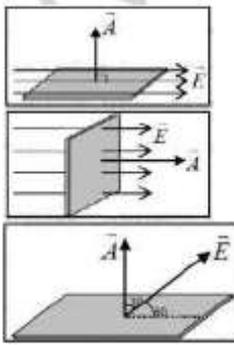
• متجه المجال الكهربائي \vec{E}

• 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 يوازي السطح ($\theta = 90$) ، $\Phi = 0$

• إذا كان المجال عمودى على السطح ($\theta = 0$)

$$\Phi = AE$$

• إذا كان المجال يعمل زاوية مع السطح مثلاً ($\theta = 30$)

$$\Phi = AE \cos 60$$

☆☆ قانون جاوس ☆☆

حساب التدفق الكهربائي في حالة سطح مغلق وليس مفتوح :

• حساب تكامل المجال الكهربائي على السطح المغلق $\Phi = \oint \vec{E} \cdot d\vec{A}$

$$\text{وحدة قياس التدفق } N \cdot m^2 / C$$

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.

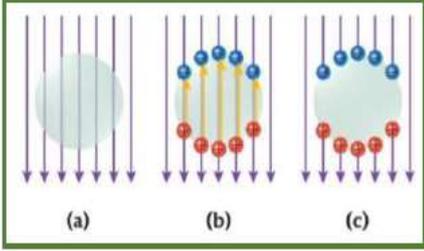
• عندما يكون هناك شحنة داخل الصندوق (سطح مغلق) يسمى سطح جاوس

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

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

الالكترونات حرة) شكل a

○ تتحرك الالكترونات بتأثير المجال الكهربائي مما تترك

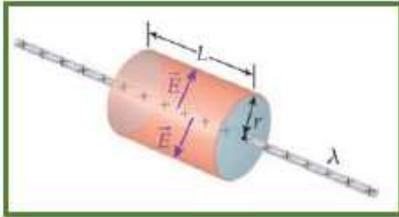
وراءها ايونات موجبة شكل b

○ 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 نختط بالسلك طولها L

ونصف قطرها r

• المجال الكهربائي الناتج عن السلك يكون شعاعاً عمودياً على السلك

• في حالة دوران السلك حول محور على امتداد طولها فان شكل السلك يبقى كما هو (تماثل دائري)

• اذا كان السلك طويل جداً فيظل شكل السلك ثابت وبالغالب المجال الكهربائي لا يتغير (تماثل انتقالي)

• من حساب التكامل المغلق لسطح الاسطوانة فإن التدفق :

$$\Phi = EA = E (2\pi rL) = \frac{q}{\epsilon_0} = \frac{\lambda L}{\epsilon_0}$$

• حيث $A = 2\pi rL$ مساحة سطح الأسطوانة

• مقدار المجال الكهربائي الناتج عن طويل مستقيم ومنتظم الشحنة من العزلة :

$$E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r} = \frac{2k\lambda}{r}$$

علماً بأن : $\lambda = \frac{q}{L}$

المجالات الكهربائية وقانون جاوس الثاني عشر متقدم

ثانياً : التماثل السطحي :

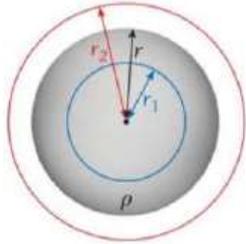
- حساب مقدار المجال الكهربائي الناتج عن لوح مسطح رقيق وغير موصل مساحته لانتهائية ويحمل شحنة منظمة كثافة الشحنة السطحية σ وبالتالي $dq = \sigma dA$
- نختار سطحاً جاوسياً على شكل اسطوانة قائمة مغلقة مساحه مقطعها العرضي A وطولها $2r$
- يكون المجال الكهربائي عمودي على طرفي الاسطوانة وموازي لجدارها
- باستخدام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

$$\Phi = EA + EA = \frac{q}{\epsilon_0} = \frac{\sigma A}{\epsilon_0}$$

- حيث (الشحنة المحاطة بالاسطوانة وتساوي $q = \sigma A$)
- يكون المجال الكهربائي الناتج عن لوح رقيق **غير موصل (مادة عازلة)** شحنة لانتهائي $E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$
- مقدار المجال الكهربائي الناتج عن **لوح موصل** مشحون هو $E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$

ثالثاً : التماثل الكروي :

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 ρ وتساوي $q = \rho V$ وحجم الكرة $V = \frac{4}{3} \pi r^3$

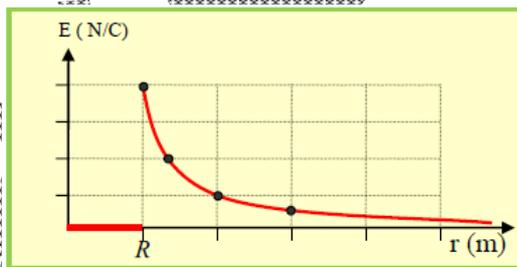
- اذا كانت النقطة الواقعة على السطح الجاوسي $r < R$ فإن المجال الكهربائي يساوي صفر .
- اذا كانت النقطة الواقعة على السطح الجاوسي $r = R$ فإن المجال الكهربائي يساوي $E = \frac{kq_t}{r^2}$
- اذا كانت النقطة الواقعة على السطح الجاوسي $r > R$ فإن المجال الكهربائي يساوي $E = \frac{kq_t}{r^2}$.
- يكون الرسم البياني بعد النقطة عن مركز الموصل الكروي وشدة المجال الكهربائي عندها :

بعد النقطة عن مركز الموصل r ○

مركز الموصل الكروي R ○

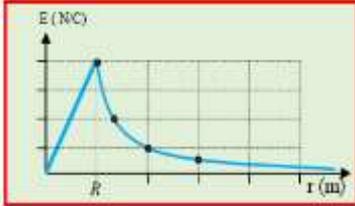
• في حالة $R > r$ فإن $E_r = 0.0$

• في حالة $R \leq r$ فإن $E = \frac{kq_t}{r^2}$



ثانياً: في حالة الهياكل الكروية العازلة:

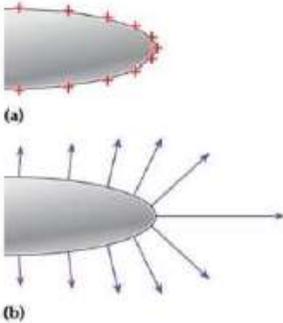
- يطبق على الهيكل الكروي العازل المشحون بشحنة موزعة بانتظام ما ينطبق على الموصلات الكروية
- المجال الكهربائي داخل الهياكل الكروية العازلة لا تساوي صفر وإنما يطبق عليها نفس العلاقات .
- يكون الرسم البياني بعد النقطة عن مركز الهيكل الكروي العازل وشدة المجال الكهربائي عندها



- 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 ومناعة الصواعق:

- يكون المجال الكهربائي دائماً عمودياً على أي سطح موصل مشحون (شكل b)
- لا يوجد مركبة للمجال الكهربائي موازية للسطح (لا توجد قوة أو 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)

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 الكهربائي على تأيين الهواء مما يسمح بتفريغ الشحنات (البرق) عبرها بعيداً عن المباني

لا تياس إذا رجعت خطوة للوراء

فلا تنس أن السهم

يحتاج أن نرجعه للوراء لينطلق بقوة للأمام

أينشتاين
الخليج

EINSTEIN

الخليج

أسئلة إترائية

الثاني عشر - **متقدم**
الفصل الدراسي الأول

Almanahj.com/ae

Mr. Ramy Abd El Fattah

إعداد الأستاذ

رامي عبد الفتاح

Academic Year

2020 - 2021

Join Us.

 @einstien_gulf_in_physics

 Einstein Gulf

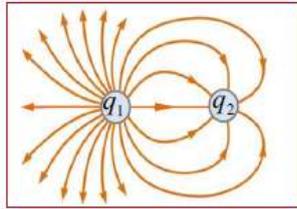
For Contact

0507292077

0507670323

☆☆ أسئلة وزارية على الوحدة الثانية ☆☆☆

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



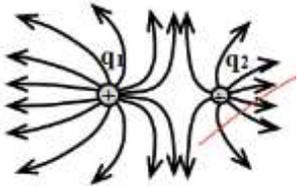
(١) من خلال الشكل المجاور فإن النسبة بين الشحنتين $\frac{q_2}{q_1}$ تساوى :

- (a) $\frac{20}{7}$
 (b) $\frac{27}{20}$
 (c) $-\frac{20}{7}$
 (d) $-\frac{7}{20}$

(٢) أي من الآتي من خصائص خطوط المجال الكهربائي ؟

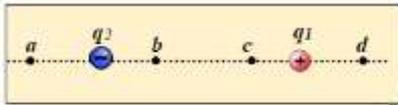
- (a) لا تقاطع
 (b) تخرج من الشحنة السالبة
 (c) تتقارب بالابتعاد عن الشحنة
 (d) تتباعد بالاقتراب من الشحنة

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



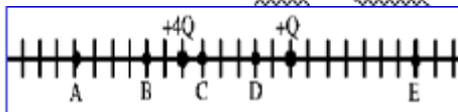
- (a) $\frac{2}{1}$
 (b) $\frac{1}{2}$
 (c) $\frac{2}{3}$
 (d) $\frac{3}{2}$

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



- (a) a
 (b) c
 (c) b
 (d) d

(٥) وضعت شحنتان $+Q$ ، $+4Q$ على خط الأعداد ما هو ممين بالشكل فإن النقطة التي ينعدم عندها المجال الكهربائي الناشيء عن الشحنتان عند النقطة :

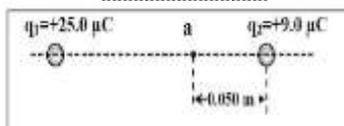


- (a) A , B
 (b) C
 (c) E
 (d) D

(٦) وحدة القياس شدة المجال الكهربائي تكافئ :

- (a) $\text{Kg.m.S}^2.\text{A}^2$
 (b) $\text{Kg.m.S}^{-3}.\text{A}^{-1}$
 (c) $\text{Kg.m.S}^{-2}.\text{A}^{-2}$
 (d) $\text{Kg.m.S}^3.\text{A}^{-1}$

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



- (a) 0.100 m
 (b) 0.083 m

متوقع بإذن الله

0.133 m (d)

0.250 m (c)

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 الكهربائي عند النقطة :

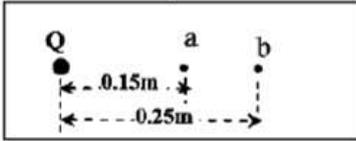


3 (c)

1 (a)

4 (d)

2 (b)



٩) النقطتان a , b تقعان في المجال الكهربائي للشحنة النقطية Q

والتي يحيط بها الهواء كما بالشكل المجاور ، إذا كان مقدار شدة

المجال الكهربائي عند النقطة (b) يساوي $9.0 \times 10^2 \text{ N/C}$

فإن شدة المجال الكهربائي عند النقطة (a)

$2.5 \times 10^3 \text{ N/C}$ (c)

$2.5 \times 10^2 \text{ N/C}$ (a)

$3.6 \times 10^3 \text{ N/C}$ (d)

$4.5 \times 10^2 \text{ N/C}$ (b)

١٠) موصل كروي نصف قطره 0.1 m ويحمل شحنة قدرها $4n\text{C}$ فإن كثافة الشحنة الحجمية ρ تساوي

علماً أن حجم الكرة $(V = \frac{4}{3} \pi r^3)$

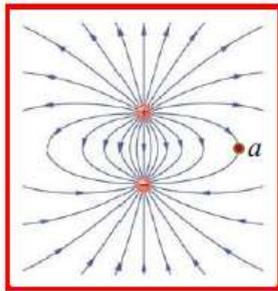
$1.7 \mu\text{C}/\text{m}^3$ (c)

$2.37 \mu\text{C}/\text{m}^3$ (a)

$1.04 \mu\text{C}/\text{m}^3$ (d)

$0.955 \mu\text{C}/\text{m}^3$ (b)

١١) الشكل المجاور خطوط مجال كهربائي ناشئة عن شحنتين أي من المتجهات التالية يمثل اتجاه المجال



عند النقطة a :

→ (a)

← (b)

↑ (c)

↓ (d)

١٢) ثنائى القطب الكهربائي 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

١٣) وحدة قياس عزم ثنائي القطب :

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

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

- (a) $0.02 Cm$
 (b) $0.04 Cm$
 (c) $0.06 Cm$
 (d) $0.08 Cm$

١٥) يكون اتجاه عزم ثنائي القطب :

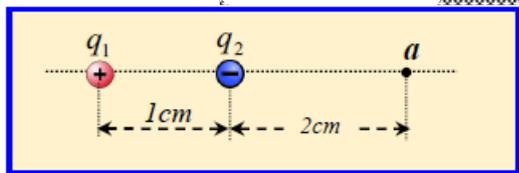
- (a) من $(+q)$ إلى $(-q)$
 (b) من $(-q)$ إلى $(+q)$
 (c) عمودياً عاكس الوصل بين الشحنتين
 (d) بعيداً عن الشحنة $(+q)$

١٦) ثنائي القطب الموجود داخل مجال كهربائي منتظم يكون :

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

١٧) شحنتان متساويتان بالمقدار ومختلفتين بالإشارة تمثلان ثنائي القطب ، البعد بينهما $1cm$ فإذا كان

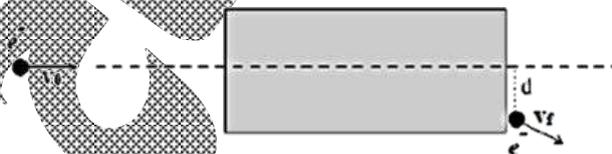
عزم القطب لهما يساوي $40n Cm$ فإن مقدار شدة المجال الكهربائي الواقع على محور ثنائي القطب ويبعد عن إحدى الشحنتين $2cm$ يساوي :



- (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 كهربائي منتظم بين

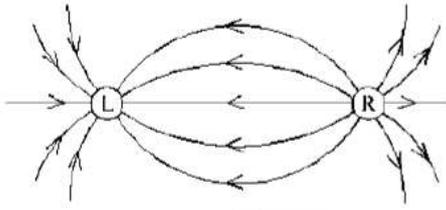
اللوحين فإذا خرج الالكترون على مسافة d فإن اتجاه المجال الكهربائي بين اللوحين يكون :



- (a) ←
 (b) →
 (c) ↓
 (d) ↑

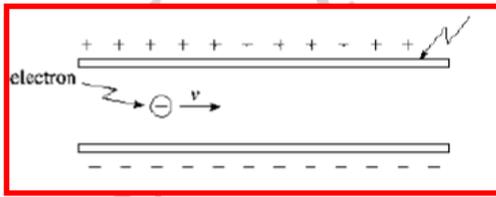
المجالات الكهربائية وقانون جاوس الثاني عشر متقدم

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



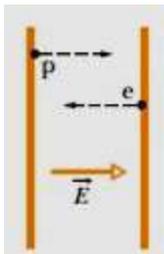
الشحنة R	الشحنة L	
موجبة	موجبة	(a)
سالبة	موجبة	(b)
موجبة	سالبة	(c)
سالبة	سالبة	(d)

٢٠) إلكترون يتحرك أفقياً في مجال كهربائي بين صفتين متوازيتين كما بالشكل فإنه أفضل وصف للقوة واتجاهها :



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

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



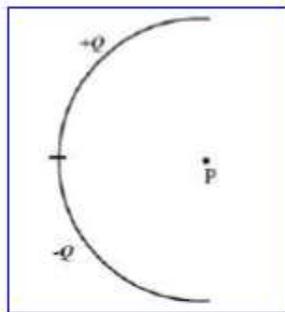
$$\frac{m_p}{m_e} \quad (c)$$

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

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

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

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



هو :

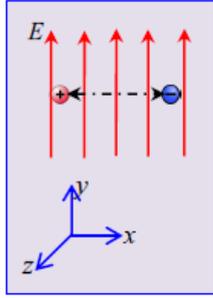
(a) ←

(b) →

(c) ↓

(d) ↑

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



- (a) $1.8 \times 10^{-8} \text{ Nm}$ في اتجاه z الموجب
 (b) $2.66 \times 10^{-9} \text{ Nm}$ في اتجاه z الموجب
 (c) $1.8 \times 10^{-8} \text{ Nm}$ في اتجاه z السالب
 (d) $8.0 \times 10^{-9} \text{ Nm}$ في اتجاه z الموجب

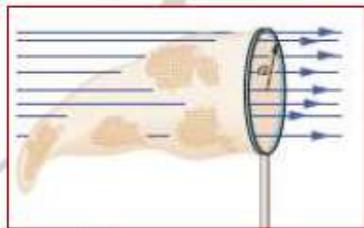
(٢٤) في المسألة السابقة إذا كانت الشحنتان تقعان على خط واحد من خطوط المجال الكهربائي وبقيت المسافة بينهما ثابتة فإن عزم الدوران لهما يصبح :

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

(٢٥) وحدة القياس التدفق الكهربائي تكافئ

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

(٢٦) الشكل المجاور يجتاز صائدة الفراش مجال كهربائي منتظم شدته $E = 3.0 \text{ m N/C}$ وعمودياً على سطحها الدائري الذي نصف قطره $a=11\text{cm}$ فاحسب التدفق الذي يجتاز السطح الأيمن :

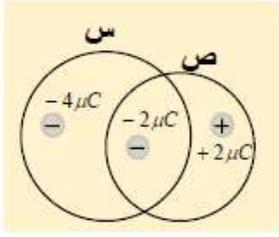


- (a) $+1.1 \times 10^{-1} \text{ N.m}^2 / \text{C}$
 (b) $-1.1 \times 10^{-4} \text{ N.m}^2 / \text{C}$
 (c) $+1.1 \times 10^{-4} \text{ N.m}^2 / \text{C}$
 (d) $-1.1 \times 10^{-2} \text{ N.m}^2 / \text{C}$

(٢٧) عندما يكون خطوط المجال الكهربائي المنتظم عمودياً على السطح فإن التدفق الذي يجتاز السطح :

- (a) قيمته عظمى
 (b) قيمتها دنيا
 (c) منعدمة
 (d) واحد

٢٨) التدفق الذي يجتاز السطح (س) المبين بالشكل يساوي :



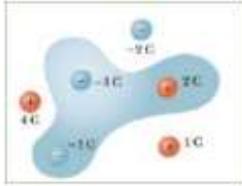
$-2.26 \times 10^5 \text{ N.m}^2/\text{C}$ (a)

$2.26 \times 10^5 \text{ N.m}^2/\text{C}$ (b)

(c) صفر

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

٢٩) في الشكل المجاور ، إن مقدار التدفق الكهربائي الذي يجتاز السطح المظلل يساوي :



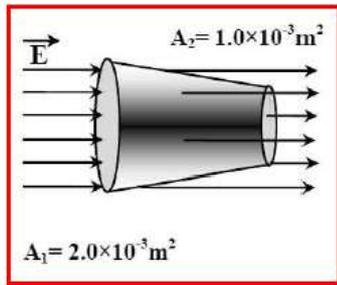
$\frac{3C}{\epsilon_0}$ (c)

0.0 (d)

$\frac{-3C}{\epsilon_0}$ (a)

$\frac{-6C}{\epsilon_0}$ (b)

٣٠) يظهر الشكل المجاور شبه مخروط لا يوجد بداخله شحنات كهربائية ويجتازه مجال كهربائي منتظم شدته $1.0 \times 10^3 \text{ N/C}$ اعتماداً على الشكل فإن التدفق الكهربائي الذي يجتاز السطح الجانبي لشبه



المخروط يساوي :

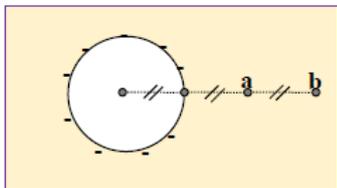
$-2.0 \text{ N.m}^2 / \text{C}$ (a)

$+2.0 \text{ N.m}^2 / \text{C}$ (b)

$-1.0 \text{ N.m}^2 / \text{C}$ (c)

$+1.0 \text{ N.m}^2 / \text{C}$ (d)

٣١) موصل كروي مشحون ومعزول كما بالشكل إن النسبة بين النسبة بين شدة المجال الكهربائي عند



النقطة b إلى شدة المجال الكهربائي عند النقطة a تساوي $\frac{E_b}{E_a}$

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

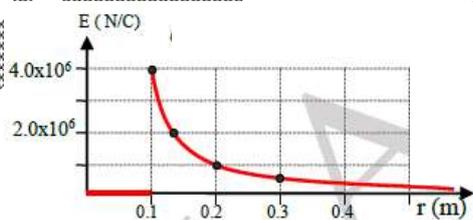
$\frac{9}{4}$ (d)

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

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

٣٢) الشكل المجاور يمثل العلاقة بين مقدار المجال الكهربائي المتولد عن موصل كروي معزول ومشحون

عند نقطة وبين هذه النقطة عن مركز الموصل فإن شدة المجال عند نقطة تبعد 0.1 m عن



سطح الموصل تساوي:

$4.0 \times 10^6 \text{ N/C}$ (a)

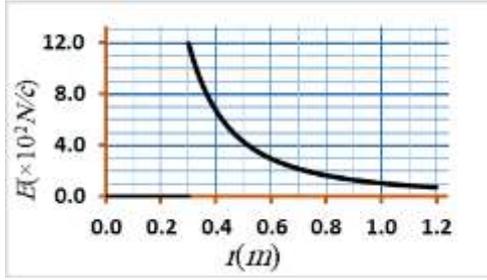
$2.0 \times 10^6 \text{ N/C}$ (b)

(c) صفر

$1.0 \times 10^6 \text{ N/C}$ (d)

المجالات الكهربائية وقانون جاوس الثاني عشر متقدم

٣٣) يظهر الرسم المقابل تغيرات مقدار شدة المجال الكهربائي في مجال موصل كروي مشحون ، ما كمية

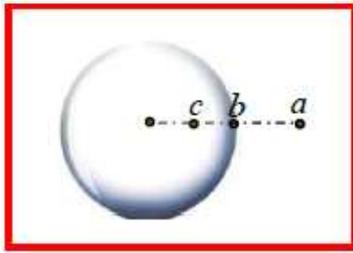


شحنة الموصل ؟

- (a) $4.0 \times 10^{-8} \text{ C}$
 (b) $2.1 \times 10^{-8} \text{ C}$
 (c) $8.3 \times 10^{-9} \text{ C}$
 (d) $1.2 \times 10^{-8} \text{ C}$

٣٤) هيكل كروي من مادة عازلة مشحون بحيث توزيع الشحنة بالتساوي ، نصف قطر الهيكل الكروي R

بالمقارنة بين شدة المجال الكهربائي عند النقاط a , b , c :



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

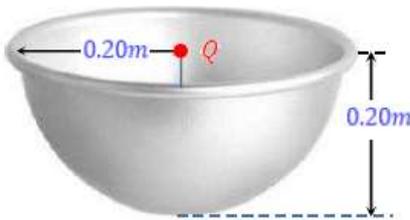
(b) $E_c > E_a$

(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 $Q = 9 \times 10^{-10} \text{ N/C}$ إن مقدار التدفق الكهربائي الذي يجتاز هذا



السطح بتأثير الشحنة النقطية :

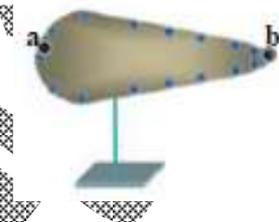
(a) $-101.8 \text{ N.m}^2 / \text{C}$

(b) $-50.9 \text{ N.m}^2 / \text{C}$

(c) $-25.45 \text{ N.m}^2 / \text{C}$

(d) $+50.9 \text{ N.m}^2 / \text{C}$

٣٦) موصل مخروطي مشحون ومعزول كما بالشكل المجاور رصدت نقطتان على سطحه 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 نفسي والشيطان

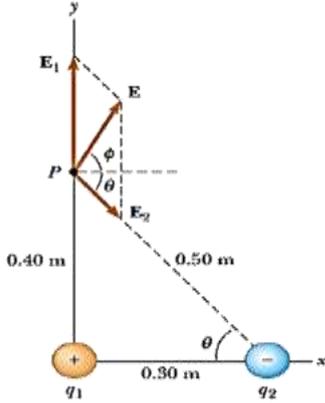
جميع أفكارك
مسائل

☆☆ مسائل على أهم الأجزاء ☆☆

☆☆ الأمثلة والتطبيقات الخاصة بالمجال الكهربى ☆☆

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

الحل



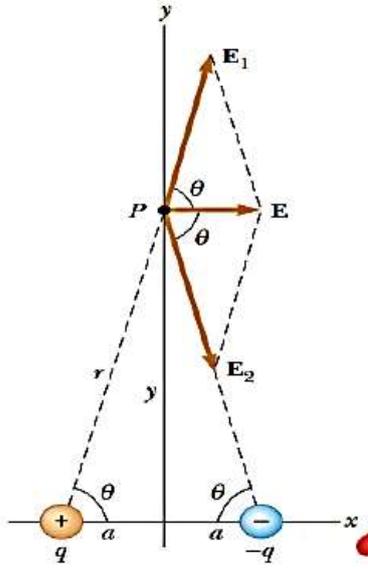
- شدة المجال الناشى عن الشحنة الموجبة يعمل فى اتجاه المحور الصادى الموجب بينما شدة المجال الناشىء عن الشحنة السالبة يعمل على الخط الواصل بين نقطة P والشحنة q_2 فلا بد من تحليل هذا المجال الى مركبتية الاساسية كما سيرد بالحل وايجاد محصلة المجالين.

ملاحظة أينشتاين الخليج

Almanahj.com/ae

المجالات الكهربائية وقانون جاوس الثاني عشر متقدم

- المجال الناشئ عن ثنائي القطبين : يعرف ثنائي القطب على انه شحنة موجبة q وشحنة سالبة $-q$ تفصلهما مسافة صغيرة كما بالشكل. اوجد المجال الكهربائي E عند نقطة P حيث P على مسافة $y \gg a$ من نقطة الاصل.

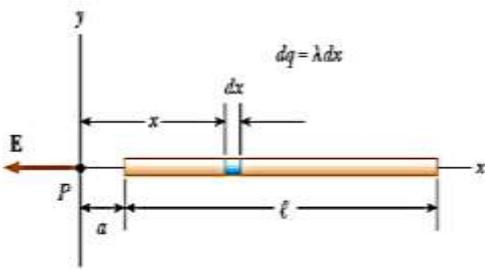


الحل

- 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 في اتجاه الشحنة السالبة كما بالرسم. لابد من حساب شدة المجالين وتحليل كل مجال الى مركبة سينية واخرى صادية ثم إيجاد المحصلة.

ملاحظة أينشتاين الخليج

Almanahi.com/ae



- **المجال الكهربى الناشء عن قضيب مشحون :** نفترض قضيباً طوله (l) به شحنة كثافتها الخطية (λ) ، المطلوب حساب شدة المجال الكهربى عند نقطة (P) والتي تبعد مسافة (a) عن أحد طرفي القضيب وعلى امتداده .

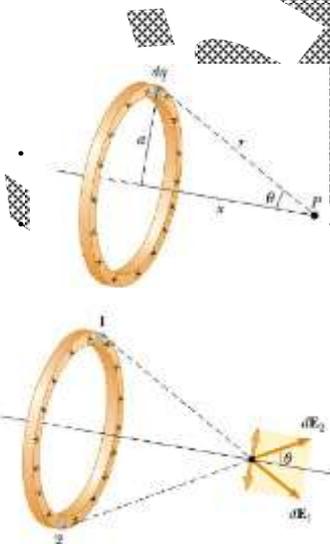
- نفترض أن القضيب موجود على محور (x) ، لإيجاد المجال الكهربى الناتج عن القضيب نجزئه إلى أجزاء متناهية الصغر طول كل منها (dx) وشحنته (dq) ثم نوجد المجال الكهربى (dE) الناتج عن أحد هذه الأجزاء وذلك بمعاملته كشحنة نقطية، مع التعبير عن عنصر الشحنة dq بكثافة الشحنة الخطية .

الحل

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

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

الحل

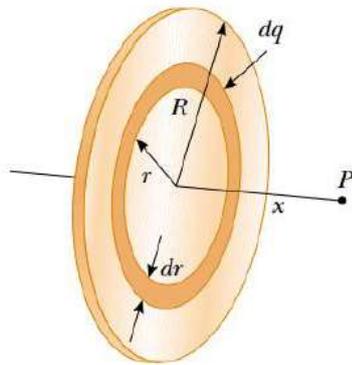


المجالات الكهربائية وقانون جاوس **الثاني عشر متقدم**

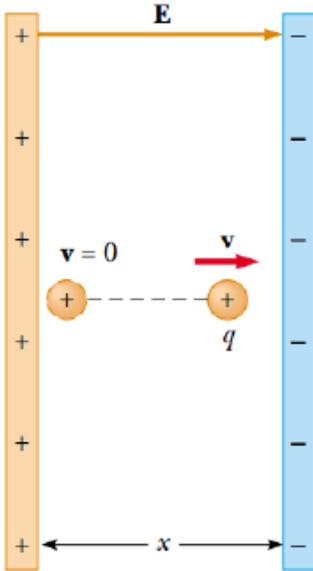
- **المجال الكهربى لقرص منتظم الشحنة :** لحساب شدة المجال الناشئ عن قرص نصف قطرة R مشحون بكثافة شحنة سطحية σ عند نقطة تبعد x عن مركزها . هنا نقوم بتجزئة القرص الي حلقات دائرية كعنصر للشحنة بنصف قطر r وعرض dr وبالتالي تكون عنصر الشحنة $dq = 2\pi r\sigma dr$ ويسبب عنصر مجال قدرة dE نستخدم النتيجة التي 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 وعليه تكون



Almanahj.com.ae



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

الحل

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

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

$$v_f = v_i + a t$$

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

- لإيجاد السرعة النهائية $(v_f = 0, x_i = 0)$ نعوض في المعادلة الأولى 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 الجسم تساوي (من المعادلة الثانية) :

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

ومن المعادلة الثالثة للحركة نجد ان :

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

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

المجالات الكهربائية وقانون جاوس الثاني عشر متقدم

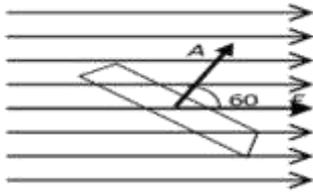
- انطلق الكترون من السكون داخل مجال كهربي شدته (4×10^4 N/C) ناتج عن صفيحتين مختلفتين الشحنة البعد بينهما (2cm) احسب سرعة الالكترن (V) ؟

م
ن
ج
د
ع
ف
ج
د
ع
ف

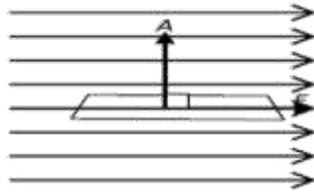
Almanahj.com/ae

مثال ١ :

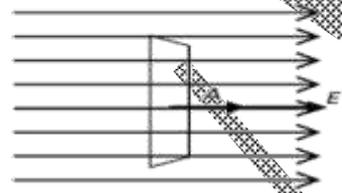
- مجال كهربائي E يقطع سطحاً مستوياً مساحته A كما هو مبين في الشكل. أوجد تدفق المجال الكهربائي من السطح في الحالات أ ، ب ، ج المبينة في الشكل.



(أ)



(ب)



(ج)

الحل

- في الحالة (أ)، فإن الزاوية بين اتجاهي المجال E و السطح A تساوي صفرًا فإن :
- $$\Phi_E = EA \cos 0^\circ = EA$$
- وفي الحالة (ب) نجد أن الزاوية هنا تساوي 90° وبالتالي يكون :
- $$\Phi_E = EA \cos 90^\circ = 0$$
- وأخيراً في الحالة (ج) ، نلاحظ أن الزاوية بين A ، E تساوي 60° ، ومن ثم فإن التدفق يكون :

$$\Phi_E = EA \cos 60^\circ = \frac{1}{2} EA$$

- 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 (صفرًا) عندما تكون خطوط موازية للسطح أو مماسة له، إذ أنها لا تخترقه ولا تتدفق منه في هذه الحالة .

مثال ٢ :

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

الحل

