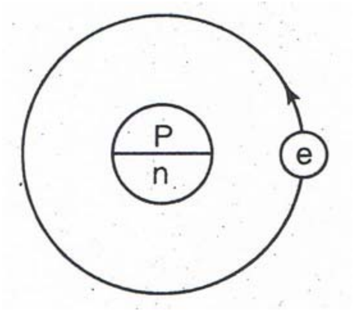
บทที่ 13 ไฟฟ้าสถิต

13.1 ประจุไฟฟ้า

โครงสร้างอะตอม



อนุภาค	ประจุ	มวล
อิเล็กตรอน	-1.6×10^{-19} C	9.1×10^{-31} kg
โปรตอน	$+1.6\times10^{-19}$ C	1.67×10^{-27} kg
นิวตรอน	กลาง	1.67×10^{-27} kg

ทาลีส เป็นนักปราชญ์ชาวกรีก เป็นคนแรกที่พบว่าถ้านำแท่งอำพันมาถูกับผ้าขนสัตว์จะสามารถดูดวัตถุเบาๆ ขึ้นมาได้ เรียกอำนาจนั้นว่าไฟฟ้าสถิต

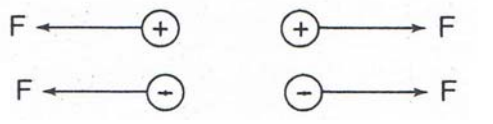
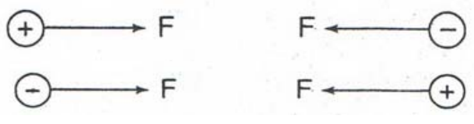
ประจุไฟฟ้า คือ อำนาจทางไฟฟ้า

ชนิดของประจุมี 2 แบบ คือ ประจุบวก และประจุลบ

1. ประจุบวก คือ จำนวนโปรตอนมากกว่าจำนวนอิเล็กตรอน $(p > e)$
2. ประจุลบ คือ จำนวนอิเล็กตรอนมากกว่าโปรตอน $(e > p)$

หมายเหตุ วัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้า คือ มีโปรตอนเท่ากับจำนวนอิเล็กตรอน $(p = e)$

แรงระหว่างประจุมี 2 แบบ คือ แรงดูดและแรงผลัก

ประจุเหมือนกันออกแรงผลักกัน	ประจุต่างกันออกแรงดูดกัน
 แรงผลัก	 แรงดูด

13.2 กฎการอนุรักษ์ประจุ

การทำให้วัตถุมีประจุไฟฟ้าด้วยวิธีต่างๆไม่ใช่เป็นการสร้างประจุขึ้นมาใหม่แต่เป็นการเคลื่อนย้ายประจุจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งจะได้ว่าผลรวมของจำนวนประจุทั้งหมดคงที่เท่าเดิม การทำให้วัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้าเกิดประจุ

การทำให้วัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้าเกิดประจุทำได้ 3 วิธี

1. การขัดสี คือ การนำวัตถุ 2 ชนิดที่ต่างกันมาขัดสีกัน จะเกิดการแลกเปลี่ยนประจุ
2. การแตะสัมผัส คือ การนำวัตถุที่มีประจุมาแตะวัตถุที่เป็นกลางหรือมีประจุก็ได้การหาประจุหลังแตะ

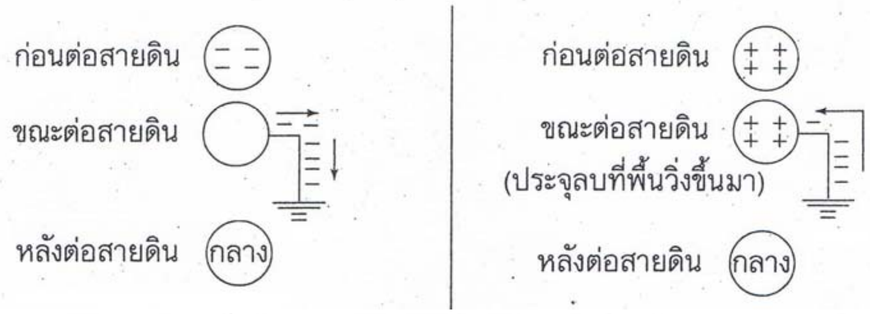
การถ่ายประจุไฟฟ้าเมื่อแตะกัน

จะเกิดขึ้นเนื่องจากความต่างศักย์ไฟฟ้า โดยหลังถ่ายประจุแล้ว วัตถุทั้งสองจะต้องมีศักย์ไฟฟ้าเท่ากัน โดยประจุไฟฟ้ารวมจะยังคงเท่าเดิม

ตัวนำมีประจุ Q_1 รัศมี r_1 แตะกับตัวนำมีประจุ Q_2 รัศมี r_2 หลังแตะ ตัวนำแต่ละตัวจะมีประจุ

$$Q_1' = \left(\frac{\sum Q}{\sum r}\right) r_1 \quad \text{และ} \quad Q_2' = \left(\frac{\sum Q}{\sum r}\right) r_2$$

สายดิน (⏚) คือการทำให้วัตถุที่มีประจุหมดไป



3) การเหนี่ยวนำ คือ การนำวัตถุที่มีประจุมาเข้าใกล้วัตถุที่มีประจุหรือวัตถุที่เป็นกลางก็ได้หลังการเหนี่ยวนำแล้วประจุที่เกิดขึ้นจะชนิดตรงข้ามกับที่มาเหนี่ยวนำ

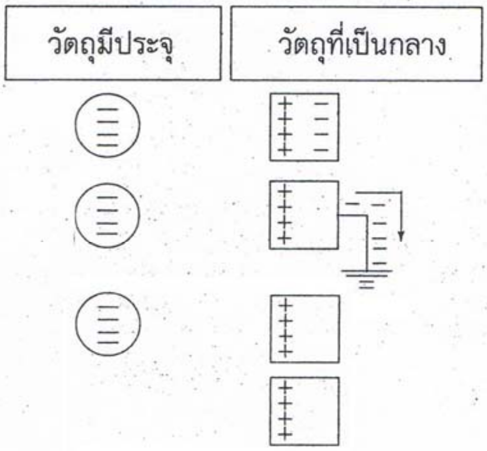
ขั้นตอนการเหนี่ยวนำมี 4 ขั้นตอน

1) นำวัตถุที่มีประจุมาเข้าใกล้วัตถุที่เป็นกลางก่อน

2) นำสายดินมาต่อวัตถุที่เป็นกลาง

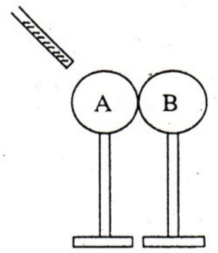
3) นำสายดินออกก่อน

4) ค่อยนำวัตถุที่มาเหนี่ยวนำออก



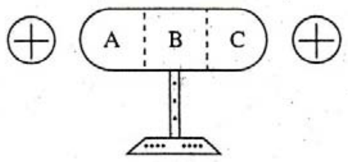
แบบฝึกหัดทบทวน 13.1-2

1. ทรงกลมโลหะ A และ B วางสัมผัสกันโดยยึดไว้ด้วยฉนวน เมื่อนำแท่งอิโบไนท์ ซึ่งมีประจุลบเข้าใกล้ทรงกลม A ดังรูป จะมีประจุไฟฟ้าชนิดใดเกิดขึ้นที่ตัวนำทรงกลมทั้งสอง



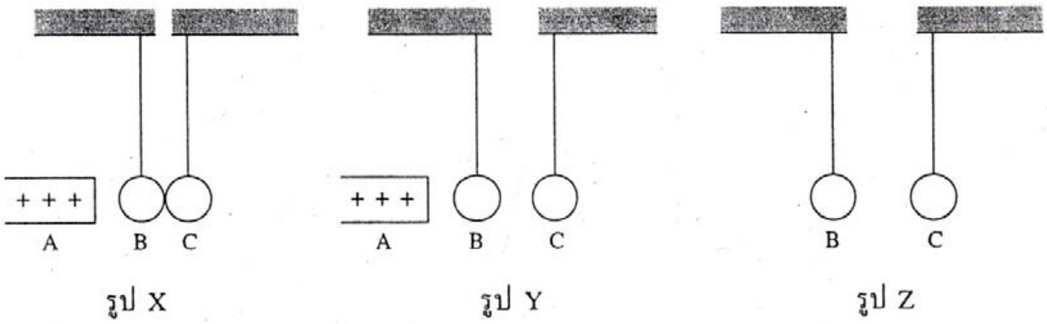
1. ทรงกลมทั้งสองมีประจุบวก
2. ทรงกลมทั้งสองมีประจุลบ
3. ทรงกลม A มีประจุบวก และทรงกลม B มีประจุลบ
4. ทรงกลม A มีประจุลบ และทรงกลม B มีประจุบวก

2. โลหะทรงกระบอกยาวปลายมนเป็นกลางทางไฟฟ้าตั้งอยู่บนฐานที่เป็นฉนวน ถ้านำประจุบวกขนาดเท่ากันมาใกล้ปลายทั้งสองข้างพร้อมกัน โดยระยะห่างจากปลายเท่า ๆ กัน ตามลำดับ การกระจายของประจุบนส่วน A ส่วน B และ C ของทรงกระบอกเป็นอย่างไร



1. A และ C เป็นลบ แต่ B เป็นกลาง
2. A และ C เป็นกลาง แต่ B เป็นบวก
3. A และ C เป็นบวก แต่ B เป็นลบ
4. A และ C เป็นลบ แต่ B เป็นบวก

3. วัตถุ A มีประจุไฟฟ้าบวกอิสระ ตัวนำ B และ C ห้อยจากฉนวนไฟฟ้า รูป X นำวัตถุ A เข้าไปใกล้ตัวนำ B และ C ซึ่งสัมผัสกันอยู่ รูป Y แสดงการแยกวัตถุ B และ C ออกจากกัน รูป Z ยกวัตถุ *A* ออกไปให้เหลือน้อยแต่ B และ C ตัวนำ B และ C จะมีประจุชนิดใด



1. B มีประจุบวก และ C มีประจุบวก
2. B มีประจุลบ และ C มีประจุลบ
3. B มีประจุบวก และ C มีประจุลบ
4. B มีประจุลบ และ C มีประจุบวก

4. ตัวนำทรงกลม A , B , C , และ D มีขนาดเท่ากันและเป็นกลางทางไฟฟ้าวางติดกันตามลำดับอยู่บนฉนวนไฟฟ้า นำแท่งประจุลบเข้าใกล้ทรงกลม D แล้วแยกให้ออกจากกันทีละลูก โดยเริ่มจาก A ก่อนจนกระทั่งถึง C หลังจากแยกกันแล้ว ประจุที่อยู่บนทรงกลมแต่ละลูกเรียงตามลำดับจะเป็นดังนี้

1. ลบ กลาง ลบ บวก
2. ลบ บวก บวก บวก
3. ลบ กลาง กลาง บวก
4. ลบ ลบ ลบ บวก

5. เมื่อนำตัวนำ A ซึ่งมีประจุ $+4\mu C$ แตะกันกับตัวนำ B ซึ่งมีประจุ $-10\ \mu C$ อีกสักครู่ต่อมาแยกตัวนำทั้งสองออกจากกันวางบนพื้นฉนวน จงหาว่าตัวนำแต่ละตัวจะมีประจุเท่าไร

1. $-3\ \mu C$
2. $-6\ \mu C$
3. $-14\ \mu C$
4. $+4\ \mu C$

6. ตัวนำทรงกลม A และ B มีรัศมีของทรงกลมเป็น r และ 2r ตามลำดับ ถ้าตัวนำ A มีประจุ Q และตัวนำ B มีประจุ -2Q เมื่อเอามาแตะกันแล้วแยกออก จงหาประจุของตัวนำ A

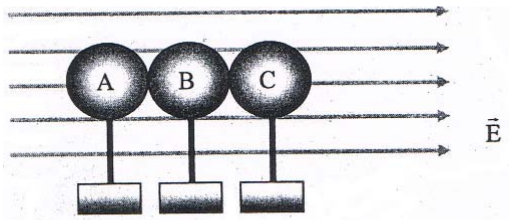
1. $-Q$
2. $-\frac{Q}{2}$
3. $-\frac{2Q}{3}$
4. $-\frac{Q}{3}$

7. (มข.53) วัตถุมี 4 ชิ้นคือ A B C และ D เมื่อนำวัตถุสองชิ้นเข้ามาใกล้กันเพื่อทดสอบความเป็นประจุไฟฟ้า พบว่า A กับ B ผลักกัน A กับ C ดูดกัน ส่วน D ดูดกับ B และ D ก็ดูดกับ C ข้อใดเป็นข้อสรุปที่ไม่ถูกต้อง

1. A และ B มีประจุไฟฟ้า
2. A และ B มีประจุไฟฟ้าชนิดเดียวกัน
3. D และ C ทั้งคู่มีประจุไฟฟ้าชนิดตรงข้ามกับ A
4. D หรือ C ตัวใดตัวหนึ่งมีประจุไฟฟ้าชนิดตรงข้ามกับ A

8. (มข.53) ทรงกลมโลหะ 3 ลูก A B และ C ถูกวางเรียงติดกันไว้ในสนามไฟฟ้าดังรูป ทรงกลม C ถูกแยกออกมาก่อน ตามด้วยทรงกลม B แล้วจึงนำทรงกลม A ตามออกมาเป็นลำดับสุดท้าย นำทรงกลมทั้งสามมาวางแยกกันไว้นอกสนามไฟฟ้า จากผลของการเหนี่ยวนำไฟฟ้าที่เกิดขึ้น ข้อใดเป็นข้อสรุปที่ถูกต้อง

1. A มีประจุบวก B เป็นกลาง C มีประจุลบ
2. A มีประจุลบ B เป็นกลาง C มีประจุบวก
3. A และ B มีประจุลบ แต่ C มีประจุบวก
4. A มีประจุลบ แต่ B และ C มีประจุบวก



13.3 กฎของคูลอมบ์

กฎของคูลอมบ์ "แรงระหว่างประจุไฟฟ้าคู่หนึ่ง จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับผลคูณของประจุแต่เป็นสัดส่วนผกผันกับกำลังสองของระยะทาง ระหว่างประจุคู่นั้น"

ประจุเหมือนกัน (ออกแรงผลักกัน)

ประจุต่างกัน (ออกแรงดูดกัน)

เขียนเป็นสมการได้ดังนี้ $F \propto Q_1Q_2$ ....(1)

$F \propto \frac{1}{r^2}$ ....(2)

จาก (1) และ (2) จะได้ว่า $F = \frac{KQ_1Q_2}{r^2}$

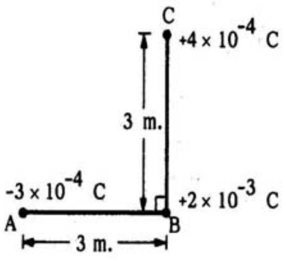
เมื่อ F คือ แรงระหว่างประจุ (N) Q_1 , Q_2 คือ ประจุไฟฟ้า (C)

R คือ ระยะห่างระหว่างประจุ (m) K คือ ค่าคงที่เท่ากับ 9×10^9 N.m^2/C^2

เนื่องจากแรงเป็นปริมาณเวกเตอร์ เวลาคำนวณต้องคิดทิศทางด้วย แต่ไม่ต้องแทนค่าเครื่องหมายประจุ

<u>แบบฝึกหัด 13.3</u>

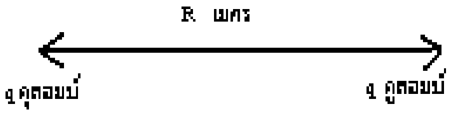
1. จุดประจุหนึ่ง มีประจุ $+6.4\times10^{-6}$ C จุดประจุนี้มีจำนวนโปรตอนอยู่ทั้งหมดเท่าไร
2. อนุภาค A มีประจุเป็น 2 เท่าของประจุ บนอนุภาค B ประจุทั้งสองอยู่ห่างกัน 3 ซม. เกิดแรงกระทำ 20 นิวตัน จงหาประจุ บนอนุภาค B
3. จงหาแรงระหว่างประจุไฟฟ้า +50 ไมโครคูลอมบ์ วางอยู่ห่างกัน 5 มม. ในอากาศ
4. ลูกพิทมวล 0.72 กรัม มีประจุ 25×10^{-6} C วางอยู่เหนือจุดประจุ 2 จุด ที่ขนาดประจุเท่ากับ Q และผูกติดกันห่างกัน 6 ซม. จะต้องใช้ประจุ Q เป็นปริมาณเท่าใด จึงจะทำให้ลูกพิทลอยอยู่เหนือจุดกึ่งกลางระหว่างประจุทั้งสองเป็นระยะทาง 4 ซม.
5. ตัวนำทรงกลม A และ B มีประจุ 0.1, 0.2 ไมโครคูลอมบ์ ตามลำดับ วางห่างกัน 5 ซม. บนพื้นระนาบผิวเกลี้ยงที่เป็นฉนวน เมื่อปล่อยทรงกลมทั้งสองออกพร้อมๆ กัน ให้เคลื่อนที่โดยอิสระ จงหาความเร่งของทรงกลม B ขณะที่ทรงกลมทั้งสองอยู่ห่างกัน 30 ซม. กำหนดมวล B มีค่าเท่ากับ 0.4 กรัม
6. ประจุไฟฟ้า -3×10^{-4} C, $+2\times10^{-3}$ C และ $+4\times10^{-4}$ C วางอยู่ที่จุด A,B และ C ดังรูป แรงกระทำที่มีต่อประจุ $+2\times10^{-3}$ C มีขนาดเท่าใด



แบบฝึกหัดทบทวน 13.3

คำสั่ง ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียวลงในกระดาษคำตอบ

1. ประจุ q C 2 ตัว วางห่างกัน r เมตร เกิดแรงระหว่างประจุ = F นิวตัน ถ้าเอาประจุ 3q C วางห่างจาก q คูลอมบ์ เป็นระยะ r เมตร จะเกิดแรงระหว่างประจุเท่าไร



1. F นิวตัน 2. 2F นิวตัน 3. 3F นิวตัน 4. 4F นิวตัน

2. เมื่อวางลูกพิทที่มีประจุห่างกัน 4 เซนติเมตร ปรากฏว่ามีแรงกระทำต่อกัน 10^{-4} N ถ้าวางลูกพิททั้งสองห่างกัน 8 เซนติเมตร จะมีแรงกระทำระหว่างกันเท่าใด

1. 2.5×10^{-5} N 2. 6.5×10^{-5} N 3. 2.5×10^{-6} N 4. 6.5×10^{-6} N

3. จุดประจุขนาด 6 μC 3 จุดประจุ วางห่างกันเป็นแนวเส้นตรงห่างกันช่วงละ 30 เซนติเมตร จงหาขนาดของแรงที่กระทำต่อจุดประจุตรงจุดกึ่งกลาง เมื่อจุดประจุที่ปลายข้างหนึ่งเป็นชนิดลบ และตรงจุดกึ่งกลางกับปลายอีกข้างหนึ่งเป็นชนิดบวก

1. 3.6 นิวตัน 2. 4.8 นิวตัน 3. 5.6 นิวตัน 4. 7.2 นิวตัน

4. ทรงกลมขนาดเท่ากัน 2 อัน แต่ละอันมีรัศมี 1 เซนติเมตร ทรงกลมอันแรกมีประจุ 3×10^{-5} C อันหลัง -1×10^{-5} C เมื่อให้ทรงกลมทั้งสองแตะกัน แล้วแยกนำไปวางไว้ให้ผิวทรงกลมทั้งสองห่างกัน 1 เซนติเมตร ขนาดของแรงระหว่างทรงกลมเป็นเท่าใด

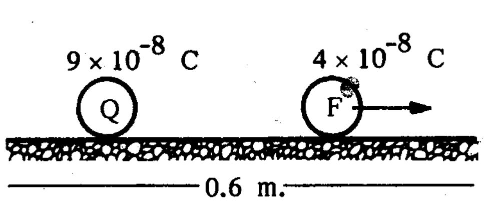
1. 10 นิวตัน 2. 90 นิวตัน 3. 190 นิวตัน 4. 1,000 นิวตัน

5. จุดประจุ 2 จุด ขนาด 4 ไมโครคูลอมบ์ และ -6 ไมโครคูลอมบ์ วางห่างกันเป็นระยะ d เซนติเมตร จะเกิดแรงกระทำระหว่างประจุ 12 นิวตัน ถ้านำไปวางห่างกัน d/2 เซนติเมตรจะเกิดแรงกระทำระหว่างประจุทั้งสองขนาดเท่าไร

1. 3 นิวตัน 2. 6 นิวตัน 3. 24 นิวตัน 4. 48 นิวตัน

6. ทรงกลมตัวนำ F และ Q ประจุไฟฟ้า 4×10^{-8} C และ 9×10^{-8} C ตามลำดับ วางห่างกัน 0.6 เมตร บนพื้นระนาบเกลี้ยงที่เป็นฉนวน ถ้า F มีมวล 0.15 กรัม จงหาความเร่งของทรงกลม F ทันทีที่ปล่อยมีค่าเท่าไร

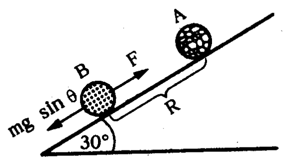
1. 0.5 เมตร/วินาที^{2}
2. 0.6 เมตร/วินาที^{2}
3. 0.7 เมตร/วินาที^{2}
4. 0.8 เมตร/วินาที^{2}



7. อนุภาค A มีประจุเป็น 2 เท่าของประจุบนอนุภาค B อยู่ห่างกัน $\sqrt{1.8}$ เซนติเมตร เกิดแรงกระทำ 1 นิวตัน ประจุบนอนุภาค B มีค่าเท่าไร

1. 1.0×10^{-7} คูลอมบ์ 2. 2.0×10^{-7} คูลอมบ์
3. 1.0×10^{-6} คูลอมบ์ 4. 2.0×10^{-6} คูลอมบ์

8.



A มีประจุ -1.0×10^{-6} คูลอมบ์ ตรึงอยู่กับพื้นเอียงลื่น และเป็นฉนวน B มีประจุ $+1.0\times10^{-5}$ คูลอมบ์ มีมวล 2 กรัม อยู่บนพื้นเอียงนิ่งๆ อยากทราบว่า B อยู่ห่าง A เท่าไร

1. 2.4 เมตร
2. 3.0 เมตร
3. $3\sqrt{3}$ เมตร
4. 6.0 เมตร

9. (มข.50) ประจุ +Q และประจุ +4Q วางห่างกันเป็นระยะทาง R ทำให้เกิดแรงกระทำต่อประจุ +Q มีขนาดเท่ากับF อยากทราบว่าจะเกิดแรงกระทำต่อประจุ +4 Q ขนาดเท่าไร

1. F
2. 4F
3. 16F
4. F / 4

10. (มข.51) จุดประจุ 4 ไมโครคูลอมบ์ 3 จุดประจุ วางเรียงกันเป็นแนวเส้นตรงห่างกันช่วงละ 30 เซนติเมตร โดยที่จุดประจุที่ปลายข้างหนึ่งเป็นชนิดลบ ส่วนตรงกลางกับปลายอีกข้างหนึ่งเป็นชนิดบวก อยากทราบว่าขนาดของแรงที่กระทำต่อจุดประจุที่อยู่ตรงกลางมีค่าเท่ากับกี่นิวตัน **กำหนดให้** $k = 9\times10^{9}\ \frac{N.m^2}{c^2}$

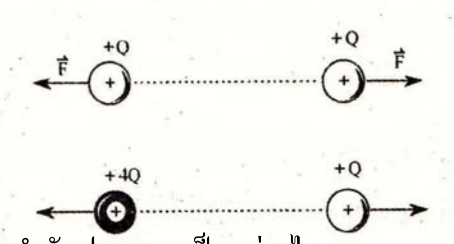
1. 6.4
2. 3.2
3. 1.6
4. ศูนย์

11. (มข.52) จุดประจุ Q และ 4Q วางห่างกัน เป็นระยะทาง R จะเกิดแรงไฟฟ้า F เนื่องจากประจุทั้งสอง แรงไฟฟ้าที่เกิดขึ้นกับประจุ Q และ 4Q เป็นเท่าไร ตามลำดับ

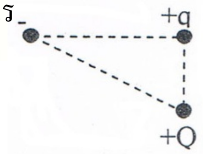
1. $k\frac{Q^2}{R^2}$ และ $k\frac{Q^2}{R^2}$
2. $4k\frac{Q^2}{R^2}$ และ $k\frac{Q^2}{R^2}$
3. $k\frac{Q^2}{R^2}$ และ $4k\frac{Q^2}{R^2}$
4. $4k\frac{Q^2}{R^2}$ และ $4k\frac{Q^2}{R^2}$

12. (มข.56) จากรูป อนุภาคมีประจุ +Q ออกแรงผลักกันมีขนาด f ถ้าเพิ่มประจุอนุภาค แรก +4Q ดังรูปถัดไปโดยมีระยะห่างระหว่างประจุเท่าเดิมอนุภาคแรกจะผลักอนุภาคที่สองด้วยแรงขนาดเท่าไร และอนุภาคที่สองจะผลักอนุภาคแรกด้วยขนาดเท่าไร ตามสำดับ

1. 4F และ F
2. 4F และ 4F
3. F และ F
4. F และ 4F



13. (มข.57) จากรูป ทิศทางของแรงที่กระทำกับประจุ +q เป็นอย่างไร



1. ←
2. ↖
3. ↗
4. ↙

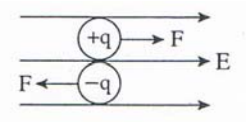
14. วางจุดประจุบวกสองประจุให้ห่างกัน 4 เมตร โดยประจุทั้งสองมีขนาด $q_1 = +16$ ไมโครคูลอมบ์ และขนาด $q_2 = +40$ ไมโครคูลอมบ์ จากนั้นนำประจุ $q_3 = +2$ ไมโครคูลอมบ์ มาวาง ณ ตำแหน่งกึ่งกลางของเส้นตรงที่เชื่อมประจุ q_1 และ q_2 จงหาขนาดแรงที่กระทำต่อประจุ q_3 = เป็นกี่นิวตัน (กำหนด $k = 9\times10^{9}$ นิวตัน- เมตร^2 ต่อคูลอมบ์^{2}) (มข.58)

1. 5.4×10^{-2}
2. 9.0×10^{-2}
3. 0.11
4. 0.18

13.4 สนามไฟฟ้า (Electric field)

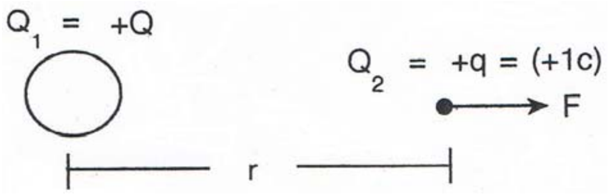
สนามไฟฟ้า (E) คือ แรงที่กระทำต่อประจุทดสอบหนึ่งหน่วยซึ่งวางไว้ที่ตำแหน่งใด ๆ เป็นปริมาณเวกเตอร์ มีหน่วยเป็น นิวตันต่อคูลอมบ์

$$E = \frac{F}{q} \qquad \text{หรือ} \qquad F = qE$$



โดยทิศของแรง F จะเป็นทิศเดียวกับสนามไฟฟ้า E เมื่อ q เป็นประจุบวก แต่ทิศของแรง F จะเป็นทิศตรงข้ามกับสนามไฟฟ้า E เมื่อ q เป็นประจุลบ

สนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุ

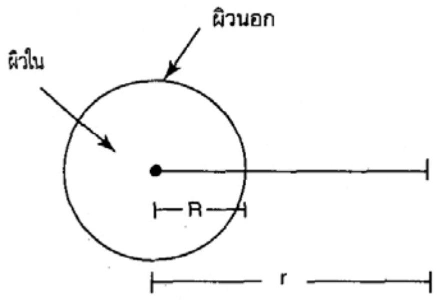


จากสมการ $E = \frac{F}{q}$

แทนค่า F ด้วย $\frac{KQ_1Q_2}{r^2}$ จะได้ว่า $E = \frac{KQ_1Q_2}{r^2q} = \frac{K(+Q)(+q)}{r^2q}$

จะได้ว่า $E = \frac{KQ}{r^2}$

สนามไฟฟ้าในตัวนำทรงกลม



เมื่อ E คือ สนามไฟฟ้า

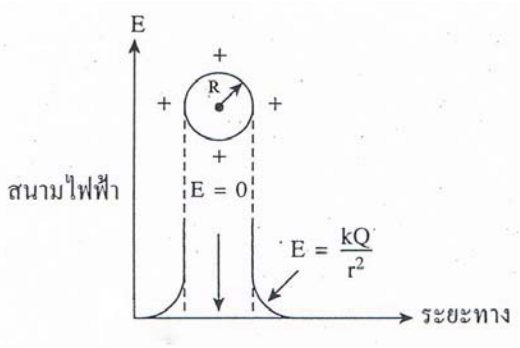
Q คือ ประจุไฟฟ้า

R คือ รัศมีทรงกลม

r คือ ระยะห่าง

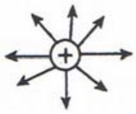
K คือ ค่าคงที่เท่ากับ 9×10^9 N.m^2/C^2

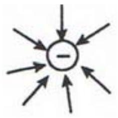
สูตรสนามไฟฟ้า		
ภายในตัวนำทรงกลม	ที่ผิวตัวนำทรงกลม	ที่ผิวนอกตัวนำทรงกลม
$E = 0$	$E = \frac{KQ}{R^2}$	$E = \frac{KQ}{r^2}$



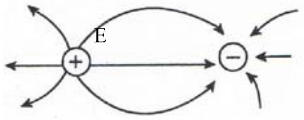
13.5 เส้นแรงไฟฟ้า (Electric line of force)

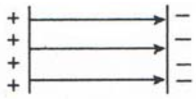
คุณสมบัติของเส้นแรงไฟฟ้า

1. ประจุบวกเส้นแรงไฟฟ้าพุ่งออก 

2. ประจุลบเส้นแรงไฟฟ้าพุ่งเข้า 

3. มีทั้งประจุบวกและลบเส้นแรงไฟฟ้าจะพุ่งจากบวกไปลบ





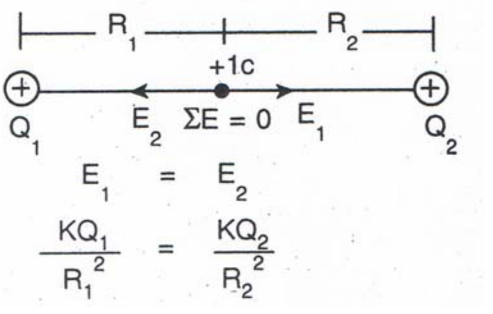
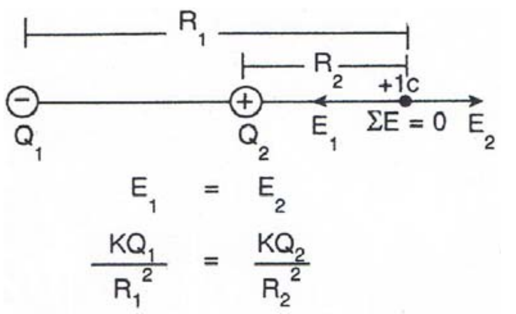
4. เส้นแรงไฟฟ้าจะไปหยุดนิ่งที่ผิวของตัวนำทรงกลมไม่พุ่งเข้าไปข้างใน

จุดสะเทิน

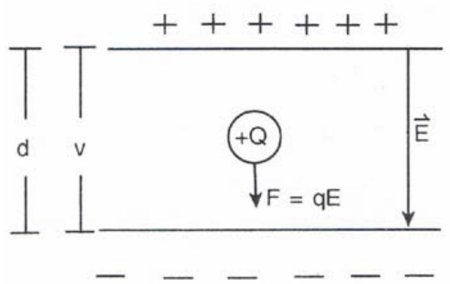
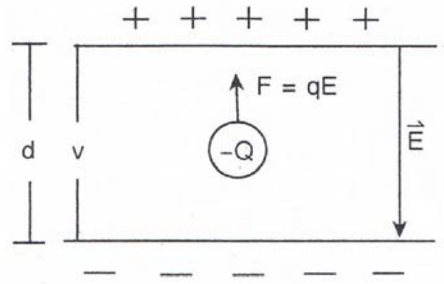
จุดสะเทิน (Neutral point) คือจุดในสนามไฟฟ้าที่มีสนามไฟฟ้าอยู่ 2 พวก มีขนาดเท่ากัน แต่ทิศตรงกันข้าม ตำแหน่งของจุดสะเทิน

1. ประจุไฟฟ้าชนิดเดียวกัน จะเกิดระหว่างประจุทั้งสองและอยู่ใกล้ประจุไฟฟ้าที่มีอำนาจทางไฟฟ้าน้อย

2. ประจุไฟฟ้าต่างชนิดกัน จะเกิดภายนอกของประจุทั้งสอง และอยู่ใกล้ประจุไฟฟ้าที่มีอำนาจของประจุน้อย

ประจุเหมือนกัน (จุดสะเทินอยู่ข้างใน)	ประจุต่างกัน (จุดสะเทินอยู่ข้างนอก)
	

สนามไฟฟ้าในแผ่นโลหะคู่ขนาน

ประจุบวกทิศของ F กับ E ทิศเดียวกัน	ประจุลบทิศของ F กับ E ทิศตรงกันข้าม
	

สูตรสนามไฟฟ้าแม่เหล็กคู่ขนาน $E = \frac{V}{d}$

E = สนามไฟฟ้า หน่วย นิวตัน/คูลอมบ์

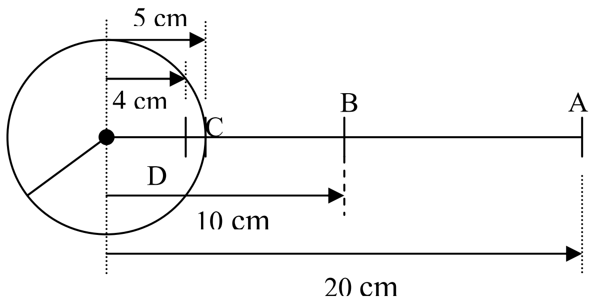
V = ความต่างศักย์ระหว่างแผ่น หน่วย โวลต์

d = ระยะห่าง หน่วย เมตร

ต้องจำ สนามไฟฟ้าเป็นปริมาณเวกเตอร์คิดทิศทางแต่ไม่ต้องแทนค่าเครื่องหมายประจุ

แบบฝึกหัด 13.4

1. จงหาสนามไฟฟ้า ณ จุด A ซึ่งอยู่ห่างจากจุดประจุ 6 ไมโครคูลอมบ์ เป็นระยะ 10 cm
2. ทรงกลมตัวนำเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร มีประจุ 1 ไมโครคูลอมบ์ จงหาค่า ความเข้มสนามไฟฟ้า ณ ตำแหน่งที่อยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางเป็นระยะ 20 , 10 , 5 และ 4 เซนติเมตร ตามลำดับ



3. สนามไฟฟ้ามีทิศพุ่งออกจากผิวโลกทรงกลมตัวนำลูกหนึ่งมีมวล m แขวนด้วยเชือกภายใต้สนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ 5×10^4 นิวตัน/ คูลอมบ์ หากทรงกลมมีประจุอยู่ 4×10^{-6} คูลอมบ์ทำให้เชือกแขวนทำมุม 45° กับแนวดิ่ง มวลของทรงกลมจะมีค่าเท่าใด
4. จงหาขนาดสนามไฟฟ้า ที่ทำให้อิเล็กตรอน มีแรงทางไฟฟ้าเท่ากับน้ำหนักของมันเอง กำหนดให้มวลของอิเล็กตรอนเท่ากับ 9×10^{-31} กิโลกรัม ประจุของอิเล็กตรอน เท่ากับ 1.6×10^{-19} คูลอมบ์
5. นำประจุ +Q คูลอมบ์และ +4Q คูลอมบ์ มาวางห่างกันเป็นระยะ 1 เมตร จงหาว่าจุดสะเทินอยู่ห่างจากจุดที่วาง +Q คูลอมบ์ เท่าไร

แบบฝึกหัดทบทวน 13.4

1. ที่ตำแหน่ง X ห่างจากจุดประจุขนาด 3×10^{-5} C เป็นระยะ 3 m จะมีขนาดของสนามไฟฟ้าเป็นเท่าไร

   1. 3.0×10^{4} N/C 2. 9.0×10^{4} N/C 3. 2.7×10^{5} N/C 4. 5.4×10^{5} N/C

2. ตัวนำทรงกลมลูกหนึ่งรัศมีผิวใน 8 cm รัศมีผิวนอก 10 cm มีประจุ 2×10^{-10} C อยากทราบว่าสนามไฟฟ้าที่ผิวในและผิวนอกของทรงกลมมีขนาดเท่าไร

   1. 0 , 281 N/C 2. 281 , 0 N/C 3. 0 , 180 N/C 4. 180 , 0 N/C

3. ตัวนำทรงกลมลูกหนึ่งรัศมีผิวใน 8 cm รัศมีผิวนอก 10 cm มีประจุ 1×10^{-10} C สนามไฟฟ้าที่ผิวในและผิวนอกของทรงกลมเป็นเท่าใด

   1. 0 , 9 N / C 2. 0 , 90 N / C 3. 9 , 14 N / C 4. 14 , 90 N / C

4. ที่ตำแหน่งหนึ่งซึ่งห่างจากจุดประจุหนึ่ง เป็นระยะ 3 cm มีขนาดสนามไฟฟ้า 10^4 N/C ขนาดของสนามไฟฟ้าที่ห่างจากจุดนี้ 1 cm เป็นเท่าใด

   1. 0.1×10^4 N/C 2. 0.3×10^4 N/C 3. 3×10^4 N/C 4. 9×10^4 N/C

5. หยดน้ำมันมวล 8×10^{-13} kg ถูกทำให้เคลื่อนที่ลงในแนวดิ่ง ด้วยความเร็วคงตัวในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้าขนาด 5×10^6 N/C ประจุไฟฟ้าบนหยดน้ำมันมีค่าเท่าไร

   1. 1.6×10^{-21} C 2. 1.6×10^{-20} C 3. 1.6×10^{-19} C 4. 1.6×10^{-18} C

6. อนุภาคมวล 1×10^{-6} กิโลกรัม มีประจุ 4×10^{-9} คูลอมบ์ วางอยู่ในสนามไฟฟ้า 1,000 นิวตัน/คูลอมบ์ จงหาความเร่งของอนุภาคนี้

   1. 2 m/s^2 2. 4 m/s^2 3. 6 m/s^2 4. 8 m/s^2

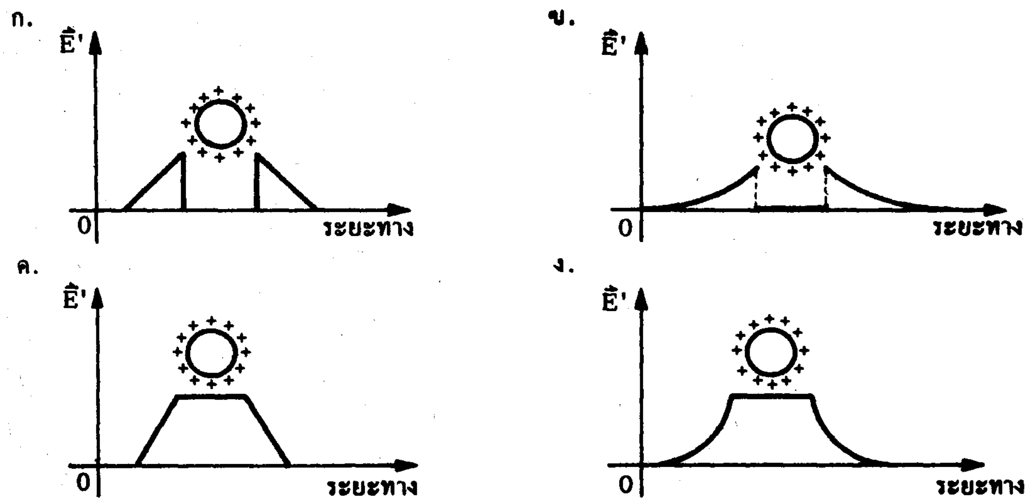
7. สนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ (E) มีขนาด 10^4 N/C มีทิศลงตามแนวดิ่ง มีลูกพิทมวล 0.04 g เคลื่อนที่ลงด้วยความเร่ง 4 m/s^2 ลูกพิทมีประจุชนิดใด และมีขนาดประจุเท่าไร

   1. บวก , 1.6×10^{-8} C 2. บวก , 2.4×10^{-8} C

   3. ลบ , 1.6×10^{-8} C 4. ลบ , 2.4×10^{-8} C

8. สนามไฟฟ้าที่จุดใดๆ หมายถึงข้อใด
   1. ศักย์ไฟฟ้าต่อหนึ่งหน่วยระยะทางของจุดนั้น
   2. แรงต่อหนึ่งหน่วยประจุลบที่วางไว้ ณ จุดนั้น
   3. แรงต่อหนึ่งหน่วยประจุบวกที่วางไว้ ณ จุดนั้น
   4. จำนวนเส้นที่แสดงทิศของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อประจุทดสอบ

9. รูปแสดงสนามไฟฟ้าของทรงกลมตัวนำเทียบกับระยะทางต่อไปนี้ ข้อใดที่ท่านเห็นว่าถูกต้อง



10. (มข.50) ประจุ -Q และประจุ -Q วางห่างกันเป็นระยะทาง 2R ดังรูป จงหาขนาดของสนามไฟฟ้าที่อยู่กึ่งกลาง ระหว่างประจุทั้งสอง

   1. 0 2. $\frac{2KQ}{R^2}$

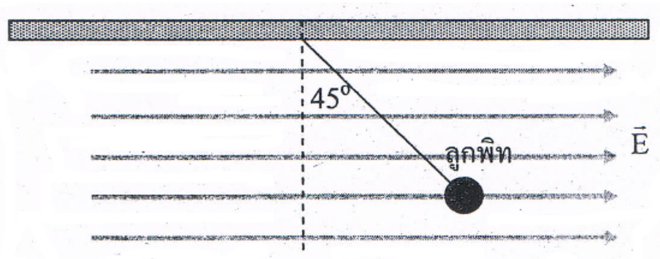
   3. $\frac{KQ^2}{R^2}$ 4. $\frac{KQ^2}{4R^2}$

11. (มข.52) ที่ระยะห่างจากประจุไฟฟ้า Q เป็นระยะทาง R มีขนาดสนามไฟฟ้าเท่ากับ F ถ้าระยะห่างจากประจุ Q เพิ่มขึ้นเป็น 2R จะมีขนาดของสนามไฟฟ้าที่ตำแหน่งนั้นเท่ากับเท่าไร

1. $\frac{F}{4}$ 2. $\frac{F}{2}$ 3. 2F 4. 4 F

12. (มข.53) มีลูกพิทมวล 10 กรัม ถ้าลูกพิทสูญเสียอิเล็กตรอนไป 1,000,000 ตัว แล้วถูกนำไปแขวนไว้ในสนามไฟฟ้าที่มีขนาดสม่ำเสมอดังรูป สนามไฟฟ้าจะต้องมีขนาดกี่นิวตัน/คูลอมบ์

1. 6.2×10^{11}
2. $6.2\sqrt{2} \times 10^{11}$
3. 6.2×10^{12}
4. $6.2\sqrt{2} \times 10^{12}$

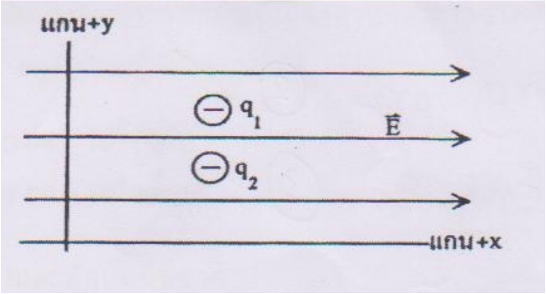


13. (มข.54) ถ้านำลูกพิทมวล 4 กรัมผูกด้วยเชือกเบาแล้วนำไปแขวนในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้าคงที่ในแนวราบแล้ว ทำให้ลูกพิทถูกแรงจากสนามกระทำจนเชือกที่แขวนเอียงและนิ่งอยู่ที่มุม 45 กับแนวดิ่งถ้าลูกพิทมีประจุ +2 นาโนคูลอมบ์ จงหาขนาดของสนามไฟฟ้า (กำหนดให้ความเร่งโน้มถ่วงของโลกเท่ากับ 10 เมตร/)

1. 2×10^{7} N/C 2. 2×10^{4} N/C 3. 4×10^{7} N/C 4. 6×10^{4} N/C

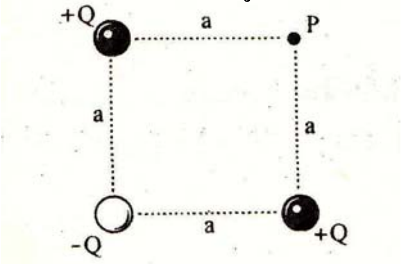
14. (มข.55) อนุภาคที่มีมวล m เท่ากัน มีประจุ q_1 และ q_2 เท่ากันถูกจับให้อยู่นิ่งกับที่ในตำแหน่งดังรูป เมื่อปล่อยสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอลงไปแล้วปล่อยให้เคลื่อนที่ ไม่คิดแรงโน้มถ่วง อนุภาคทั้งสองจะเคลื่อนที่อย่างไร

1. q_1 เคลื่อนที่ขึ้นตรงตามแกน y
2. q_2 เคลื่อนที่ไปทางซ้ายตามแกน x
3. q_1 และ q_2 เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่
4. q_1 และ q_2 เคลื่อนที่ไปทางซ้ายพร้อมทั้งขยับห่างออกจากกันขึ้นและลงตามแกน y ตามลำดับ



15. (มข.56) อนุภาคมีประจุสามอนุภาคอยู่ที่มุมของสี่เหลี่ยมจัตุรัส ดังรูป จะเกิดสนามไฟฟ้าที่จุด P มีขนาดเท่าไร กำหนดให้ $\sqrt{2} = 1.4$ และค่าคงที่ของคูลอมบ์ = k

1. 0
2. $\frac{kQ}{a^2}$
3. $0.9\frac{kQ}{a^2}$
4. $3\frac{kQ}{a^2}$



16. (มข.57) ถ้านำอิเล็กตรอนไปวางไว้ในสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่อย่างไร

1. อยู่นิ่งที่เดิม 2. เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่
3. เคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่ 4. เคลื่อนที่เป็นวงกลม

แบบฝึกหัดทบทวน 13.5

คำสั่ง ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียวลงในกระดาษคำตอบ

1. ข้อใด**ไม่ใช่**สมบัติของเส้นแรงไฟฟ้า

   1. ตั้งฉากกับผิวของตัวนำ   2. ช่วยหาทิศของสนามไฟฟ้าได้

   3. ผ่านตัวนำได้ แต่ไม่ผ่านฉนวน   4. ออกจากประจุบวก เข้าหาประจุลบ

2. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

   ก) ณ ตำแหน่งใดๆ ที่มีแรงทางไฟฟ้ากระทำต่อประจุไฟฟ้าได้ บริเวณนั้นมีสนามไฟฟ้า

   ข) เส้นแรงไฟฟ้าจะมีทิศพุ่งออกจากประจุลบเข้าสู่ประจุบวก

   ค) สนามไฟฟ้าเป็นปริมาณเวกเตอร์

   ข้อที่ถูกคือ

   1. ข้อ ก, ข   2. ข้อ ก, ค   3. ข้อ ข , ค   4. ข้อ ก, ข และ ค

3. อนุภาคอันหนึ่งหนัก 10^{-2} N เคลื่อนที่เข้าไปในแผ่นโลหะคู่ขนานที่มีความต่างศักย์ 1.0 โวลต์ โดยมีทิศการเคลื่อนที่ขนานกับแผ่นคู่ขนานเป็น 10^{-2} เมตร จงหาว่าอนุภาคนั้นมีประจุเท่าใด

   1. 0.5×10^{-4} C   2. 0.2×10^{-4} C   3. 1.0×10^{-4} C   4. 2.0×10^{-4} C

4. แผ่นโลหะสองแผ่นวางขนานกัน อยู่ห่างกัน 1 มิลลิเมตร ความต่างศักย์ระหว่างแผ่นโลหะทั้งสองเท่ากับ 90 โวลต์ สนามไฟฟ้าระหว่างแผ่นโลหะคู่นี้มีค่าเท่าใด

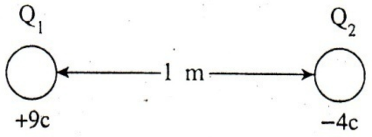
   1. 3,000 N / C   2. 9,000 N / C   3. 30,000 N / C   4. 90,000 N / C

5. นำประจุ +Q คูลอมบ์และ +9Q คูลอมบ์ มาวางห่างกันเป็นระยะ 1 เมตร จงหาว่าจุดสะเทินอยู่ห่างจากจุดที่วาง +Q คูลอมบ์ เท่าไร

   1. ห่างจาก +Q คูลอมบ์ ด้านใน 1/3 เมตร   2. ห่างจาก +Q คูลอมบ์ด้านใน 1/4 เมตร

   3. ห่างจาก +Q คูลอมบ์ ด้านนอก 1/3 เมตร   4. ห่างจาก +Q คูลอมบ์ ด้านนอก 1/4 เมตร

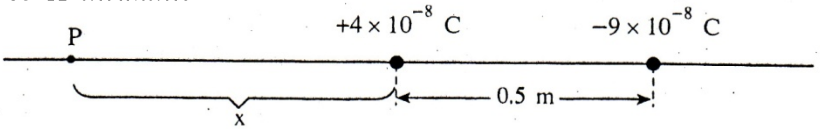
6. จุดประจุ $Q_1 = +9$ คูลอมบ์ และ $Q_2 = -4$ คูลอมบ์ วางอยู่ในอากาศห่างกันเป็นระยะ 1 เมตร ดังรูป จุดที่สนามไฟฟ้ามีค่าเป็นศูนย์จะอยู่ ณ ตำแหน่งใด



   1. 1 เมตร ทางซ้ายของ Q_1 2. 1 เมตร ทางขวาของ Q_1

   3. 2 เมตร ทางซ้ายของ Q_1 4. 2 เมตร ทางขวาของ Q_1

7. จุดประจุ $+4.0\times10^{-8}$ C และ -9.0×10^{-8} C วางห่างกัน 0.5 m ดังรูป จุด P เป็นจุดที่สนามไฟฟ้าเป็นศูนย์ ระยะ X มีค่ากี่เมตร

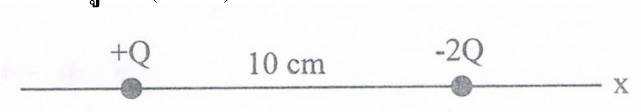


   1. 0.2   2. 0.4   3. 0.8   4. 1.0

8. จุดประจุ 2 ประจุ อยู่ห่างกัน 0.5 เมตร จุดประจุหนึ่งมีค่า $+4\times10^{-8}$ คูลอมบ์ หากสนามไฟฟ้าเป็นศูนย์อยู่ระหว่างประจุทั้งสองและห่างจากจุดประจุ $+4\times10^{-8}$ คูลอมบ์ เท่ากับ 0.2 เมตรค่า ของอีกจุดประจุหนึ่งมีค่าเท่าไร

   1. 0.9×10^{-8} C   2. 3×10^{-8} C   3. 9×10^{-8} C   4. 30×10^{-8} C

9. ประจุ +Q และประจุ –2Q วางอยู่บนแถบแกน X ห่างกัน 10 เซนติเมตร ดังรูป ที่ตำแหน่งใดบนแกน X ที่มีสนามไฟฟ้าเท่ากับ**ศูนย์** (มข.60)



1. ทางด้านซ้ายของประจุ +Q
2. อยู่ระหว่างประจุ +Q และ –2Q
3. อยู่ทางด้านขวาของประจุ –2Q
4. ข้อมูลไม่เพียงพอ

10. สนามไฟฟ้าที่เกิดจากประจุสองประจุเท่ากับศูนย์อยู่ที่ตำแหน่งใด

ก. ถ้าประจุทั้งสองต่างชนิดกันจะอยู่ระหว่างประจุทั้งสอง

ข. อยู่ใกล้ประจุที่มีค่าน้อย ค. มีเพียงตำแหน่งเดียว

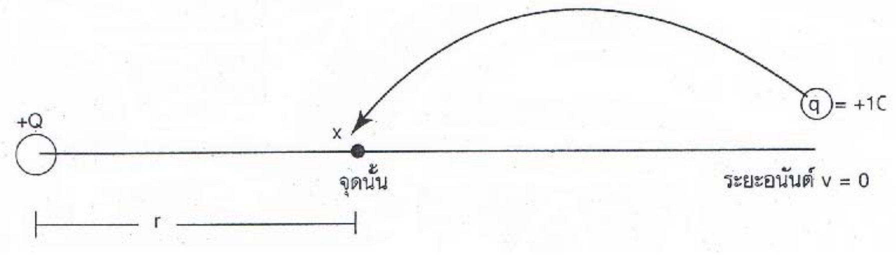
1. ข้อ ก , ข
2. ข้อ ก , ค
3. ข้อ ข , ค
4. ข้อ ก , ข , ค

13.6 ศักย์ไฟฟ้า (Electric Potentail)

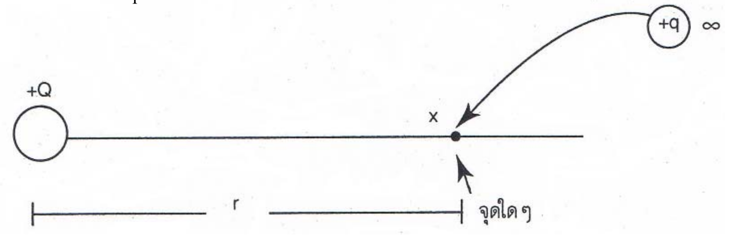
ศักย์ไฟฟ้า คือ งานในการนำประจุ +1 หน่วย จากระยะอนันต์มาที่จุดนั้น (ศักย์ไฟฟ้าเป็นปริมาณสเกลาร์มีค่าเป็นบวกและลบเวลาคำนวณต้องแทนค่าเครื่องหมายประจุ)

จะได้ว่า $W = qV$

$$V = \frac{W}{q} = \frac{Fs}{q} = \frac{W}{q} = \left(\frac{KQq}{r^2}\right)\left(\frac{s}{q}\right) = \frac{KQ}{r} \qquad (s = r)$$



พลังงานศักย์ไฟฟ้า E_p คือ งานในการเคลื่อนประจุ +q จากอนันต์มายังจุดใด ๆ



$$W_{\infty x} = q(V_x - V_\infty)$$

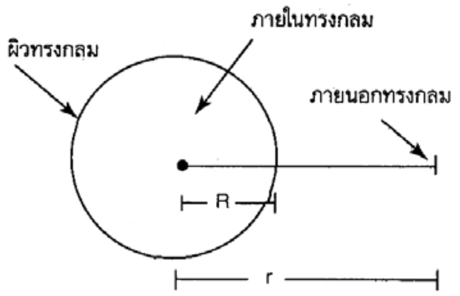
$$E_P = qV_x = q\left(\frac{KQ}{r}\right) = \frac{KQq}{r}$$

ศักย์ไฟฟ้า $V = \frac{KQ}{r}$

ศักย์ไฟฟ้ารวม $\Sigma V = \Sigma\left(\frac{KQ}{r}\right) = V_1 + V_2 + V_3 + \ldots V_n$

หมายเหตุ ศักย์ไฟฟ้าเป็นปริมาณสเกลาร์ต้องแทนเครื่องหมายประจุ บวก และลบด้วย

ศักย์ไฟฟ้าภายในตัวนำทรงกลม



เมื่อ E คือ สนามไฟฟ้า

Q คือ ประจุไฟฟ้า

R คือ รัศมีทรงกลม

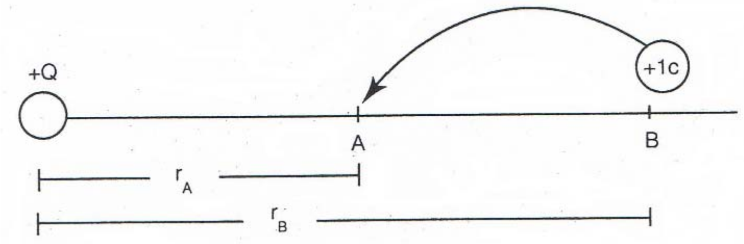
r คือ ระยะห่าง

K คือ ค่าคงที่เท่ากับ 9×10^9 N.m^2/C^2

สูตรศักย์ไฟฟ้า		
ภายในตัวนำทรงกลม	ที่ผิวตัวนำทรงกลม	ที่ผิวนอกตัวนำทรงกลม
$V = \frac{KQ}{R}$	$V = \frac{KQ}{R}$	$V = \frac{KQ}{r}$

ความต่างศักย์ (Potentail Different)

ความต่างศักย์ คือ งานในการเคลื่อนประจุ +1 หน่วย จากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่ง เช่น ความต่างศักย์ระหว่างจุด A กับ B คือ งานในการเคลื่อนประจุ +1 หน่วย จาก B ไปหา A



กำหนดให้ $V_{AB} = (V_A - V_B)$ คือ ความต่างศักย์ระหว่างจุด A กับ B หน่วยเป็นโวลต์ (V)

V_A คือ ศักย์ไฟฟ้าที่ A หน่วยเป็นโวลต์ (V)

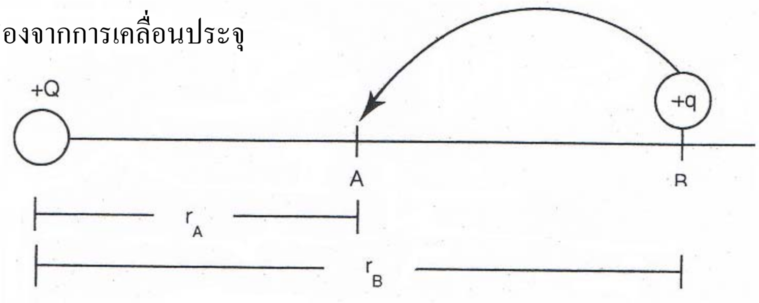
V_B คือ ศักย์ไฟฟ้าที่ B หน่วยเป็นโวลต์ (V)

r คือ ระยะห่าง หน่วยเป็นเมตร (m)

K คือ 9×10^9 N.m^2/C^2

งานไฟฟ้า

งานเนื่องจากการเคลื่อนประจุ

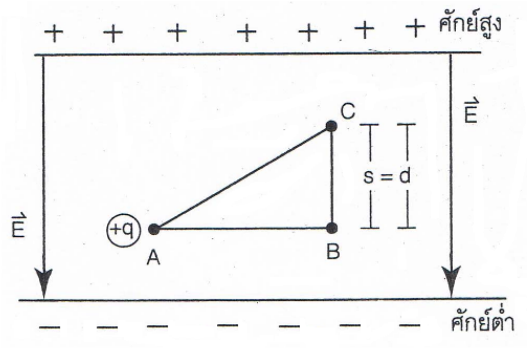


งานเนื่องจากการเคลื่อนประจุจาก B ไป A จะได้ $W_{BA} = q(V_A - V_B) = q(V_{AB})$

$$W_{BA} = q\left(\frac{KQ}{r_A} - \frac{KQ}{r_B}\right)$$

งานเป็นปริมาณสเกลาร์คิดเครื่องหมายประจุ $\pm q$ และ $\pm Q$ ด้วย

งานเนื่องจากการเคลื่อนประจุในสนามไฟฟ้า



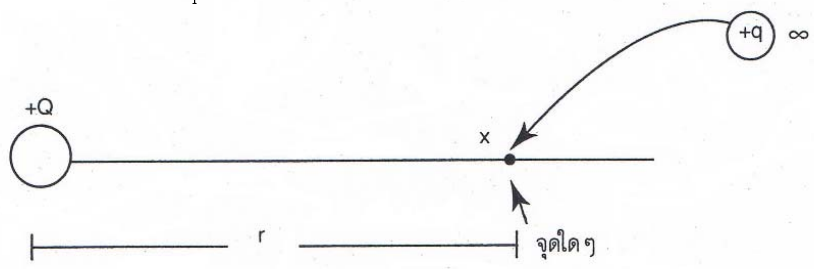
$W_{AC} = W_{ABC} = qV_{CA} = qEd$

$V_{AB} = V_A - V_B$ เป็นบวก เมื่อ $V_A > V_B$

$V_{AB} = V_A - V_B$ เป็นลบ เมื่อ $V_A < V_B$

พลังงานศักย์ E_p , เร่งประจุจากความต่างศักย์

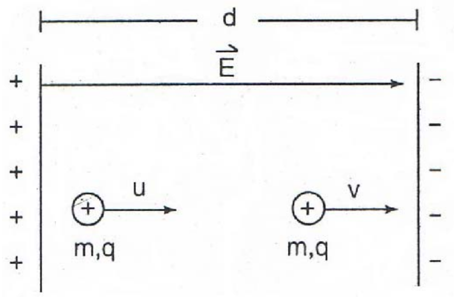
พลังงานศักย์ (E_p) คือ งานในการเคลื่อน +q จากอนันต์มายังจุดใด ๆ



$$E_P = W_{\infty x} = qV_x$$

$$E_P = qV = \frac{KQq}{r}$$

เร่งประจุจากความต่างศักย์ เปลี่ยนพลังงานศักย์ไฟฟ้าเป็นพลังงานจลน์



q คือ ประจุ	u คือ ความเร็วต้น
m คือ มวล	v คือ ความเร็วปลาย
E คือ สนามไฟฟ้า	d คือ ระยะห่าง
E_P คือ พลังงานศักย์	E_k คือ พลังงานจลน์

$$E_P = E_k$$

$$qV = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mu^2$$

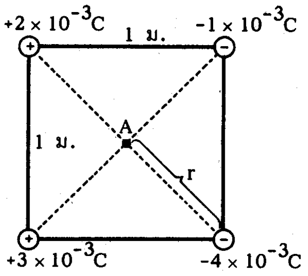
$$qEd = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mu^2$$

แบบฝึกหัด 13.6

1. จงหาศักย์ไฟฟ้า ณ ตำแหน่งต่างๆ ของประจุต่อไปนี้
   ก. ตำแหน่งที่อยู่ห่างจากจุดประจุ 4 ไมโครคูลอมบ์ เป็นระยะ 5 เซนติเมตร
   ข. ตำแหน่งที่อยู่ห่างจากจุดประจุ - 4 ไมโครคูลอมบ์ เป็นระยะ 10 เซนติเมตร
2. สามเหลี่ยมด้านเท่า ABC มีความยาวด้านละ 20 เซนติเมตร ที่จุด A และ B มีประจุ - 2 ไมโครคูลอมบ์ และ 4 ไมโครคูลอมบ์ ตามลำดับ จงหาศักย์ไฟฟ้าที่จุด C
3. จุดประจุ 3 จุดประจุ วางอยู่ที่มุมของสามเหลี่ยมด้านเท่ายาวด้านละ 4 เซนติเมตร ทำให้จุดที่เส้นมัธยฐานทั้งสามเส้นตัดกันมีศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์หากจุดประจุ 2 จุดประจุ มีค่า 5 ไมโครคูลอมบ์ และ 3 ไมโครคูลอมบ์ จงหาค่าจุดประจุจุดที่ 3
4. ในการเคลื่อนที่ของประจุ 2 คูลอมบ์ ในสนามไฟฟ้า จากจุด A ไปที่จุด B ปรากฏว่าเกิดงาน 10 จูล ศักย์ไฟฟ้าที่จุด A = 2 โวลต์ ศักย์ไฟฟ้าที่จุด B มีค่าเท่าไร
5. ในการเกิดฟ้าผ่าครั้งหนึ่ง ปรากฏว่าอิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่จากดินขึ้นไปสู่ก้อนเมฆ เสียพลังงานไป 5 เมกะอิเล็กตรอนโวลต์ จงหาความต่างศักย์ระหว่างก้อนเมฆกับพื้นดิน กำหนดให้ (พลังงาน 1 อิเล็กตรอน-โวลต์ = 1.6×10^{-19} คูลอมบ์)
6. ถ้าต้องการเร่งอนุภาคมวล 4×10^{-12} กิโลกรัม ที่มีประจุ 8×10^{-7} คูลอมบ์จากสภาพหยุดนิ่งให้มีอัตราเร็ว 100 เมตร /วินาที จะต้องใช้ต่างศักย์เท่าใด

แบบฝึกหัดทบทวน 13.6

1. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้
   ก. บริเวณที่สนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าจะแปรผันตรงกับค่าสนามไฟฟ้านั้น
   ข. บริเวณที่สนามไฟฟ้ามีค่าเป็นศูนย์ บริเวณนั้นจะมีค่าศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์ด้วย
   ค. บริเวณที่ศักย์ไฟฟ้ามีค่าเป็นศูนย์ บริเวณนั้นจะมีค่าสนามไฟฟ้าเป็นศูนย์ด้วย
   ข้อที่ผิดคือ
   1. ข้อ ก และ ข 2. ข้อ ก และ ค 3. ข้อ ข และ ค 4. ข้อ ก, ข และ ค
2. แผ่นตัวนำขนานห่างกัน 10 cm มีความต่างศักย์ 24 V ทำให้เกิดสนามสม่ำเสมอตามแนวดิ่งเมื่อนำลูกพิทมวล 0.6 g ที่มีประจุ 5×10^{-6} C มาแขวนไว้ด้วยด้ายเบาเส้นเล็กๆ ยาว 3 cm ปลายหนึ่งผูกติดอยู่กับแผ่นโลหะแผ่นบน ปรากฏว่าเส้นด้ายขาดลูกพิทจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่งกี่ m/s^2
   1. 6 m/s^2 2. 7 m/s^2 3. 8 m/s^2 4. 9 m/s^2
3. วางประจุไฟฟ้า 3×10^{-4} C ที่ตำแหน่ง X = -2 m , Y = 0 m และประจุลบขนาดเท่ากันที่ตำแหน่ง X = 0 m , Y = 3 m ศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งจุดกำเนิด (0, 0) จะเป็นกี่โวลต์
   1. 4.5×10^{5} V 2. 6.5×10^{5} V 3. 8.5×10^{5} V 4. 9.5×10^{5} V
4. จุดประจุวางอยู่ในตำแหน่งดังรูป จงหาว่าที่จุด A มีศักย์ไฟฟ้าเท่าใด
   กำหนด K = 9×10^{9} นิวตัน-(เมตร)^2 ต่อ(คูลอมบ์)^2
   1. 0 โวลต์ 2. -36×10^{6} โวลต์
   3. 36×10^{3} โวลต์ 4. 36×10^{6} โวลต์



5. ถ้าต้องการเร่งอนุภาคมวล 4×10^{-12} กิโลกรัม ที่มีประจุ 8×10^{-9} คูลอมบ์จากสภาพหยุดนิ่งให้มีอัตราเร็ว 100 เมตร /วินาที จะต้องใช้ต่างศักย์เท่าใด

1. 0.025 โวลต์ 2. 0.4 โวลต์ 3. 2.5 โวลต์ 4. 40 โวลต์

6. ที่จุดซึ่งห่างจากจุดประจุคงที่เป็นระยะหนึ่งมีศักย์ไฟฟ้า 600 โวลต์ และมีความเข้มสนามไฟฟ้า 100 N/C จงหาปริมาณของประจุไฟฟ้านั้น

1. 2×10^{-7} คูลอมบ์ 2. 4×10^{-7} คูลอมบ์ 3. 1×10^{-7} คูลอมบ์ 4. 3×10^{-7} คูลอมบ์

7. สี่เหลี่ยมจัตุรัสรูปหนึ่งมีประจุ +50, -100, +30 คูลอมบ์ วางอยู่ที่มุมสามมุม มุมละประจุ ถ้านำ ประจุ Q คูลอมบ์ ไปวางไว้ที่มุมที่สี่ มีผลทำให้จุดที่เส้นทแยงมุมตัดกันมีศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์ จงหาค่าประจุ Q

1. - 30 คูลอมบ์ 2. -20 คูลอมบ์ 3. +20 คูลอมบ์ 4. +30 คูลอมบ์

8. (มข.52) ประจุ +Q สองอัน วางห่างกันเป็นระยะทาง R จะเกิดศักย์ไฟฟ้าที่จุดกึ่งกลางระหว่างประจุทั้งสองเท่าไร ($4k\dfrac{Q}{R}$)

1. 0 2. $k\dfrac{Q}{R}$ 3. $k\dfrac{Q}{2R}$ 4. $2k\dfrac{Q}{R}$

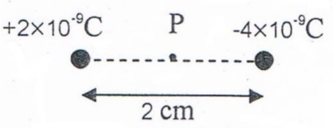
9. (มข.54) ข้อใดต่อไปนี้เป็นข้อสรุปที่ถูกต้องเกี่ยวกับค่าสนามและศักย์ไฟฟ้าของทรงกลมโลหะที่มีประจุ

1. ที่ตำแหน่งภายนอกทรงกลม ขนาดของสนามไฟฟ้าแปรผันตรงกับกำลังสองของระยะห่างจากใจกลางทรงกลม
2. ที่ตำแหน่งภายในทรงกลม ขนาดของสนามไฟฟ้ามีค่าคงที่
3. ที่ตำแหน่งภายนอกทรงกลม ค่าของศักย์ไฟฟ้าแปรผันตรงกับระยะห่างจากใจกลางทรงกลม
4. ที่ตำแหน่งภายในทรงกลม ค่าของศักย์ไฟฟ้ามีค่าคงที่

10. เครื่องเร่งอนุภาคสำหรับยิงอนุภาคมวล $m = 3\times10^{-30}$ kg ซึ่งมีประจุ $q = -2\times10^{-19}$ C ใช้แผ่นประจุวางห่างกัน 10 cm ถ้าให้ความต่างศักย์ระหว่างแผ่น 3000 V ทำให้อนุภาคหลุดออกจากแผ่นประจุลบวิ่งไปยังประจุบวกแล้วทะลุรูกลวงออกมา จงหาอัตราเร็วที่อนุภาคหลุดออกมาจากเครื่องเร่ง (มข.56)

1. 5×10^{-5} m/s 2. 2×10^{-4} m/s 3. 1×10^{7} m/s 4. 2×10^{7} m/s

11. (มข.57) จากรูปจงหาศักย์ไฟฟ้าที่จุด P อยู่กึ่งกลางระหว่างประจุทั้งสอง



1. -18 โวลต์ 2. -1800 โวลต์
3. 54 โวลต์ 4. 18 โวลต์

12. ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้องที่สุด (มข.58)

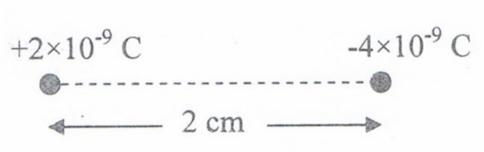
1. ศักย์ไฟฟ้าคืองานในการย้ายประจุ
2. ประจุบวกจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ภายในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ
3. สนามไฟฟ้า ณ ตำแหน่งหนึ่ง หาจากพลังงานศักย์ไฟฟ้า ณ ตำแหน่งนั้น ต่อประจุทดสอบที่นำไปวาง
4. งานของไฟฟ้าในการย้ายตำแหน่งของประจุภายในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้า มีค่าเท่ากับผลต่างของพลังงานศักย์ไฟฟ้าระหว่างตำแหน่งทั้งสอง

13. โปรตอนถูกเร่งจากหยุดนิ่งโดยเครื่องเร่งอนุภาคชนิดเส้นตรงจนมีอัตราเร็วสุดท้ายเป็น 0.04 เท่าของอัตราเร็วแสงในสุญญากาศ ความต่างศักย์ไฟฟ้าของเครื่องเร่ง มีค่ากี่กิโลโวลต์ (กำหนดอัตราเร็วแสงในสุญญากาศ $c = 3.0 \times 10^{8}$ เมตรต่อวินาที ประจุอิเล็กตรอนมีขนาด $e = 1.6 \times 10^{-19}$ คูลอมบ์ มวลโปรตอน $m_p = 1.67 \times 10^{-27}$ กิโลกรัม) (มข.58)

1. 600 2. 700 3. 750 4. 800

14. จุประจุวางไว้ดังรูป ที่ตำแหน่งจุดกึ่งกลางระหว่างประจุทั้งสองจะมีศักย์ไฟฟ้าเท่าไร (กำหนดให้ $k = 9 \times 10^{9}\,\mathrm{N \cdot m^2/c^2}$) (มข.60)

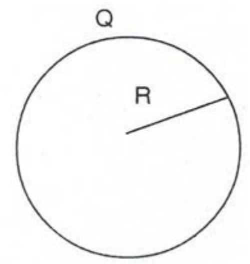
1. 900 โวลต์
2. –1800 โวลต์
3. 1800 โวลต์
4. 5400 โวลต์



13.7 ตัวเก็บประจุและความจุไฟฟ้า (Capacitor and Capacitance)

ตัวเก็บประจุ คือ ตัวนำที่ทำหน้าที่เก็บประจุ

ความจุไฟฟ้า คือ อัตราส่วนของประจุต่อศักย์ไฟฟ้า



$$C = \frac{Q}{V} = \frac{Q}{\frac{KQ}{R}} = \frac{R}{K}$$

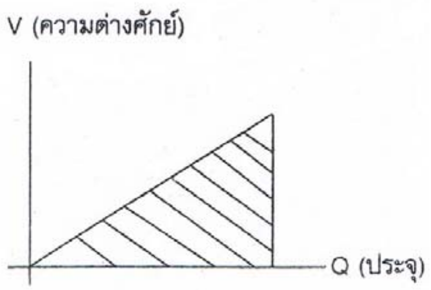
$$\boxed{C = \frac{Q}{V} = \frac{R}{K}}$$

กำหนดให้ C แทน ความจุ หน่วยเป็นฟารัด Q คือ ประจุ หน่วยเป็นคูลอมบ์

V แทน ศักย์ไฟฟ้า หน่วยเป็นโวลต์ K คือ ค่าคงที่เท่ากับ $9 \times 10^{9}\ \mathrm{N.m^2/C^2}$

พลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ (U)

พลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ = พื้นที่ใต้กราฟ Q กับ V



กำหนดให้ U แทน พลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ (จูล)

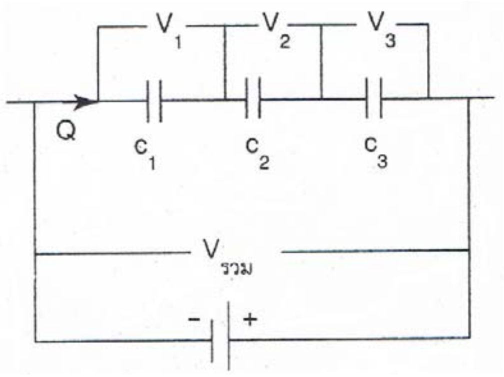
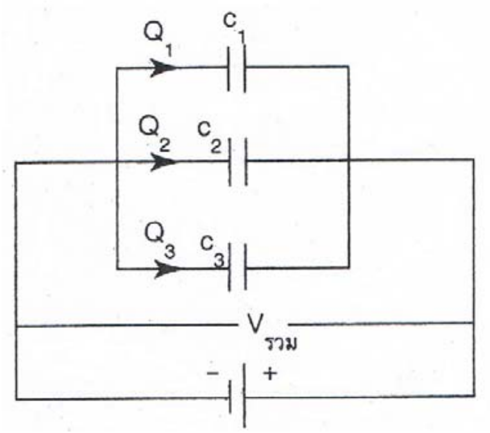
Q แทน ประจุไฟฟ้า (คูลอมบ์)

C แทน ความจุ (ฟารัด)

V แทน ศักย์ไฟฟ้า (โวลต์)

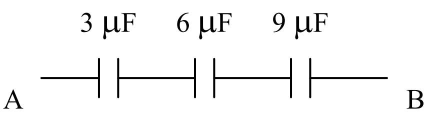
$$\boxed{\text{พลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ (U)} = \frac{1}{2}QV = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}}$$

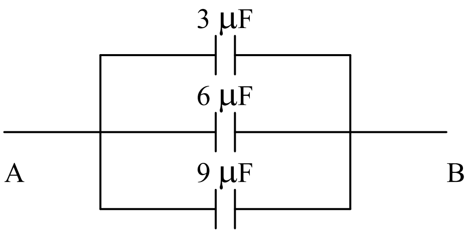
การต่อตัวเก็บประจุ

การต่อตัวเก็บประจุแบบอนุกรม	การต่อตัวเก็บประจุแบบขนาน
	
1. $V_{รวม} = V_1 + V_2 + V_3$	1. $V_{รวม} = V_1 = V_2 = V_3$
2. $Q_{รวม} = Q_1 = Q_2 = Q_3$	2. $Q_{รวม} = Q_1 + Q_2 + Q_3$
3. $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$	3. $C_{รวม} = C_1 + C_2 + C_3$

<u>แบบฝึกหัด 13.7</u>

1. ตัวนำทรงกลมมีศักย์ไฟฟ้า 500 โวลต์ เมื่อเก็บประจุ 25 ไมโครคูลอมบ์ จงหาค่าความจุของตัวนำนี้
2. ตัวเก็บประจุ 40 μF ต่อกับความต่างศักย์ 9 โวลต์ จงหาประจุบนตัวเก็บประจุนี้
3. แผ่นโลหะขนานห่างกัน 2 เซนติเมตร ใช้ทำเป็นตัวเก็บประจุที่มีค่าความจุ 50 พิโกฟารัด ถ้าสนามไฟฟ้าระหว่างแผ่นโลหะมีค่า 600 นิวตัน/คูลอมบ์ อยากทราบว่าตัวเก็บประจุนี้มีประจุเท่าใด
4. ตัวเก็บประจุขนาด 25 ไมโครฟารัด เมื่อต่อกับความต่างศักย์ 100 โวลต์ จงหาพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ
5. ตัวเก็บประจุหนึ่ง เมื่อต่อเข้ากับความต่างศักย์ 12 โวลต์ จะเกิดประจุบนตัวเก็บประจุขนาด 6×10^{-4} C ตัวเก็บประจุนี้จะมีพลังงานสะสมเท่าไร
6. จากรูป จงหาความจุไฟฟ้ารวมระหว่าง A กับ B

ก. 

ข. 

<u>แบบฝึกหัดทบทวน 13.7</u>

คำสั่ง ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียวลงในกระดาษคำตอบ

1. จงหาประจุบนตัวเก็บขนาด 30 ไมโครฟารัด ที่มีความต่างศักย์ 16 โวลต์ ก่อนนำไปต่อขนานกับตัวเก็บประจุขนาด 30 ไมโครฟารัด ซึ่งแต่เดิมไม่มีประจุอยู่เลยว่ามีค่าเท่าไร

   1. 3.2×10^{-4} C 2. 4.8×10^{-4} C 3. 8.0×10^{-4} C 4. 12.8×10^{-4} C

2. จงหาประจุบนตัวเก็บประจุที่มีความจุไฟฟ้า 72 μF ที่นำมาต่อขนานกันเพื่อเก็บประจุ โดยต่อกับความต่างศักย์ 1,000 โวลต์ ว่ามีค่าเท่าไร

1. 0.072 C 2. 0.014 C 3. 0.72 C 4. 0.14 C

3. ตัวเก็บประจุ 3 ตัวมีความจุ $C_1 = 2$ μF , $C_2 = 3$ μF และ $C_3 = 5$ μF นำมาต่อกันแบบอนุกรม แล้วนำไปต่อกับความต่างศักย์ 310 โวลต์ จงหาประจุไฟฟ้าบนตัวเก็บประจุ C_3 ว่ามีค่าเท่าไร

1. 3×10^{-4} C 2. 4×10^{-4} C 3. 5×10^{-4} C 4. 6×10^{-4} C

4. ทรงกลมลูกหนึ่งที่มีรัศมี 1 เมตร มีประจุ 5 คูลอมบ์ จงหาความจุไฟฟ้าของทรงกลมนี้เป็นกี่ฟารัด ตอบในเทอมของค่า K

1. 20 K 2. K/2 3. 1/20 K 4. 1/K

5. โลหะตัวนำทรงกลม A และ B มีรัศมี ถ้าเติมประจุ Q ในปริมาณ 1:2 ให้กับตัวนำทรงกลมทั้งสองตามลำดับ หาอัตราส่วนของ $C_A : C_B$

1. 1:1 2. 1:2 3. 2:1 4. 1:4

6. ตัวเก็บประจุบนแผ่นขนานคู่ มีอักษรเขียนเป็น " 0.05 μF 400 V " จะสามารถเก็บประจุไว้ได้สูงสุดเท่าไรเมื่อนำไปใช้งานจริงต้องการให้เก็บได้ 10 μC จะต้องต่อกับความต่างศักย์เท่าไร

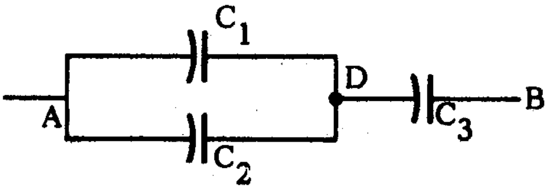
1. 20 μC , 200 V 2. 30 μC , 600 V 3. 40 μC , 600 V 4. 30 μC , 400 V

7. ตัวเก็บประจุมีความจุ 5 ฟารัด ปลายทั้งสองต่อเข้ากับความต่างศักย์ 4,000 โวลต์ จงคำนวณหาพลังงานสะสมว่ามีค่าเท่าไร

1. 2×10^{7} J 2. 4×10^{7} J 3. 6×10^{7} J 4. 8×10^{7} J

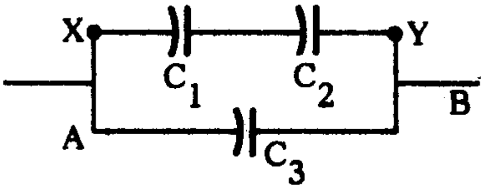
8. จากรูป กำหนด C_1= 1 μF; C_2= 3 μF ; C_3= 4 μF จงคำนวณหาความจุรวมระหว่าง AB

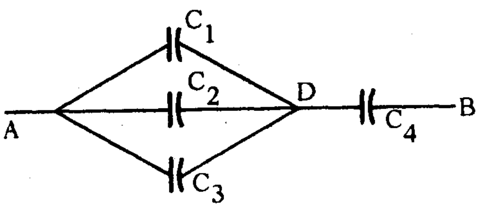
1. 2 μF
2. 4 μF
3. 8 μF
4. 16 μF



9. จากรูป กำหนด C_1=20 μF; C_2= 20 μF; C_3= 13 μF จงคำนวณหาความจุรวมระหว่าง AB

1. 2 μF
2. 4 μF
3. 8 μF
4. 23 μF



10. จากรูป คอนเดนเซอร์ C_1, C_2 และ C_3 ต่างก็มีค่า 40 ไมโครฟารัดต่อกันอย่างขนาน แล้วต่อกับ C_4 ซึ่งมีความจุ 40 ไมโครฟารัดอย่างอนุกรม จงคำนวณหาความจุรวมระหว่าง AB

1. 20 μF
2. 30 μF
3. 50 μF
4. 80 μF