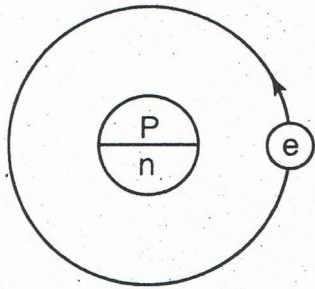


บทที่ 13 ไฟฟ้าสถิต

ประจุไฟฟ้า

โครงสร้างอะตอม



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

ทาลีส เป็นนักปราชญ์ชาวกรีก เป็นคนแรกที่พบว่าอำนาจอำนาจกับผ้าขนสัตว์จะสามารถดึงดูดวัตถุเบาๆ 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

กฎการอนุรักษ์ประจุ

การทำให้วัตถุมีประจุไฟฟ้าด้วยวิธีต่างๆ ไม่ใช่เป็นการสร้างประจุขึ้นมาใหม่แต่เป็นการเคลื่อนย้ายประจุจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งจะได้ว่าผลรวมของจำนวนประจุทั้งหมดคงที่เท่าเดิม การทำให้วัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้าเกิดประจุ

การทำให้วัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้าเกิดประจุทำได้ 3 วิธี

1. การขัตสี คือ การนำวัตถุ 2 ชนิดที่ต่างกันมาขัตสีกัน จะเกิดการแลกเปลี่ยนประจุ
2. การแตะสัมผัส คือ การนำวัตถุที่มีประจุมาแตะวัตถุที่เป็นกลางหรือมีประจุก็ได้การหาประจุหลังแตะ

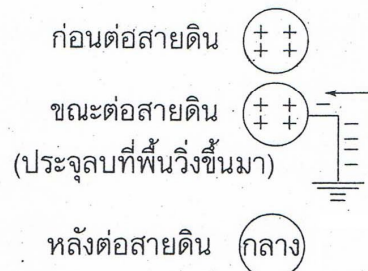
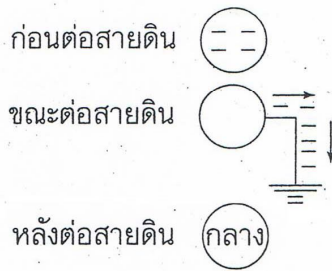
การถ่ายประจุไฟฟ้าเมื่อแตะกัน

จะเกิดขึ้นเนื่องจากความต่างศักย์ไฟฟ้า โดยหลังถ่ายเทประจุแล้ว วัตถุทั้งสองจะต้องมีศักย์ไฟฟ้าเท่ากันโดยประจุไฟฟ้ารวมจะยังคงเดิม

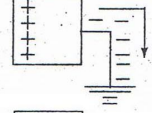
ตัวนำมีประจุ Q_1 รัศมี a_1 แตะกับตัวนำมีประจุ Q_2 รัศมี a_2 หลังแตะ ตัวนำแต่ละตัวจะมีประจุเป็น

$$Q'_1 = \left(\frac{\Sigma Q}{\Sigma a} \right) a_1 \text{ และ } Q'_2 = \left(\frac{\Sigma Q}{\Sigma a} \right) a_2$$

สายดิน ($\equiv$) คือการทำให้วัตถุที่มีประจุหมดไป

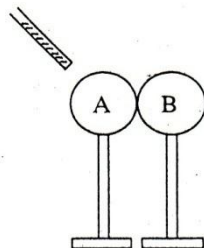


- 3) การเหนี่ยวนำ คือ การนำวัตถุที่มีประจุมาเข้าใกล้วัตถุที่มีประจุหรือวัตถุที่เป็นกลาง ก็ได้หลังการเหนี่ยวนำแล้วประจุที่เกิดขึ้นจะชนิดตรงข้ามกับที่มาเหนี่ยวนำ

ขั้นตอนการเหนี่ยวนำมี 4 ขั้นตอน	วัตถุที่มีประจุ	วัตถุที่เป็นกลาง
1) นำวัตถุที่มีประจุมาเข้าใกล้วัตถุที่เป็นกลางก่อน		
2) นำสายดินมาต่อวัตถุที่เป็นกลาง		
3) นำสายดินออกก่อน		
4) ค่อยนำวัตถุที่มาเหนี่ยวนำออก		

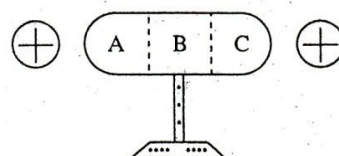
แบบฝึกหัดทบทวน 13.1

1. ทรงกลมโลหะ A และ B วางสัมผัสกันโดยยึดไว้ด้วยฉนวน เมื่อนำแท่งอิโบนีที่มีประจุลบเข้าใกล้ทรงกลม A ดังรูป จะมีประจุไฟฟ้าชนิดใดเกิดขึ้นที่ตัวนำทรงกลมทั้งสอง

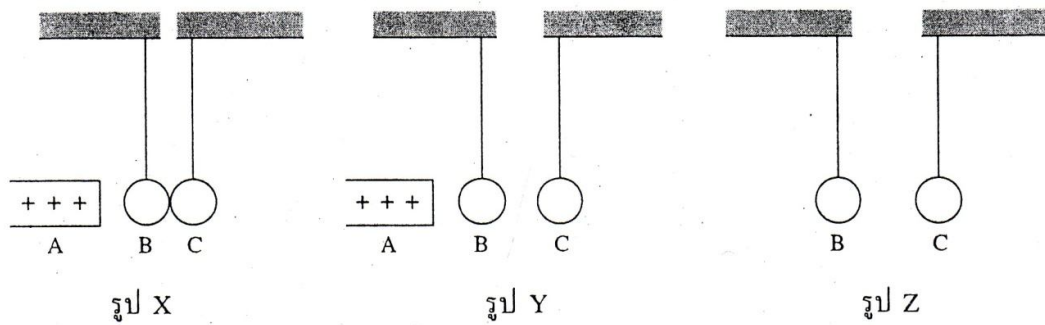


1. ทรงกลมทั้งสองมีประจุบวก
 2. ทรงกลมทั้งสองมีประจุลบ
 3. ทรงกลม A มีประจุบวก และทรงกลม B มีประจุลบ
 4. ทรงกลม A มีประจุลบ และทรงกลม B มีประจุบวก
2. โลหะทรงกระบอกยาวปลายมนเป็นกลางทางไฟฟ้าตั้งอยู่บนฐานที่เป็นฉนวน ถ้านำประจุบวกขนาดเท่ากันมาใกล้ปลายทั้งสองข้างพร้อมกัน โดยระยะห่างจากปลายเท่า ๆ กัน ตามลำดับ 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 ขยวัตถุ 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. (มข.53) วัตถุมี 4 ชิ้นคือ A B C และ D เมื่อนำวัตถุสองชิ้นเข้ามาใกล้กันเพื่อทดสอบความเป็นประจุไฟฟ้า พบว่า A กับ B ผลักกัน A กับ C ดึงกัน ส่วน D ดึงกับ B และ D ก็ดึงดูดกับ C ข้อใดเป็นข้อสรุปที่ไม่ถูกต้อง
1. A และ B มีประจุไฟฟ้า
 2. A และ B มีประจุไฟฟ้าชนิดเดียวกัน
 3. D และ C ทั้งคู่มีประจุไฟฟ้าชนิดตรงข้ามกับ A
 4. D หรือ C ตัวใดตัวหนึ่งมีประจุไฟฟ้าชนิดตรงข้ามกับ A
6. เมื่อนำตัวนำ A ซึ่งมีประจุ $+4\mu\text{C}$ แตะกันกับตัวนำ B ซึ่งมีประจุ $-10\mu\text{C}$ อีกสักครู่ต่อมาแยกตัวนำทั้งสองออกจากกันวางบนพื้นฉนวน จงหาว่าตัวนำแต่ละตัวจะมีประจุเท่าไร
1. $-3\mu\text{C}$
 2. $-6\mu\text{C}$
 3. $-14\mu\text{C}$
 4. $+4\mu\text{C}$
7. ตัวนำทรงกลมสองลูกมีขนาดเท่ากัน ลูกแรกมีประจุ $+3Q$ ส่วนลูกที่สองมีประจุ $-5Q$ เมื่อนำตัวนำทั้งสองมาแตะกันแล้วแยกออกจากกัน ตัวนำตัวแรกจะมีค่าเท่าไร
1. $-Q$
 2. $-2Q$
 3. $-5Q$
 4. $+2Q$

กฎของคูลอมบ์

กฎของคูลอมบ์ "แรงระหว่างประจุไฟฟ้าคู่หนึ่ง จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับผลคูณของประจุแต่เป็นสัดส่วนผกผันกับกำลังสองของระยะทาง ระหว่างประจุคู่นั้น"

ประจุเหมือนกัน (ออกแรงผลักกัน)

ประจุต่างกัน (ออกแรงดูดกัน)

เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$F \propto Q_1 Q_2 \dots\dots\dots(1)$$

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

จาก (1) และ (2) จะได้ว่า

$$F = \frac{KQ_1 Q_2}{r^2}$$

เมื่อ F คือ แรงระหว่างประจุ (N)

Q_1, Q_2 คือ ประจุไฟฟ้า (C)

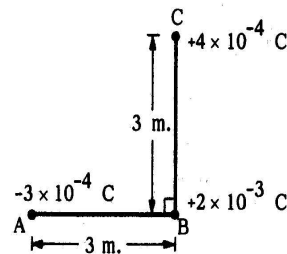
R คือ ระยะห่างระหว่างประจุ (m)

K คือ ค่าคงที่เท่ากับ $9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$

เนื่องจากแรงเป็นปริมาณเวกเตอร์ เวลาคำนวณต้องคิดทิศทางด้วย แต่ไม่ต้องแทนค่าเครื่องหมายประจุ

แบบฝึกหัด 13.2

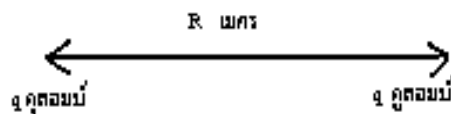
- จุดประจุหนึ่ง มีประจุ $+6.4 \times 10^{-6} \text{ C}$ จุดประจุนี้มีจำนวนโปรตอนอยู่ทั้งหมดเท่าไร
- อนุภาค A มีประจุเป็น 2 เท่าของประจุ บนอนุภาค B ประจุทั้งสองอยู่ห่างกัน 3 ซม. เกิดแรงกระทำ 20 นิวตัน จงหาประจุ บนอนุภาค B
- จงหาแรงระหว่างประจุไฟฟ้า $+50 \text{ ไมโครคูลอมบ์}$ วางอยู่ห่างกัน 5 มม. ในอากาศ
- ลูกพิทมวล 0.72 กรัม มีประจุ $25 \times 10^{-6} \text{ C}$ วางอยู่เหนือจุดประจุ 2 จุด ที่ขนาดประจุเท่ากับ Q และผูกติดกันห่างกัน 6 ซม. จะต้องใช้ประจุ Q เป็นปริมาณเท่าใด จึงจะทำให้ลูกพิทลอยอยู่เหนือจุดกึ่งกลางระหว่างประจุทั้งสองเป็นระยะทาง 4 ซม.
- 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
- ประจุไฟฟ้า $-3 \times 10^{-4} \text{ C}$, $+2 \times 10^{-3} \text{ C}$ และ $+4 \times 10^{-4} \text{ C}$
วางอยู่ที่จุด A, B และ C ดังรูป แรงกระทำที่มีต่อประจุ $+2 \times 10^{-3} \text{ C}$ มีขนาดเท่าใด



แบบฝึกหัดทบทวน 13.2

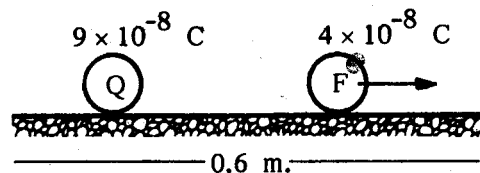
คำสั่ง ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียวลงในกระดาษคำตอบ

1. ทรงกลมขนาดเท่ากัน 2 อัน แต่ละอันมีรัศมี 1 เซนติเมตร ทรงกลมอันแรกมีประจุ 3×10^{-5} C อันหลัง -1×10^{-5} C เมื่อให้ทรงกลมทั้งสองแตะกัน แล้วแยกนำไปวางไว้ให้ผิวทรงกลมทั้งสองห่างกัน 1 เซนติเมตร ขนาดของแรงระหว่างทรงกลมเป็นเท่าใด
ก. 10 นิวตัน ข. 90 นิวตัน ค. 190 นิวตัน **ง. 1,000 นิวตัน**
2. จุดประจุขนาด $6 \mu\text{C}$ 3 จุดประจุ วางห่างกันเป็นแนวเส้นตรงห่างกันช่วงละ 30 เซนติเมตร จงหาขนาดของแรงที่กระทำต่อจุดประจุตรงจุดกึ่งกลาง เมื่อจุดประจุที่ปลายข้างหนึ่งเป็นชนิดลบ และตรงจุดกึ่งกลางกับปลายอีกข้างหนึ่งเป็นชนิดบวก
ก. 3.6 นิวตัน ข. 4.8 นิวตัน
ค. 5.6 นิวตัน **ง. 7.2 นิวตัน**
3. เมื่อวางลูกพิทที่มีประจุห่างกัน 4 เซนติเมตร ปรากฏว่ามีแรงกระทำต่อกัน 10^{-4} N ถ้าวางลูกพิททั้งสองห่างกัน 8 เซนติเมตร จะมีแรงกระทำระหว่างกันเท่าใด
ก. 2.5×10^{-5} นิวตัน ข. 6.5×10^{-5} นิวตัน
ค. 2.5×10^{-6} นิวตัน **ง. 6.5×10^{-6} นิวตัน**
4. ประจุ q C 2 ตัว วางห่างกัน r เมตร เกิดแรงระหว่างประจุ $= F$ นิวตัน ถ้าเอาประจุ $3q$ C วางห่างจาก q คูლობบ เป็นระยะ r เมตร จะเกิดแรงระหว่างประจุเท่าไร



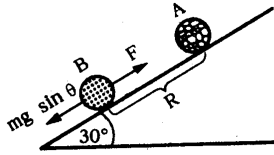
- ก. F นิวตัน ข. $2F$ นิวตัน **ค. $3F$ นิวตัน** ง. $4F$ นิวตัน
5. จุดประจุ 2 จุดขนาด 4 ไมโครคูლობบ และ -6 ไมโครคูლობบ วางห่างกันเป็นระยะ d เซนติเมตร จะเกิดแรงกระทำระหว่างประจุ 12 นิวตัน ถ้านำไปวางห่างกัน $d/2$ เซนติเมตร จะเกิดแรงกระทำระหว่างประจุทั้งสองขนาดเท่าไร
ก. 3 นิวตัน ข. 6 นิวตัน ค. 24 นิวตัน **ง. 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

- ก. 0.5 เมตร/วินาที²
- ข. 0.6 เมตร/วินาที²**
- ค. 0.7 เมตร/วินาที²
- ง. 0.8 เมตร/วินาที²



7. อนุภาค A มีประจุเป็น 2 เท่าของประจุบนอนุภาค B อยู่ห่างกัน $\sqrt{1.8}$ เซนติเมตร เกิดแรงกระทำ 1 นิวตัน ประจุบนอนุภาค B มีค่าเท่าไร
ก. 1.0×10^{-7} คูლობบ ข. 2.0×10^{-7} คูლობบ
ค. 1.0×10^{-6} คูლობบ **ง. 2.0×10^{-6} คูლობบ**

8.



A มีประจุ -1.0×10^{-6} คูลอมบ์ ตรีงอยู่กับพื้นเอียงลื่น และเป็นฉนวน
B มีประจุ $+1.0 \times 10^{-5}$ คูลอมบ์ มีมวล 2 กรัม อยู่บนพื้นเอียงนิ่งๆ อยาก
ทราบที่ B อยู่ห่าง A เท่าไร

ก. 2.4 เมตร

ข. 3.0 เมตร

ค. $3\sqrt{3}$ เมตร

ง. 6.0 เมตร

9. (มข.51) จุดประจุ 4 ไมโครคูลอมบ์ 3 จุดประจุ วางเรียงกันเป็นแนวเส้นตรงห่างกันช่วงละ 30 เซนติเมตร โดยที่จุดประจุที่ปลายข้างหนึ่งเป็นชนิดลบ ส่วนตรงกลางกับปลายอีกข้างหนึ่งเป็นชนิดบวก อยากทราบ ว่าขนาดของแรงที่กระทำต่อจุดประจุที่อยู่ตรงกลางมีค่าเท่ากับกี่นิวตัน กำหนดให้ $k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2}$

ก. 6.4

ข. 3.2

ค. 1.6

ง. ศูนย์

10. (มข.52) จุดประจุ Q และ 4Q วางห่างกัน เป็นระยะทาง R จะเกิดแรงไฟฟ้า F เนื่องจากประจุทั้งสอง แรง ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นกับประจุ Q และ 4Q เป็นเท่าไร ตามลำดับ

ก. $k \frac{Q^2}{R^2}$ และ $k \frac{Q^2}{R^2}$

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

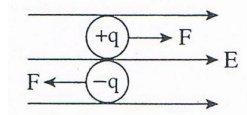
ค. $k \frac{Q^2}{R^2}$ และ $4k \frac{Q^2}{R^2}$

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

สนามไฟฟ้า (Electric field)

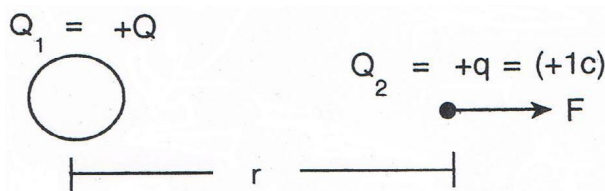
สนามไฟฟ้า (E) คือ แรงที่กระทำต่อประจุทดสอบหนึ่งหน่วยซึ่งวางไว้ที่ตำแหน่งใด ๆ เป็น ปริมาณเวกเตอร์ มีหน่วยเป็น นิวตันต่อคูลอมบ์

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



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

สนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุ

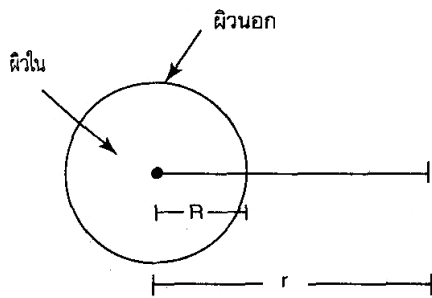


จากสมการ $E = \frac{F}{q}$

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

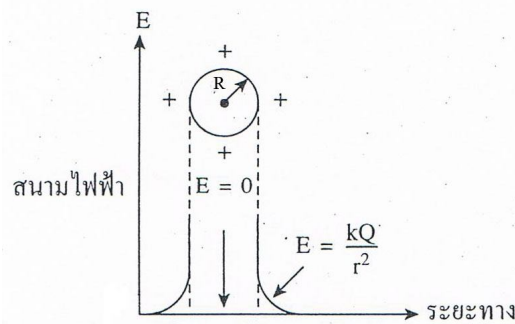
Q คือ ประจุไฟฟ้า

R คือ รัศมีทรงกลม

r คือ ระยะห่าง

K คือ ค่าคงที่เท่ากับ $9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$

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



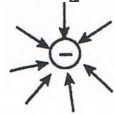
เส้นแรงไฟฟ้า (Electric line of force)

คุณสมบัติของเส้นแรงไฟฟ้า

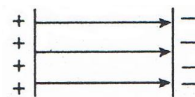
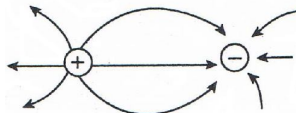
1. ประจุบวกเส้นแรงไฟฟ้าพุ่งออก



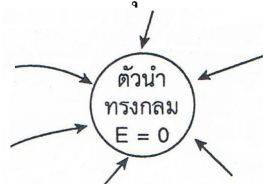
2. ประจุลบเส้นแรงไฟฟ้าพุ่งเข้า



3. มีทั้งประจุบวกและลบเส้นแรงไฟฟ้าจะพุ่งจากบวกไปลบ



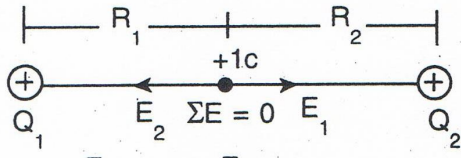
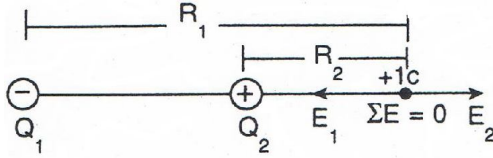
4. เส้นแรงไฟฟ้าจะไปหยุดนิ่งที่ผิวของตัวนำทรงกลมไม่พุ่งเข้าไปข้างใน



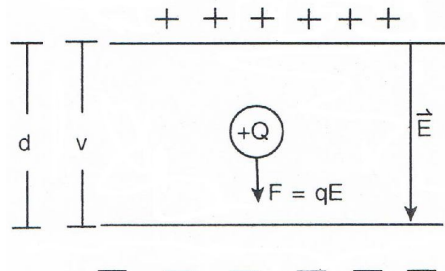
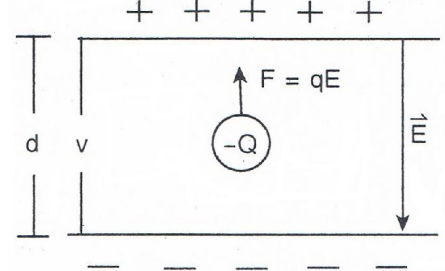
จุดสะเทิน

จุดสะเทิน (Neutral point) คือจุดในสนามไฟฟ้าที่มีสนามไฟฟ้าอยู่ 2 พวก มีขนาดเท่ากัน แต่ทิศตรงกันข้าม ตำแหน่งของจุดสะเทิน

1. ประจุไฟฟ้าชนิดเดียวกัน จะเกิดระหว่างประจุทั้งสองและอยู่ใกล้ประจุไฟฟ้าที่มีอำนาจทางไฟฟ้าน้อย
2. ประจุไฟฟ้าต่างชนิดกัน จะเกิดภายนอกของประจุทั้งสอง และอยู่ใกล้ประจุไฟฟ้าที่มีอำนาจของประจุน้อย

ประจุเหมือนกัน (จุดสะเทินอยู่ข้างใน)	ประจุต่างกัน (จุดสะเทินอยู่ข้างนอก)
 $E_1 = E_2$ $\frac{KQ_1}{R_1^2} = \frac{KQ_2}{R_2^2}$	 $E_1 = E_2$ $\frac{KQ_1}{R_1^2} = \frac{KQ_2}{R_2^2}$

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 13.3

1. จงหาสนามไฟฟ้า ณ จุด A ซึ่งอยู่ห่างจากจุดประจุ 6 ไมโครคูลอมบ์ เป็นระยะ 10 cm
2. หยคน้ำมันเล็กๆ หยดหนึ่งมีมวล 16 มิลลิกรัม ลอยนิ่งอยู่ในสนามไฟฟ้าซึ่งมีความเข้ม 10^{-7} N/C ถ้าประจุไฟฟ้าของหยदन้ำมันนี้เกิดจากอิเล็กตรอนมีมากเกินจำนวนโปรตอน จงหา
 - ก. ประจุไฟฟ้าของหยदन้ำมัน (คูลอมบ์)
 - ข. หยदन้ำมันอิเล็กตรอนอิสระกี่อนุภาค

3. ตัวนำทรงกลมลูกหนึ่งรัศมีผิวใน 8 cm รัศมีผิวนอก 10 cm มีประจุ 2×10^{-10} C อยากทราบว่าสนามไฟฟ้าที่ผิวในและผิวนอกของทรงกลมมีขนาดเท่าไร
 - ก. 0, 281 N/C
 - ข. 281, 0 N/C
 - ค. 0, 180 N/C
 - ง. 180, 0 N/C
 4. สนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ (E) มีขนาด 10^4 N/C มีทิศลงตามแนวดิ่ง มีลูกพิทมวล 0.04 g เคลื่อนที่ลงด้วยความเร่ง 4 m/s^2 ลูกพิทมีประจุชนิดใด และมีขนาดประจุเท่าไร
 - ก. บวก, 1.6×10^{-8} C
 - ข. บวก, 2.4×10^{-8} C
 - ค. ลบ, 1.6×10^{-8} C
 - ง. ลบ, 2.4×10^{-8} C
 5. ที่ตำแหน่งหนึ่งซึ่งห่างจากจุดประจุหนึ่ง เป็นระยะ 3 cm มีขนาดสนามไฟฟ้า 10^4 N/C ขนาดของสนามไฟฟ้าที่ห่างจากจุดนี้ 1 cm เป็นเท่าใด
 - ก. 0.1×10^4 N/C
 - ข. 0.3×10^4 N/C
 - ค. 3×10^4 N/C
 - ง. 9×10^4 N/C
 6. สนามไฟฟ้าที่จุดใดๆ หมายถึงข้อใด
 - ก. ศักย์ไฟฟ้าต่อหนึ่งหน่วยระยะทางของจุดนั้น
 - ข. แรงต่อหนึ่งหน่วยประจุลบที่วางไว้ ณ จุดนั้น
 - ค. แรงต่อหนึ่งหน่วยประจุบวกที่วางไว้ ณ จุดนั้น
 - ง. จำนวนเส้นที่แสดงทิศของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อประจุทดสอบ
 7. ตัวนำทรงกลมลูกหนึ่งรัศมีผิวใน 8 cm รัศมีผิวนอก 10 cm มีประจุ 1×10^{-10} C สนามไฟฟ้าที่ผิวในและผิวนอกของทรงกลมเป็นเท่าใด
 - ก. 0, 9 N/C
 - ข. 0, 90 N/C
 - ค. 9, 14 N/C
 - ง. 14, 90 N/C
 8. เมื่อนำประจุทดสอบ q วางในสนามที่มีความเข้ม E เนื่องจากประจุ Q โดยที่ประจุทดสอบ ห่างจากประจุต้นกำเนิดเท่ากับ R ความสัมพันธ์ในข้อใดถูกต้อง
 - ก. $E = \frac{KQ}{R}$
 - ข. $E = \frac{KQ}{R^2}$
 - ค. $E = \frac{KQq}{R}$
 - ง. $E = \frac{KQq}{R^2}$
 9. ชายคนหนึ่งมวล 80 กิโลกรัม ยืนในห้องที่มีสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ 3000 นิวตันต่อคูลอมบ์ มีทิศทางพุ่งขึ้นสู่เพดานในแนวดิ่ง ถ้าชายคนนี้ต้องการลอยขึ้นสู่เพดานด้วยความเร่ง 5 เมตรต่อวินาที² เขาจะต้องสร้างประจุไฟฟ้าขนาดเท่าใดให้กับตนเอง
 - ก. 0.4 C
 - ข. 0.5 C
 - ค. 0.6 C
 - ง. 0.7 C
 10. จุดประจุ 2 ประจุอยู่ห่างกัน 0.5 เมตร จุดประจุหนึ่งมีค่า $+4 \times 10^{-8}$ คูลอมบ์ หากสนามไฟฟ้าเป็นศูนย์อยู่ระหว่างประจุทั้งสองและห่างจากจุดประจุ $+4 \times 10^{-8}$ คูลอมบ์ เท่ากับ 0.2 เมตรค่า ของอีกจุดประจุหนึ่งมีค่าเท่าไร
 - ก. 0.9×10^{-8} คูลอมบ์
 - ข. 3×10^{-8} คูลอมบ์
 - ค. 9×10^{-8} คูลอมบ์
 - ง. 30×10^{-8} คูลอมบ์

แบบฝึกหัดทบทวน 13.4

คำสั่ง ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียวลงในกระดาษคำตอบ

1. ข้อใดไม่ใช่สมบัติของเส้นแรงไฟฟ้า

ก. ตั้งฉากกับผิวของตัวนำ

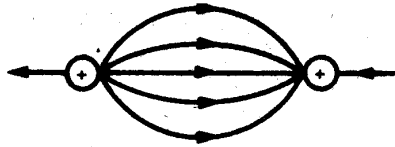
ข. ช่วยหาทิศของสนามไฟฟ้าได้

ค. ผ่านตัวนำได้ แต่ไม่ผ่านฉนวน

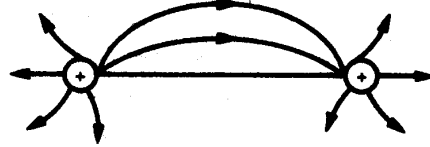
ง. ออกจากประจุบวก เข้าหาประจุลบ

2. ทรงกลมที่มีประจุ 2 ทรงกลม ต่างมีประจุบวกที่มีขนาดเท่ากัน วางห่างกันระยะทางขนาดหนึ่ง เส้นแรงไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในข้อใดถูกต้อง

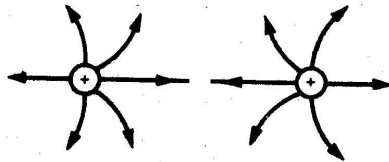
ก.



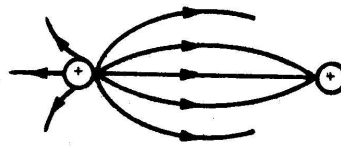
ข.



ค.



ง.



3. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

1). ณ ตำแหน่งใดๆ ที่มีแรงทางไฟฟ้ากระทำต่อประจุไฟฟ้าได้ บริเวณนั้นมีสนามไฟฟ้า

2). เส้นแรงไฟฟ้าจะมีทิศพุ่งออกจากประจุลบเข้าสู่ประจุบวก

3). สนามไฟฟ้าเป็นปริมาณเวกเตอร์

ข้อที่ถูกต้อง

ก. ข้อ 1, 2

ข. ข้อ 1, 3

ค. ข้อ 2, 3

ง. ข้อ 1, 2 และ 3

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

ก. 0.5×10^{-4} C

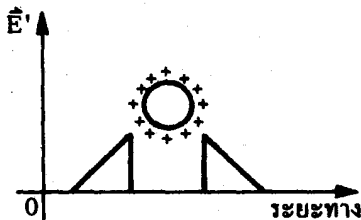
ข. 0.2×10^{-4} C

ค. 1.0×10^{-4} C

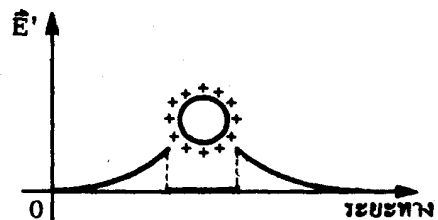
ง. 2.0×10^{-4} C

5. รูปแสดงสนามไฟฟ้าของทรงกลมตัวนำเทียบกับระยะทางต่อไปนี้ ข้อใดที่ท่านเห็นว่าถูกต้อง

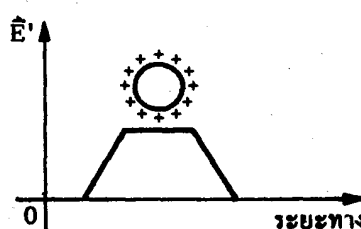
ก.



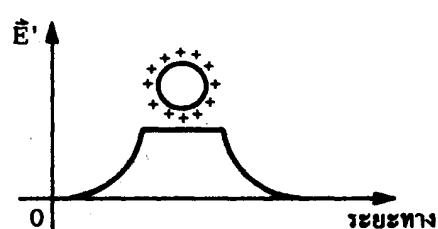
ข.



ค.



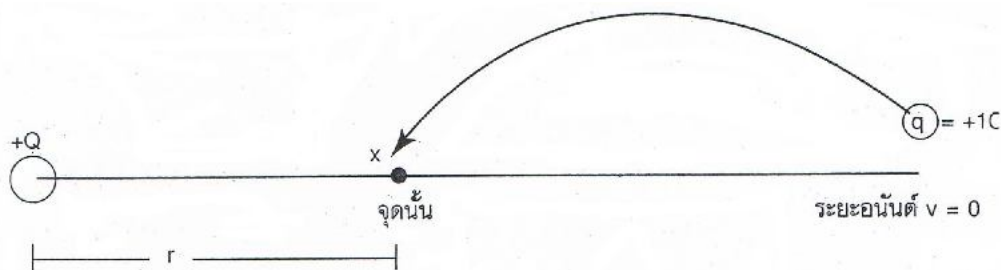
ง.



6. นำประจุ $+Q$ คูლობ์และ $+4Q$ คูლობ์ มาวางห่างกันเป็นระยะ 1 เมตร จงหาว่าจุดสะเทินอยู่ห่างจากจุดที่วาง $+Q$ คูლობ์เท่าไร
- ก. ห่างจาก $+Q$ คูლობ์ ด้านใน $1/3$ เมตร **ข. ห่างจาก $+Q$ คูლობ์ ด้านใน $1/4$ เมตร**
- ค. ห่างจาก $+Q$ คูლობ์ ด้านนอก $1/3$ เมตร ง. ห่างจาก $+Q$ คูლობ์ ด้านนอก $1/4$ เมตร
7. แผ่นโลหะสองแผ่นวางขนานกัน อยู่ห่างกัน 1 มิลลิเมตร ความต่างศักย์ระหว่างแผ่นโลหะทั้งสองเท่ากับ 90 โวลต์ สนามไฟฟ้าระหว่างแผ่นโลหะคู่นี้มีค่าเท่าใด
- ก. 3,000 N/C **ข. 9,000 N/C**
- ค. 30,000 N/C ง. 90,000 N/C
8. แผ่นตัวนำขนานห่างกัน 5 เซนติเมตร ทำให้เกิดสนามสม่ำเสมอตามแนวตั้งมีทิศพุ่งลง ถ้าต้องการให้อิเล็กตรอนลอยอยู่นิ่งๆ ใต้ที่ตำแหน่งระหว่างตัวนำขนานนี้ความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างตัวนำขนานต้องมีค่าเท่าใด
- ก. 2.8×10^{-11} โวลต์ **ข. 2.8×10^{-13} โวลต์**
- ค. 1.1×10^{-13} โวลต์ ง. 1.1×10^{-15} โวลต์
9. ประจุไฟฟ้า 2.5×10^{-6} C และ 5.0×10^{-6} C อยู่ห่างกัน 0.2 m ตำแหน่งที่สนามไฟฟ้าเป็นศูนย์จะอยู่ห่างจากประจุ 5.0×10^{-6} C เท่าใด
- ก. 0.017 m **ข. 0.083 m**
- ค. 0.117 m** ง. 0.830 m
10. สนามไฟฟ้าที่เกิดจากประจุสองประจุเท่ากับศูนย์อยู่ที่ตำแหน่งใด
- ถ้าประจุทั้งสองต่างชนิดกันจะอยู่ระหว่างประจุทั้งสอง
 - อยู่ใกล้ประจุที่มีค่าน้อย
 - มีเพียงตำแหน่งเดียว
- ก. ข้อ 1, 2 **ข. ข้อ 1, 3**
- ค. ข้อ 2, 3** ง. ข้อ 1, 2, 3

ศักย์ไฟฟ้า (Electric potential)

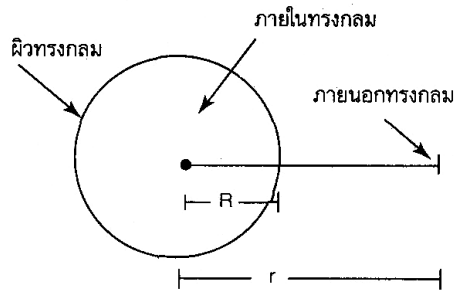
ศักย์ไฟฟ้า คือ งานในการนำประจุ $+1C$ คูლობ์ จากระยะอนันต์มาที่จุดนั้น (ศักย์ไฟฟ้าเป็นปริมาณสเกลาร์มีค่าเป็นบวกและลบเวลาคำนวณต้องแทนค่าเครื่องหมายประจุ)



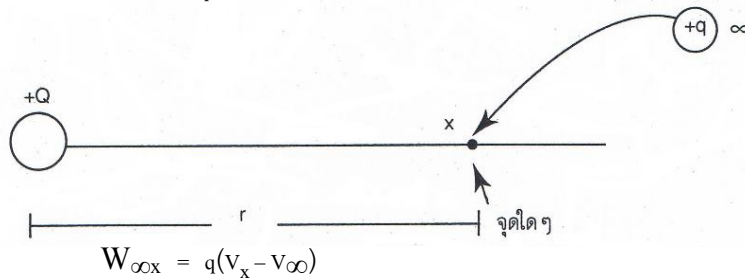
สูตรศักย์ไฟฟ้า
$$V = \frac{KQ}{r}$$

สูตรศักย์ไฟฟ้ารวม
$$\Sigma V = \Sigma \left(\frac{KQ}{r} \right) = V_1 + V_2 + V_3 + \dots V_4$$

ศักย์ไฟฟ้าภายในตัวนำทรงกลม

เมื่อ E คือ สนามไฟฟ้า Q คือ ประจุไฟฟ้า R คือ รัศมีทรงกลม r คือ ระยะห่าง K คือ ค่าคงที่เท่ากับ $9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$

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

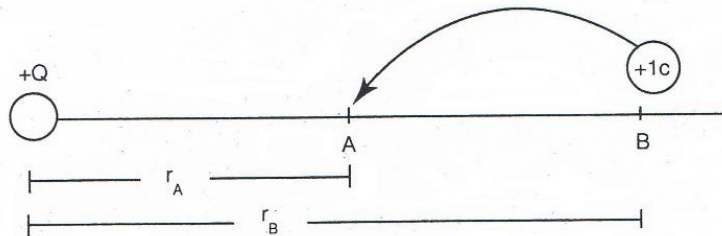
พลังงานศักย์ไฟฟ้า E_p คือ งานในการเคลื่อนประจุ $+q$ จากอนันต์มายังจุดใด ๆ

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

หมายเหตุ พลังงานศักย์ไฟฟ้าเป็นปริมาณสเกลาร์ต้องแทนเครื่องหมายประจุ บวก และลบด้วย

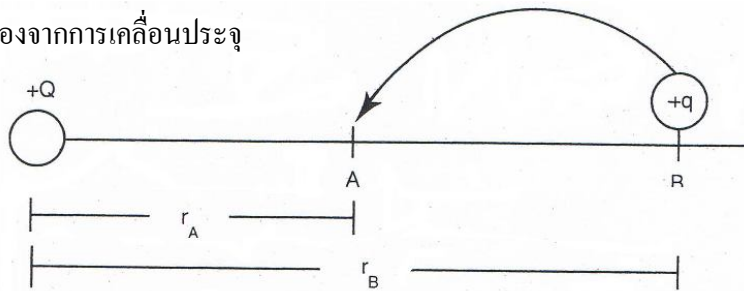
ความต่างศักย์ (Potential different)

ความต่างศักย์ คือ งานในการเคลื่อนประจุ $+1$ คูลอมบ์ จากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่ง เช่น ความต่างศักย์ระหว่างจุด A กับ B คือ งานในการเคลื่อนประจุ $+1 \text{ C}$ จาก B ไปหา A

กำหนดให้ V_{AB} = ความต่างศักย์ระหว่างจุด A กับ B V_A = ศักย์ไฟฟ้าที่ A V_B = ศักย์ไฟฟ้าที่ B $K = 9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$ r = ระยะห่าง

งานไฟฟ้า

งานเนื่องจากการเคลื่อนประจุ



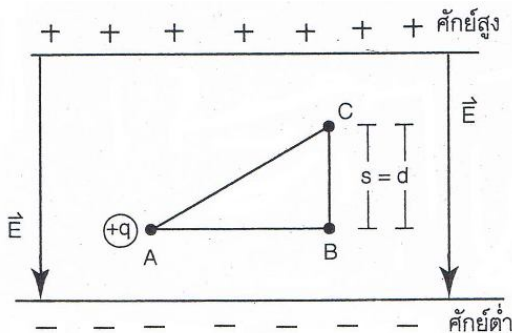
งานเนื่องจากการเคลื่อนประจุจาก B ไป A จะได้

$$W_{BA} = q(V_A - V_B) = q(V_{AB})$$

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

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

งานเนื่องจากการเคลื่อนประจุในสนามไฟฟ้า



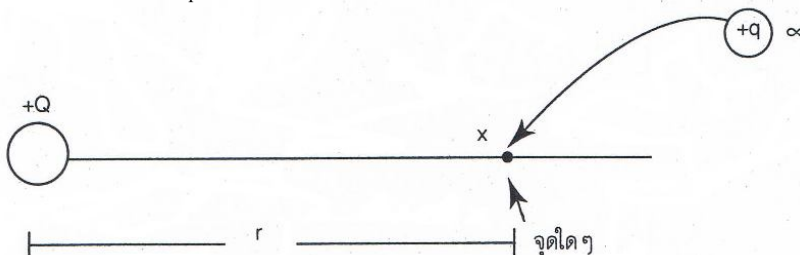
$$W_{AC} = W_{ABC} = qV_{CA} = qEd$$

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

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

พลังงานศักย์ E_p , แรงประจุจากความต่างศักย์

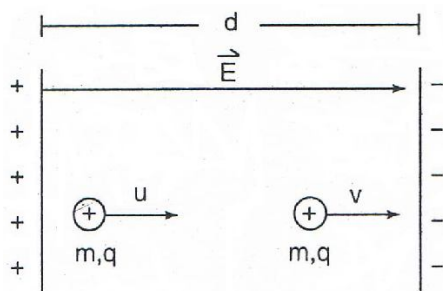
พลังงานศักย์ (E_p) คือ งานในการเคลื่อน $+q$ จากอนันต์มายังจุดใด ๆ



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

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

แรงประจุจากความต่างศักย์ เปลี่ยนพลังงานศักย์ไฟฟ้าเป็นพลังงานจลน์



q คือ ประจุ

u คือ ความเร็วต้น

m คือ มวล

v คือ ความเร็วปลาย

E คือ สนามไฟฟ้า

d คือ ระยะห่าง

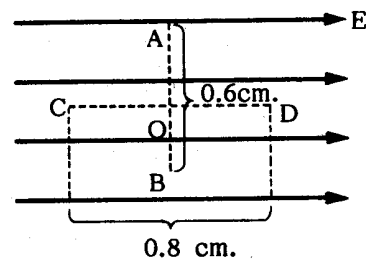
E_p คือ พลังงานศักย์

E_k คือ พลังงานจลน์

$$\begin{aligned}
 E_p &= E_k \\
 qV &= \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mu^2 \\
 qEd &= \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mu^2
 \end{aligned}$$

แบบฝึกหัด 13.5

- จงหาศักย์ไฟฟ้า ณ ตำแหน่งต่างๆ ของประจุต่อไปนี้
 - ตำแหน่งที่อยู่ห่างจากจุดประจุ 4 ไมโครคูลอมบ์ เป็นระยะ 5 เซนติเมตร
 - ตำแหน่งที่อยู่ห่างจากจุดประจุ - 4 ไมโครคูลอมบ์ เป็นระยะ 10 เซนติเมตร
- สามเหลี่ยมด้านเท่า ABC มีความยาวด้านละ 20 เซนติเมตร ที่จุด A และ B มีประจุ - 2 ไมโครคูลอมบ์ และ 4 ไมโครคูลอมบ์ ตามลำดับ จงหาศักย์ไฟฟ้าที่จุด C
- จุดประจุ 3 จุดประจุ วางอยู่ที่มุมของสามเหลี่ยมด้านเท่ายาวด้านละ 4 เซนติเมตร ทำให้จุดที่เส้นมัธยฐานทั้งสามเส้นตัดกันมีศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์หากจุดประจุ 2 จุดประจุ มีค่า 5 ไมโครคูลอมบ์ และ 3 ไมโครคูลอมบ์ จงหาค่าจุดประจุที่ 3
- ในการเคลื่อนที่ของประจุ 2 คูลอมบ์ ในสนามไฟฟ้า จากจุด A ไปที่จุด B ปรากฏว่าเกิดงาน 10 จูล ศักย์ไฟฟ้าที่จุด A = 2 โวลต์ ศักย์ไฟฟ้าที่จุด B มีค่าเท่าไร
- ในการเกิดฟ้าผ่าครั้งหนึ่ง ปรากฏว่าอิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่จากดินขึ้นไปสู่ก้อนเมฆ เสียพลังงานไป 5 เมกกะอิเล็กตรอนโวลต์ จงหาความต่างศักย์ระหว่างก้อนเมฆกับพื้นดิน กำหนดให้ (พลังงาน 1 อิเล็กตรอน-โวลต์ = 1.6×10^{-19} จูลอมบ์)
- ถ้าต้องการเร่งอนุภาคมวล 4×10^{-12} กิโลกรัม ที่มีประจุ 8×10^{-7} คูลอมบ์จากสภาพหยุดนิ่งให้มีอัตราเร็ว 100 เมตร /วินาที จะต้องใช้ต่างศักย์เท่าใด
- อนุภาคมีประจุ 2×10^{-5} คูลอมบ์ เริ่มเคลื่อนที่จากจุดหยุดนิ่งไปบริเวณที่มีสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอขนาด 50 โวลต์/เมตร เมื่ออนุภาคเคลื่อนที่ได้ X เมตร ในทิศเดียวกับทิศของสนามอนุภาคจะมีพลังงานเป็น 1×10^{-5} จูล ระยะ X มีค่าเท่าไร
- โปรตอนมวล 1.67×10^{-27} กิโลกรัม มีประจุ 1.6×10^{-6} คูลอมบ์ เริ่มต้นเคลื่อนที่จากหยุดนิ่งจาก A ไป B ถ้าศักย์ไฟฟ้าที่จุด B สูงกว่าที่จุด A 100 โวลต์ อัตราเร็วของโปรตอนขณะผ่านจุด B มีค่าเท่าใด
- กำหนดจุด A,B,C และ D อยู่ในสนามไฟฟ้าที่สม่ำเสมอมีความเข้ม $E = 2.0 \times 10^5$ V/m จุด A และ B ห่างกัน 0.6 ซม. จุด C และ D ห่างกัน 0.8 ซม. เส้นตรง AB และ CD แบ่งครึ่งและตั้งฉากกันที่จุด O จงหา
 - ความต่างศักย์ระหว่างจุด C กับจุด D
 - งานในการเคลื่อน electron ตัวหนึ่ง จากจุด C ไปยังจุด A



แบบฝึกหัดทบทวน 13.5

คำสั่ง ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียวลงในกระดาษคำตอบ

1. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

1. บริเวณที่สนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าจะแปรผันตรงกับค่าสนามไฟฟ้า
2. บริเวณที่สนามไฟฟ้ามีค่าเป็นศูนย์ บริเวณนั้นจะมีค่าศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์ด้วย
3. บริเวณที่ศักย์ไฟฟ้ามีค่าเป็นศูนย์ บริเวณนั้นจะมีค่าสนามไฟฟ้าเป็นศูนย์ด้วย

ข้อที่ผิดคือ

ก. ข้อ 1 และ 2

ข. ข้อ 1 และ 3

ค. ข้อ 2 และ 3

ง. ข้อ 1, 2 และ 3

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

ก. 6 m/s^2

ข. 7 m/s^2

ค. 8 m/s^2

ง. 9 m/s^2

3. อนุภาคมีประจุ 2×10^{-5} C เริ่มเคลื่อนที่จากหยุดนิ่งในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ ขนาด 200 V/m เมื่ออนุภาคเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 50 cm ในทิศเดียวกับทิศของสนามไฟฟ้า อนุภาคนี้จะมีพลังงานจลน์เท่าไร

ก. 2×10^{-3} จูล

ข. 1.6×10^{-5} จูล

ค. 4×10^{-4} จูล

ง. 8×10^{-4} จูล

4. วางประจุไฟฟ้า 3×10^{-4} C ที่ตำแหน่ง $X = -2$ m, $Y = 0$ m และประจุลบขนาดเท่ากันที่ตำแหน่ง $X = 0$ m, $Y = 3$ m ศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งจุดกำเนิด (0, 0) จะเป็นกี่โวลต์

ก. 4.5×10^5 V

ข. 6.5×10^5 V

ค. 8.5×10^5 V

ง. 9.5×10^5 V

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

ก. 2 m/s^2

ข. 4 m/s^2

ค. 6 m/s^2

ง. 8 m/s^2

6. ทรงกลมรัศมี 0.6 เมตร จะต้องมีประจุเท่าใดจึงจะทำให้ทรงกลมมีศักย์ไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 6×10^6 โวลต์

ก. 0.0002 C

ข. 0.0003 C

ค. 0.0004 C

ง. 0.0005 C

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

ก. 0.025 โวลต์

ข. 0.4 โวลต์

ค. 2.5 โวลต์

ง. 40 โวลต์

8. จุดประจุวางอยู่ในตำแหน่งดังรูปจงหาว่าที่จุด A มีศักย์ไฟฟ้าเท่าใด

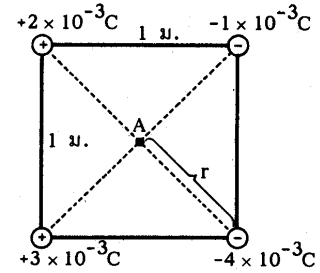
กำหนด $K = 9 \times 10^9$ นิวตัน-(เมตร)² ต่อ(คูลอมบ์)

ก. 0 โวลต์

ข. -36×10^6 โวลต์

ค. 36×10^3 โวลต์

ง. 36×10^6 โวลต์



9. ที่จุดซึ่งห่างจากจุดประจุที่เป็นระยะหนึ่งมีศักย์ไฟฟ้า 600 โวลต์ และมีความเข้มสนามไฟฟ้า

100 N/C จงหาปริมาณของประจุไฟฟ้านั้น

ก. 2×10^{-7} คูลอมบ์

ข. 4×10^{-7} คูลอมบ์

ค. 1×10^{-7} คูลอมบ์

ง. 3×10^{-7} คูลอมบ์

10. สี่เหลี่ยมจัตุรัสรูปหนึ่งมีประจุ +50, -100, +30 คูลอมบ์ วางอยู่ที่มุมสามมุม มุมละประจุ ถ้านำประจุ Q คูลอมบ์ ไปวางไว้ที่มุมที่สี่ มีผลทำให้จุดที่เส้นทแยงมุมตัดกันมีศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์ จงหาค่า Q ว่าเป็นกี่คูลอมบ์

ก. -30 คูลอมบ์

ข. -20 คูลอมบ์

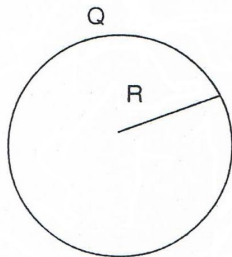
ค. +20 คูลอมบ์

ง. +30 คูลอมบ์

ตัวเก็บประจุและความจุไฟฟ้า

ตัวเก็บประจุ คือ ตัวนำที่ทำหน้าที่เก็บประจุ

ความจุไฟฟ้า คือ อัตราส่วนของประจุต่อศักย์ไฟฟ้า



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

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

กำหนดให้ C คือ ความจุ หน่วยเป็นฟารัด

Q คือ ประจุ หน่วยเป็นคูลอมบ์

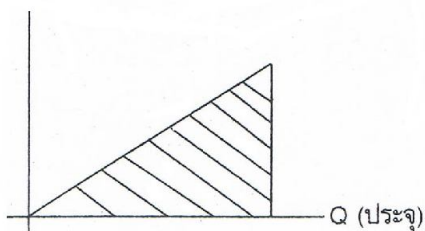
V คือ ศักย์ไฟฟ้า หน่วยเป็นโวลต์

K คือ ค่าคงที่เท่ากับ $9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$

พลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ (U)

พลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ = พื้นที่ใต้กราฟ Q กับ V

V (ความต่างศักย์)



กำหนดให้ U คือ พลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ (จูล)

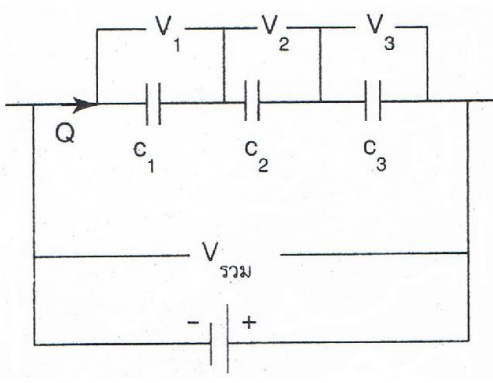
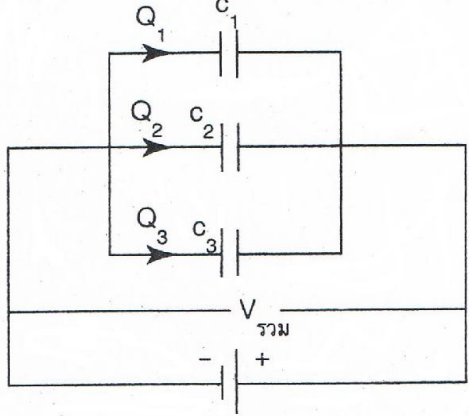
Q คือ ประจุไฟฟ้า (คูลอมบ์)

C คือ ความจุ (ฟารัด)

V คือ ศักย์ไฟฟ้า (โวลต์)

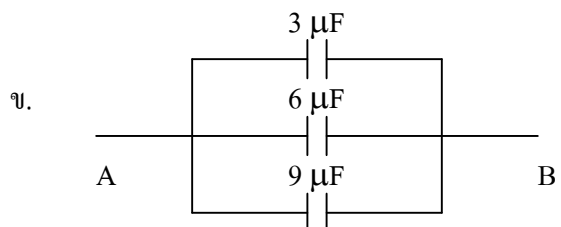
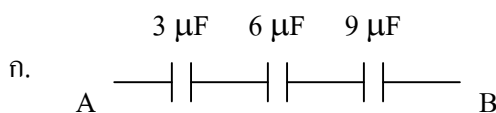
$$\text{พลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ (U)} = \frac{1}{2} QV = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$$

การต่อตัวเก็บประจุ

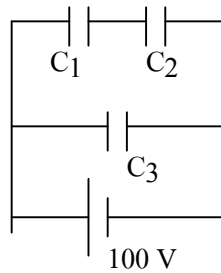
การต่อตัวเก็บประจุแบบอนุกรม	การต่อตัวเก็บประจุแบบขนาน
 $V_{รวม} = V_1 + V_2 + V_3$ $Q_{รวม} = Q_1 = Q_2 = Q_3$ $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$	 $V_{รวม} = V_1 = V_2 = V_3$ $Q_{รวม} = Q_1 + Q_2 + Q_3$ $C_{รวม} = C_1 + C_2 + C_3$

แบบฝึกหัด 13.6

- ตัวนำทรงกลม A และ B มีรัศมี 5 เซนติเมตร และ 10 เซนติเมตรตามลำดับ เก็บประจุเท่ากัน ทรงกลม A จะมีศักย์ไฟฟ้าเป็นกี่เท่าของทรงกลม B
- ตัวนำทรงกลมมีศักย์ไฟฟ้า 500 โวลต์ เมื่อเก็บประจุ 25 ไมโครคูลอมบ์ จงหาค่าความจุของตัวนำนี้
- ตัวเก็บประจุ $40 \mu F$ ต่อกับความต่างศักย์ 9 โวลต์ จงหาประจุบนตัวเก็บประจุนี้
- ตัวเก็บประจุหนึ่งมีอักษรเขียนไว้ $0.05 \mu F, 400 V$ จะสามารถเก็บประจุไว้ได้สูงสุดเท่าใด ถ้าเอาไปใช้งานที่ต้องการเก็บประจุ 15 ไมโครคูลอมบ์ ต้องต่อกับความต่างศักย์เท่าใด
- แผ่นโลหะขนานห่างกัน 2 เซนติเมตร ใช้ทำเป็นตัวเก็บประจุที่มีค่าความจุ 50 พิโกฟารัด ถ้าสนามไฟฟ้าระหว่างแผ่นโลหะมีค่า 600 นิวตัน / คูลอมบ์ อยากทราบว่าตัวเก็บประจุนี้มีประจุเท่าใด
- ถ้าใช้ตัวต้านทาน 10 โอห์ม ต่อคร่อมตัวเก็บประจุขนาด 2,000 ไมโครฟารัด เพื่อคายประจุจากค่าประจุเริ่มต้น 2 คูลอมบ์ จนไม่มีประจุเหลืออยู่เลย จะเกิดความร้อนบนตัวต้านทานกี่จูล
- ตัวเก็บประจุขนาด 25 ไมโครฟารัด เมื่อต่อกับความต่างศักย์ 100 โวลต์ จงหาพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ
- ตัวเก็บประจุหนึ่ง เมื่อต่อเข้ากับความต่างศักย์ 12 โวลต์ จะเกิดประจุบนตัวเก็บประจุขนาด $6 \times 10^{-4} C$ ตัวเก็บประจุนี้จะมีพลังงานสะสมเท่าไร
- จากรูป จงหาความจุไฟฟ้ารวมระหว่าง A กับ B



10. จากวงจรและข้อมูลที่กำหนดให้ พลังงานสะสมในวงจรมีค่ากี่จูล



เมื่อ	$C_1 = 4$	ไมโครฟารัด
	$C_2 = 12$	ไมโครฟารัด
	$C_3 = 9$	ไมโครฟารัด

แบบฝึกหัดทบทวน 13.6

คำสั่ง ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียวลงในกระดานคำตอบ

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

- ก. 3.2×10^{-4} C ข. 4.8×10^{-4} C
 ค. 8.0×10^{-4} C ง. 12.8×10^{-4} C

2. ตัวเก็บประจุ 3 ตัวมีความจุ $C_1 = 2 \mu\text{F}$, $C_2 = 3 \mu\text{F}$ และ $C_3 = 5 \mu\text{F}$ นำมาต่อกันแบบอนุกรม แล้วนำไปต่อกับความต่างศักย์ 310 โวลต์ จงหาประจุไฟฟ้าบนตัวเก็บประจุ C_3 ว่ามีค่าเท่าไร

- ก. 3×10^{-4} C ข. 4×10^{-4} C
 ค. 5×10^{-4} C ง. 6×10^{-4} C

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

- ก. 0.072 C ข. 0.014 C ค. 0.72 C ง. 0.14 C

4. ทรงกลมลูกหนึ่งที่มีรัศมี 1 เมตร มีประจุ 5 คูลอมบ์ จงหาความจุไฟฟ้าของทรงกลมนี้เป็นกีฟารัด ตอบในเทอมของค่า K

- ก. 20 K ข. K/2 ค. 1/20 K ง. 1/K

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

- ก. 1:1 ข. 1:2 ค. 2:1 ง. 1:4

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

- ก. 20 μC , 200 V ข. 30 μC , 600 V
 ค. 40 μC , 600 V ง. 30 μC , 400 V

7. ตัวเก็บประจุมีความจุ 5 ฟารัด ปลายทั้งสองต่อเข้ากับความต่างศักย์ 4,000 โวลต์ จงคำนวณหาพลังงานสะสมว่ามีค่าเท่าไร

- ก. 2×10^7 J ข. 4×10^7 J
 ค. 6×10^7 J ง. 8×10^7 J

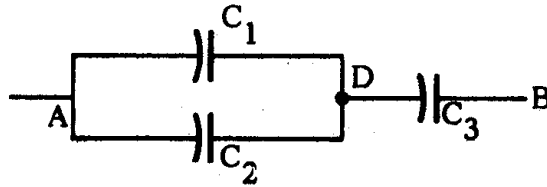
8. จากรูป กำหนด $C_1 = 1 \mu\text{F}$; $C_2 = 3 \mu\text{F}$; $C_3 = 4 \mu\text{F}$ จงคำนวณหาความจุรวมระหว่าง AB

ก. 2 μF

ข. 4 μF

ค. 8 μF

ง. 16 μF



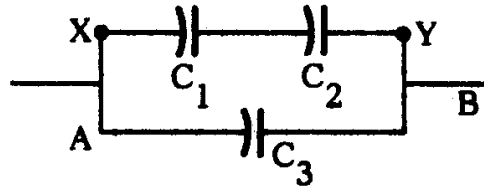
9. จากรูป กำหนด $C_1 = 20 \mu\text{F}$; $C_2 = 20 \mu\text{F}$; $C_3 = 13 \mu\text{F}$ จงคำนวณหาความจุรวมระหว่าง AB

ก. 2 μF

ข. 4 μF

ค. 8 μF

ง. 23 μF



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

ก. 20 μF

ข. 30 μF

ค. 50 μF

ง. 80 μF

