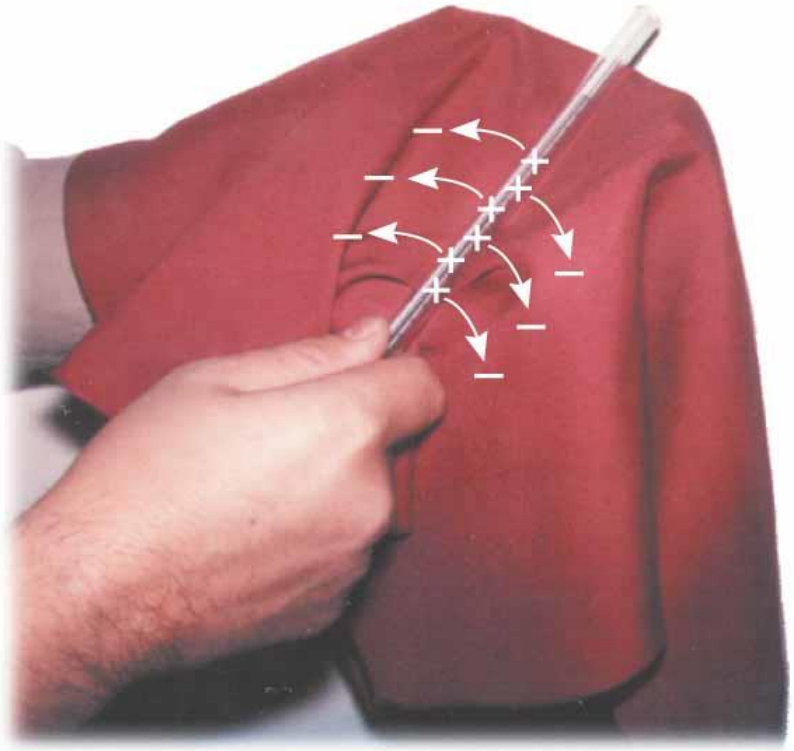
Electric field and electric potentialالمجال والجهد الكهربي



©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 potential المجال 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	$1.674\,92 \times 10^{-27}$

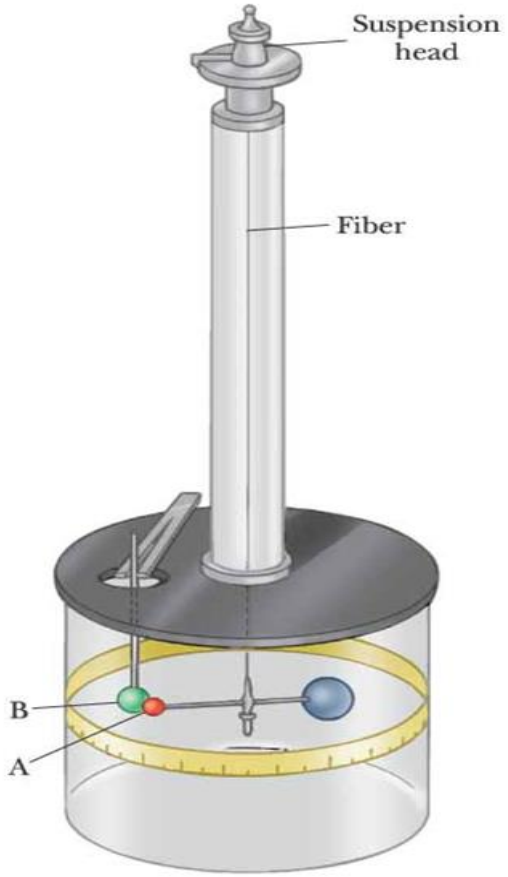
© 2004 Thomson - Brooks/Cole

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.

Electric field and electric potential المجال والجهد الكهربي

COULOMB'S LAW قانون كولوم



©2004 Thomson - Brooks/Cole

ميزان الإلتواء لكولوم لتحقيق قانون التربيع العكسي

لقوة كهربية بين شحنتين

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

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

Electric field and electric potential المجال والجهد الكهربي

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

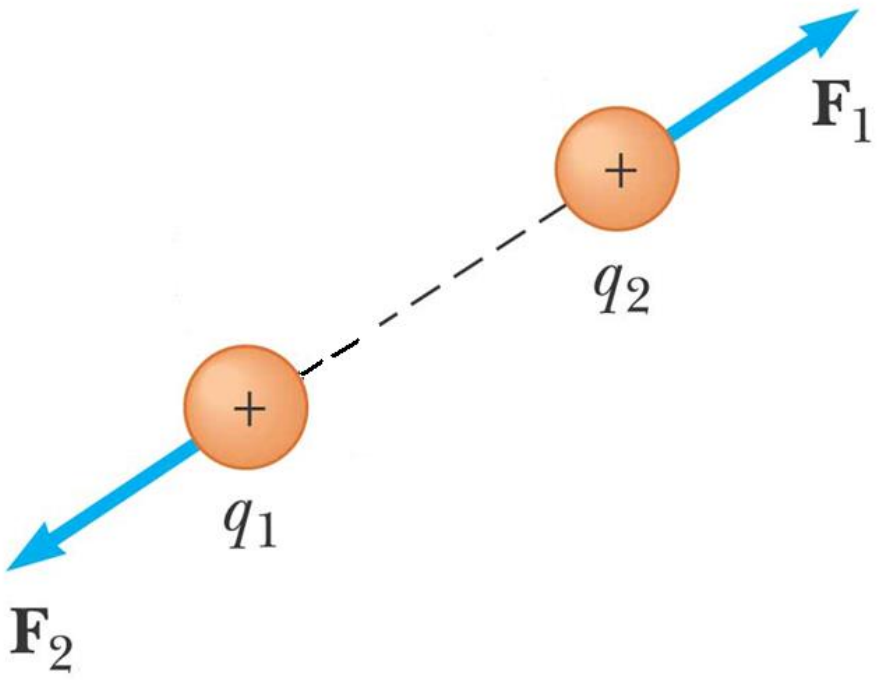
- ε_o تسمى سماحية الفراغ Permittivity of free space

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

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

Electric field and electric potentialالمجال والجهد الكهربي

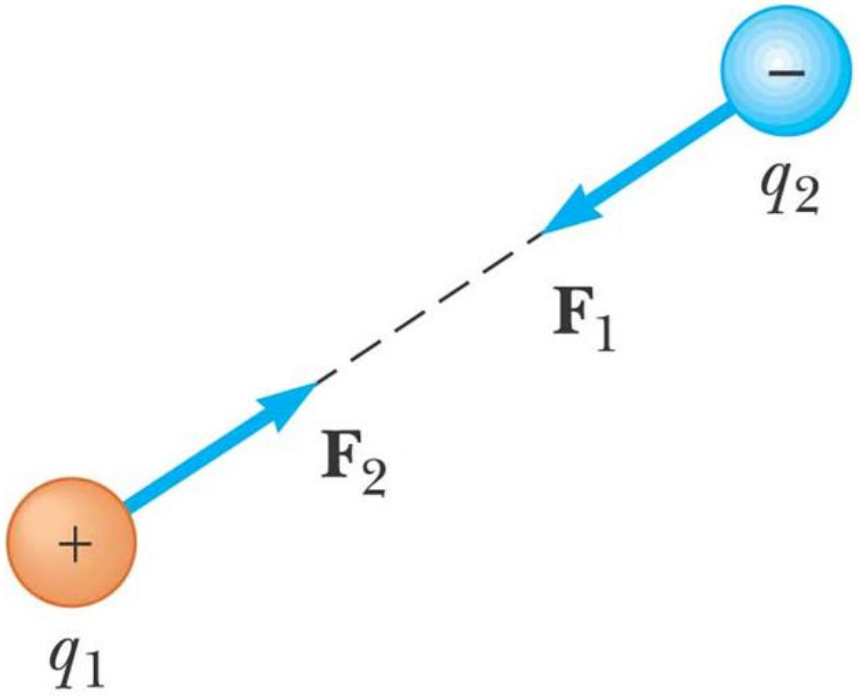
قوى تنافر بين شحنتين



©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 5.29×10^{-11} متر. قارن بين قوتي الجذب الكهربية (الكولومية) والميكانيكية (النيوتونية) بينهما؟

- **القوة الكهربية**

$$F_e = K_e \frac{q_e q_p}{r^2} = 9 \times 10^9 \frac{\left(1.6 \times 10^{-19}\right)^2}{\left(5.29 \times 10^{-11}\right)^2} = 8.2 \times 10^{-8}\, N$$

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

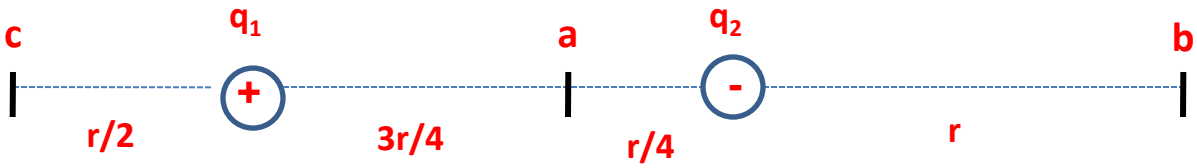
المجال والجهد الكهربيElectric field and electric potential

فرق عمل

مثـــال ١-١:

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:

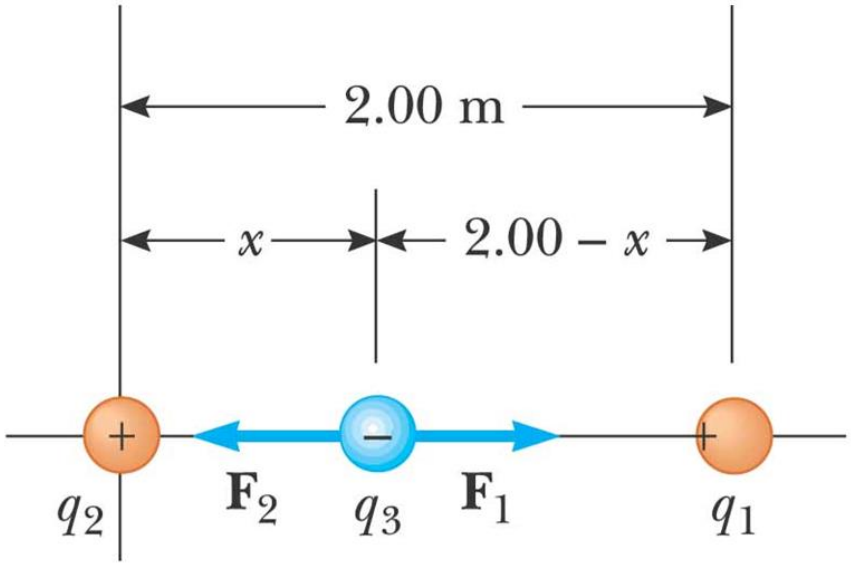
$$q_1=q_2=0.64\ \mu C, \qquad q=0.32\ \mu C, \qquad r=8\ cm$$



المجال والجهد الكهربي Electric field and electric potential

فرق عمل

مثـال: من الشكل التالي، احسب محصلة قوى الجذب الواقعة على الشحنة q_3



©2004 Thomson - Brooks/Cole

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 الكهربيElectric 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.

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

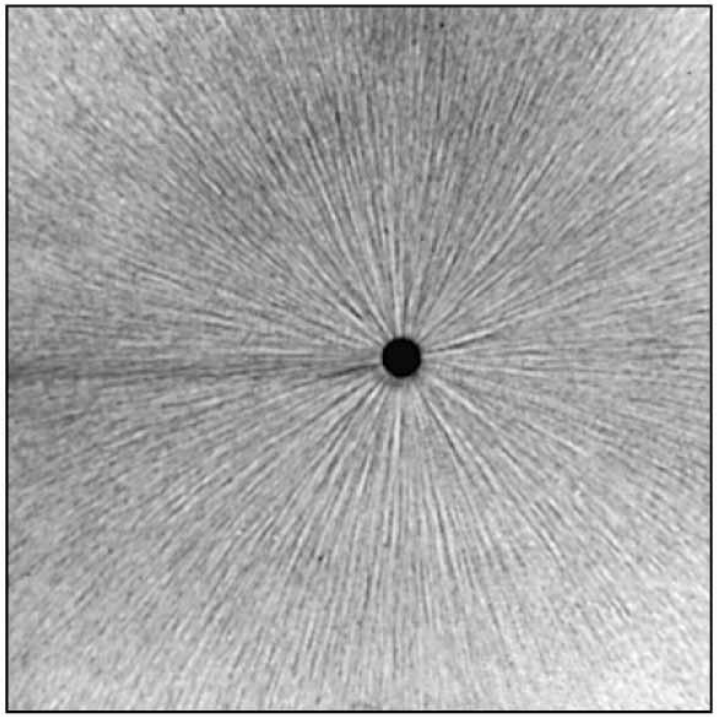
المجال والجهد الكهربيElectric field and electric potential

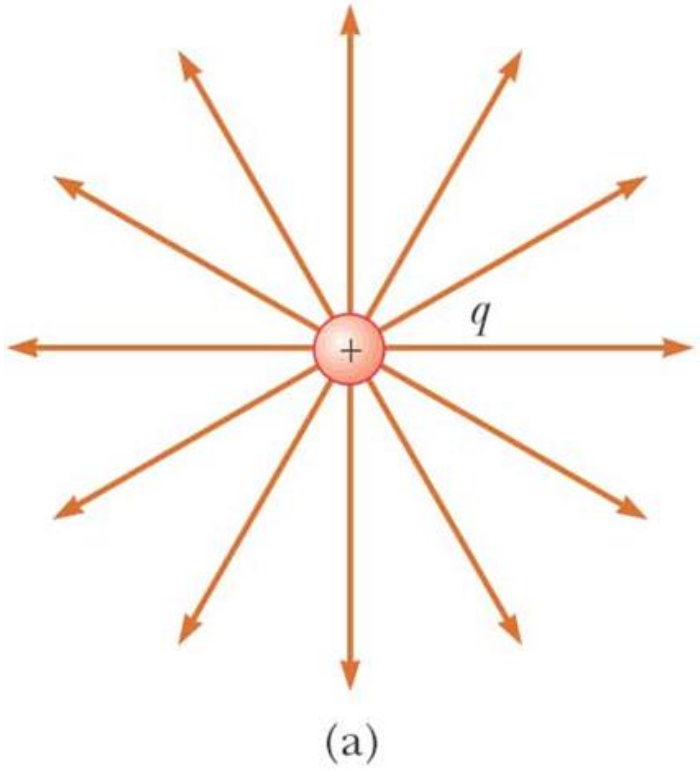
- يكون اتجاه المجال الكهربي في نفس اتجاه القوة المؤثرة على شحنة الاختبار الموجبة.

- وفي عكس إتجاه القوة إذا كانت شحنة الاختبار سالبة.

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

Electric field and electric potentialالمجال والجهد الكهربي

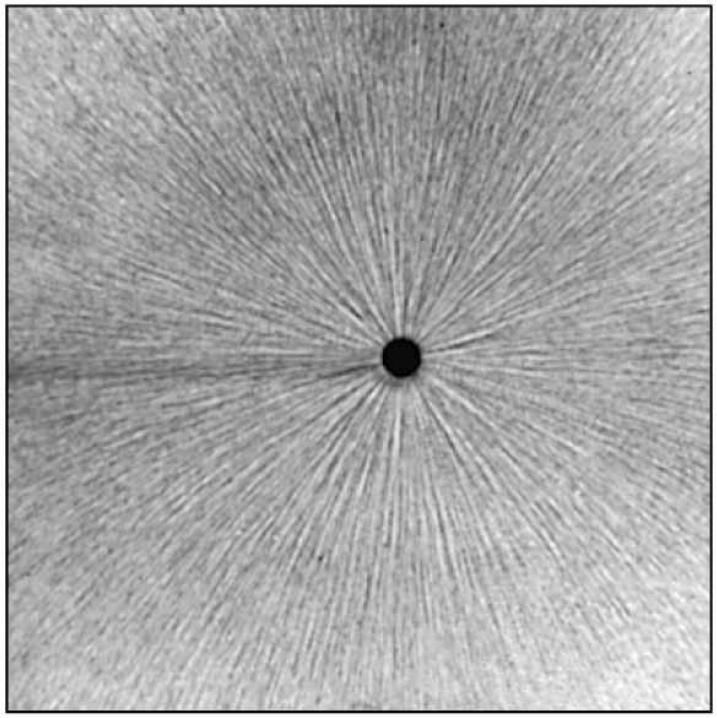


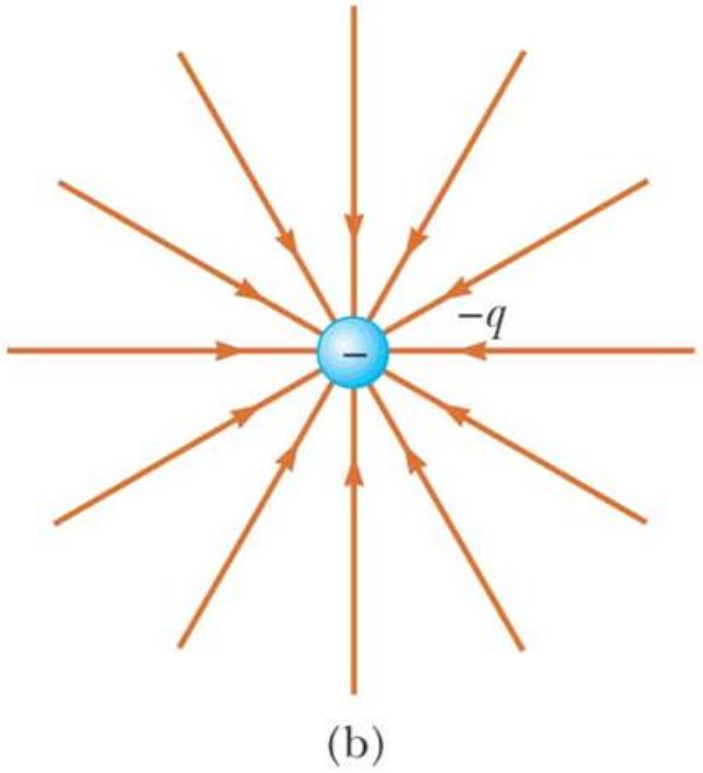


©2004 Thomson - Brooks/Cole

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

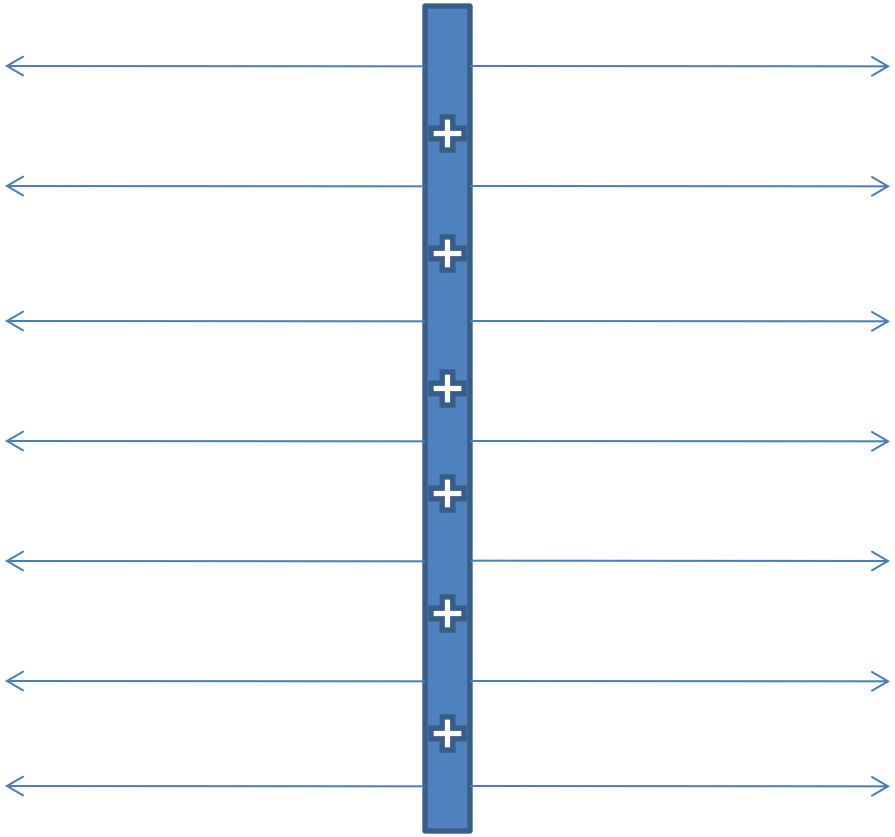
المجال والجهد الكهربي Electric field and electric potential





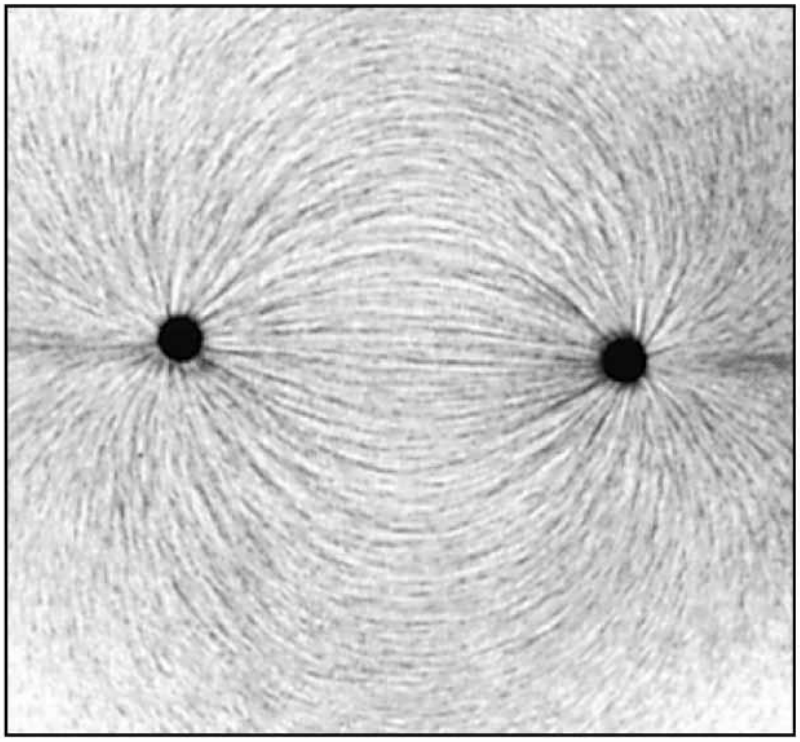
(b) وتتجه للداخل في حالة الشحنة السالبة

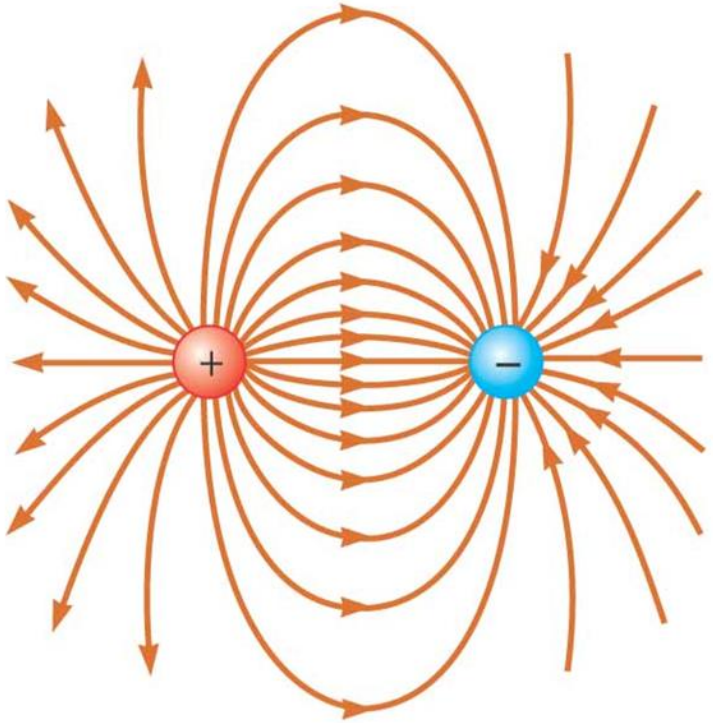
Electric field and electric potentialالمجال والجهد الكهربي



موصل مشحون بشحنة موجبة

Electric field and electric potentialالمجال والجهد الكهربي

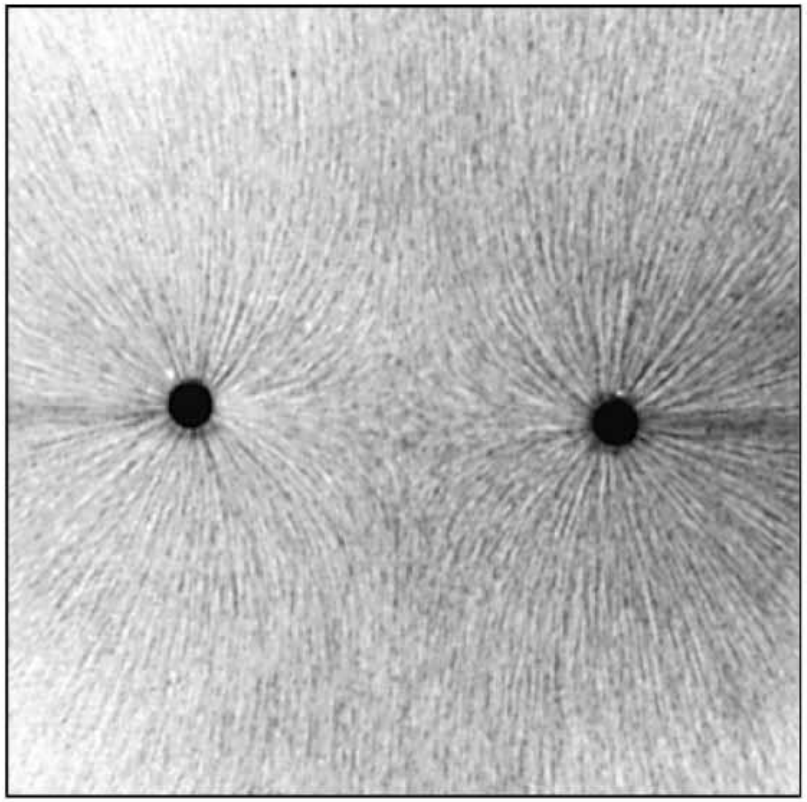


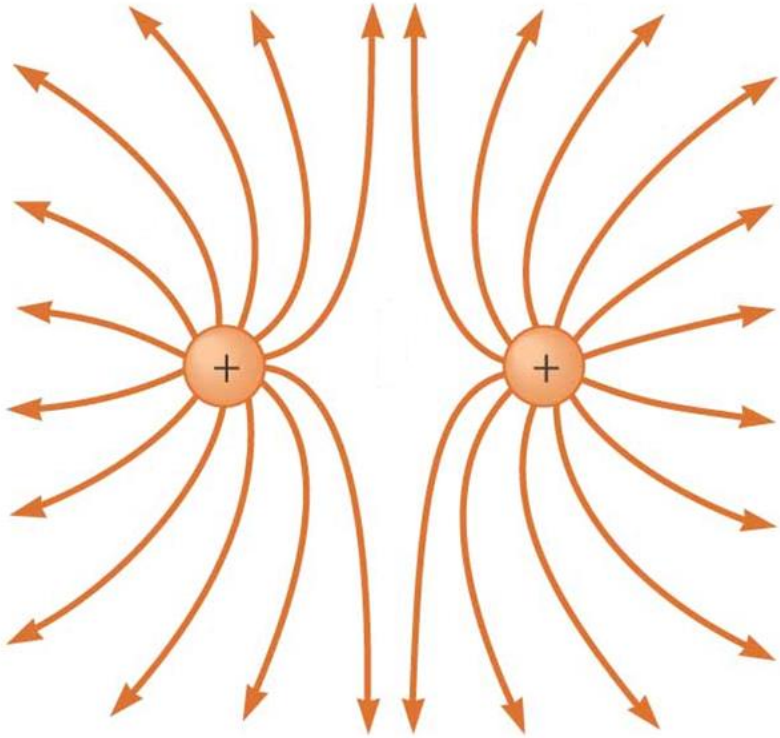


©2004 Thomson - Brooks/Cole

خطوط القوى في حالة شحنتين متساويتين في القيمة ومختلفتين في النوع

Electric field and electric potentialالمجال والجهد الكهربي

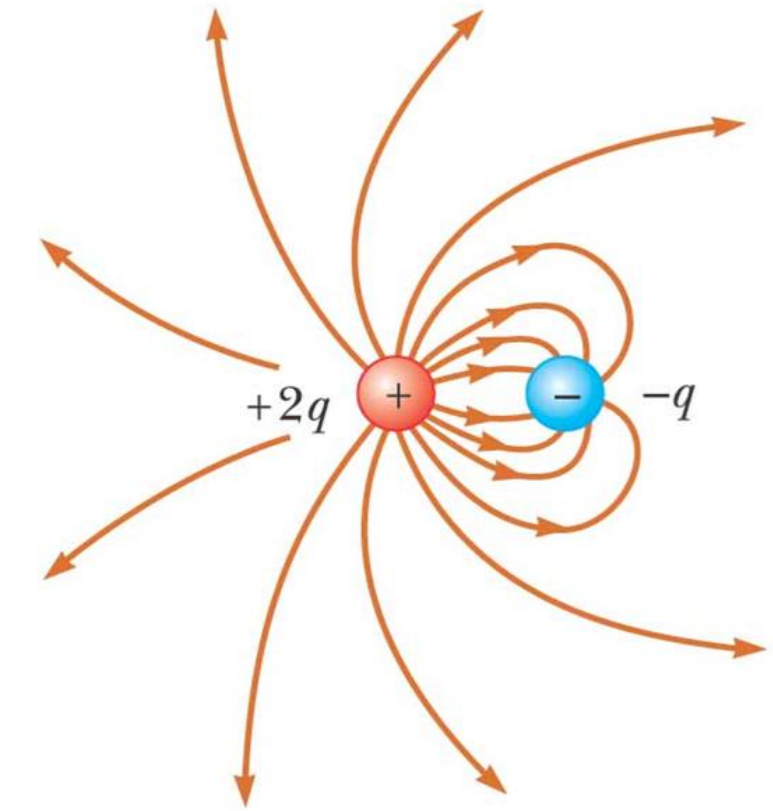




©2004 Thomson - Brooks/Cole

خطوط القوى في حالة شحنتين متساويتين في القيمة والنوع

Electric field and electric potentialالمجال والجهد الكهربي



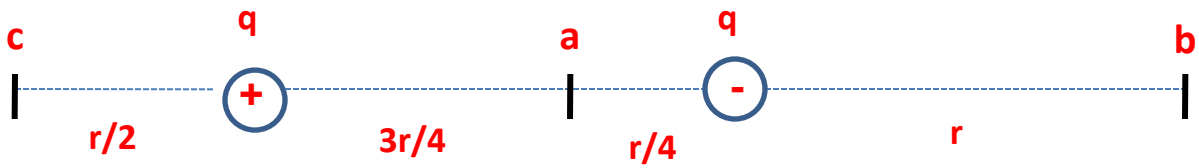
©2004 Thomson - Brooks/Cole

خطوط القوى في حالة شحنتين مختلفتين في القيمة والنوع

المجال والجهد الكهربي Electric field and electric potential

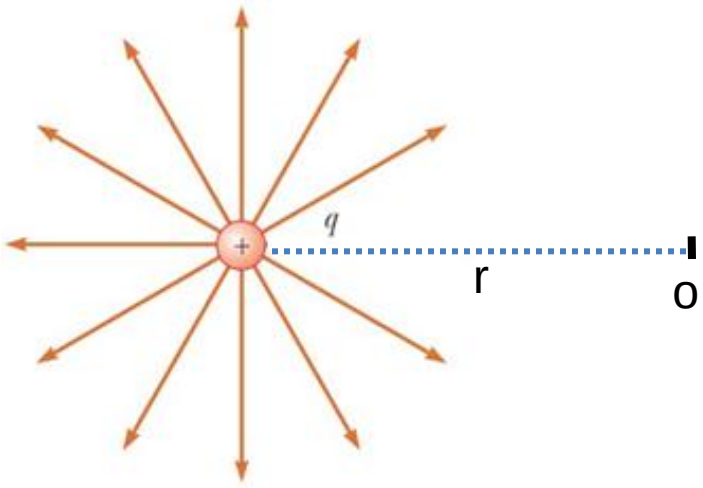
فرق عمل

مثـــال ١ـ٤ : في المثال ١-١ حسبنا القوة المؤثرة على شحنة q عند النقاط c, b, a . احسب الآن المجال الكهربي وبين اتجاهه عند النقاط السابقة



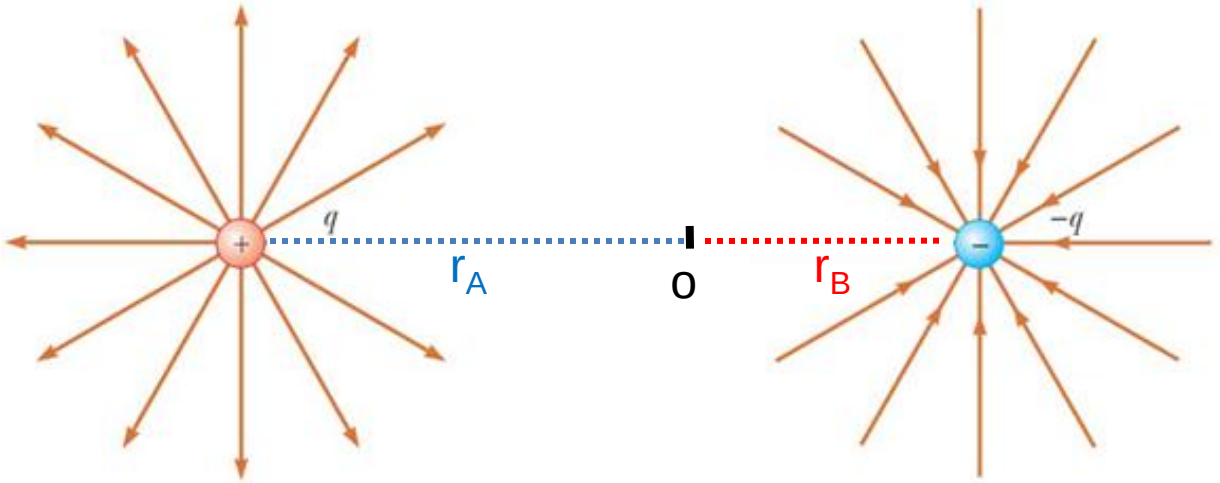
Electric field and electric potential المجال والجهد الكهربي

Potential due to point charge الجهد الكهربي لنقطة مشحونة



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

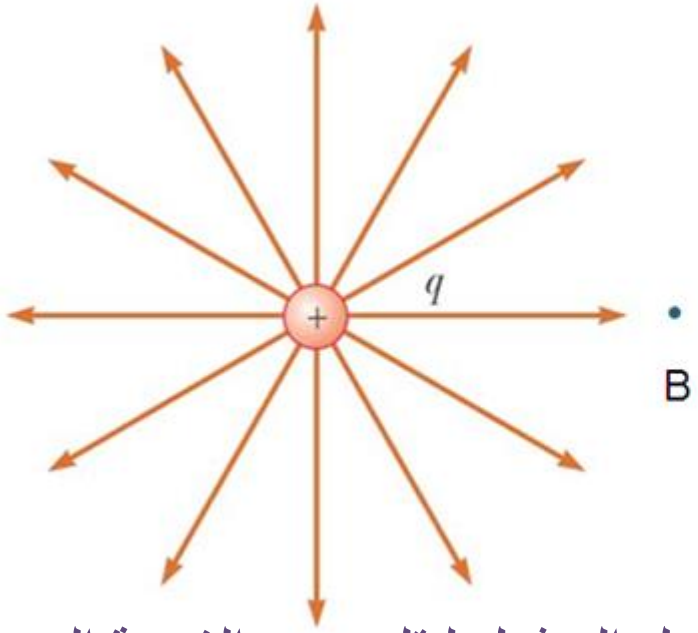
Electric field and electric potential المجال والجهد الكهربي

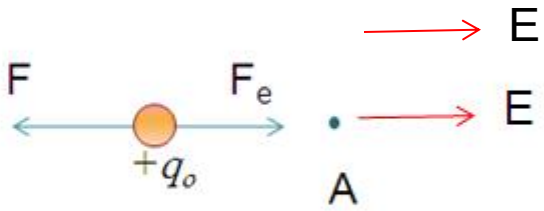


$$V = K_e\left(\frac{+q}{r_A} + \frac{-q}{r_B}\right)$$

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

Electric field and electric potential المجال والجهد الكهربي

- 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

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

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

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

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

Electric field and electric potential المجال والجهد الكهربي

الخلاصة

- قانون كولوم

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

- المجال الكهربي

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

- 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 potential المجال والجهد الكهربي

جامعة الملك سعود
كلية العلوم – قسم الفيزياء والفلك
اختبار قصير Quiz ، ١٠١ **فيز** الفصل الدراسي الأول ١٤٣٢/١٤٣٣

- مع التوضيح بالرسم احسب:

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

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

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