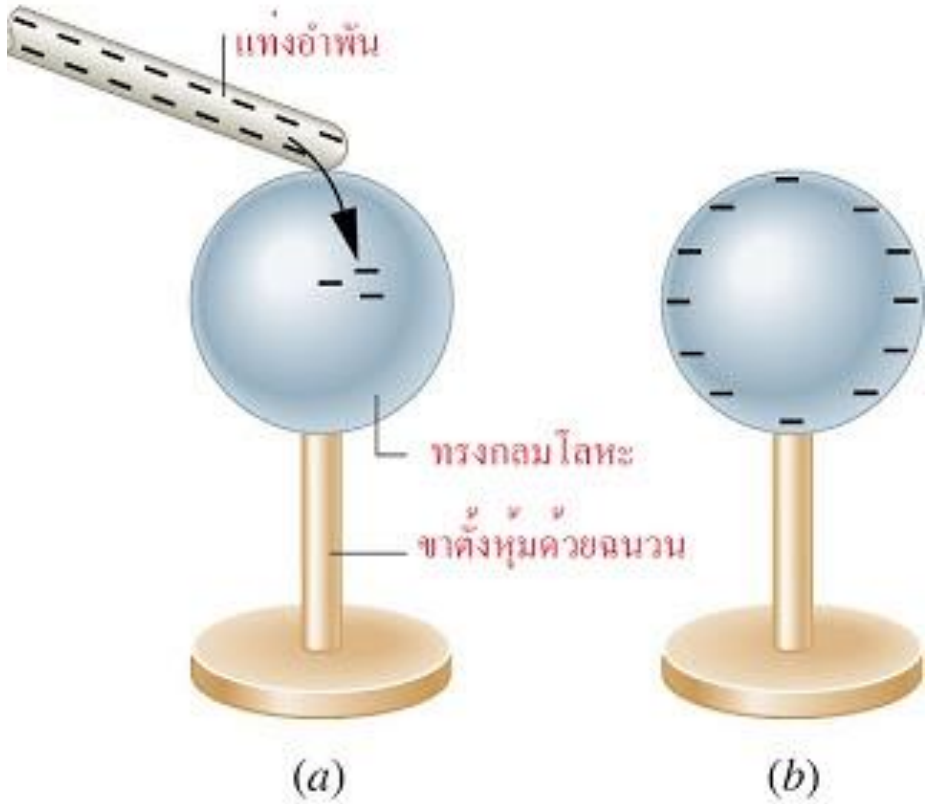
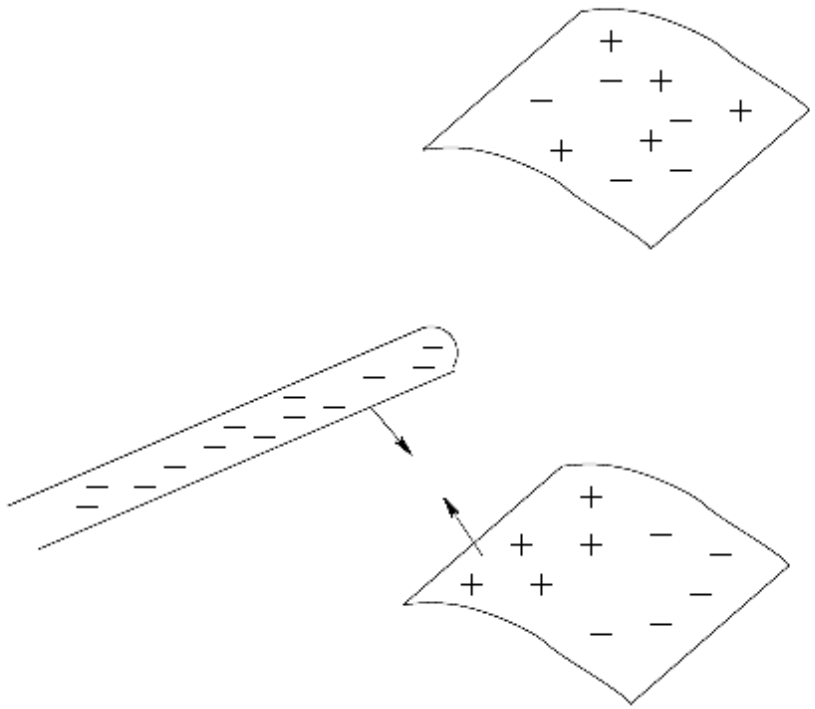
ไฟฟ้าสถิต

(Static electricity
Electrostatic Charges)



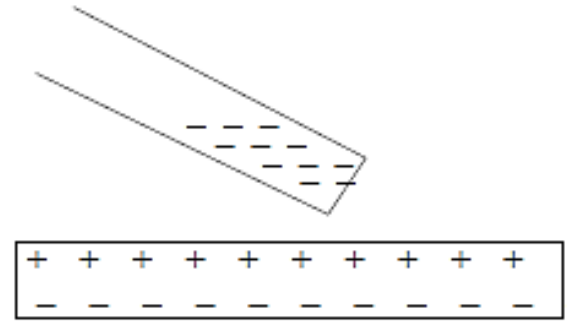
<<< สอนโดย อาจารย์ ดร.รูฮัยซา ดือราแม >>>

วัสดุที่เป็นกลางทางไฟฟ้า



ประจุบนแผ่นตัวนำ

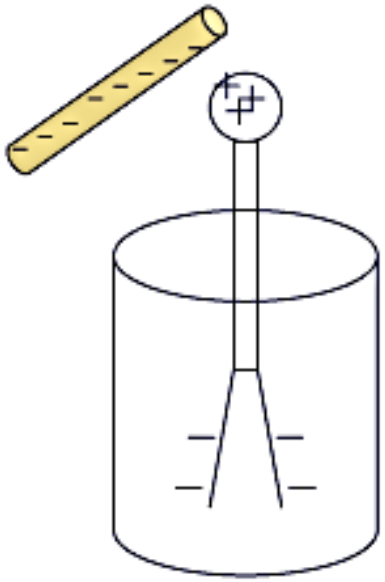
แผ่นตัวนำที่เป็นกลางทางไฟฟ้า เมื่อถูกเหนี่ยวนำด้วยประจุไฟฟ้าจากภายนอกที่ผิวด้านหนึ่ง จะเกิดการกระจายตัวของประจุเล็กๆที่ผิวของตัวนำทั้งสองด้านต่างกัน ตามรูป



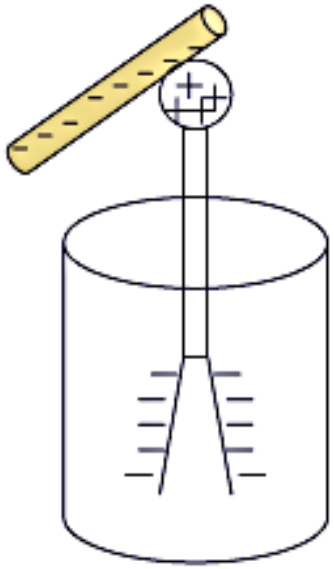
การถ่ายเทประจุ (Charge Transfer)

Charge Transfer by Contact - โดยการสัมผัส

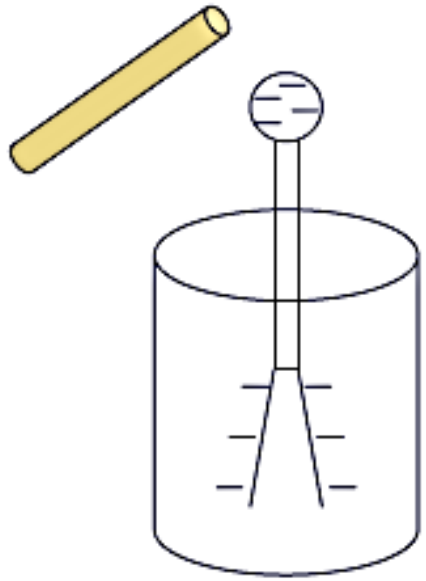
แท่งพลาสติกที่ถูกขัดจนมีประจุไฟฟ้า



นำแท่งพลาสติกไว้ใกล้ Electroscope พบว่าโลหะที่ส่วนปลายถ่างออก



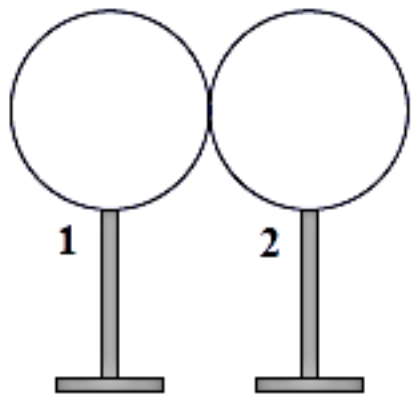
นำแท่งพลาสติกสัมผัส Electroscope พบว่าโลหะที่ส่วนปลายถ่างออกมากขึ้น



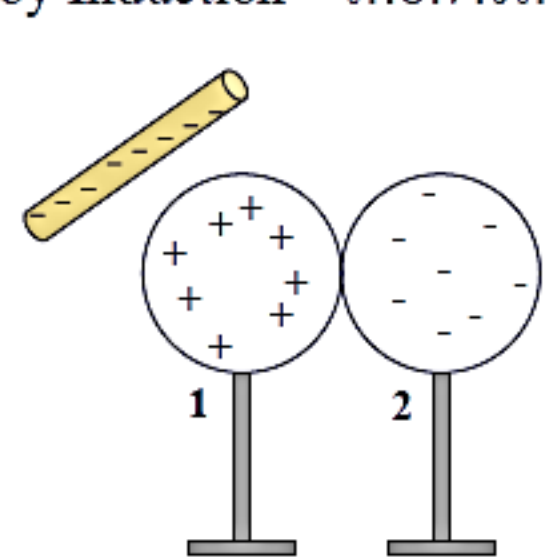
นำแท่งพลาสติกออก พบว่า มีการถ่ายเทประจุไฟฟ้าค้างอยู่ใน Electroscope

การถ่ายเทประจุ (Charge Transfer)

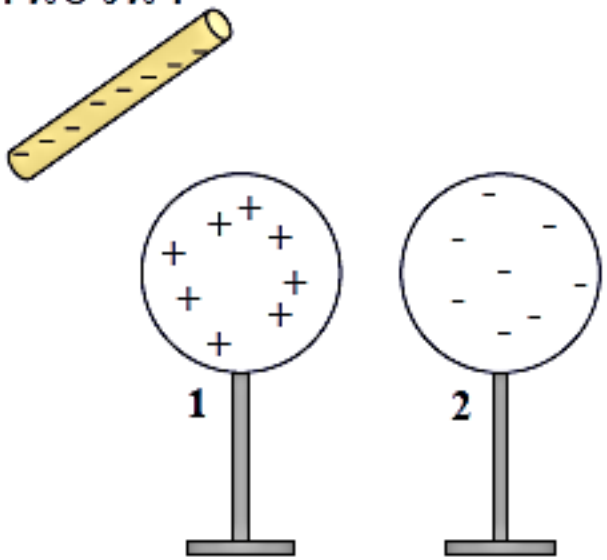
- Charge Transfer by Induction - โดยการเหนี่ยวนำ



โลหะทรงกลม 2 ลูก เป็นกลางทางไฟฟ้า



ลูกที่ 1 อยู่ใกล้แท่งพลาสติก (ลบ) จะมีประจุบวกจำนวนมากกว่าลูกที่ 2

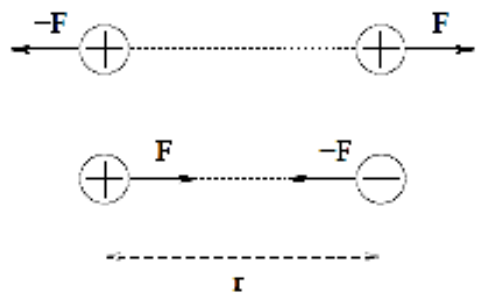


เมื่อแยกทรงกลมทั้ง 2 ออกจากกัน พบว่าแต่ละลูกจะมีประจุไฟฟ้า ตามรูป

กฎของคูลอมบ์ (Coulomb's Law)

กฎของคูลอมบ์ คือ กฎที่ใช้อธิบายแรงที่เกิดขึ้นจากไฟฟ้าสถิต

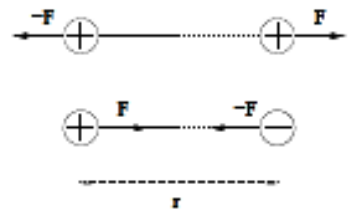
สมมติให้ประจุไฟฟ้าเป็นอนุภาคขนาดเล็กมาก และเรียกว่า จุดประจุ (Point charge) มีขนาดของประจุ q_1 และ q_2 คูลอมบ์ (C) และถูกวางไว้ห่างกัน r



แรงนี้หาได้จากส่วนกลับกำลังสองของระยะห่างระหว่างประจุ และขนาดของประจุทั้งสอง

กฎของคูลอมบ์ (Coulomb's Law)

แรงไฟฟ้าสถิตมีแนวตามเส้นตรงที่ลากเชื่อมประจุทั้งสอง และจะเป็นแรงดูดเมื่อประจุทั้งสองเป็นประจุตรงข้าม เป็นแรงผลักเมื่อเป็นประจุชนิดเดียวกัน



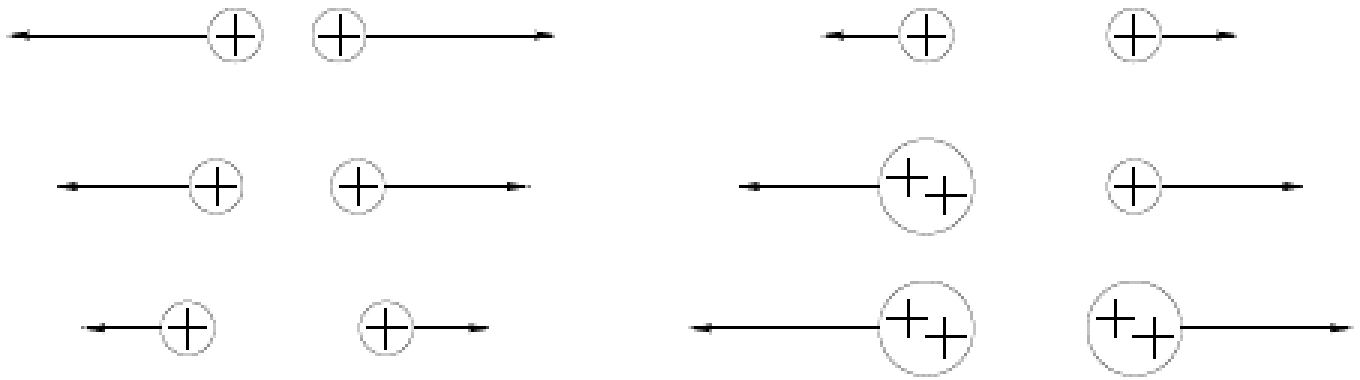
แรงไฟฟ้าสถิต (อาจเป็นได้ทั้งแรงดูดและผลักระหว่างประจุทั้งสอง) หาได้จาก

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

เมื่อ k เป็นค่าคงที่ และ $k = 9 \times 10^9 \mathrm{N} \cdot \mathrm{m}^2/\cdot \mathrm{C}^2$

แรงไฟฟ้าสถิต

แต่ละประจุอนุภาคออกแรงขนาดเท่ากันนี้กระทำบนอีกประจุอนุภาค แรงทั้งสองเป็นคู่แรงกริยา-ปฏิกริยา

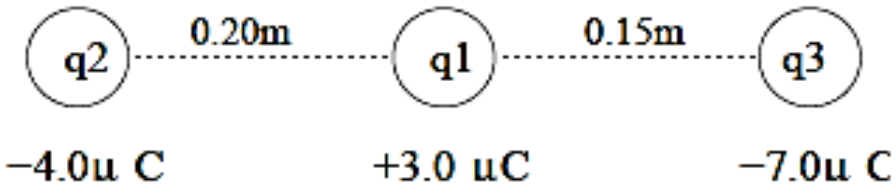


ตัวอย่าง 2

อยากทราบแรงไฟฟ้าสถิตระหว่างประจุลบขนาดหนึ่งคูลอมบ์ และประจุบวกขนาดหนึ่งคูลอมบ์ ที่วางห่างกันหนึ่งเมตร เป็นแรงดูดหรือแรงผลัก และมีค่าเท่าไร

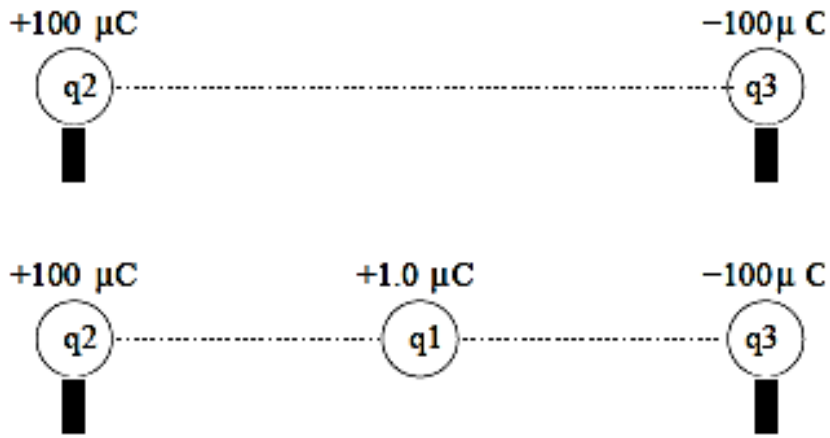
ตัวอย่าง 3

อยากทราบขนาดและทิศทางของแรงไฟฟ้าสถิตลัพธ์ที่เกิดขึ้นบนประจุ q_1 ตามรูป



สนามไฟฟ้า (Electric Field)

ประจุไฟฟ้าจะได้รับแรงกระทำจากเนื่องจากไฟฟ้าสถิตจากประจุไฟฟ้าอื่นๆ ดังนั้นถ้ามีประจุไฟฟ้าขนาดเล็กๆ วางในบริเวณที่มีประจุ ไฟฟ้าหลายตัววางอยู่ก่อน ประจุไฟฟ้าเล็กๆ จะเคลื่อนที่ไปตาม แรงไฟฟ้าลัพธ์ที่เกิดจากแรงไฟฟ้าสถิตจากทุกประจุไฟฟ้าในบริเวณนั้นๆ

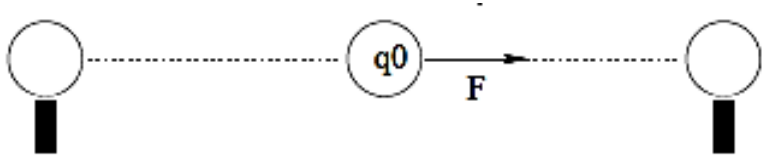


ประจุทดสอบ (Test Charge)

ประจุทดสอบที่เป็นบวกขนาด $q_0 = +3 \times 10^{-8}$ C พบว่ามีแรงไฟฟ้าสถิตกระทำกับมัน $F = 6 \times 10^{-8}$ N ในทิศทางตามรูป

ก) อยากทราบค่าแรงต่อประจุ 1 คูลอมบ์ ที่กระทำกับประจุดังกล่าว

ข) ใช้ค่าที่ได้จากข้อ ก) เพื่อทำนายแรงไฟฟ้ากระทำกับประจุ $+12 \times 10^{-8}$ C ถ้านำมาแทนที่ประจุ q_0



นิยามสนามไฟฟ้า

เมื่อประจุบวกเล็กๆ อยู่ในบริเวณที่มีอิทธิพลจากประจุอื่นๆ **สนามไฟฟ้า** เป็นปริมาณเวกเตอร์ ที่จะบอกถึงขนาดของแรงที่จะกระทำและทิศทางที่ประจุบวกเล็กๆนั้นจะเคลื่อนที่ไป สนามไฟฟ้า E ที่จุดใดๆ จะมีค่าเท่ากับแรงไฟฟ้าสถิต F ที่กระทำกับประจุทดสอบ q_0 ที่วางอยู่ ณ จุดนั้นๆ หารด้วยค่าขนาดของประจุทดสอบนั้นเอง

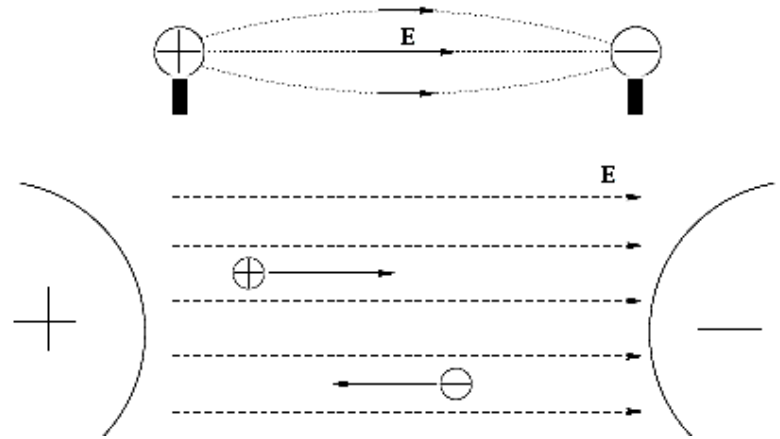
$$E = \frac{F}{q_0} \qquad \mathrm{N/C}$$

เมื่อวางประจุทดสอบบวกในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้า ประจุทดสอบบวกจะเคลื่อนที่ไปตามทิศของสนามไฟฟ้า

ประจุทดสอบในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้า

ทิศการเคลื่อนที่ของประจุบวกเป็นทิศทางเดียวกับสนามไฟฟ้าในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้า

ประจุบวกจะเคลื่อนที่ไปตามทิศของสนามไฟฟ้า ประจุลบจะเคลื่อนที่ไปในทิศตรงข้ามกับสนามไฟฟ้า

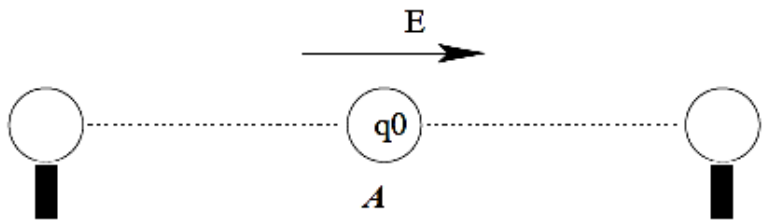


ตัวอย่าง 4

ในบริเวณหนึ่ง ที่ตำแหน่ง A มีสนามไฟฟ้าขนาด 2 N/C ซึ่งมี ทิศทางตามรูป อยากทราบแรงไฟฟ้า ที่กระทำกับประจุ q_0 ที่วาง ณ ตำแหน่ง A นี้ ถ้า

ก) $q_0 = +18 \times 10^{-8}$ C

ข) $q_0 = -24 \times 10^{-8}$ C



สนามไฟฟ้า ณ บริเวณใดๆ

วางประจุทดสอบ q_0 ในบริเวณสนามไฟฟ้า E ที่เกิดจากประจุ q_1 เกิดแรงกระทำกับประจุทดสอบ F หรือ

$$E = \frac{F}{q_0}$$

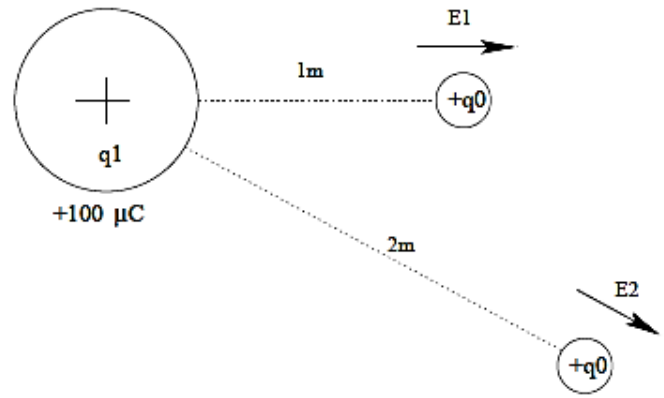
และแรงกระทำเนื่องไฟฟ้าสถิตหาได้จาก $F = k\frac{|q_0||q1|}{r^2}$ ดังนั้น

$$E = \frac{kq_1}{r^2}$$

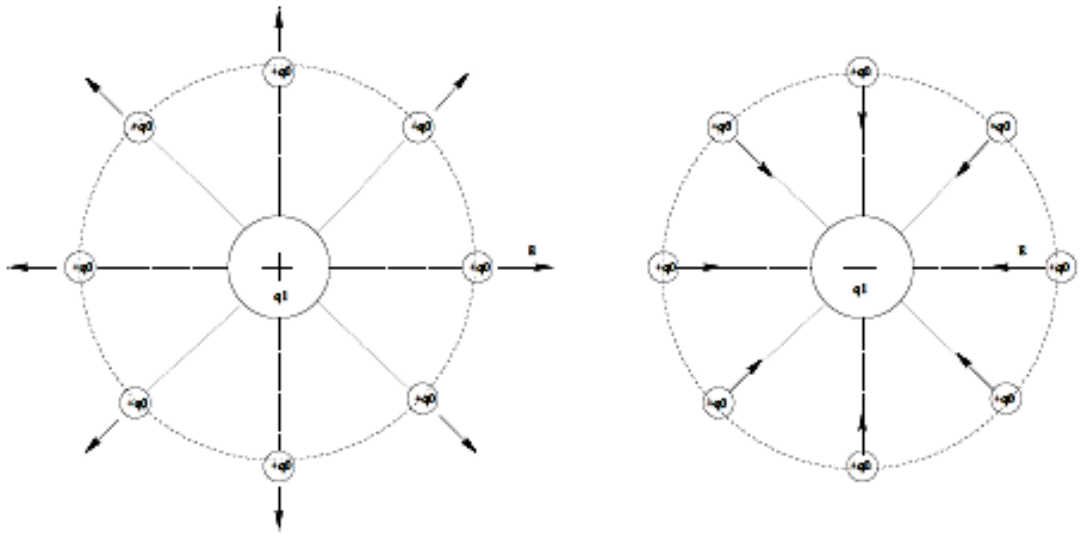
สนามไฟฟ้า ณ บริเวณใดๆ

พิจารณาสนามไฟฟ้าที่เกิดจากประจุ q_1 ถ้าระยะห่างจากประจุมากเท่าใด สนามไฟฟ้าจะมีค่าลดลงเป็นกำลังสอง

$$E = \frac{kq_1}{r^2}$$



สนามไฟฟ้ารอบประจุบวกและลบ

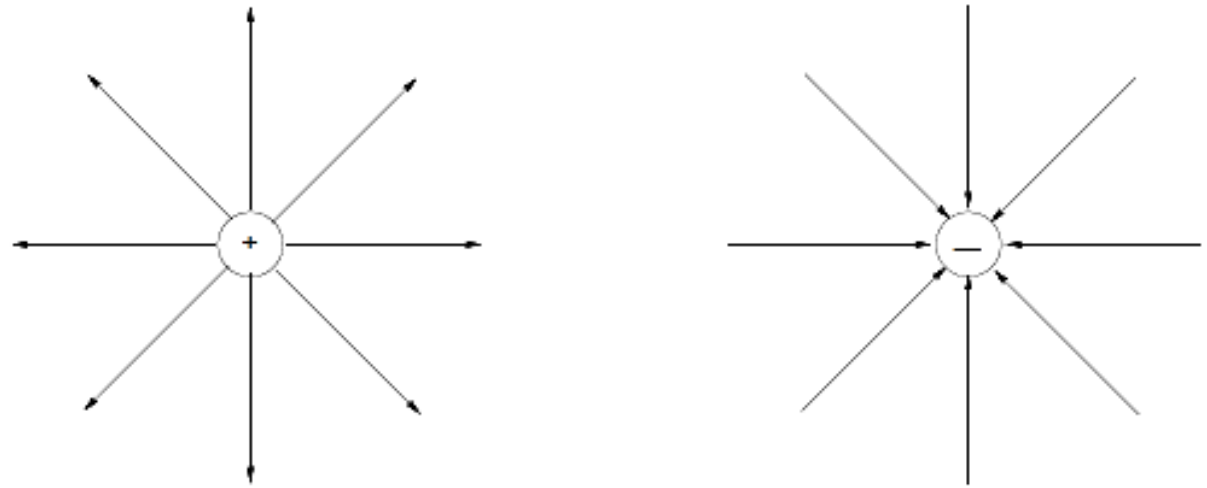


Faraday ได้ให้นิยามสนามไฟฟ้าในรูปของเส้นแรงไฟฟ้า

สนามไฟฟ้าหรือเส้นแรงไฟฟ้าจะมีทิศทางพุ่งออกจากประจุบวก และพุ่งเข้าสู่ประจุลบเสมอ

สนามไฟฟ้ารอบประจุบวกและลบ

จุดประจุอิสระบวกและลบจะมีแนวของสนามไฟฟ้าตามรูป



โดยสนามไฟฟ้าจะมีทิศทางพุ่งออกจากประจุบวก และพุ่งเข้าสู่ประจุลบเสมอ