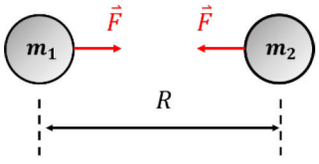
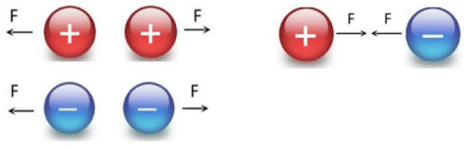
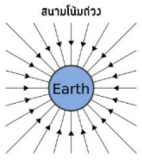
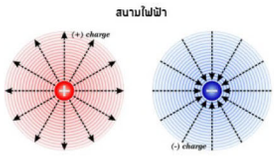
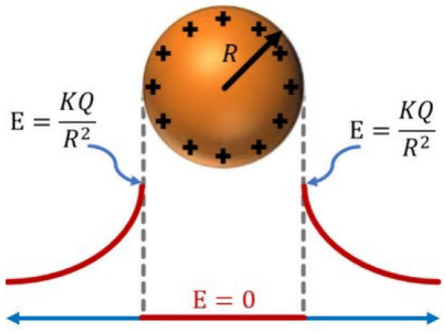
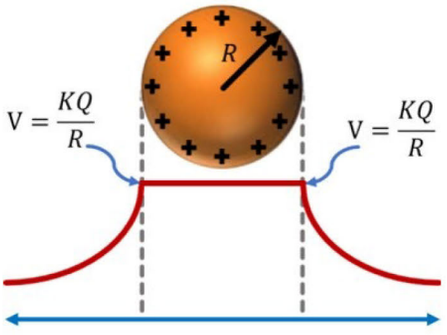
# ไฟฟ้าสถิต

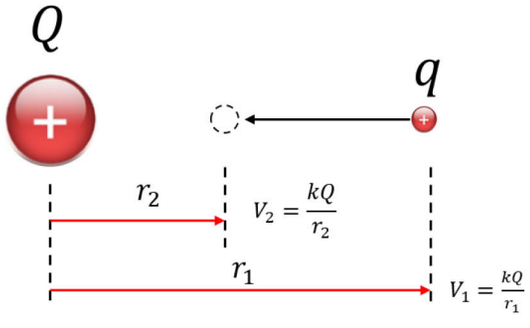
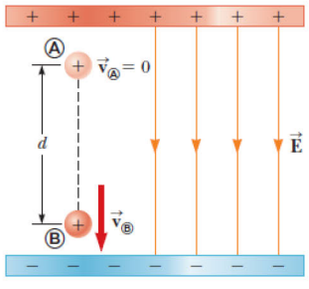
## เปรียบเทียบ สนามไฟฟ้า และ สนามโน้มถ่วง

| ตัวแปร | สนามโน้มถ่วง | สนามไฟฟ้า |
|---|---|---|
| ปริมาณพื้นฐาน | M, m | Q, q |
| ค่าคงที่ | $G = 6.67 \times 10^{-11} \frac{Nm^2}{kg^2}$ | $k = 9 \times 10^{9} \frac{Nm^2}{c^2}$ |
| แรง |  $\vec{F} = \frac{GMm}{R^2}$ $\vec{F} = m\vec{g}$ |  $\vec{F} = \frac{kq_1q_2}{r^2}$ $\vec{F} = q\vec{E}$ |
| สนามของแรง |  $\vec{g} = \frac{GM}{R^2}$ |  $\vec{E} = \frac{kq}{r^2}$ |
| ศักย์ | $gh$ | $V = \frac{kq}{r}$ หรือ $V = Ed$ |
| พลังงานศักย์ | $E_p = mgh$ | $W = qEd$ หรือ $W = qV$ |

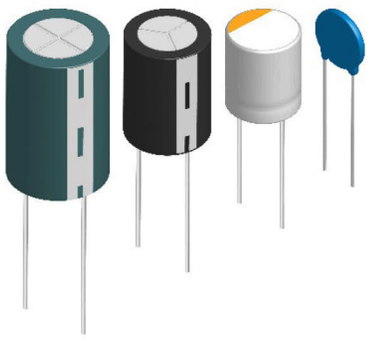
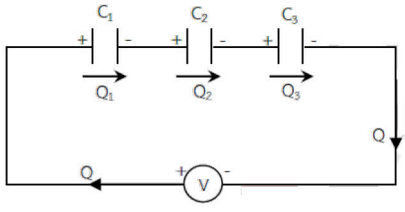
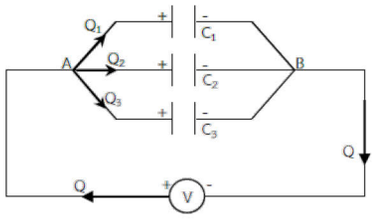
## สนามไฟฟ้า และ ศักย์ไฟฟ้า บนประจุตัวนำทรงกลม

| สนามไฟฟ้า (E) | ศักย์ไฟฟ้า (V) |
|---|---|
|  |  |
| ด้านใน : สนามไฟฟ้าเป็นศูนย์ $E_{ใน} = 0$<br>ผิว : สนามไฟฟ้าสูงสุด $E_{ผิว} = E_{max}$<br>ด้านนอก : สนามไฟฟ้าลดลงตามระยะทางที่ห่างไป<br>$E \propto \frac{1}{r^2}$ | ด้านใน : ศักย์ไฟฟ้าสูงสุดเท่าที่ผิว $V_{ใน} = V_{max}$<br>ผิว : ศักย์ไฟฟ้าสูงสุด $V_{ผิว} = V_{max}$<br>ด้านนอก : ศักย์ไฟฟ้าลดลงตามระยะทางที่ห่างไป<br>$V \propto \frac{1}{r}$ |

## งานในการย้ายประจุ

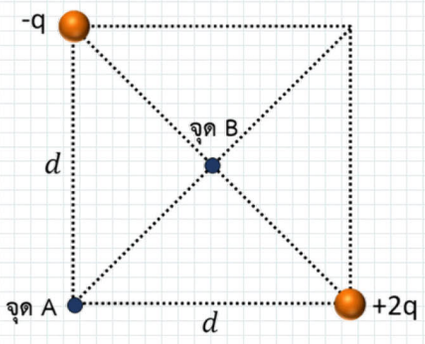
| | | |
|---|---|---|
| งานที่จุดใดๆ | $W = qV$ |  |
| งานที่ใช้ในการเลื่อนประจุ q จากตำแหน่ง 2 จุดใดๆ | $W_{1\to2} = q(V_2 - V_1)$ | |
| งานที่ใช้ในการเลื่อนประจุ q จากตำแหน่งอนันต์ | $W_{\infty\to2} = q(V_2 - V_\infty)$<br>$V_\infty \approx 0$<br>$W_{\infty\to2} = qV_2$ | |
| งานที่ใช้ในการเลื่อนประจุ q ในแผ่นเหล็กคู่ขนาน | $\Delta V = Ed$ หรือ $E = \frac{\Delta V}{d}$<br>$W_{1\to2} = q\Delta V = qEd$ |  |

## ตัวเก็บประจุ

| | | |
|---|---|---|
| ความจุไฟฟ้า | $Q = C\Delta V$ |  |
| ทรงกลมกลวง | $C = \frac{r}{k}$ | |
| พลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ | $U = \frac{1}{2}C\Delta V^2 = \frac{1}{2}Q\Delta V = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}$ | |
| การต่อตัวเก็บประจุแบบอนุกรม | $\frac{1}{C_{รวม}} = \Sigma\frac{1}{C}$<br>$\frac{1}{C_{รวม}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + ...$ |  |
| การต่อตัวเก็บประจุแบบขนาน | $C_{รวม} = \Sigma C$<br>$C_{รวม} = C_1 + C_2 + C_3 + ...$ |  |

# แนวโจทย์สอบเข้ามหาลัย : ไฟฟ้าสถิต

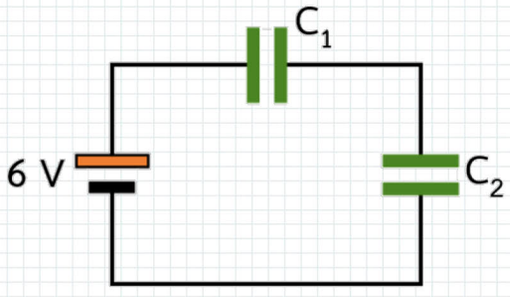
1. จุดประจุขนาด +2q และ -q ถูกตรึงอยู่ที่มุมสองมุมของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสซึ่งยาวด้านละ d ดังภาพ




ความต่างศักย์ระหว่างจุด A เทียบกับจุด B หรือค่า $V_A - V_B$ เป็นเท่าใด
กำหนดให้ k คือ ค่าคงตัวคูลอบ์ (วิชาสามัญ เม.ย. 64)

1. $\frac{kq}{d}$
2. $-\frac{kq}{d^2}$
3. $\frac{2kq}{d^2}$
4. $(1-\sqrt{2})\frac{kq}{d}$
5. $-(1+\sqrt{2})\frac{kq}{d}$

2. นำตัวเก็บประจุ $C_1$ และ $C_2$ ที่มีความจุ C และ 2C ตามลำดับ ต่อเข้ากับแบตเตอรี่ขนาด 6 โวลต์ ดังภาพ




กำหนดให้ ความจุสมมูลของการต่อตัวเก็บประจุดังกล่าวเท่ากับ 4 ไมโครฟารัด
ความต่างศักย์ระหว่างปลายของตัวเก็บประจุ $C_1$ เท่ากับ 4 โวลต์
ความต่างศักย์ระหว่างปลายของตัวเก็บประจุ $C_2$ เท่ากับ 2 โวลต์

พลังงานไฟฟ้าที่สะสมในตัวเก็บประจุ $C_2$ มีค่ากี่ไมโครจูล (วิชาสามัญ เม.ย. 64)

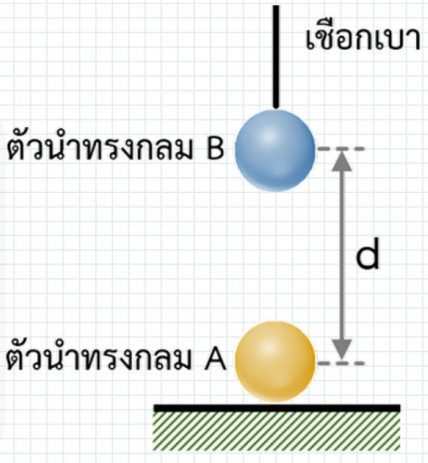
1. 12
2. 24
3. 48
4. 96
5. 216

3. ตัวนำทรงกลม A และ B มีมวล M เท่ากัน แต่ขนาดประจุไฟฟ้าบนตัวนำทรงกลม A เท่ากับ Q ส่วนตัวนำทรงกลม B มีขนาดประจุไฟฟ้าเป็น n เท่าของตัวนำทรงกลม A วางตัวนำทรงกลม A ไว้บนพื้นที่เป็นฉนวน แล้วนำตัวนำทรงกลม B ที่ผูกด้วยเชือกเบาเข้าใกล้ตัวนำทรงกลม A ในแนวดิ่ง โดยให้ระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางของตัวนำทรงกลมทั้งสองเท่ากับ d ดังภาพ

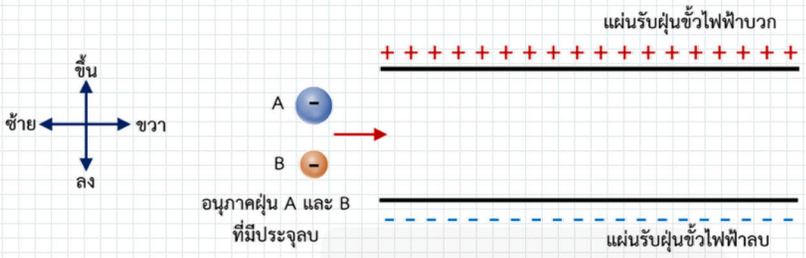
กำหนดให้ k เป็นค่าคงตัวคูลอมบ์
g เป็นขนาดของความเร่งโน้มถ่วง

ถ้าต้องการให้ตัวนำทรงกลม A เริ่มจะลอยขึ้นจากพื้นได้ ชนิดประจุไฟฟ้าบนตัวนำทรงกลมทั้งสองจะต้องเป็นอย่างไร และระยะห่าง d จะต้องมีค่ามากที่สุดเท่าใด (วิชาสามัญ 65)

| | ชนิดประจุไฟฟ้า | ระยะห่าง d |
|---|---|---|
| 1. | ชนิดเดียวกัน | $\sqrt{\frac{nkQ}{Mg}}$ |
| 2. | ชนิดเดียวกัน | $Q\sqrt{\frac{k}{Mg}}$ |
| 3. | ชนิดต่างกัน | $\sqrt{\frac{nkQ}{Mg}}$ |
| 4. | ชนิดต่างกัน | $Q\sqrt{\frac{k}{Mg}}$ |
| 5. | ชนิดต่างกัน | $Q\sqrt{\frac{nk}{Mg}}$ |



4. เครื่องดักจับฝุ่นด้วยไฟฟ้าสถิตชนิดหนึ่งมีหลักการทำงาน โดยให้อากาศที่มีอนุภาคฝุ่นเคลื่อนที่ผ่านส่วนสร้างประจุไฟฟ้า เพื่อทำให้อนุภาคฝุ่นมีประจุไฟฟ้าลบ แล้วเคลื่อนที่ไปยังแผ่นรับฝุ่นที่มีขั้วไฟฟ้า
พิจารณาอนุภาคฝุ่น A และ B ซึ่งอนุภาคฝุ่น A มีมวลมากกว่า B และ อัตราส่วนระหว่างประจุต่อมวลของ A มากกว่าของ B ขณะอนุภาคทั้งสองเคลื่อนที่เข้าหาแผ่นรับฝุ่น ดังภาพ
กำหนดให้ แรงโน้มถ่วงมีขนาดน้อยมากเมื่อเทียบกับแรงเนื่องจากสนามไฟฟ้าระหว่างแผ่นรับฝุ่น




สนามไฟฟ้าระหว่างแผ่นรับฝุ่นมีทิศทางใด และขณะอนุภาคฝุ่นทั้งสองเคลื่อนที่ในสนามไฟฟ้า ขนาดของความเร่งและขนาดประจุเป็นไปตามข้อใด (วิชาสามัญ 65)

| | ทิศทางของสนามไฟฟ้า | ขนาดความเร่ง | ขนาดประจุ |
|---|---|---|---|
| 1. | ขึ้น | A น้อยกว่า B | A น้อยกว่า B |
| 2. | ขึ้น | A มากกว่า B | A มากกว่า B |
| 3. | ลง | A น้อยกว่า B | A น้อยกว่า B |
| 4. | ลง | A เท่ากับ B | A มากกว่า B |
| 5. | ลง | A มากกว่า B | A มากกว่า B |