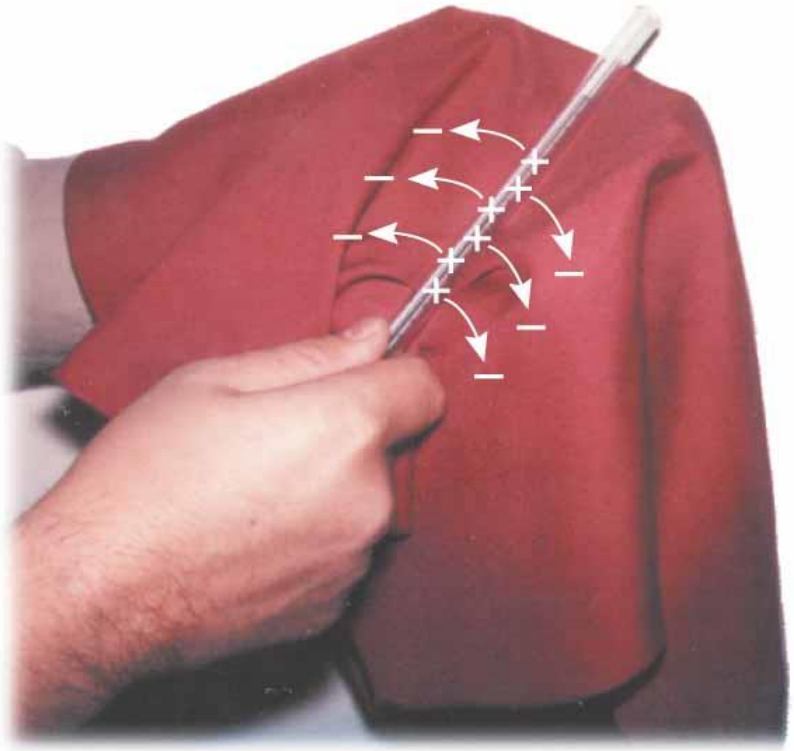
Electric field and electric potentialالمجال والجهد الكهربي



©2004 Thomson - Brooks/Cole

When a glass rod is rubbed with silk, electrons are transferred from the glass to the silk. Because of conservation of charge, each electron adds negative charge to the silk, and an equal positive charge is left behind on the rod

Electric field and electric potentialالمجال والجهد الكهربي

©2004 Thomson - Brooks/Cole

Electric field and electric potentialالمجال والجهد الكهربي

تعتبر شحنة الإلكترون أصغر شحنة سالبة،

وشحنة البروتون أصغر شحنة موجبة

Charge and Mass of the Electron, Proton, and Neutron		
Particle	**Charge (C)**	**Mass (kg)**
Electron (e)	$-1.602\,191\,7 \times 10^{-19}$	$9.109\,5 \times 10^{-31}$
Proton (p)	$+1.602\,191\,7 \times 10^{-19}$	$1.672\,61 \times 10^{-27}$
Neutron (n)	0	$1.674\,92 \times 10^{-27}$

© 2004 Thomson - Brooks/Cole

المجال والجهد الكهربيElectric field and electric potential

- تتجاذب الشحنات المختلفة في النوع ، وتتنافر الشحنات المتشابهة.
- تكون شحنة الجسيمات الأولية إما صفرا مثل النيترونات، أو أعدادا صحيحة لشحنة الإلكترون.

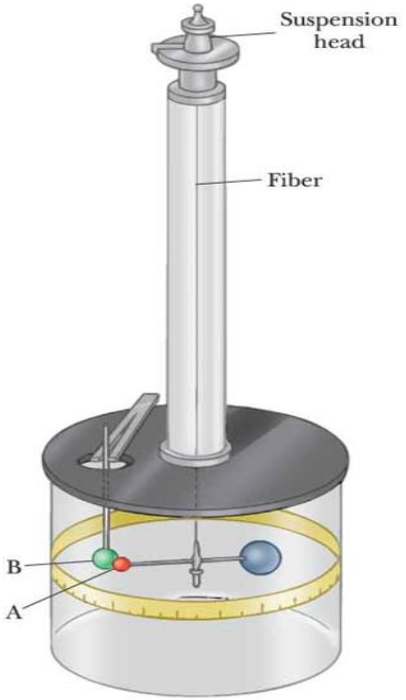
COULOMB'S LAW

قانون كولوم

ميزان الإلتواء لكولوم لتحقيق قانون التربيع العكسي لقوة كهربية بين شحنتين

قانون كولوم:

"تتناسب قوى التجاذب بين جسمين مشحونين بشحنتين مختلفتين أو التنافر بين جسمين مشحونين بشحنتين من نفس النوع تناسبا طرديا مع حاصل ضرب شحنتي الجسمين وعكسيا مع مربع المسافة التي تفصل بينهما".



©2004 Thomson - Brooks/Cole

$$F \alpha \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

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

Electric field and electric potential المجال والجهد الكهربي

$$K_e = \frac{1}{4\pi\varepsilon_o} \cong 9\times10^9 \quad N.m^2/C^2$$

- ε_o تسمى سماحية الفراغ Permittivity of free space

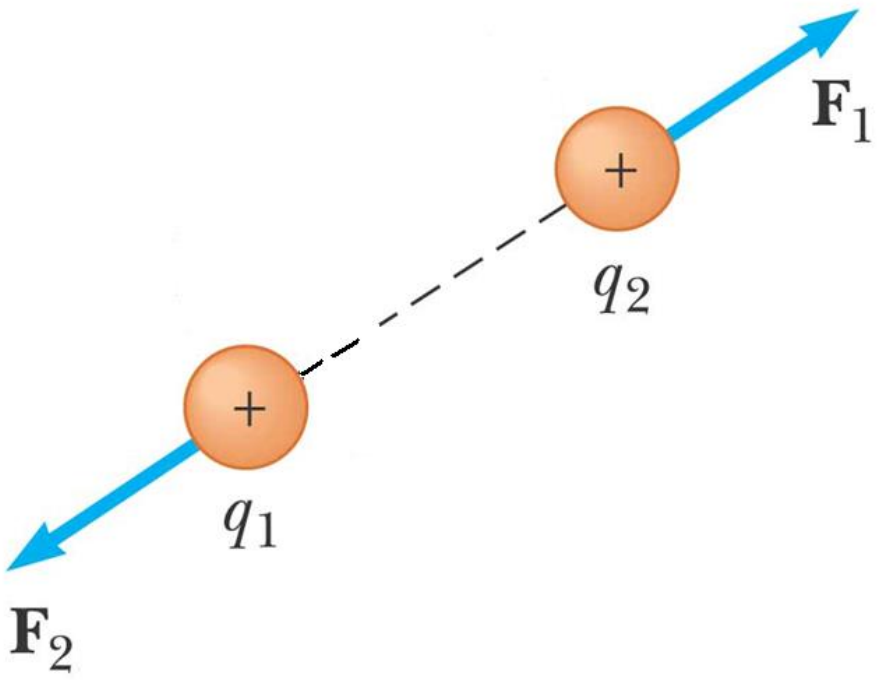
$\varepsilon_o = 8.85 \times 10^{-12}\ C^2/N.m^2$

- سوف نستخدم نظام الوحدات الدولي S.I. حيث:
- النيوتن لقياس القوة
- المتر للمسافة
- الكولوم للشحنة

Electric field and electric potentialالمجال والجهد الكهربي

قوى تنافر بين شحنتين

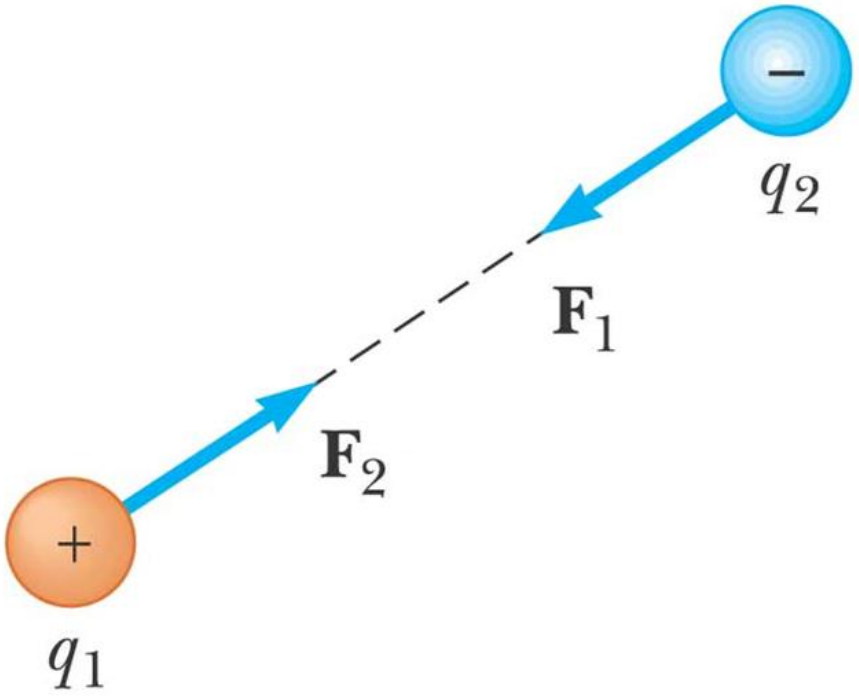
القوة الكهربية هي كمية متجهة، فإذا وجد جسمان مشحونان فإن القوة المؤثرة على كل منهما تكون على الخط الواصل بينهما.



©2004 Thomson - Brooks/Cole

Electric field and electric potentialالمجال والجهد الكهربي

قوى تجاذب بين شحنتين



©2004 Thomson - Brooks/Cole

المجال والجهد الكهربيElectric field and electric potential

❖إذا كان لدينا شحنتان متساويتان قيمة كل منهما واحد كولوم والمسافة بينهما واحد متر، فإن القوة الكهربية بينهما حسب قانون كولوم:

$$F = 9 \times 10^9 \ N$$

وهي قوة كبيرة تعادل حوالى مليون طن

المجال والجهد الكهربيElectric field and electric potential

مقارنة بين القوة الكهربية والقوة الميكانيكية

- يدور إلكترون واحد حول البروتون في ذرة الهيدروجين وذلك في مدار دائري نصف قطره $5.29\text{x}10^{-11}$ متر. قارن بين قوتي الجذب الكهربية (الكولومية) والميكانيكية (النيوتونية) بينهما؟

- **القوة الكهربية**

$$F_e = K_e \frac{q_e q_p}{r^2} = 9\times10^9 \frac{\left(1.6\times10^{-19}\right)^2}{\left(5.29\times10^{-11}\right)^2} = 8.2\times10^{-8}\,N$$

Electric field and electric potential المجال والجهد الكهربي

القوة الميكانيكية

$$F_m = G\frac{m_e m_p}{r^2} = 6.67\times10^{-11}\frac{\left(9.1095\times10^{-31}\right)\left(1.67261\times10^{-27}\right)}{\left(5.29\times10^{-11}\right)^2} = 3.7\times10^{-47}\,N$$

وهذا فرق كبير جدا بين القوتين، لذا من الممكن إهمال قوة الجذب النيوتونية في الفيزياء الذرية

Electric field and electric potential المجال والجهد الكهربي

مثال:

احسب قوة التنافر بين شحنة نواة الهليوم (+2e) وشحنة نواة النيون (+10e) إذا كانت المسافة بينهما $3x10^{-9}m$ علما بأن: $e = 1.602 \times 10^{-19}C$

$$F = k_c \times q_1 q_2 / r^2$$

$$= 9 \times 10^9 \times (2x1.6x10^{-19}) \times (10x1.6x10^{-19})/(3x10^{-9})^2$$

$$F = 5.12 \times 10^{-10}\ N$$

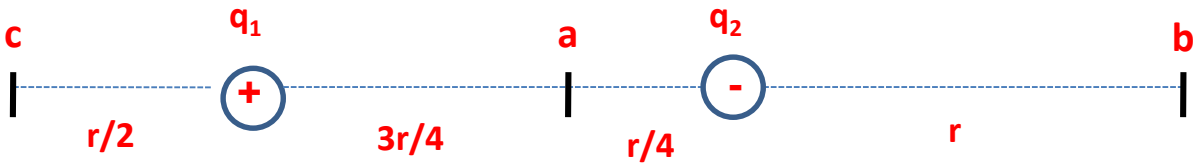
المجال والجهد الكهربيElectric field and electric potential

فرق عمل

مثــال 1-1:

شحنتان نقطيتان متساويتان هما q_1 q_2 إحداهما موجبة والأخرى سالبة، تفصلهما مسافة مقدارها r. احسب القوة المؤثرة على شحنة ثالثة موجبة q إذا وقعت عند النقاط c, b, a إذا علمت أن:

$$q_1=q_2=0.64\ \mu C, \qquad q=0.32\ \mu C, \qquad r=8\ cm$$



المجال والجهد الكهربي Electric field and electric potential

المجال الكهربي Electric field

- أي جسم مشحون بشحنة q يصاحبه مجال كهربي E و يحيط به.
- يكتشف بوضع شحنة اختبار $+q_o$، فإذا تأثرت هذه الشحنة بقوة كهربية (تجاذب أوتنافر) فهذا يعني وجود مجال كهربي.

المجال والجهد الكهربي Electric field and electric potential

المجال الكهربي يمثل القوة المؤثرة على وحدة الشحنات الموجودة في هذا المجال؛ أي أن:

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

وباستخدام قانون كولوم نحصل على الصيغة التالية للمجال الكهربي.

$$E = K_e \frac{q}{r^2}$$

- ولما كانت القوة الكهربية كمية متجهة، فإن المجال الكهربي كمية متهجة ايضاً.

المجال والجهد الكهربيElectric field and electric potential

- ووحدات شدة المجال الكهربي في النظام العالمي هي:
نيوتن / كولوم (N/C).

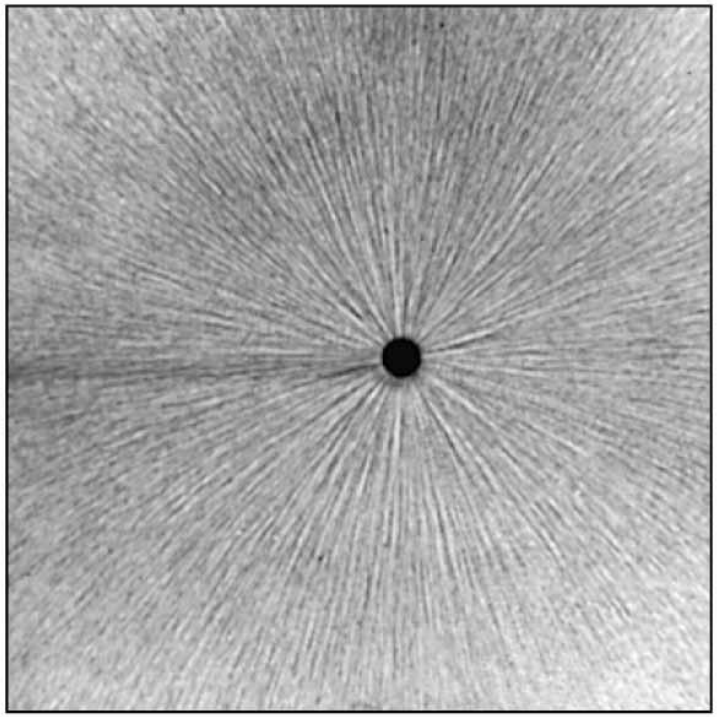
- يكون اتجاه المجال الكهربي في نفس اتجاه القوة المؤثرة على شحنة الاختبار الموجبة.

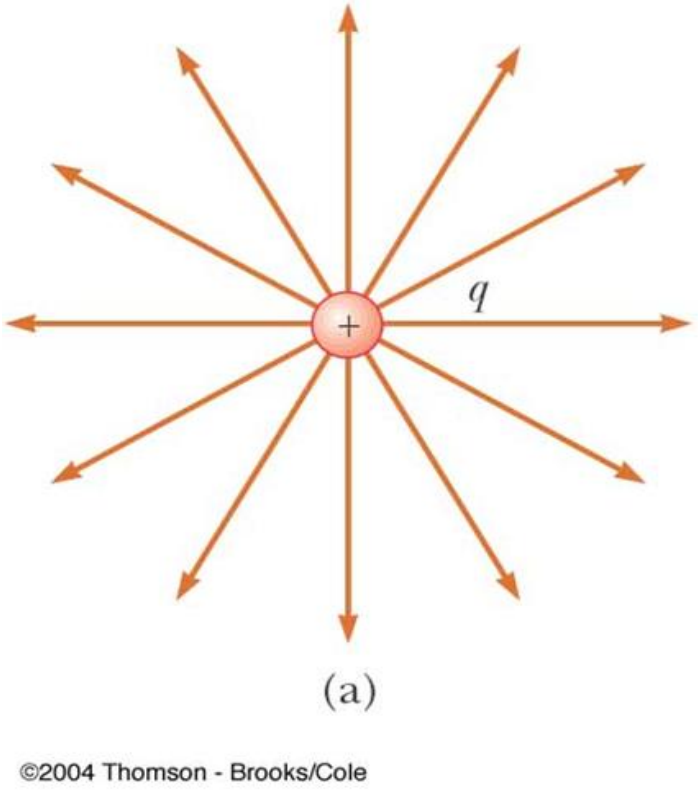
- وفي عكس إتجاه القوة إذا كانت شحنة الاختبار سالبة.

- ويعرف اتجاه المجال الكهربي على أنه اتجاه القوى المؤثرة على شحنة الاختبار.

- خطوط القوى الكهربية هي خطوط وهمية تستخدم لوصف المجال الكهربي مقدارا واتجاها.

Electric field and electric potentialالمجال والجهد الكهربي



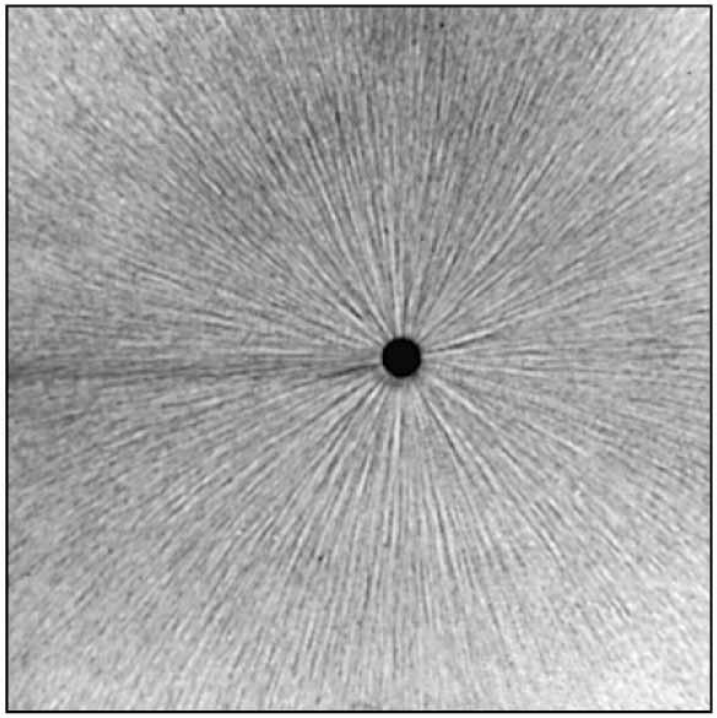


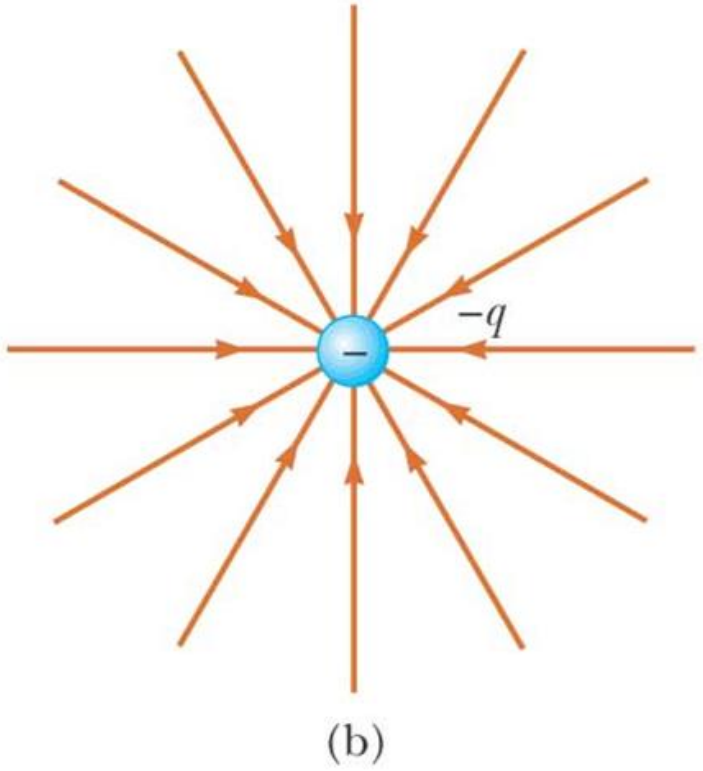
©2004 Thomson - Brooks/Cole

(a) تتجه خطوط القوى الكهربية للخارج في حالة الشحنة الموجبة

تختلف قيمة المجال باختلاف بعد المسافة، ولكن للمجال قيمة واحدة عند اي نقطة حول q تقع على نفس المسافة.

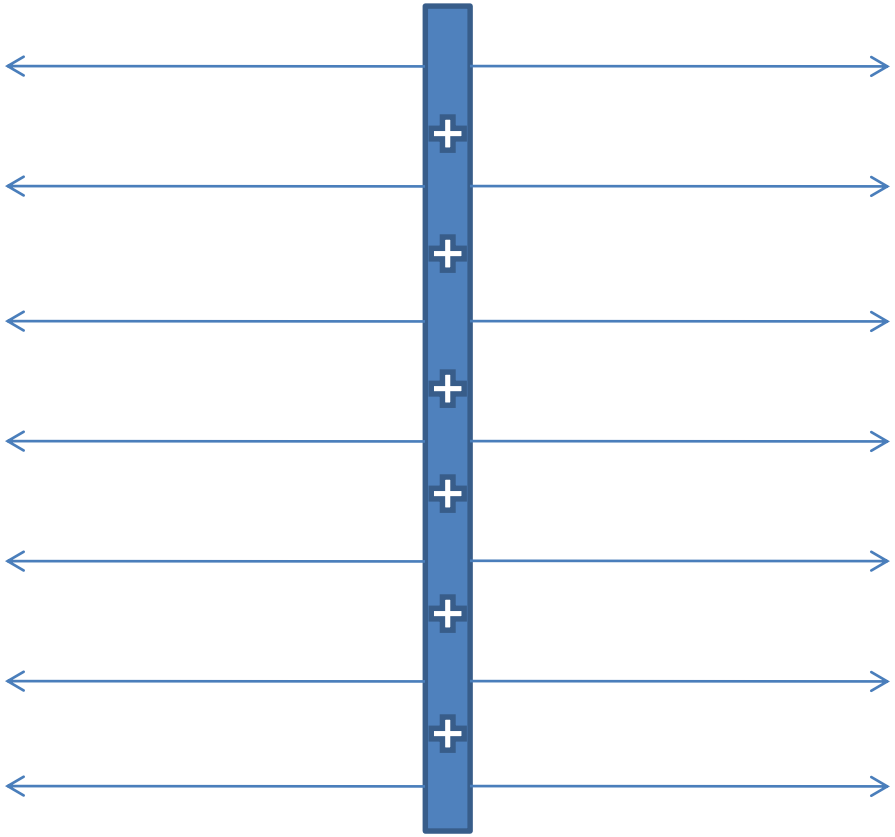
المجال والجهد الكهربي Electric field and electric potential





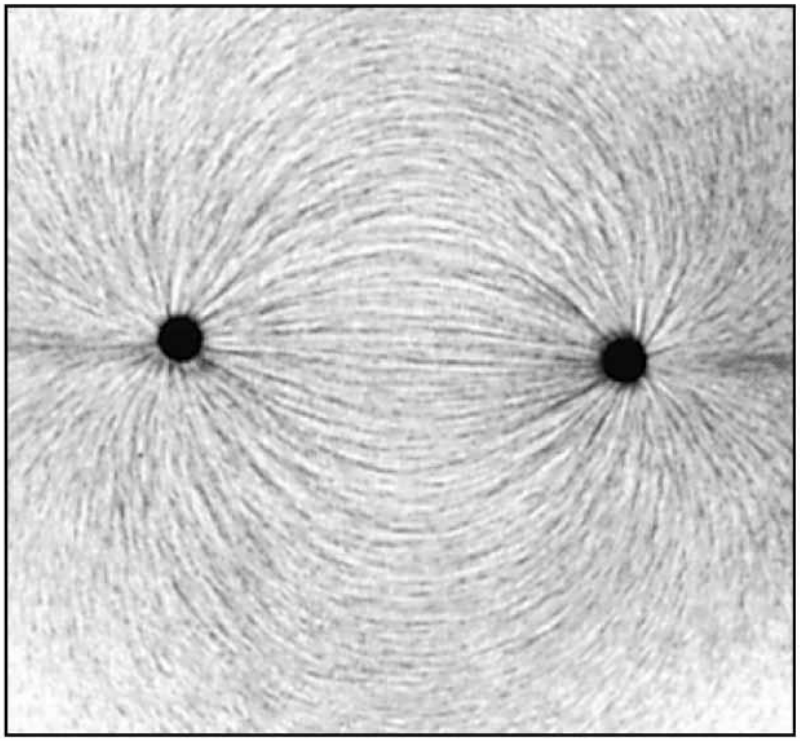
(b) وتتجه للداخل في حالة الشحنة السالبة

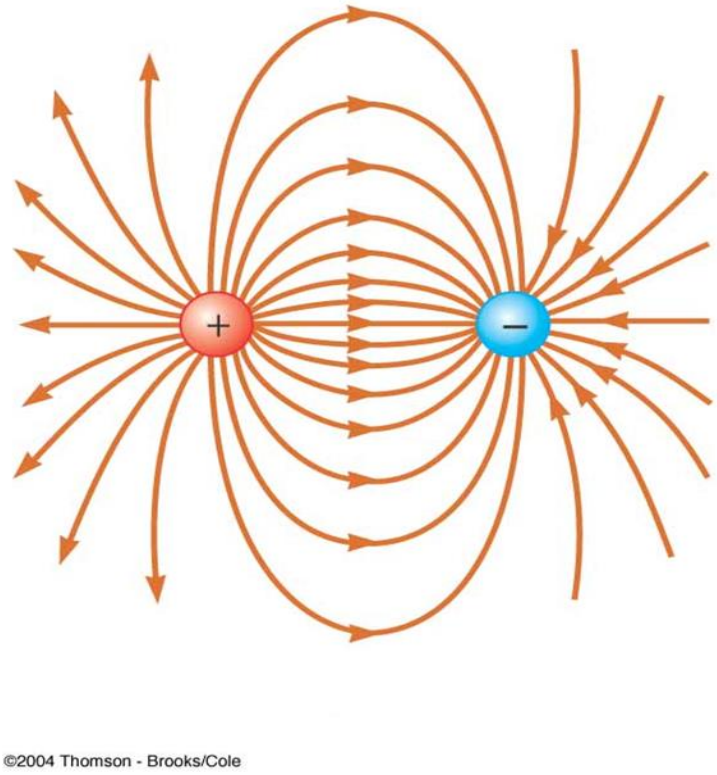
Electric field and electric potentialالمجال والجهد الكهربي



موصل مشحون بشحنة موجبة

Electric field and electric potentialالمجال والجهد الكهربي



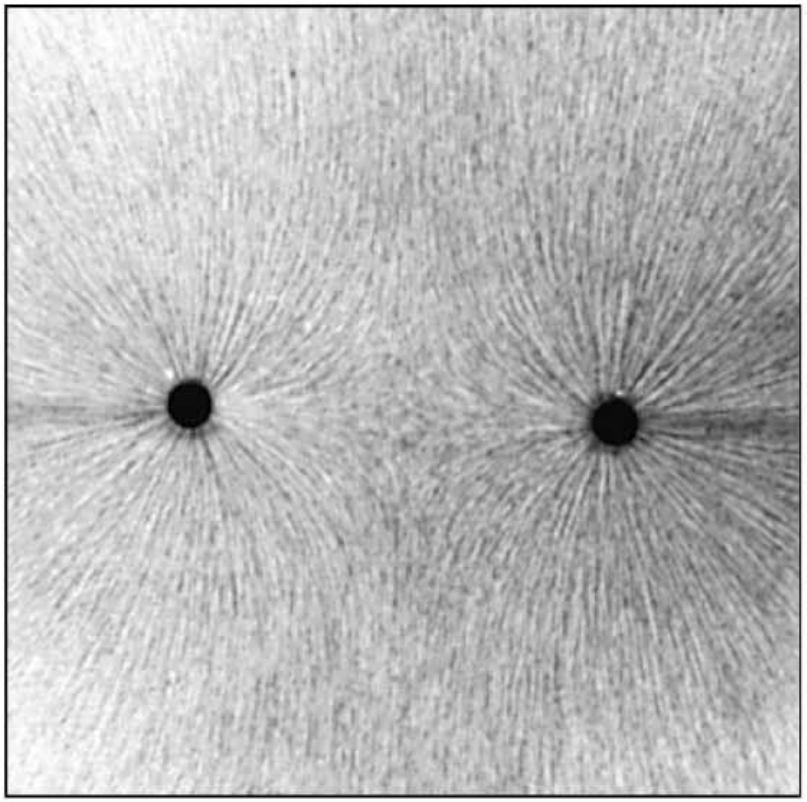


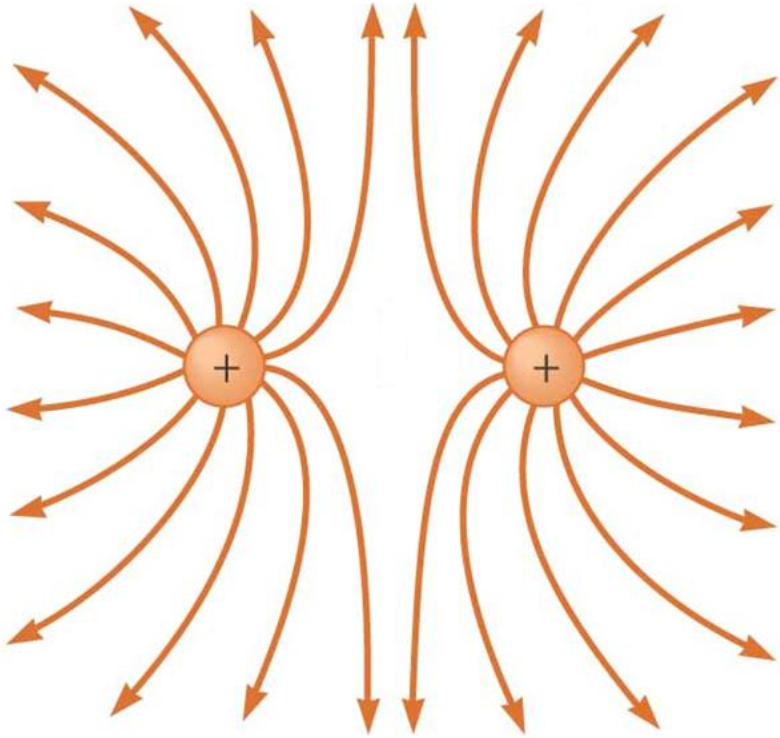
خطوط القوى في حالة شحنتين متساويتين في القيمة ومختلفتين في النوع

يمثل المجال عند اي نقطة محصلة المجالين الناشئين عن الشحنتين واتجاهه يمثل المماس لخط القوى الكهربي.

لذلك يعرف خط القوى بأنه هو الخط الي يدل اتجاه مماسه على التجاه المجال الكهربي.

Electric field and electric potentialالمجال والجهد الكهربي

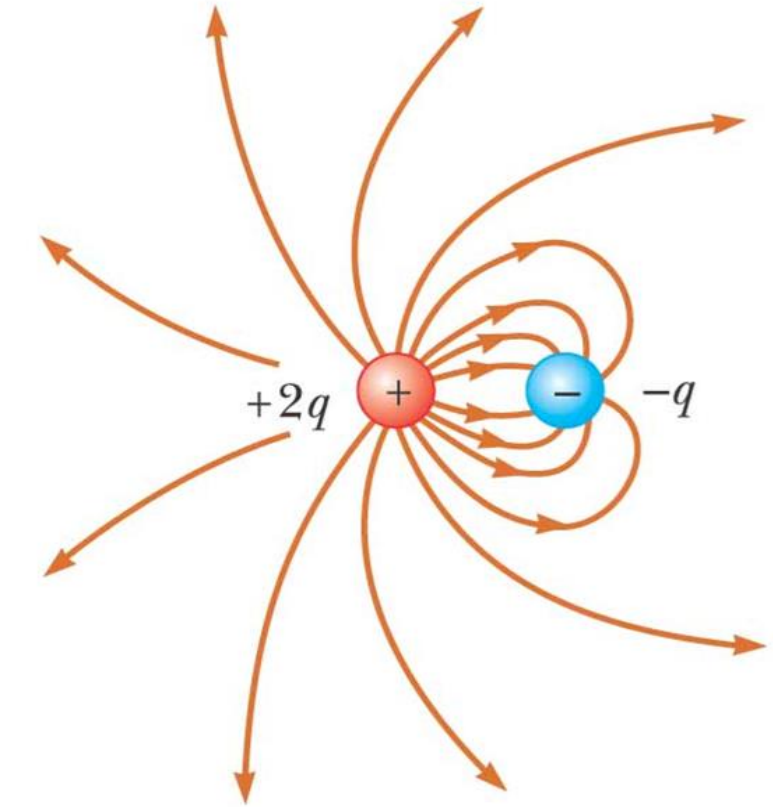




©2004 Thomson - Brooks/Cole

خطوط القوى في حالة شحنتين متساويتين في القيمة والنوع

Electric field and electric potential المجال والجهد الكهربي



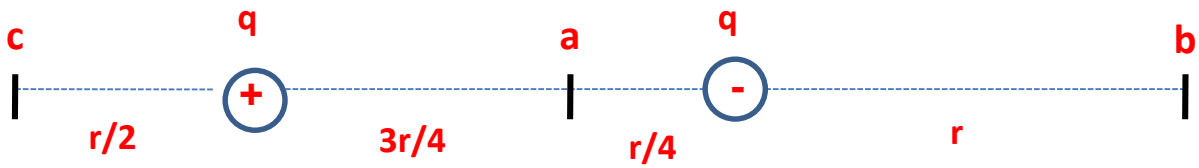
©2004 Thomson - Brooks/Cole

خطوط القوى في حالة شحنتين مختلفتين في القيمة والنوع

المجال والجهد الكهربي Electric field and electric potential

فرق عمل

مثـــال 1-4: في المثال 1-1 حسبنا القوة المؤثرة على شحنة q عند النقاط c, b, a . احسب الآن المجال الكهربي وبين اتجاهه عند النقاط السابقة



المجال والجهد الكهربيElectric field and electric potential

الحل:

- حددت اتجاه محصلة القوى الكهربية في المثال 1-2 على خاصية التجاذب والتنافر بين الشحنات. أما في حالة المجال الكهربي فيمكن تحديد اتجاه المجال المحصل على قاعدة اتجاه خطوط القوى وهذا هو الفرق بين معرفة اتجاه القوى الكهربية واتجاه المجال الكهربي.
- نفس المعالجة الرياضية السابقة واستعمال القانون E=F/q .وباخذ المجال الكهربي نفس اتجاه القوة اذا كانت الشحنة المتأثرة موجبة، وعكس اتجاه القوة اذ كانت الشحنة المتأثرة سالبة.

Electric field and electric potential المجال والجهد الكهربي

$$E_a = \frac{F_a}{q_1} = \frac{160}{9} K_e \frac{q}{r^2} = \frac{5.12}{0.32} \times 10^6 = 1.6 \times 10^7 \text{ N/C}$$

$$E_b = \frac{F_b}{q_1} = \frac{3}{4} K_e \frac{q}{r^2} = \frac{0.216}{0.32} \times 10^6 = 6.75 \times 10^5 \text{ N/C}$$

$$E_c = \frac{F_c}{q_1} = \frac{32}{9} K_e \frac{q}{r^2} = \frac{1.024}{0.32} \times 10^6 = 3.2 \times 10^6 \text{ N/C}$$

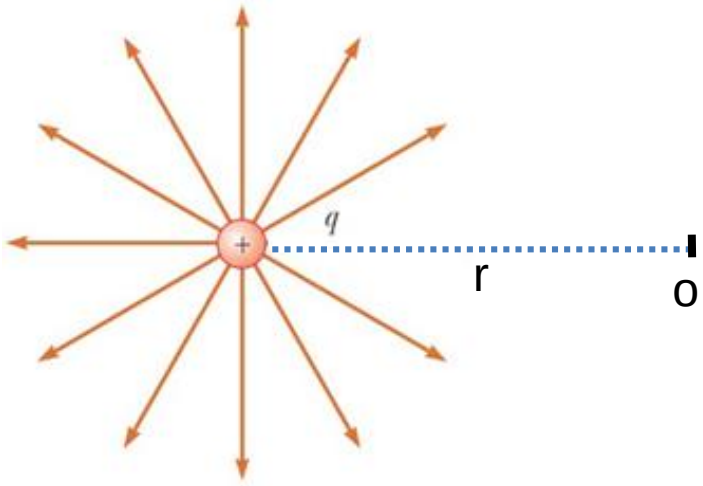
$$E_d = \frac{F_d}{q_1} = \frac{\sqrt{2}}{4} K_e \frac{q}{r^2} = \frac{0.212}{0.32} \times 10^6 = 6.625 \times 10^5 \text{ N/C}$$

$$E_e = \frac{F_e}{q_1} = \frac{8}{5} K_e \frac{q}{r^2} = \sin(26.57) = \frac{0.206}{0.32} \times 10^6 = 6.44 \times 10^5 \text{ N/C}$$

أما اتجاه المجال الكهربي في كل حالة فيأخذ نفس اتجاه القوة الوارد ذكرها في المثال السابق .

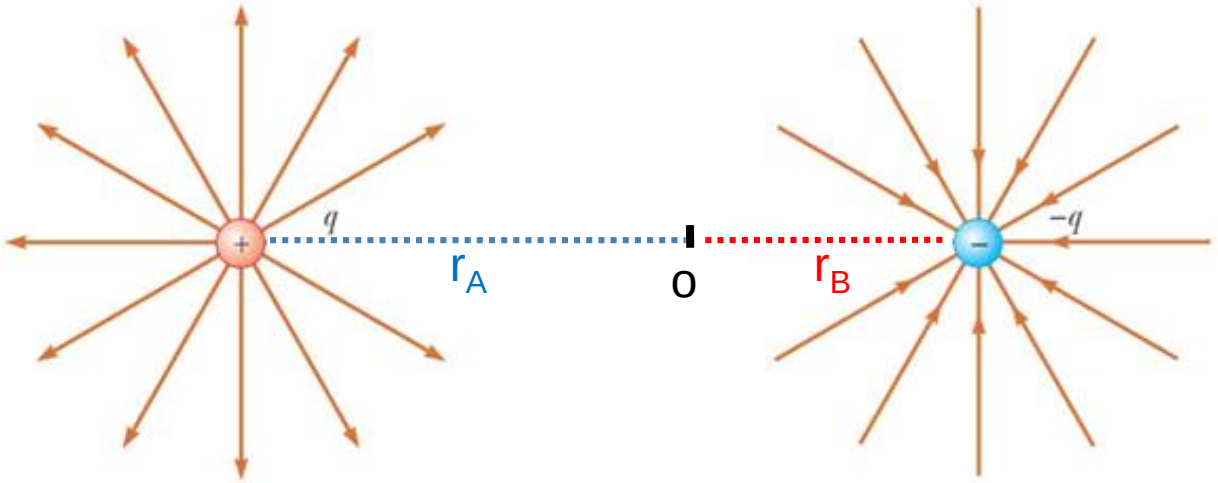
Electric field and electric potential المجال والجهد الكهربي

Potential due to point charge الجهد الكهربي لنقطة مشحونة



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

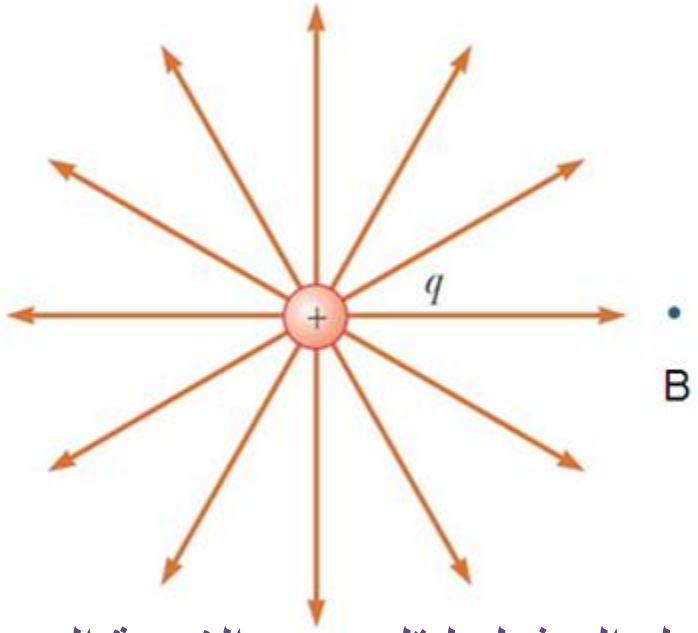
Electric field and electric potential المجال والجهد الكهربي

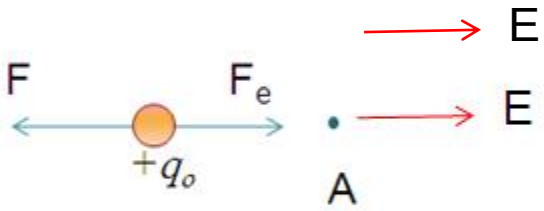


$$V = K_e\left(\frac{+q}{r_A} + \frac{-q}{r_B}\right)$$

Electric field and electric potential المجال والجهد الكهربي

Potential difference due to point charge فرق الجهد لنقطة مشحونة





فرق الجهد بين النقطتين B, A يمثل الشغل المبذول لنقل وحدة الشحنة الموجبة q_o من A إلى B عكس اتجاه المجال الكهربي

$$V_{AB} = \frac{U_{AB}}{q_o}$$

حيث U_{AB} تمثل طاقة الوضع

المجال والجهد الكهربي Electric field and electric potential

- فرق عمل
- ما قيمة الجهد الكهربي عند النقطتين b, a تبعدان مسافة r_b , r_a على الترتيب من الشحنة q. ثم احسب الشغل المبذول لنقل شحنة q_o قدرها $2.5x10^{-7}$ كولوم من a إلى b. حيث أن:
- $r_a = 1\ m$, $r_b = 0.1\ m$, $q = 1x10^{-6}\ C$

Electric field and electric potential المجال والجهد الكهربي

الحل

$$V_a = K_e \frac{q}{r_a} = 9000 \ \ Volt$$

$$V_b = K_e \frac{q}{r_b} = 90000 \ \ Volt$$

$$V_{ab} = V_b - V_a = 90000 - 9000 = 81000 \ \ Volt$$

$$\mathrm{U_{ab}} = q_o V_{ab} = 2.5 \times 10^{-7} \times 81000 = 0.02 \ \ Joule$$

Electric field and electric potential المجال والجهد الكهربي

الخلاصة

- قانون كولوم

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

- المجال الكهربي

$$E = K \frac{q}{r^2} \qquad OR \qquad E = \frac{F}{q_o}$$

- الجهد عند نقطة تبعد مسافة r عن الشحنة q

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

- طاقة الوضع أو الشغل المبذول لنقل شحنة q_o من A إلى B

$$U_{AB} = q_o V_{AB}$$

Electric field and electric potentialالمجال والجهد الكهربي

جامعة الملك سعود
كلية العلوم – قسم الفيزياء والفلك
اختبار قصير Quiz ، **101 فيز** الفصل الدراسي الأول 1432/1433

- مع التوضيح بالرسم احسب:

1) شدة المجال الكهربي والجهد عند نقطة a تبعد 30 سم من جسم مشحون بشحنة قدرها $5x10^{-9}$ كولوم.

2) القوة الكهربية المؤثرة على جسيم مشحون q_o بشحنة قدرها $4x10^{-10}$ كولوم إذا وُضع عند نفس النقطة a.

- حيث أن ثابت التناسب $k=9x10^9\ N.m^2/C^2$

Electric field and electric potentialالمجال والجهد الكهربي

- مع التوضيح بالرسم احسب: