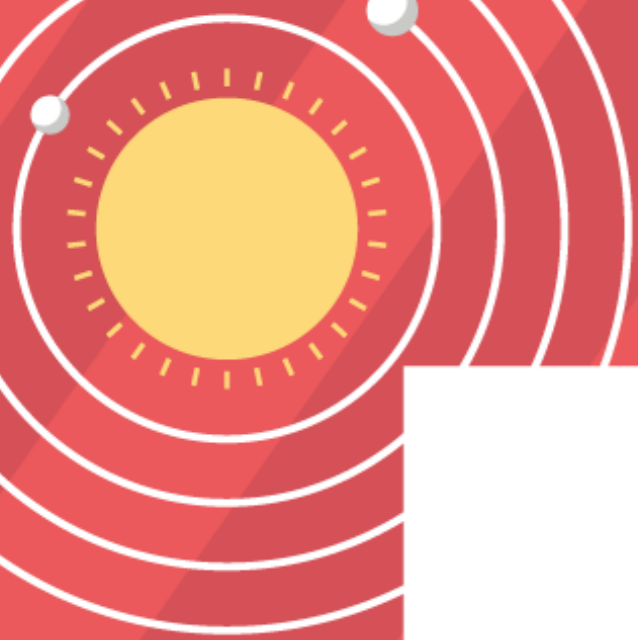


# ไฟฟ้าสถิต



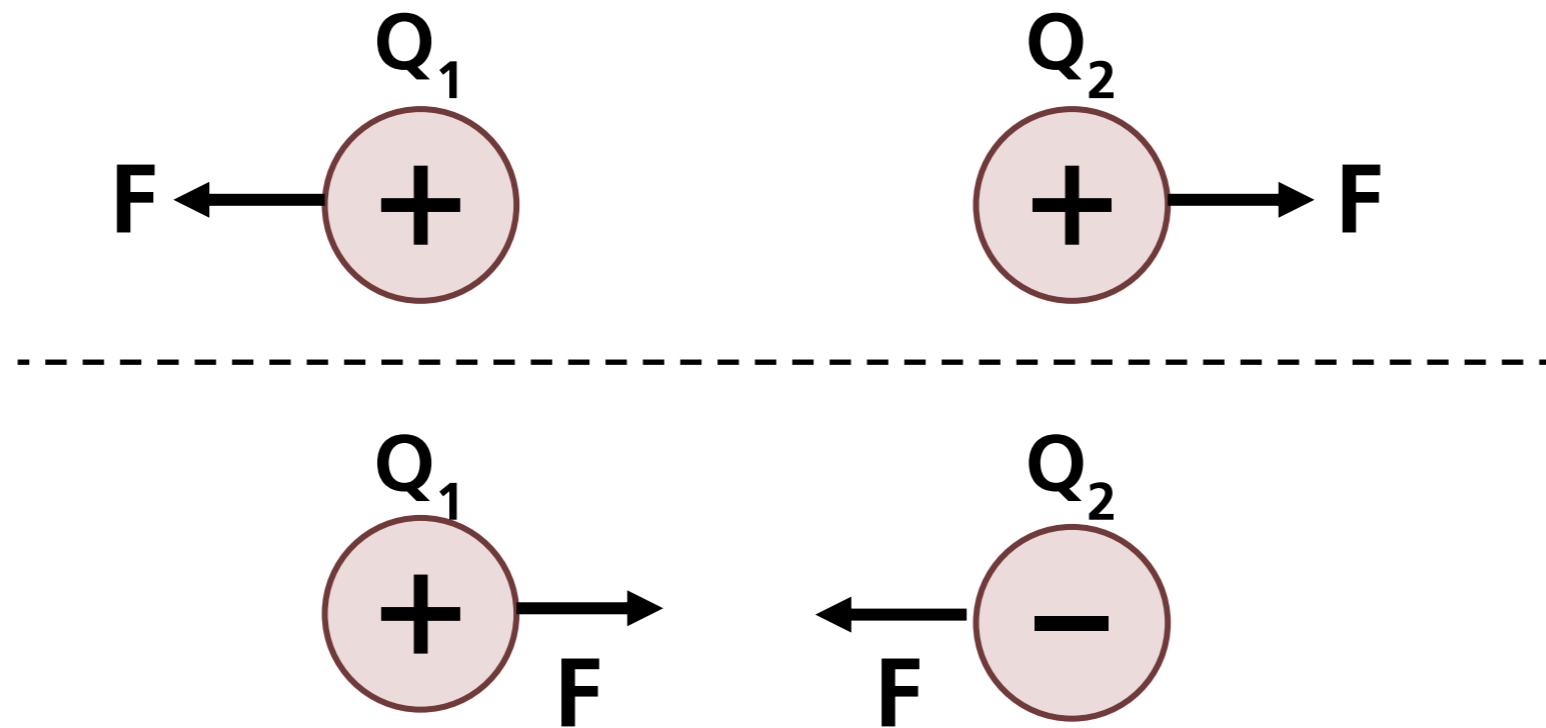
## ไฟฟ้าสถิต

- A แรงแรงระหว่างประจุ
- B สนามไฟฟ้า
- C ศักย์ไฟฟ้าและความต่างศักย์
- D ตัวเก็บประจุ

# ไฟฟ้าสถิต

## A. แรงระหว่างประจุ

$$F = \frac{kQ_1Q_2}{R^2} \text{ (กฎของคูลอมบ์)}$$



# ไฟฟ้าสถิต

## B. สนามไฟฟ้า

สนามไฟฟ้า

$$E = \frac{kQ}{R^2}$$

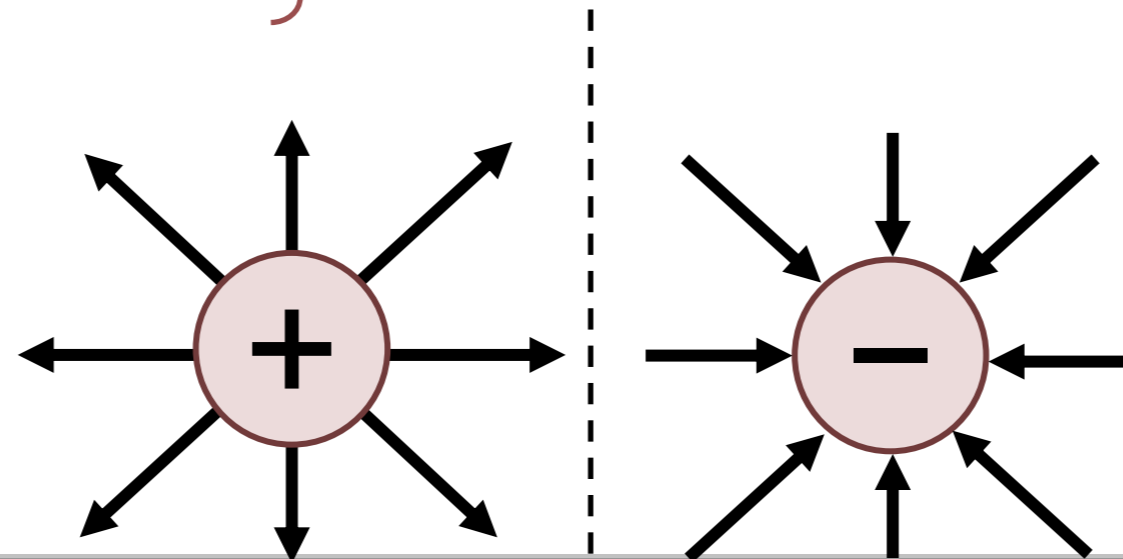
นิยาม: แรงแม่เหล็กกระทำต่อจุดประจุ +1C

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{+q}$$

$$\vec{F} = q\vec{E}$$

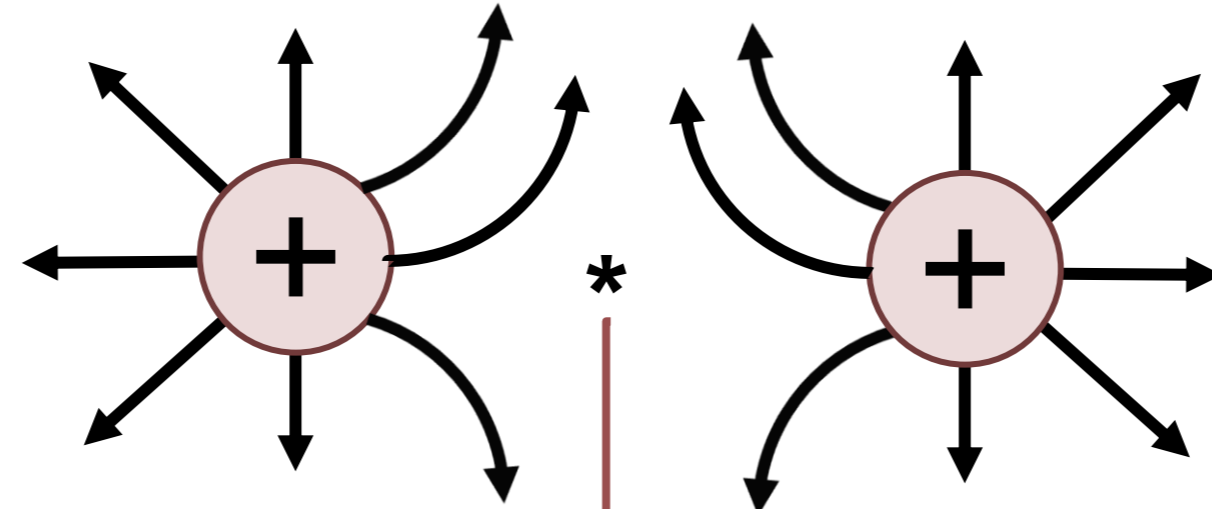
ทิศ: พุ่งออกจาก  $\oplus$   
พุ่งเข้าสู่  $\ominus$

แสดงได้ด้วยเส้นสนามไฟฟ้า

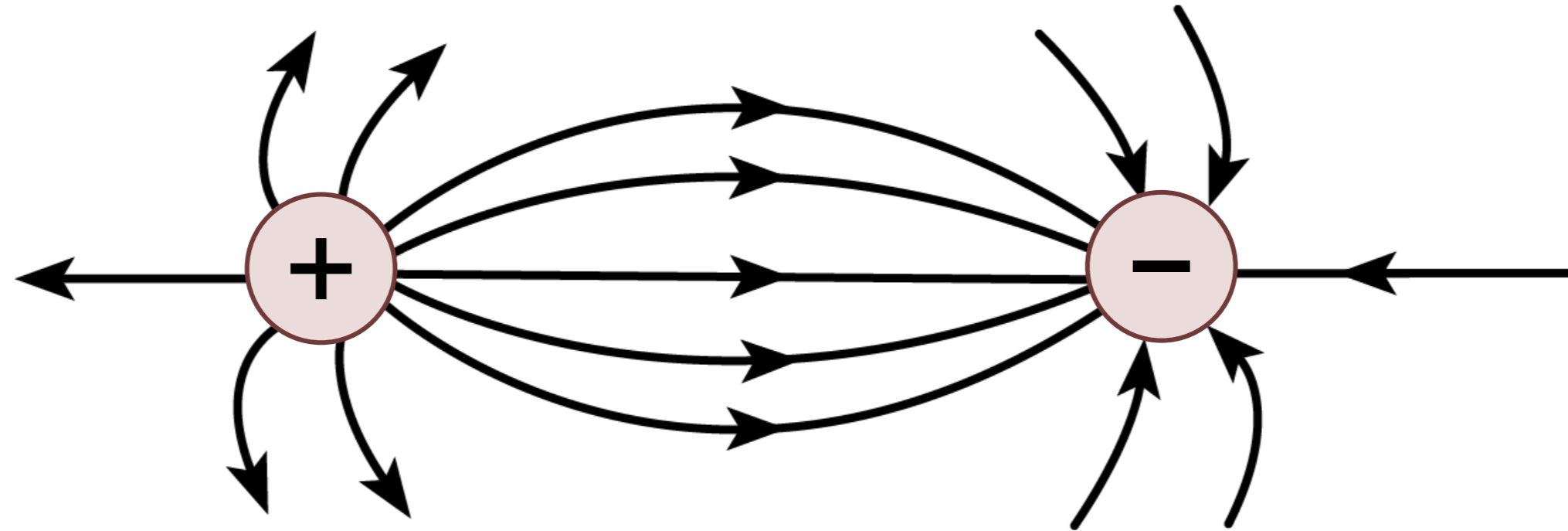


# ไฟฟ้าสถิต

## B. สนามไฟฟ้า




จุดสะเทินคือจุดที่  $\Sigma \vec{E} = 0$



# ไฟฟ้าสถิต

## C. ศักย์ไฟฟ้าและความต่างศักย์

- ศักย์ไฟฟ้า  $V = \frac{U}{q}$ ;  พลังงานศักย์ไฟฟ้า  $U = \frac{kQq}{r}$ 
  - ▶ U เกิดขึ้นเมื่อจุดประจุ q วางอยู่ในสนามไฟฟ้าของประจุ Q
  - ▶ U ของ q มีค่าเท่ากับงานของแรงไฟฟ้าในการนำ q จากอนันต์มายังจุดนั้นๆ

$$V = \frac{kQ}{r}$$

- ความต่างศักย์ไฟฟ้า

$$V_{AB} = V_A - V_B = \frac{\Delta U}{q} = \frac{-W_{A \rightarrow B}}{q}$$

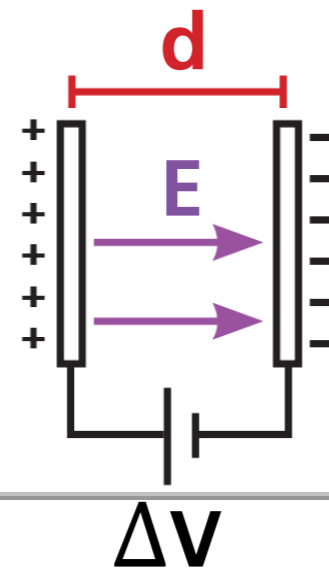
# ไฟฟ้าสถิต

## C. ศักย์ไฟฟ้าและความต่างศักย์

- งานของแรงภายนอกในการเคลื่อนประจุจาก A ไป B

$$W_{A \rightarrow B} = q(V_B - V_A)$$

- สนามไฟฟ้าสม่ำเสมอจากความต่างศักย์



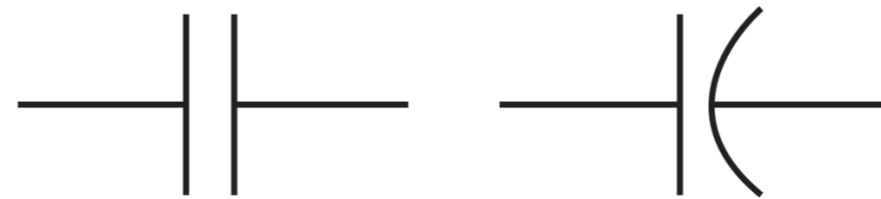
$$E = \frac{\Delta V}{d} \text{ หรือ } \Delta V = Ed$$

# ไฟฟ้าสถิต

## D. ตัวเก็บประจุ

- ความจุไฟฟ้า

$$C = \frac{Q}{\Delta V}$$



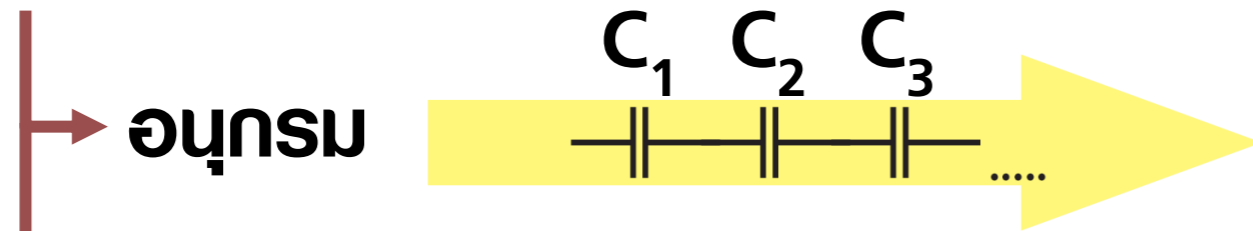
- พลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ

$$U = \frac{1}{2} Q \Delta V = \frac{1}{2} C \Delta V^2 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$$

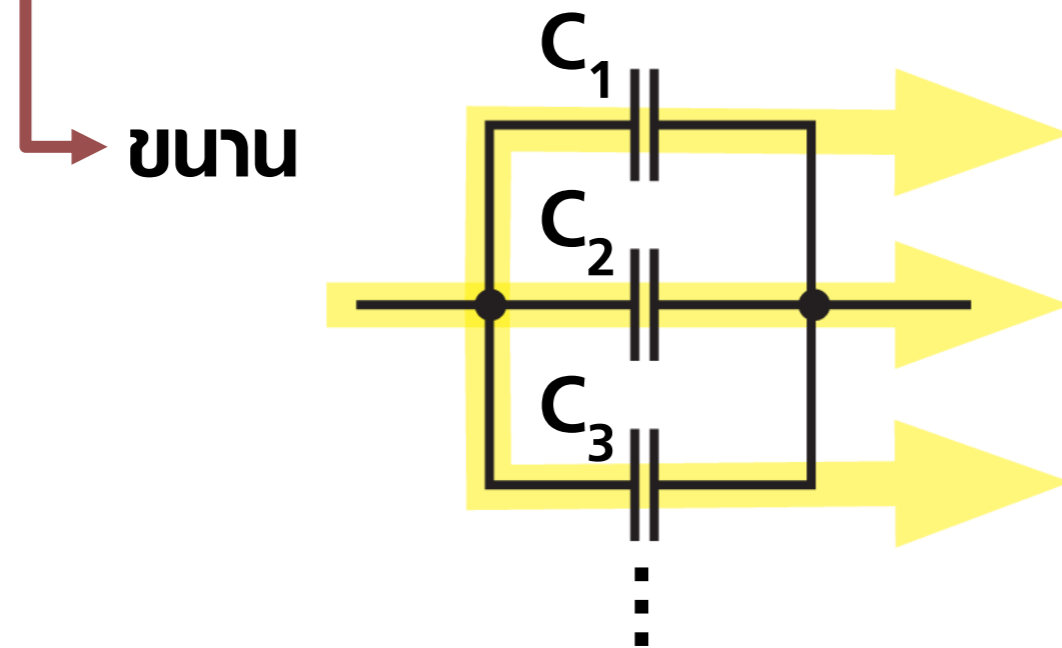


# ไฟฟ้าสถิต

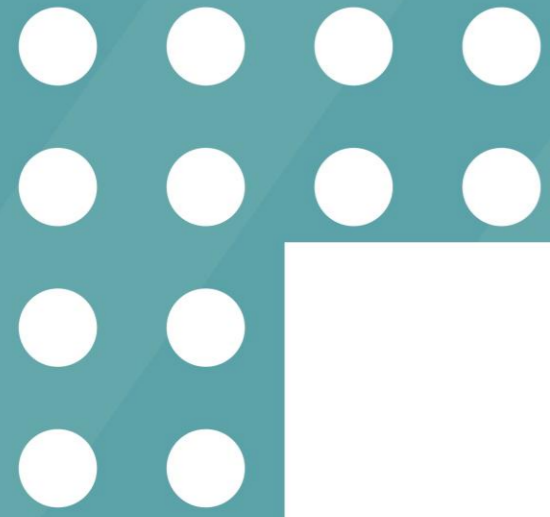
- การต่อตัวเก็บประจุ



$C_{\text{รวม}}$  ลดลง  $\rightarrow \frac{1}{C_{\text{รวม}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots$



$C_{\text{รวม}}$  เพิ่มขึ้น  $\rightarrow C_{\text{รวม}} = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$



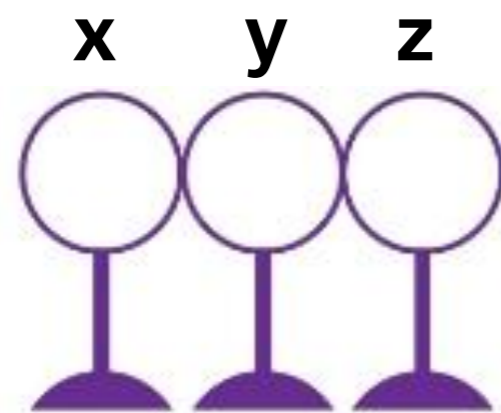
# Exercise



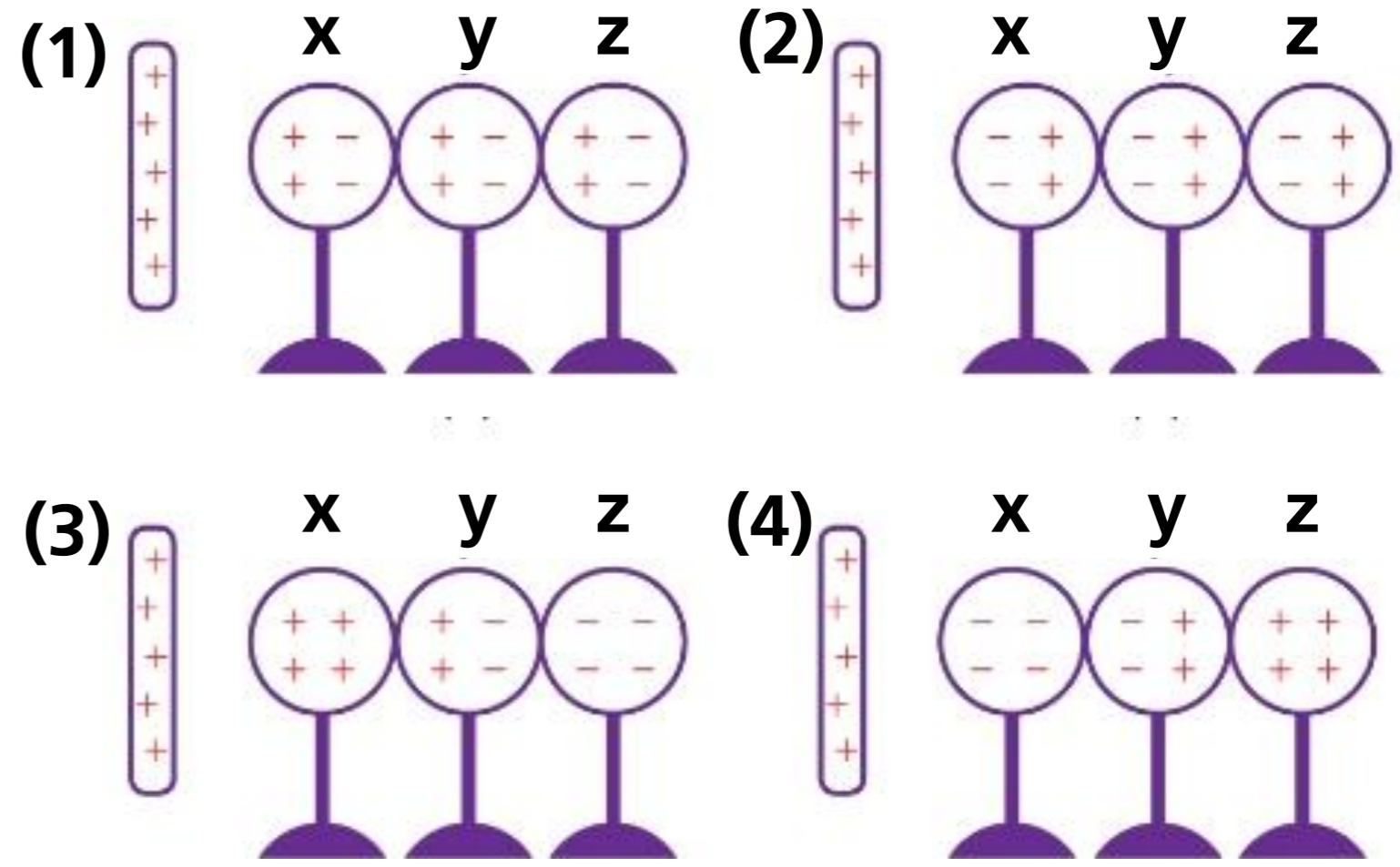
# ไฟฟ้าสถิต

## Exercise

1. ทรงกลมตัวนำ  $x$ ,  $y$  และ  $z$  ที่มีประจุสุทธิเป็นศูนย์ วางติดกันบนขาตั้งที่เป็นฉนวนไฟฟ้า ดังรูป



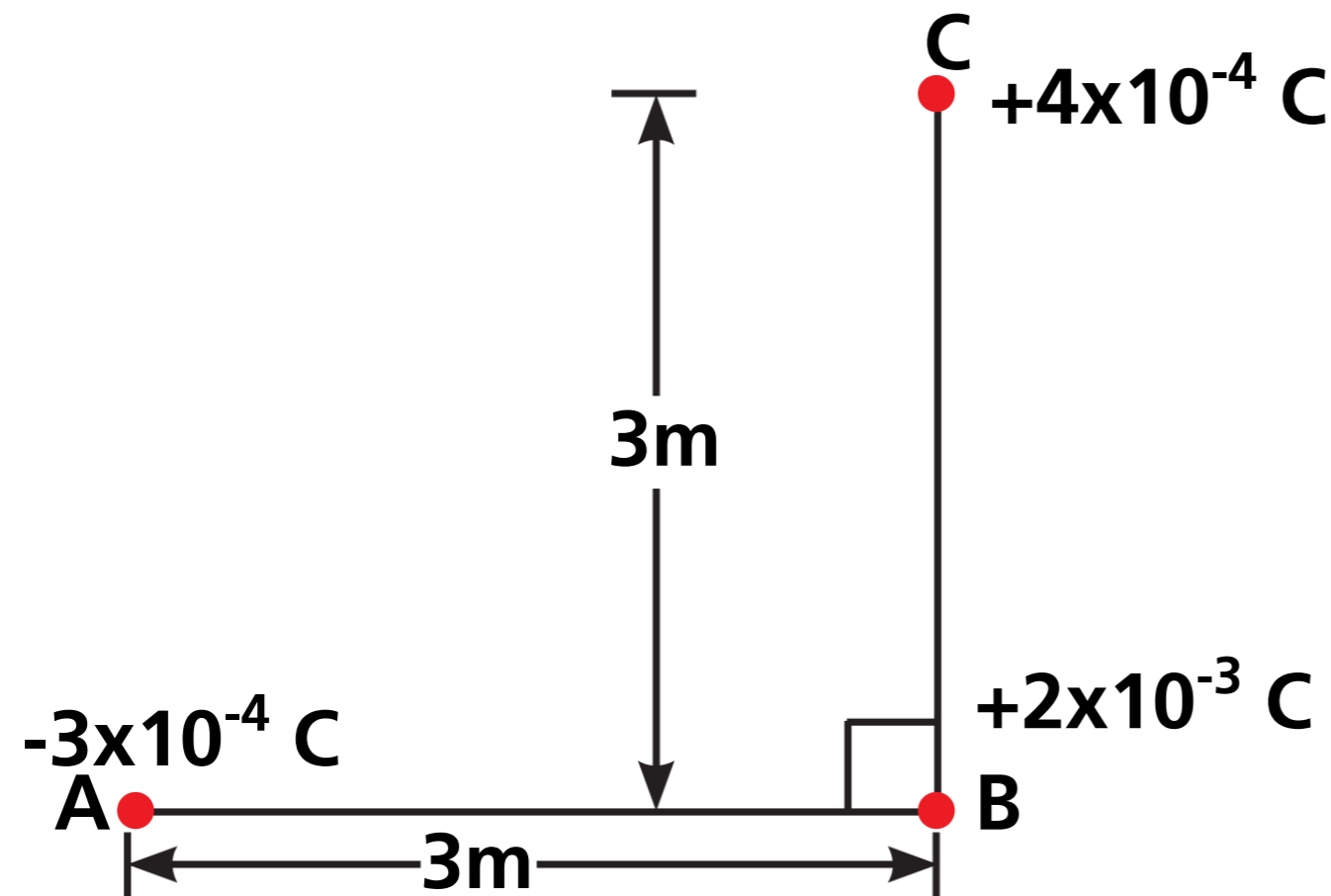
เมื่อนำแท่งวัตถุที่มีประจุบวกมาวางใกล้ๆ กับทรงกลม  $x$  แต่ไม่แตะ ข้อใดแสดงสิ่งที่เกิดขึ้นได้ถูกต้อง



# ไฟฟ้าสถิต

## Exercise

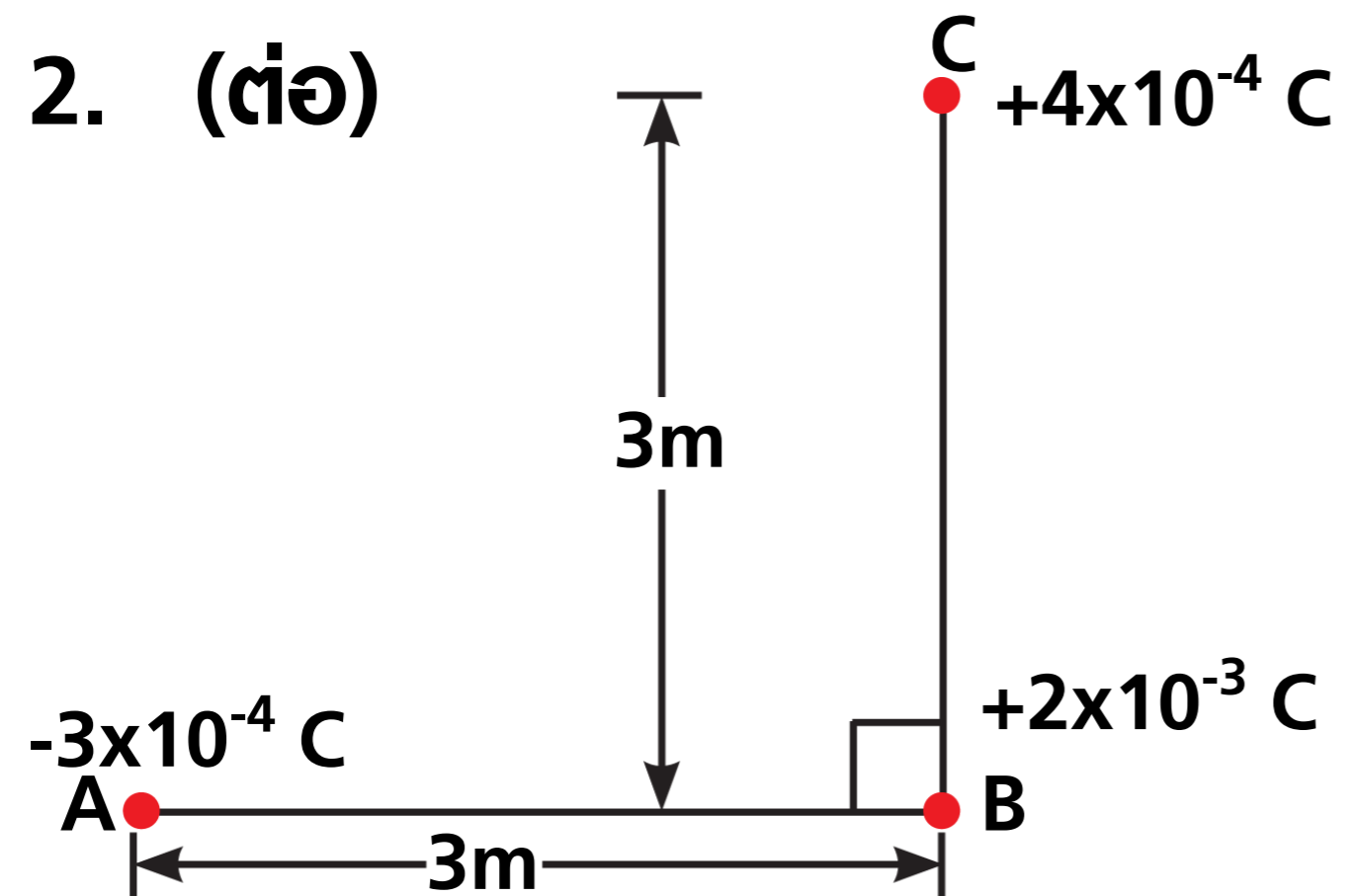
2. ประจุไฟฟ้า  $-3 \times 10^{-4} \text{ C}$ ,  $+2 \times 10^{-3} \text{ C}$  และ  $-4 \times 10^{-4} \text{ C}$  วางอยู่ที่จุด A, B และ C ดังรูป จงหาว่า แรงแกระทำที่มีต่อประจุ  $+2 \times 10^{-3} \text{ C}$  มีขนาดกี่นิวตัน



# ไฟฟ้าสถิต

## Exercise

2. (ต่อ)



# ไฟฟ้าสถิต

## Exercise

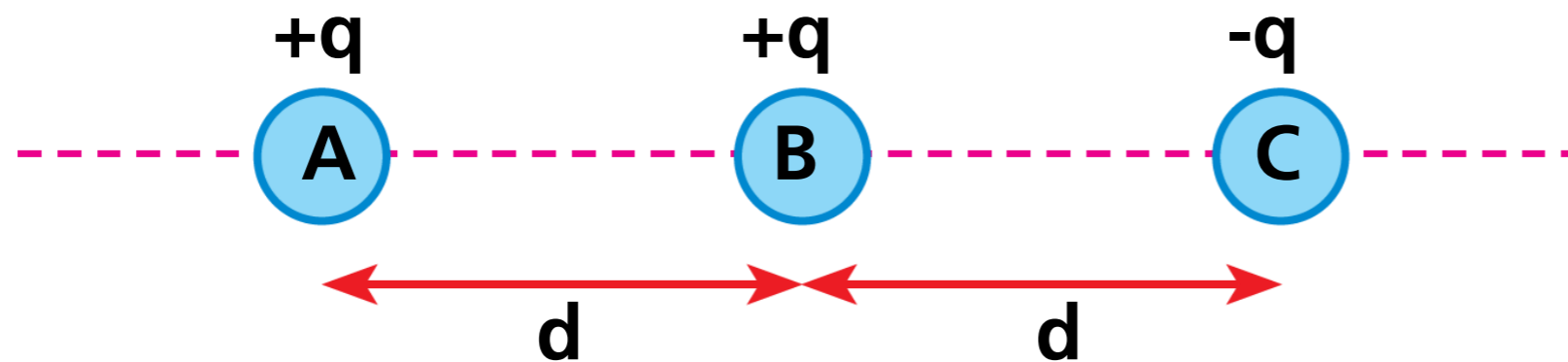
3. ประจุไฟฟ้า 3 ประจุเรียงกันอยู่ในแนวเส้นตรง ดังรูป ข้อใดถูกต้อง  
เกี่ยวกับขนาดของแรงไฟฟ้าที่กระทำต่อประจุ A, B และ C

1.  $F_A > F_B > F_C$

2.  $F_B > F_C > F_A$

3.  $F_C > F_B > F_A$

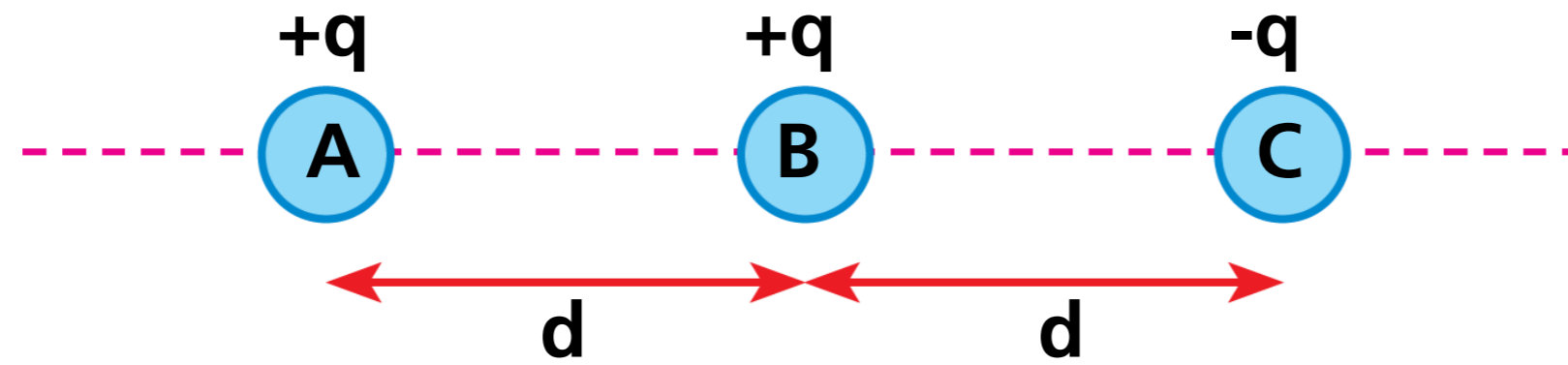
4.  $F_C > F_A > F_B = 0$



# ไฟฟ้าสถิต

## Exercise

3. (ต่อ)



# ไฟฟ้าสถิต

## Exercise

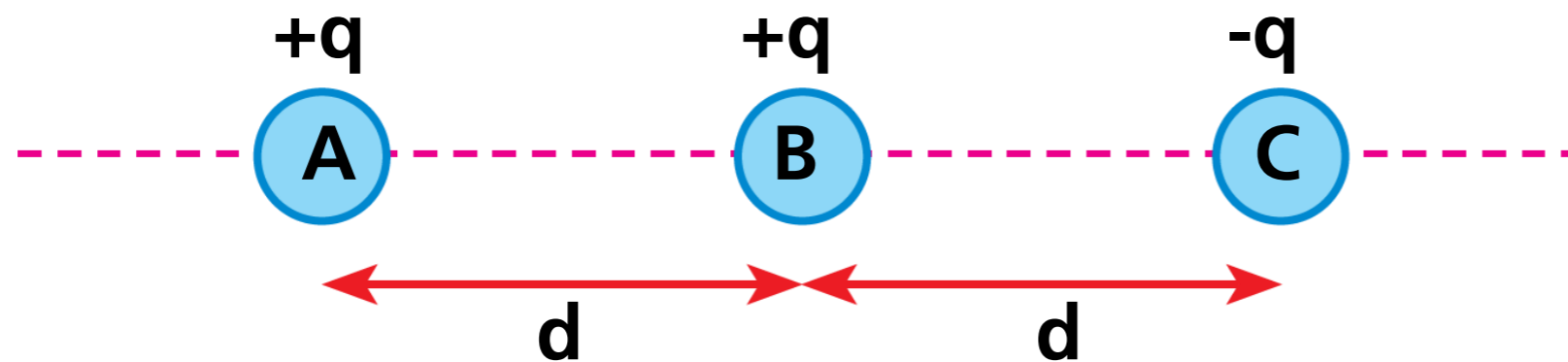
3. ประจุไฟฟ้า 3 ประจุเรียงกันอยู่ในแนวเส้นตรง ดังรูป ข้อใดถูกต้อง  
เกี่ยวกับขนาดของแรงไฟฟ้าที่กระทำต่อประจุ A, B และ C

1.  $F_A > F_B > F_C$

2.  $F_B > F_C > F_A$

3.  $F_C > F_B > F_A$

4.  $F_C > F_A > F_B = 0$

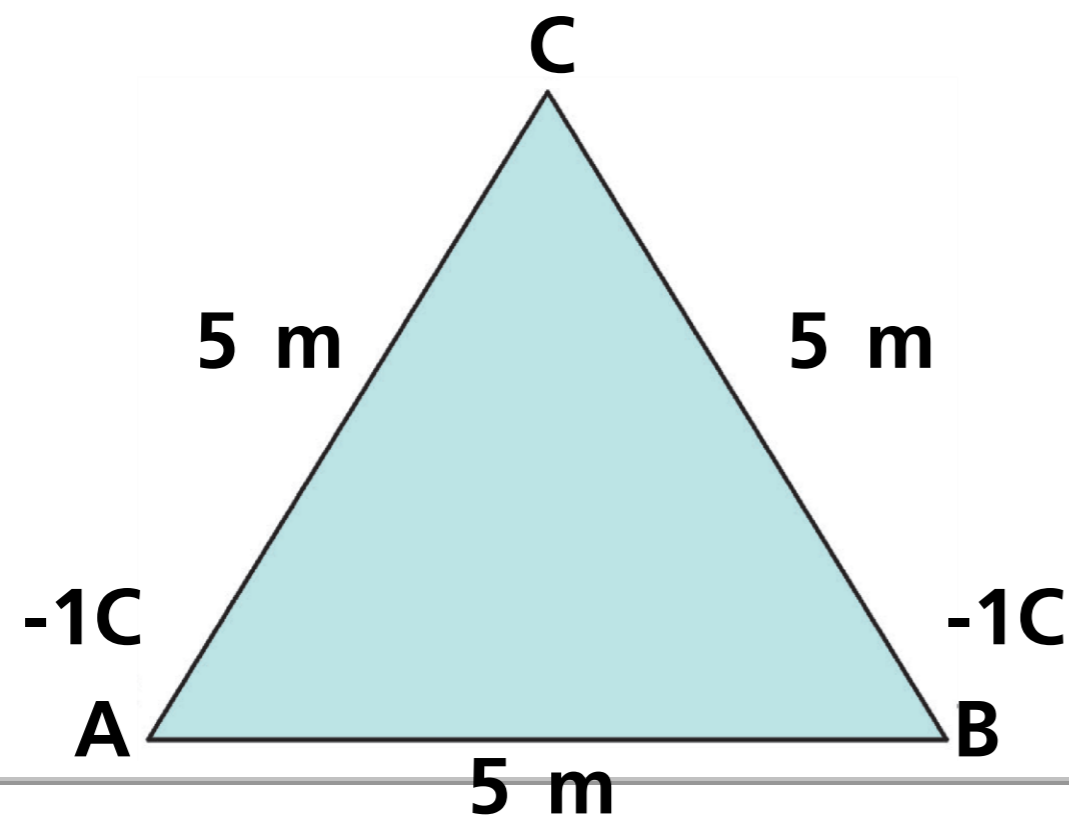




## ไฟฟ้าสถิต

### Exercise

4. ประจุ  $-1$  คูลอมบ์ อยู่ที่จุด A และ B ซึ่งอยู่ห่างกัน 5 เมตร ที่จุด C ซึ่งอยู่ห่างจุดทั้งจุด A และ B เป็นระยะทาง 5 เมตร จะมีขนาดของสนามไฟฟ้าเท่าไร



1.  $\sqrt{3} \frac{k}{25} \text{N/C}$

2.  $\frac{\sqrt{3}}{2} \frac{k}{25} \text{N/C}$

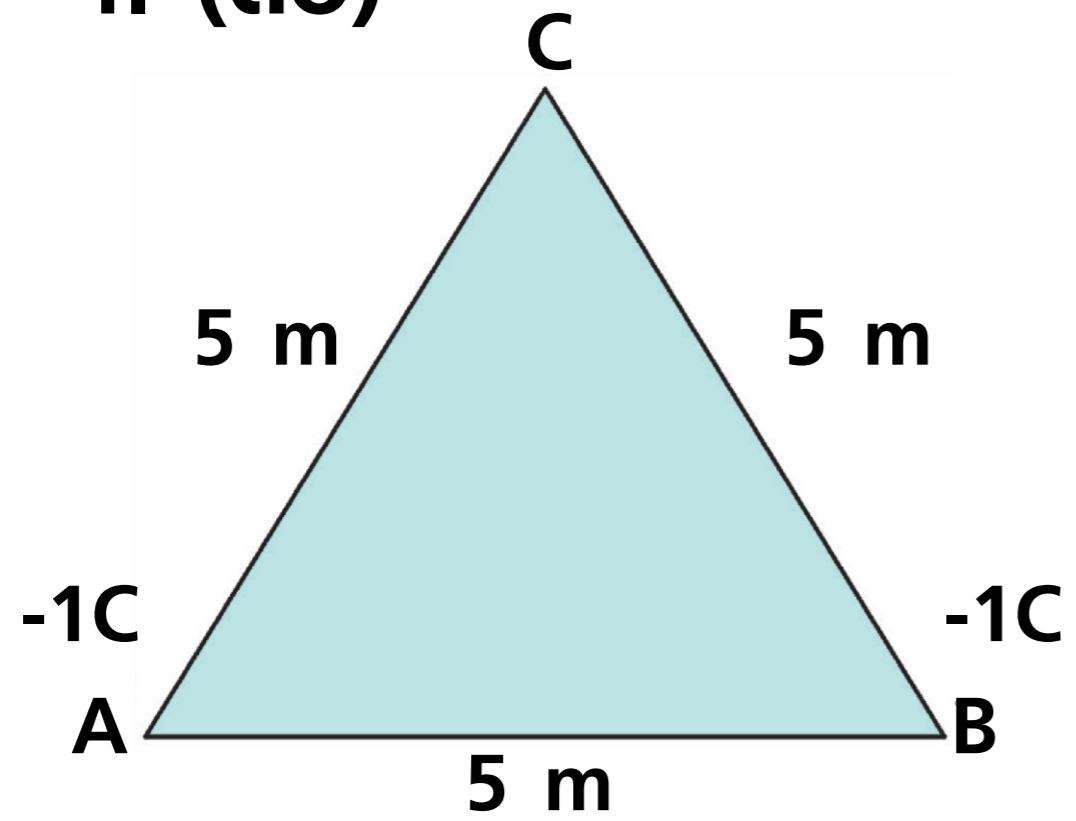
3.  $\frac{2k}{25} \text{N/C}$

4.  $\frac{k}{25} \text{N/C}$

# ไฟฟ้าสถิต

## Exercise

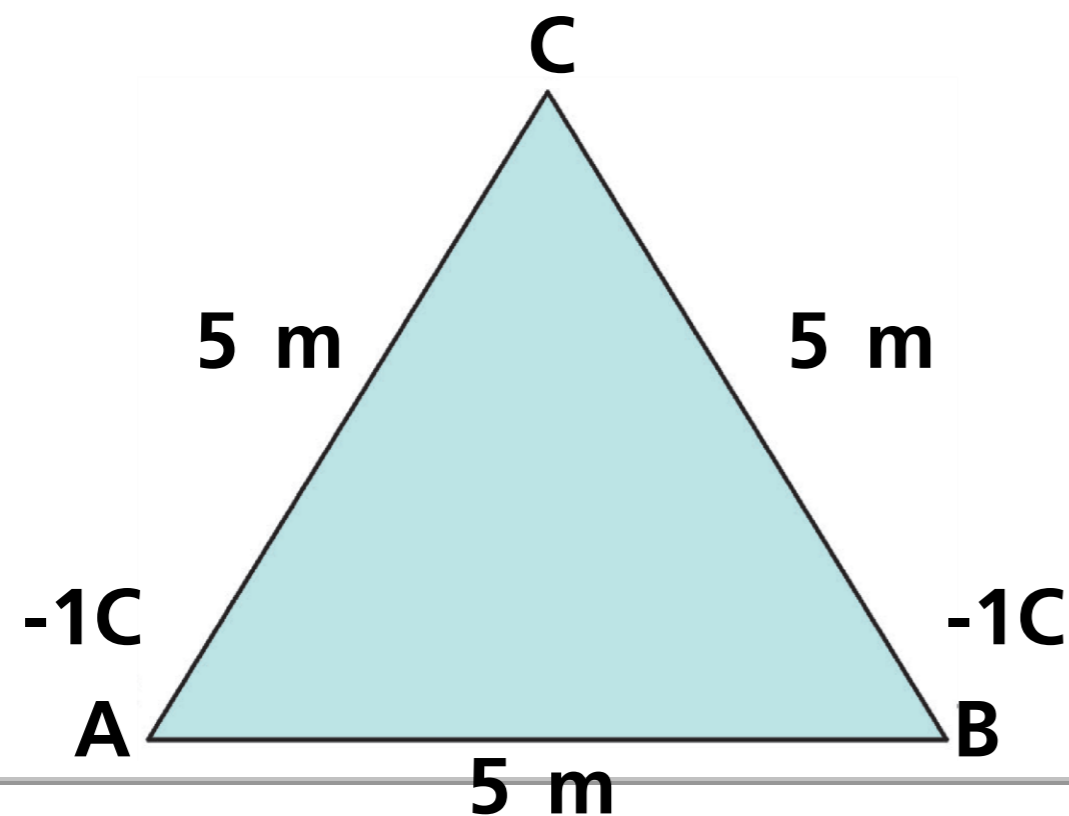
4. (ต่อ)



## ไฟฟ้าสถิต

### Exercise

4. ประจุ  $-1$  คูลอมบ์ อยู่ที่จุด A และ B ซึ่งอยู่ห่างกัน 5 เมตร ที่จุด C ซึ่งอยู่ห่างจุดทั้งจุด A และ B เป็นระยะทาง 5 เมตร จะมีขนาดของสนามไฟฟ้าเท่าไร



1.  $\sqrt{3} \frac{k}{25} N/C$

2.  $\frac{\sqrt{3}}{2} \frac{k}{25} N/C$

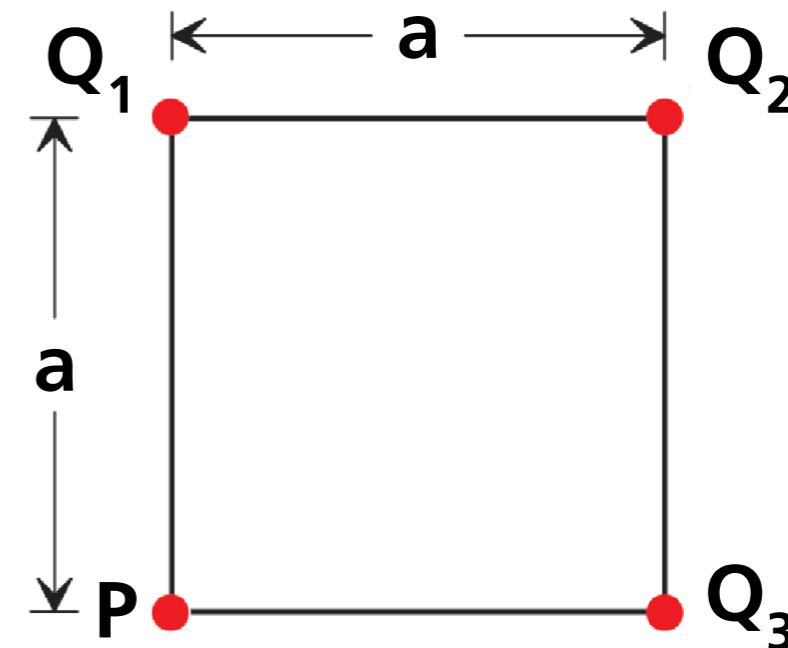
3.  $\frac{2k}{25} N/C$

4.  $\frac{k}{25} N/C$

# ไฟฟ้าสถิต

## Exercise

5. ประจุ  $Q_1$ ,  $Q_2$  และ  $Q_3$  วางไว้ที่มุม 3 มุม ของสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีความยาวด้านละ  $a$  ตั้งในรูป ถ้า  $Q_1 = Q_3 = +Q$  ประจุ  $Q_2$  จะต้องเป็นประจุชนิดใด และมีขนาดเท่าใดจึงจะทำให้สนามไฟฟ้าที่จุด  $P$  ซ่อนอยู่ที่มุมที่ว่างมีค่าเป็นศูนย์



1.  $-2\sqrt{2}Q$

2.  $-2Q$

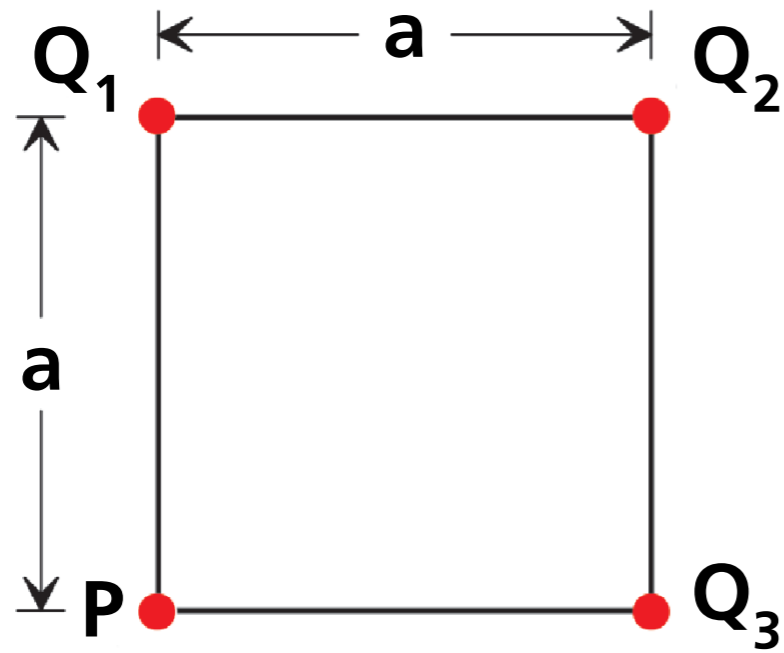
3.  $+2Q$

4.  $+2\sqrt{2}Q$

# ไฟฟ้าสถิต

## Exercise

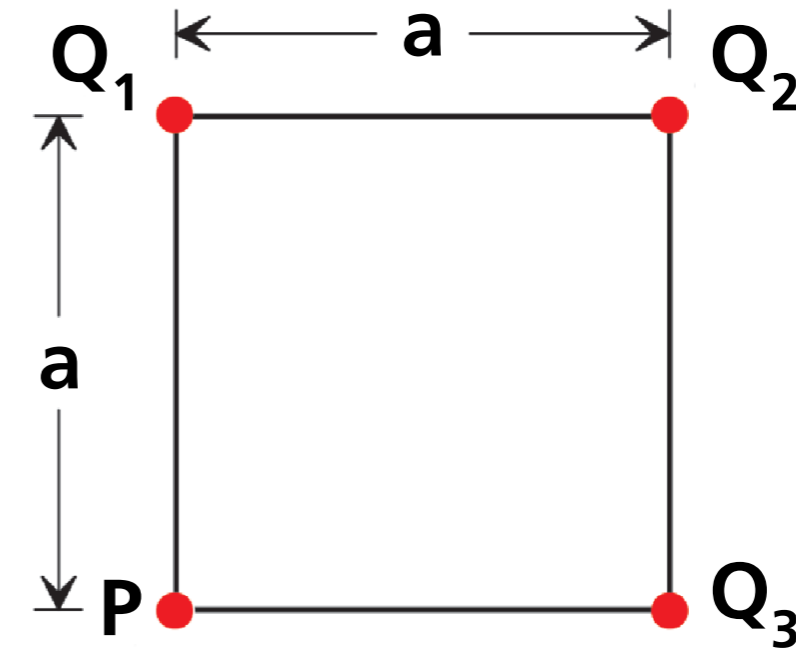
5. (ต่อ)



# ไฟฟ้าสถิต

## Exercise

5. ประจุ  $Q_1$ ,  $Q_2$  และ  $Q_3$  วางไว้ที่มุม 3 มุม ของสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีความยาวด้านละ  $a$  ตั้งในรูป ถ้า  $Q_1 = Q_3 = +Q$  ประจุ  $Q_2$  จะต้องเป็นประจุชนิดใด และมีขนาดเท่าใดจึงจะทำให้สนามไฟฟ้าที่จุด  $P$  ช่องอยู่ที่มุมที่ว่างมีค่าเป็นศูนย์



1.  $-2\sqrt{2}Q$

2.  $-2Q$

3.  $+2Q$

4.  $+2\sqrt{2}Q$

## ไฟฟ้าสถิต

### Exercise

6. ระหว่างแผ่นโลหะคู่ขนาน มีสนามไฟฟ้าที่มีทิศทางชี้ลงตามแนวตั้ง  
ปรับความต่างศักย์ระหว่างแผ่นโลหะ จนกระทั่งอิเล็กตรอนที่อยู่ระหว่าง  
แผ่นโลหะทั้งสองนิ่งอยู่ได้ ต่อมากลับทิศของสนามไฟฟ้า อิเล็กตรอน  
จะเคลื่อนที่ด้วยความเร่งขนาดกี่เท่าของค่า  $g$  ของโลก

1. 0.5g

2. 1.0g

3. 1.5g

4. 2.0g

5. 4.0g

## ไฟฟ้าสถิต

### Exercise

6. ระหว่างแผ่นโลหะคู่ขนาน มีสนามไฟฟ้าที่มีทิศทางชี้ลงตามแนวตั้ง  
ปรับความต่างศักย์ระหว่างแผ่นโลหะ จนกระทั่งอิเล็กตรอนที่อยู่ระหว่าง  
แผ่นโลหะทั้งสองนิ่งอยู่ได้ ต่อมากลับทิศของสนามไฟฟ้า อิเล็กตรอน  
จะเคลื่อนที่ด้วยความเร่งขนาดกี่เท่าของค่า  $g$  ของโลก



## ไฟฟ้าสถิต

### Exercise

6. ระหว่างแผ่นโลหะคู่ขนาน มีสนามไฟฟ้าที่มีทิศทางชี้ลงตามแนวตั้ง  
ปรับความต่างศักย์ระหว่างแผ่นโลหะ จนกระทั่งอิเล็กตรอนที่อยู่ระหว่าง  
แผ่นโลหะทั้งสองนิ่งอยู่ได้ ต่อมากลับทิศของสนามไฟฟ้า อิเล็กตรอน  
จะเคลื่อนที่ด้วยความเร่งขนาดกี่เท่าของค่า  $g$  ของโลก

1. 0.5g

2. 1.0g

3. 1.5g

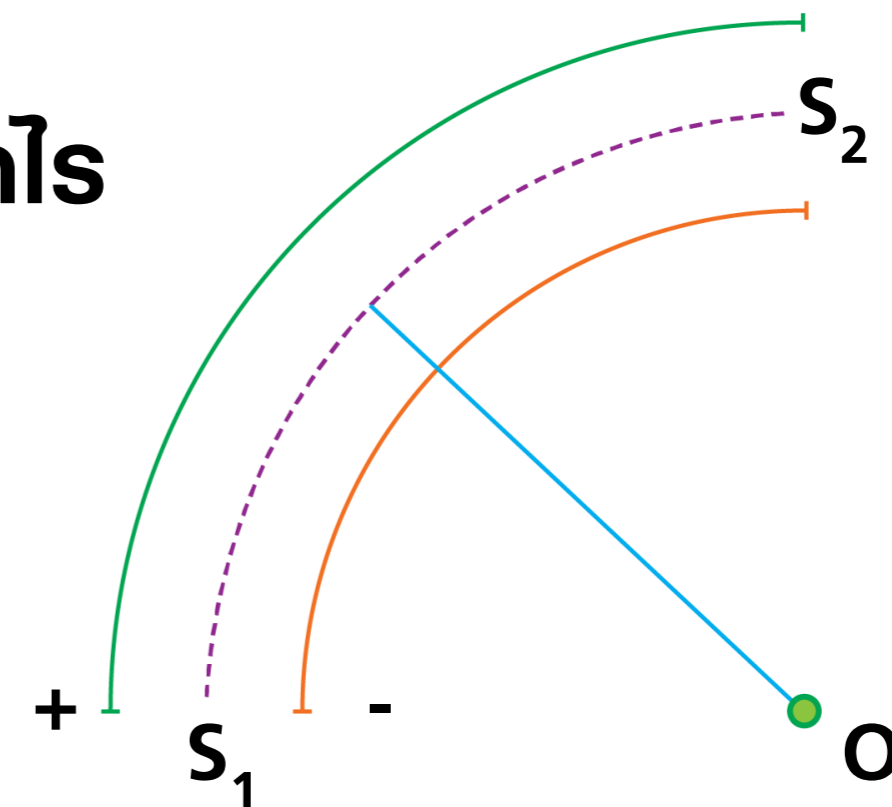
4. 2.0g

5. 4.0g

# ไฟฟ้าสถิต

## Exercise

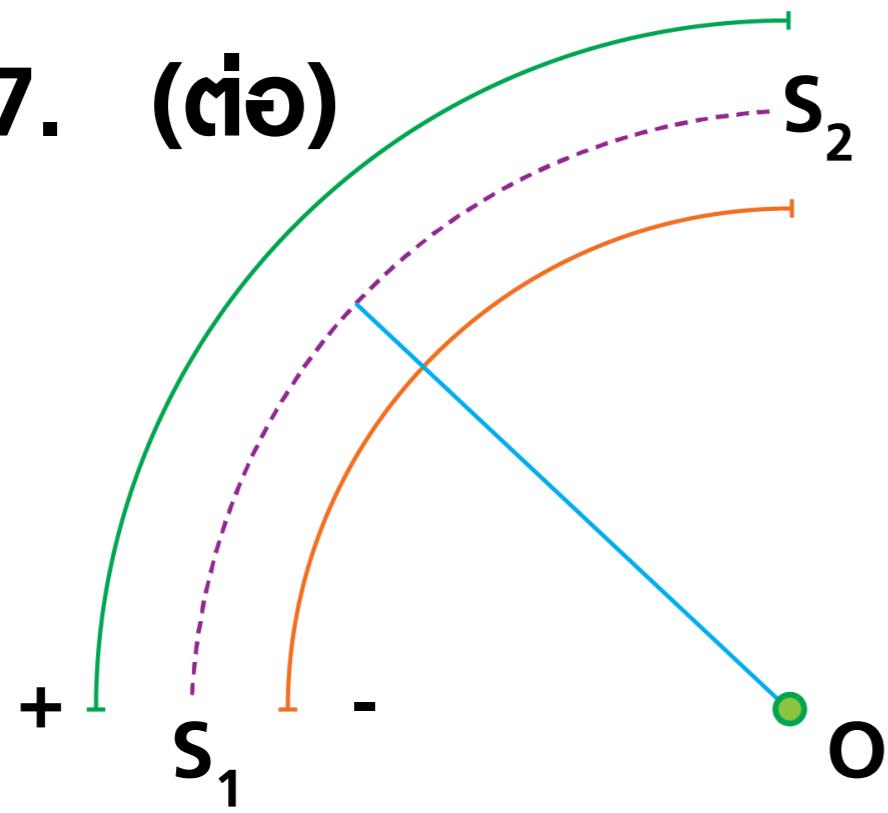
7. แพนโลหะโค้งขนานกัน ตั้งรูป มีศูนย์กลางร่วมกันที่จุด  $O$  ที่จุดห่างจากศูนย์กลางรัศมี 2 เมตร (ตามแนวเส้นประ) มีสนามไฟฟ้าขนาด 1 นิวตันต่อคูลอมบ์ มีทิศชี้เข้าหา  $O$  อนุภาคที่มีประจุ  $+1 \times 10^{-6}$  คูลอมบ์ ต้องวิ่งด้วยพลังงานจลน์เท่าไร จึงจะเคลื่อนที่ตามแนวเส้นประ (ตอบในหน่วยไมโครจูล)  
หมายเหตุ ไม่ต้องคิดแรงโน้มถ่วงของโลก



# ไฟฟ้าสถิต

## Exercise

7. (ต่อ)



## ไฟฟ้าสถิต

### Exercise

8. จุด A, B และ C เรียงอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน ระยะ AB ยาวเท่ากับ 1 เมตร ระยะ BC ยาวเท่ากับ 1 เมตร วางประจุ  $Q_A$  ที่จุด A และประจุ  $Q_B$  ที่จุด B พบว่าสนามไฟฟ้า ณ จุด C มีค่าเป็นศูนย์ ถ้าประจุ  $Q_A$  มีค่า 100 นาโนคูลอมบ์ ศักย์ไฟฟ้า ณ จุดกึ่งกลางระหว่างจุด A และ B มีค่าที่  
โวลต์

1. 500

2. 1,350

3. 2,250

4. 2,700

## ไฟฟ้าสถิต

### Exercise

8. จุด A, B และ C เรียงอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน ระยะ AB ยาวเท่ากับ 1 เมตร ระยะ BC ยาวเท่ากับ 1 เมตร วางประจุ  $Q_A$  ที่จุด A และประจุ  $Q_B$  ที่จุด B พบว่าสนามไฟฟ้า ณ จุด C มีค่าเป็นศูนย์ ถ้าประจุ  $Q_A$  มีค่า 100 นาโนคูลอมบ์ ศักย์ไฟฟ้า ณ จุดกึ่งกลางระหว่างจุด A และ B มีค่ากี่โวลต์

## ไฟฟ้าสถิต

### Exercise

8. จุด A, B และ C เรียงอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน ระยะ AB ยาวเท่ากับ 1 เมตร ระยะ BC ยาวเท่ากับ 1 เมตร วางประจุ  $Q_A$  ที่จุด A และประจุ  $Q_B$  ที่จุด B พบว่าสนามไฟฟ้า ณ จุด C มีค่าเป็นศูนย์ ถ้าประจุ  $Q_A$  มีค่า 100 นาโนคูลอมบ์ ศักย์ไฟฟ้า ณ จุดกึ่งกลางระหว่างจุด A และ B มีค่าที่โวลต์

1. 500

2. 1,350

3. 2,250

4. 2,700

## ไฟฟ้าสถิต

### Exercise

9. ประจุไฟฟ้า  $+10^{-4}$  คูลอมบ์ วางที่มุมยอด A ของสามเหลี่ยมหน้าจั่ว ซึ่งมีด้าน  $AB = AC = 50$  เซนติเมตร และ  $BC = 60$  เซนติเมตร ถ้าต้องการเคลื่อนประจุไฟฟ้า  $+70$  ไมโครคูลอมบ์ จากจุด B ไปยังจุด C จะต้องทำงานที่จูล

1.  $1.8 \times 10^5$

2.  $1.5 \times 10^5$

3. 12.6

4. 0

## ไฟฟ้าสถิต

### Exercise

9. ประจุไฟฟ้า  $+10^{-4}$  คูลอมบ์ วางที่มุมยอด A ของสามเหลี่ยมหน้าจั่ว ซึ่งมีด้าน  $AB = AC = 50$  เซนติเมตร และ  $BC = 60$  เซนติเมตร ถ้าต้องการเคลื่อนประจุไฟฟ้า  $+70$  ไมโครคูลอมบ์ จากจุด B ไปยังจุด C จะต้องทำงานที่จูล



## ไฟฟ้าสถิต

### Exercise

9. ประจุไฟฟ้า  $+10^{-4}$  คูลอมบ์ วางที่มุมยอด A ของสามเหลี่ยมหน้าจั่ว ซึ่งมีด้าน  $AB = AC = 50$  เซนติเมตร และ  $BC = 60$  เซนติเมตร ถ้าต้องการเคลื่อนประจุไฟฟ้า  $+70$  ไมโครคูลอมบ์ จากจุด B ไปยังจุด C จะต้องทำงานที่จูล

1.  $1.8 \times 10^5$

2.  $1.5 \times 10^5$

3. 12.6

4. 0

## ไฟฟ้าสถิต

### Exercise

10. ละอองน้ำมันทรงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 ไมครอนเมตร มีประจุไฟฟ้าลบถูกทำให้ลอยอยู่นิ่งในอากาศด้วยสนามไฟฟ้า ในแนวตั้งซึ่งสร้างจากแผ่นโลหะขนานสองแผ่นที่อยู่ห่างกัน 1 เซนติเมตร ความต่างศักย์ที่ต้องใช้ต่ออิเล็กตรอน 1 ตัว มีค่าประมาณกี่โวลต์ กำหนดให้น้ำมันมีความหนาแน่น 600 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร

1. 1.5

2. 15

3. 150

4. 1500

## ไฟฟ้าสถิต

### Exercise

10. ละอองน้ำมันทรงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 ไมครอนเมตร มีประจุไฟฟ้าลบถูกทำให้ลอยอยู่นิ่งในอากาศด้วยสนามไฟฟ้า ในแนวตั้งซึ่งสร้างจากแผ่นโลหะขนานสองแผ่นที่อยู่ห่างกัน 1 เซนติเมตร ความต่างศักย์ที่ต้องใช้ต่ออิเล็กตรอน 1 ตัว มีค่าประมาณกี่โวลต์ กำหนดให้น้ำมันมีความหนาแน่น 600 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร

## ไฟฟ้าสถิต

### Exercise

10. ละอองน้ำมันทรงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 ไมครอนเมตร มีประจุไฟฟ้าลบถูกทำให้ลอยอยู่นิ่งในอากาศด้วยสนามไฟฟ้า ในแนวตั้งซึ่งสร้างจากแผ่นโลหะขนานสองแผ่นที่อยู่ห่างกัน 1 เซนติเมตร ความต่างศักย์ที่ต้องใช้ต่ออิเล็กตรอน 1 ตัว มีค่าประมาณกี่โวลต์ กำหนดให้น้ำมันมีความหนาแน่น 600 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร

1. 1.5

2. 15

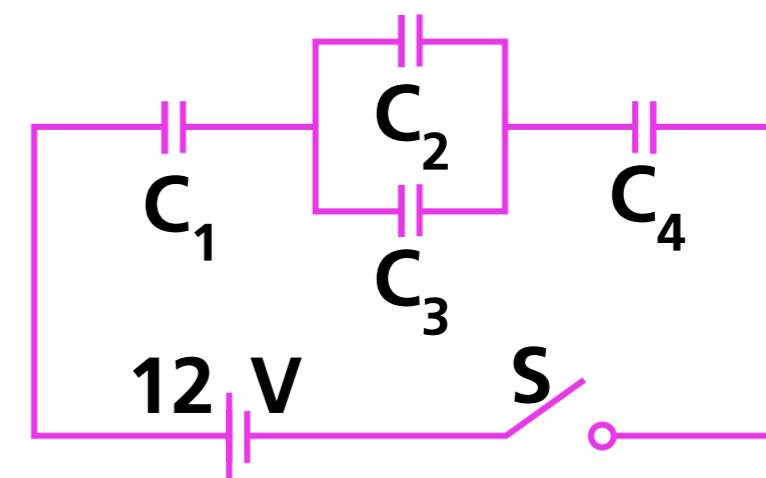
3. 150

4. 1500

## ไฟฟ้าสถิต

### Exercise

11. วงจรไฟฟ้าหนึ่งประกอบด้วย ตัวเก็บประจุ  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  และ  $C_4$  ที่มีค่าความจุเท่ากับ 4, 2, 4 และ 3 ไมโครฟารัด ตามลำดับ ดังรูป



เมื่อสับสวิตช์ไฟฟ้าลงช่วงระยะเวลาหนึ่ง หลังจากนั้นจึงตั้งสวิตช์ไฟฟ้าขึ้น ความต่างศักย์ไฟฟ้าคร่อมตัวเก็บประจุ  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  และ  $C_4$  มีค่ากี่โวลต์ ตามลำดับ

1. 0.00, 0.00, 0.00, 0.00

2. 4.00, 5.00, 5.00, 3.00

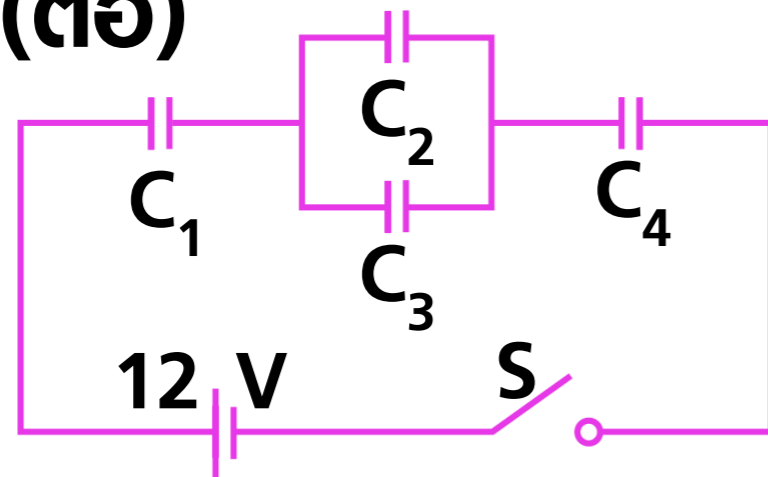
3. 4.00, 1.35, 1.35, 5.3

4. 4.00, 2.7, 2.7, 5.3

# ไฟฟ้าสถิต

## Exercise

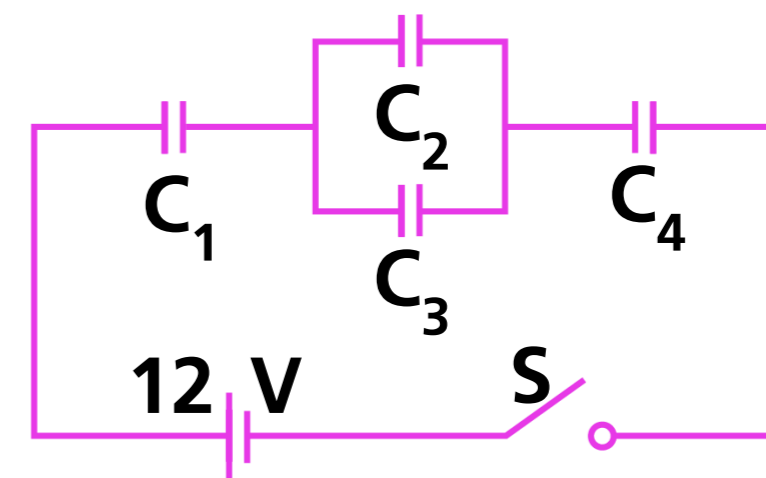
11. (ต่อ)



## ไฟฟ้าสถิต

### Exercise

11. วงจรไฟฟ้าหนึ่งประกอบด้วย ตัวเก็บประจุ  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  และ  $C_4$  ที่มีค่าความจุเท่ากับ 4, 2, 4 และ 3 ไมโครฟารัด ตามลำดับ ดังรูป



เมื่อสับสวิตช์ไฟฟ้าลงช่วงระยะเวลาหนึ่ง หลังจากนั้นจึงตั้งสวิตช์ไฟฟ้าขึ้น ความต่างศักย์ไฟฟ้าคร่อมตัวเก็บประจุ  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  และ  $C_4$  มีค่าที่โวลต์ ตามลำดับ

1. 0.00, 0.00, 0.00, 0.00

2. 4.00, 5.00, 5.00, 3.00

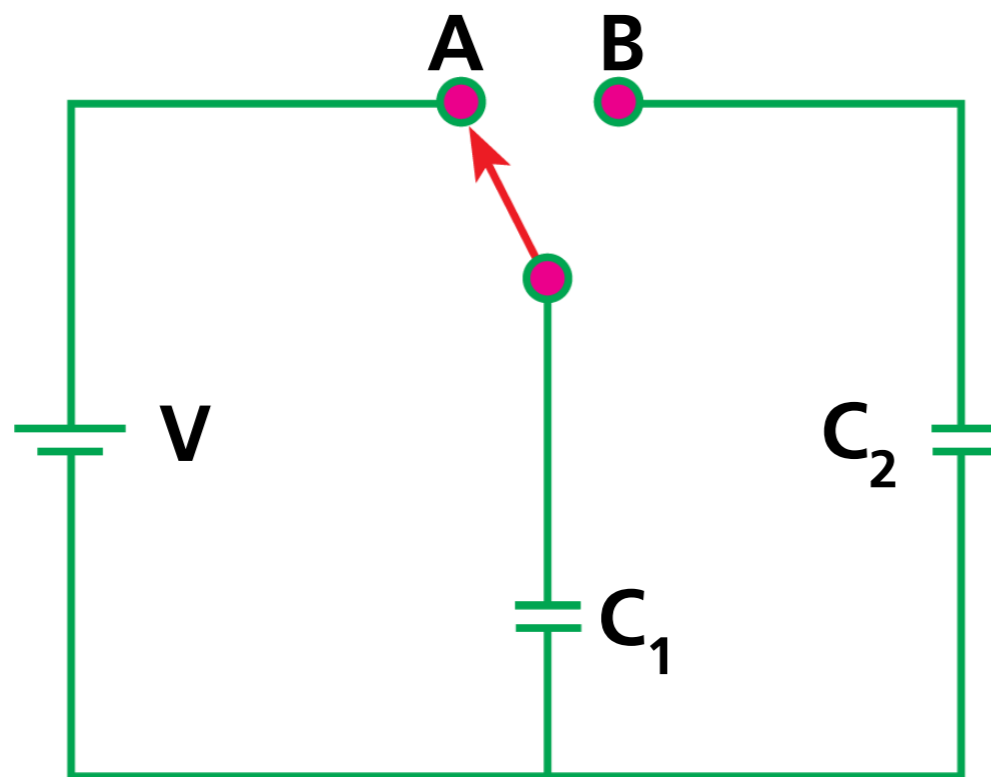
3. 4.00, 1.35, 1.35, 5.3

4. 4.00, 2.7, 2.7, 5.3

# ไฟฟ้าสถิต

## Exercise

12. หลังจากโยนสวิตช์จาก A ไป B แล้วจะมีประจุไฟฟ้าอยู่ใน  $C_2$  เป็นปริมาณเท่าใด



1.  $C_1 V$

2.  $\frac{1}{2} C_1 V$

3.  $C_2 V$

4.  $\frac{C_1 C_2}{C_1 - C_2} V$

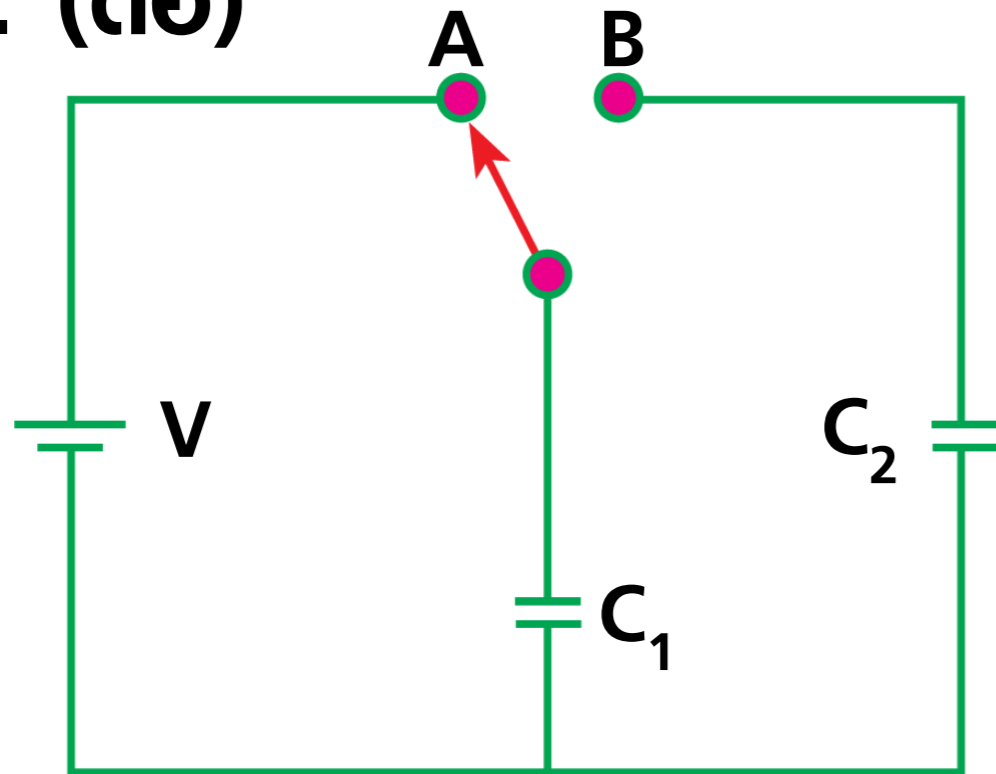
5.  $\frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} V$



# ไฟฟ้าสถิต

## Exercise

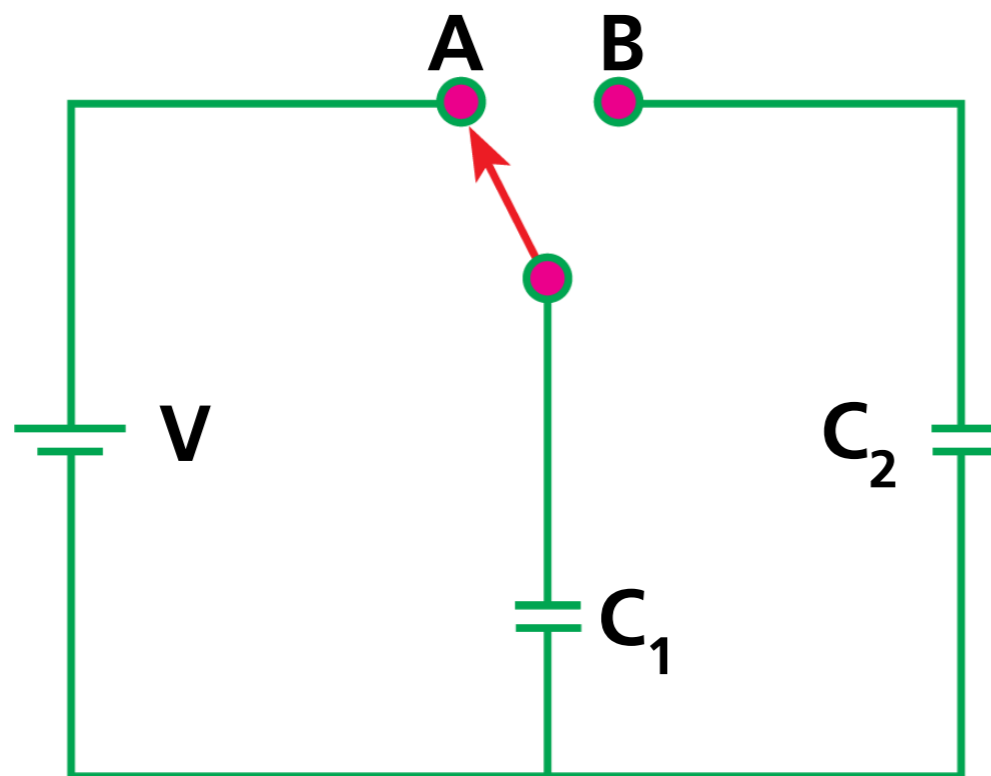
12. (ต่อ)



# ไฟฟ้าสถิต

## Exercise

12. หลังจากโยนสวิตช์จาก A ไป B แล้วจะมีประจุไฟฟ้าอยู่ใน  $C_2$  เป็นปริมาณเท่าใด



1.  $C_1 V$

2.  $\frac{1}{2} C_1 V$

3.  $C_2 V$

4.  $\frac{C_1 C_2}{C_1 - C_2} V$

5.  $\frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} V$

## ไฟฟ้าสถิต

### Exercise

13. ตัวเก็บประจุสองตัวขนาด 2 ไมโครฟารัด และ 3 ไมโครฟารัด ต่ออนุกรมกัน และต่อเข้ากับแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง ณ ขณะที่ตัวเก็บประจุขนาด 2 ไมโครฟารัดมีพลังงาน 2 ไมโครจูล ตัวเก็บประจุอีกตัวหนึ่งมีพลังงานกี่ไมโครจูล

1. 0.75

2. 1.33

3. 1.50

4. 3.00

## ไฟฟ้าสถิต

### Exercise

13. ตัวเก็บประจุสองตัวขนาด 2 ไมโครฟารัด และ 3 ไมโครฟารัด ต่ออนุกรมกัน และต่อเข้ากับแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง ณ ขณะที่ตัวเก็บประจุขนาด 2 ไมโครฟารัดมีพลังงาน 2 ไมโครจูล ตัวเก็บประจุอีกตัวหนึ่งมีพลังงานกี่ไมโครจูล

## ไฟฟ้าสถิต

### Exercise

13. ตัวเก็บประจุสองตัวขนาด 2 ไมโครฟารัด และ 3 ไมโครฟารัด ต่ออนุกรมกัน และต่อเข้ากับแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง ณ ขณะที่ตัวเก็บประจุขนาด 2 ไมโครฟารัดมีพลังงาน 2 ไมโครจูล ตัวเก็บประจุอีกตัวหนึ่งมีพลังงานกี่ไมโครจูล

1. 0.75

2. 1.33

3. 1.50

4. 3.00