

คู่มือ

กล่องแก้โจทย์ปัญหา LGFEC² โมเดล

ไฟฟ้าสถิต

Looking for

Given

Checking

Free body diagram

Calculation

Equation

นายอนุวัฒน์ บุญธรรมโม

โรงเรียนหาดใหญ่รัฐประชาสรรค์

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 16

คำนำ

คู่มือกล่องแก้โจทย์ปัญหา LGFEC² โมเดล เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ได้พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ประกอบการจัดการเรียนการสอนรายวิชา ว30204 ฟิสิกส์เพิ่มเติม 4 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์ เพื่อให้เกิดสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม และทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ การอ่าน การเขียน การคำนวณ และทักษะการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและสามารถแก้ไขปัญหาได้

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า คู่มือกล่องแก้โจทย์ปัญหา LGFEC² โมเดล จะช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนและยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น ช่วยให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ และสามารถศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมได้ด้วยตนเอง

อนุวัฒน์ บุญธรรมโม

ผู้จัดทำ

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำชี้แจงสำหรับครู	1
คำชี้แจงสำหรับนักเรียน	2
LGFEC ² โมเดล	3
กล่องแก้โจทย์ปัญหา LGFEC ² โมเดล เรื่อง แรงดึงดูด	6
กล่องแก้โจทย์ปัญหา LGFEC ² โมเดล เรื่อง สนามไฟฟ้า	19
กล่องแก้โจทย์ปัญหา LGFEC ² โมเดล เรื่อง ศักย์ไฟฟ้า	33
กล่องแก้โจทย์ปัญหา LGFEC ² โมเดล เรื่อง ศักย์ไฟฟ้าและสนามไฟฟ้า	47
กล่องแก้โจทย์ปัญหา LGFEC ² โมเดล เรื่อง ตัวเก็บประจุ	61
การตรวจให้คะแนนสำหรับครู	80
กล่องแก้โจทย์ปัญหา LGFEC ² โมเดล เรื่อง แรงดึงดูด	81
กล่องแก้โจทย์ปัญหา LGFEC ² โมเดล เรื่อง สนามไฟฟ้า	94
กล่องแก้โจทย์ปัญหา LGFEC ² โมเดล เรื่อง ศักย์ไฟฟ้า	108
กล่องแก้โจทย์ปัญหา LGFEC ² โมเดล เรื่อง ศักย์ไฟฟ้าและสนามไฟฟ้า	122
กล่องแก้โจทย์ปัญหา LGFEC ² โมเดล เรื่อง ตัวเก็บประจุ	136



คำชี้แจงสำหรับครู

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้กล่องแก้โจทย์ปัญหา LGFEC² โมเดล เรื่อง ไฟฟ้าสถิต
ครูควรปฏิบัติตามคำแนะนำดังต่อไปนี้

1. ครูต้องศึกษา การแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์โดยใช้กล่องแก้โจทย์ปัญหา LGFEC² โมเดล เพื่อเตรียมความพร้อมในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
2. ครูแนะนำการใช้กล่องแก้โจทย์ปัญหา LGFEC² โมเดล และชี้แจงให้นักเรียนทราบ บทบาทหน้าที่ในการจัดการเรียนรู้
3. ครูคอยแนะนำและดูแลนักเรียนระหว่างทำกิจกรรมการเรียนการสอน กระตุ้นให้นักเรียนทำด้วยตนเอง
4. ครูตรวจคำตอบตามเกณฑ์ที่กำหนดและแจ้งผลคะแนนให้นักเรียนทราบ เพื่อให้ นักเรียนปรับปรุงข้อบกพร่องของตนเอง





คำชี้แจงสำหรับนักเรียน

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้กล่องแก้โจทย์ปัญหา LGFEC² โมเดล เรื่อง ไฟฟ้าสถิต นักเรียนควรปฏิบัติตามคำแนะนำดังต่อไปนี้

1. นักเรียนศึกษาทำความเข้าใจลำดับขั้นการแก้โจทย์โดยใช้กล่องแก้โจทย์ปัญหา LGFEC² โมเดล
2. นักเรียนสืบค้นข้อมูล เพื่อสร้างองค์ความรู้ นิยาม สูตร ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระสำคัญ
3. นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเองโดยใช้กล่องแก้โจทย์ปัญหา LGFEC² โมเดล เพื่อฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์
4. นักเรียนสามารถประเมินตนเองระหว่างการทำกิจกรรมโดยตรวจคำตอบ หากไม่ถูกต้องให้พยายามหาจุดที่ผิดพลาดอีกครั้งตาม LGFEC² โมเดล
5. ระหว่างกิจกรรมการเรียนการสอนนักเรียนสามารถแลกเปลี่ยนเรียนรู้ สอบถามข้อสงสัยกันได้ แต่ไม่ควรลอกกัน เพราะจุดประสงค์หลักของการเรียนการสอนโดยใช้กล่องแก้โจทย์ปัญหา LGFEC² โมเดล เพื่อเป็นการฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน
6. นักเรียนควรนำจุดบกพร่องที่ได้รับจากการตรวจให้คะแนนของครู มาปรับปรุงแก้ไขสำหรับการเรียนการสอนในเนื้อหาถัดไป





LGFE² โมเดล

รูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์โดยใช้กล่องแก้โจทย์ปัญหา LGFE² โมเดล มีลำดับขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหาที่โจทย์ถาม (Looking for : L) เป็นขั้นที่ผู้เรียนหลังจากอ่านโจทย์แล้ว ระบุสิ่งที่โจทย์ถามในรูปของประโยคสัญลักษณ์

ขั้นที่ 2 ระบุข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้รวมถึงค่าคงที่ต่าง ๆ (Given : G) ในขั้นนี้ผู้เรียนระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ในรูปของประโยคสัญลักษณ์

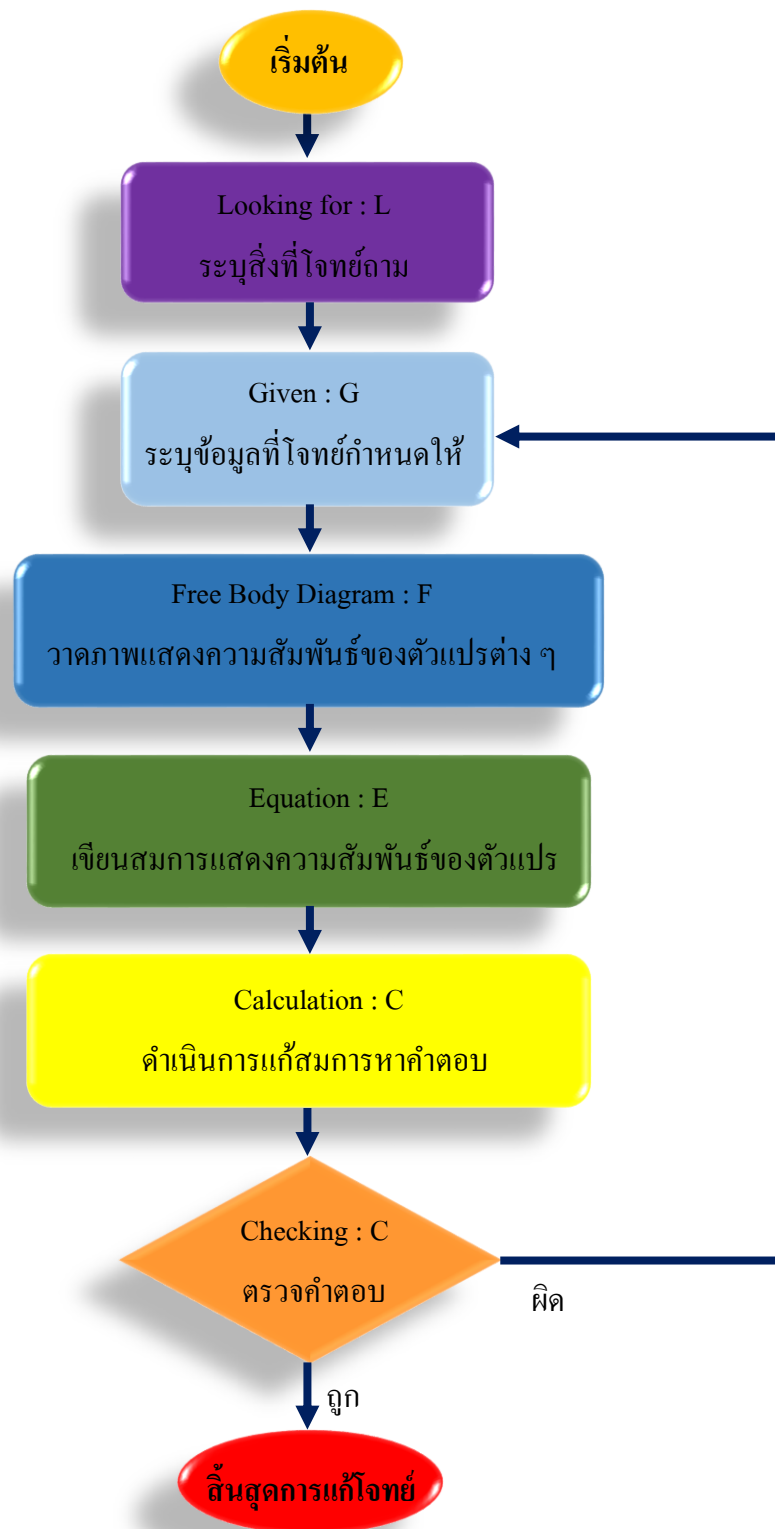
ขั้นที่ 3 วาดภาพแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ (Free Body Diagram : F) เพื่อแสดงให้เห็นระบบและความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ตามที่โจทย์กำหนด ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นความสัมพันธ์ของตัวแปรและแนวทางการแก้ปัญหาโจทย์

ขั้นที่ 4 เขียนสมการความสัมพันธ์ของตัวแปร (Equation : E) ผู้เรียนกำหนดสมการโดยเริ่มจากสมการตามทฤษฎี กฎ หรือนิยามที่เกี่ยวข้อง แล้วจึงเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ เพื่อหาคำตอบ

ขั้นที่ 5 ดำเนินการแก้สมการหาคำตอบ (Calculation : C) ผู้เรียนดำเนินการแก้สมการที่ได้จากขั้นที่ 4 ตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 6 ตรวจสอบคำตอบ (Checking : C) ในขั้นนี้ผู้เรียนจะตรวจคำตอบที่คำนวณได้ตรงกับเฉลยหรือไม่ หากไม่ตรงผู้เรียนกลับไปตรวจสอบตามลำดับขั้นตอนเพื่อหาข้อผิดพลาดและแก้ไขให้ถูกต้อง



LGFEC² โมเดล

เกณฑ์การให้คะแนน

หัวข้อ	เกณฑ์การให้คะแนน
1. Looking for	- ระบุถูกต้อง 1 คะแนน - คำตอบเป็นอื่น 0 คะแนน
2. Given	- ระบุถูกต้อง ครบถ้วน 3 คะแนน - ระบุถูกต้องมากกว่าครึ่งหนึ่ง 2 คะแนน - ระบุได้น้อยกว่าครึ่งหนึ่ง 1 คะแนน - ระบุไม่ถูกต้อง/ไม่ระบุ 0 คะแนน
3. Free Body Diagram	- วาดภาพสอดคล้องกับโจทย์ แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรถูกต้อง เหมาะสม ครบถ้วน 3 คะแนน - วาดภาพสอดคล้องกับโจทย์ แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรไม่ครบถ้วน 2 คะแนน - วาดภาพสอดคล้องกับโจทย์ปัญหาแต่ระบุตัวแปรไม่ถูกต้อง เหมาะสม 1 คะแนน - วาดภาพไม่สอดคล้องกับโจทย์ 0 คะแนน
4. Equation	- เขียนสมการ กำหนดตัวแปรเหมาะสม สอดคล้องกับโจทย์ 3 คะแนน - ระบุได้เฉพาะสมการตามทฤษฎี 1 คะแนน - คำตอบเป็นอื่น 0 คะแนน
5. Calculation	- คำนวณหาคำตอบและสรุปตอบคำถามได้ถูกต้อง 5 คะแนน - คำนวณหาคำตอบแต่ไม่ได้สรุปหรือสรุปตอบคำถามไม่ถูกต้อง 4 คะแนน - แทนค่าตัวแปรได้ถูกต้องแต่คำนวณหาคำตอบไม่ถูกต้อง 3 คะแนน - ไม่สามารถแสดงการคำนวณหาคำตอบได้ 0 คะแนน
6. Checking	-



ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

กล่องแก้ไขโจทย์ปัญหา LGFEC² โมเดล

เรื่อง แรงคูลอมบ์



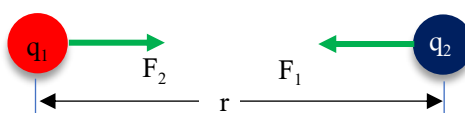
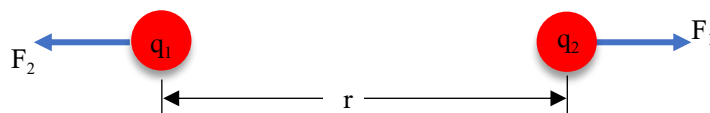
จุดประสงค์การเรียนรู้ : สืบค้นข้อมูล อธิบายกฎของคูลอมบ์และคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้



สร้างองค์ความรู้ : ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ แล้วเติมเต็มข้อความที่กำหนดให้

กฎแรงดึงดูดระหว่างประจุของคูลอมบ์

“เมื่อประจุไฟฟ้า 2 ตัวอยู่ห่างกันขนาดหนึ่ง จะมีแรงกระทำซึ่งกันและกันเสมอ หากเป็นประจุชนิดเดียวกันจะมีแรงผลักรัน หากเป็นประจุต่างชนิดกันจะมีแรงดึงดูดกัน”



$$F = \frac{kq_1q_2}{r^2}$$

เมื่อ	F	แทน	.....
	k	แทน	.....
	q_1, q_2	แทน	.....
	r	แทน	.....



ออกกำลังสมอง

Ex.1 ประจุ $+5$ ไมโครคูลอมบ์วางห่างจากประจุ -2 ไมโครคูลอมบ์ เป็นระยะ 3 เมตร จงหาแรงกระทำระหว่างประจุทั้งสองนี้

1. Looking for

$$F = ?$$

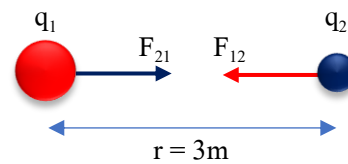
2. Given

$$q_1 = +5 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$q_2 = -2 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$r = 3 \text{ m}$$

3. Free body diagram



4. Equation

$$F_{21} = F_{12}$$

$$F = \frac{kq_1q_2}{r^2}$$

5. Calculation

$$\begin{aligned} F &= \frac{9 \times 10^9 \times 5 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{3^2} \\ &= 10^{-2} \\ &= 0.01 \text{ N} \end{aligned}$$

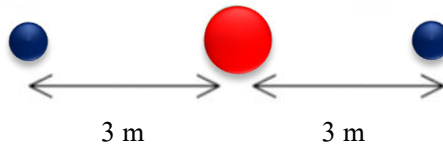
$\therefore$ แรงกระทำระหว่างสองประจุมีค่าเท่ากับ 0.01 นิวตัน

6. Checking

0.01 N / แรงดูด

Ex.2 จากระบบ จงหาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อประจุ B

$$A = -6 \times 10^{-5} \text{ C} \quad B = +1 \times 10^{-5} \text{ C} \quad C = -5 \times 10^{-5} \text{ C}$$



1. Looking for

$$\sum F = ?$$

2. Given

$$q_A = -6 \times 10^{-5} \text{ C}$$

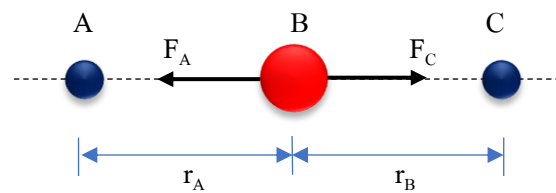
$$q_B = +1 \times 10^{-5} \text{ C}$$

$$q_C = -5 \times 10^{-5} \text{ C}$$

$$r_A = 3 \text{ m}$$

$$r_C = 3 \text{ m}$$

3. Free body diagram



4. Equation

$$\sum F = F_A - F_C$$

$$\sum F = \frac{kq_Aq_B}{r_A^2} - \frac{kq_Cq_B}{r_C^2}$$

5. Calculation

$$\sum F = \frac{9 \times 10^9 \times 6 \times 10^{-5} \times 1 \times 10^{-5}}{3^2} - \frac{9 \times 10^9 \times 5 \times 10^{-5} \times 1 \times 10^{-5}}{3^2}$$

$$= 0.6 - 0.5$$

$$= 0.1 \text{ N}$$

$\therefore$ แรงลัพธ์ที่กระทำต่อประจุ B มีค่าเท่ากับ 0.1 นิวตัน มีทิศชี้ไปทาง A

6. Checking

0.1 N ชี้ไปทาง A

1. ประจุ $+5.0 \times 10^{-5} \text{ C}$ และ $+2.0 \times 10^{-5} \text{ C}$ วางอยู่ห่างกัน 1 เมตร จะมีแรงดูดกันหรือผลักกันกี่นิวตัน

1. Looking for

3. Free body diagram

2. Given

4. Equation

5. Calculation

6. Checking

9 N แรงแผ่กั

2. ประจุขนาด A คูลอมบ์ และ 10 ไมโครคูลอมบ์ วางอยู่ห่างกัน 3 เมตร จะมีแรงกระทำต่อกัน 1 นิวตัน จงหาว่าประจุ A เป็นประจุขนาดกี่คูลอมบ์

1. Looking for

3. Free body diagram

2. Given

4. Equation

5. Calculation

6. Checking

$1 \times 10^{-4} \text{ C}$

3. แรงผลักระหว่างประจุที่เหมือนกันคู่หนึ่งเป็น 27 นิวตัน จงหาขนาดของแรงผลักระหว่างประจุนี้ ถ้าระยะห่างของประจุเป็น 3 เท่าของเดิม

1. Looking for

3. Free body diagram

2. Given

4. Equation

5. Calculation

6. Checking

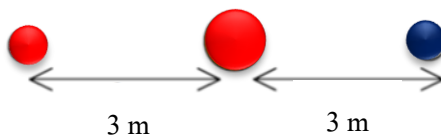
3 N

4. ทรงกลมเล็ก ๆ 2 อัน เป็นกลางทางไฟฟ้า และวางอยู่ห่างกัน 0.5 เมตร สมมติว่าอิเล็กตรอน $3.0 \times 10^{+13}$ ตัว หลุดออกจากทรงกลมหนึ่งและไปอยู่ที่อีกทรงกลมหนึ่งจงหาขนาดของแรงที่เกิดกับทรงกลมแต่ละอันและ เป็นแรงดูดหรือแรงผลัก

1. Looking for	3. Free body diagram
2. Given	
4. Equation	
5. Calculation	
6. Checking	0.83 N แรงดูด

5. จากรูป จงหาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อประจุ B

$$A = +6 \times 10^{-5} \text{ C} \quad B = +1 \times 10^{-5} \text{ C} \quad C = -5 \times 10^{-5} \text{ C}$$



1. Looking for

3. Free body diagram

2. Given



4. Equation

5. Calculation

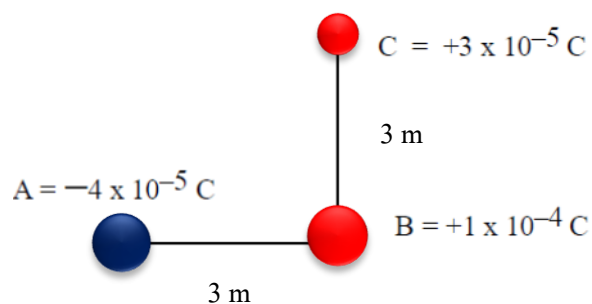
6. Checking

1.1 N ชี้ไปทาง C

6. ประจุ $+5.0$ ไมโครคูลอมบ์ และ -3.0 ไมโครคูลอมบ์ วางอยู่ห่างกัน 20 เซนติเมตร ถ้านำประจุทดสอบ ขนาด $+1.0$ ไมโครคูลอมบ์ มาวางไว้ที่จุดกึ่งกลางระหว่างประจุทั้งสอง ขนาดและทิศทางของแรงที่กระทำต่อประจุทดสอบเป็นอย่างไร

1. Looking for	3. Free body diagram
2. Given	
4. Equation	
5. Calculation	
6. Checking	7.2 N ชี้ไปทางประจุ $-3 \mu\text{C}$

7. จากรูป จงหาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อประจุ B



1. Looking for

3. Free body diagram

2. Given

4. Equation

5. Calculation

6. Checking

5 N

8. สามเหลี่ยมด้านเท่ารูปหนึ่งมีความยาวด้านละ 30 เซนติเมตร และที่แต่ละมุมของสามเหลี่ยมนี้ มีจุดประจุ $+2$, -2 และ $+5$ ไมโครคูลอมบ์ วางอยู่ อยากทราบว่าขนาดของแรงไฟฟ้าบนประจุ $+5$ ไมโครคูลอมบ์มีค่ากี่นิวตัน

1. Looking for	3. Free body diagram
2. Given	
4. Equation	
5. Calculation	
6. Checking	

1 N

9. ลูกพิท 2 ลูก มีมวลเท่ากัน และแต่ละลูกมีประจุไฟฟ้าเท่ากันทั้งคู่ แขนงจากจุดเดียวกันด้วยเชือกที่เป็น
 จนวนยาว 10 เซนติเมตร ลูกพิททั้งสองกางออกทำมุม 37 องศาับแนวดิ่ง แรงระหว่างประจุไฟฟ้าที่กระทำ
 ต่อลูกพิทแต่ละลูกเป็นก่เท่าของแรงโน้มถ่วงที่กระทำต่อลูกพิทนั้น

1. Looking for

3. Free body diagram

2. Given

4. Equation

5. Calculation

6. Checking

$\frac{3}{4}$ เท่า

10. ลูกพิทมวล 0.72 กรัม มีประจุ 25 ไมโครคูลอมบ์ วางอยู่เหนือจุดประจุ 2 จุด ที่มีขนาดเท่ากับ Q และผูกติดกันห่างกัน 6 เซนติเมตร จะต้องใช้ประจุ Q ปริมาณเท่าใดจึงจะทำให้ลูกพิทลอยอยู่เหนือจุดกึ่งกลางระหว่างประจุทั้งสองเป็นระยะทาง 4 เซนติเมตร

1. Looking for

3. Free body diagram

2. Given

4. Equation

5. Calculation

6. Checking

$$5 \times 10^{-11} \text{ C}$$

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

กล่องแก้โจทย์ปัญหา LGFEC² โมเดล เรื่อง สนามไฟฟ้า

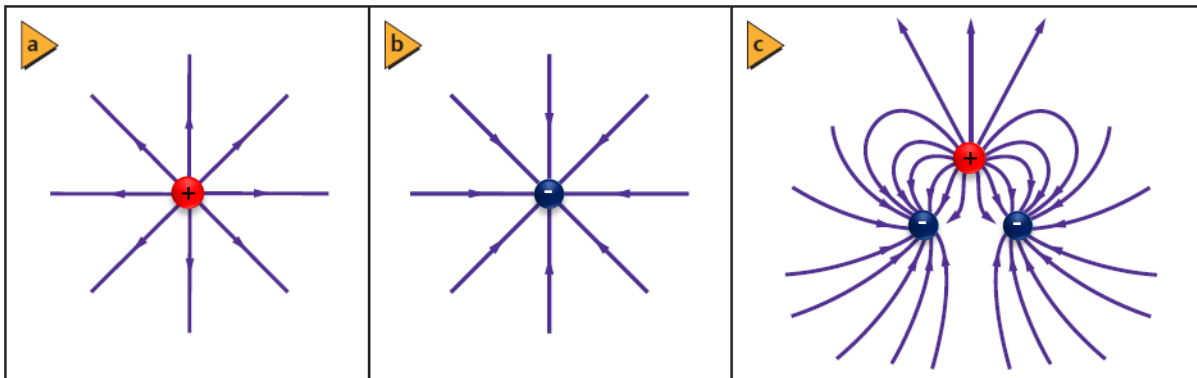
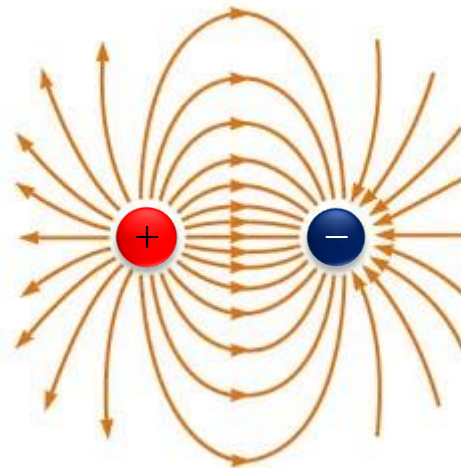


จุดประสงค์การเรียนรู้ : สืบค้นข้อมูล อธิบายความหมายและคำนวณหาสนามไฟฟ้าได้



สร้างองค์ความรู้ : ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ แล้วเติมเต็มข้อความที่กำหนดให้

1. สนามไฟฟ้า (E) คือ



2. ขนาดความเข้มสนามไฟฟ้าหาค่าได้จาก

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

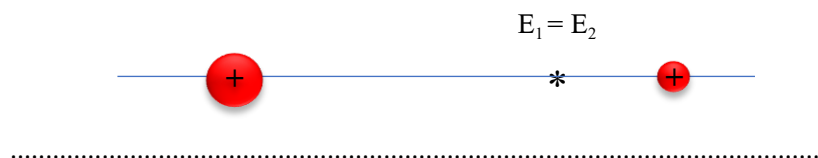
เมื่อ	E	แทน	.....
	k	แทน	.....
	q	แทน	.....
	r	แทน	.....

3. จุดสะเทิน คือ

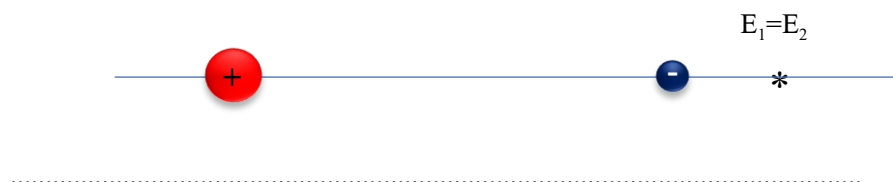
3.1 จุดสะเทินจะเกิดขึ้นได้เพียงจุดเดียวเท่านั้น

3.2 จุดสะเทินของประจุ 2 ตัว จะเกิดในแนวเส้นตรงที่ลากผ่านประจุทั้งสอง

3.2.1 กรณีประจุทั้งสองเป็นประจุชนิดเดียวกันจุดสะเทินอยู่ในตำแหน่งใด



3.2.2 กรณีประจุทั้งสองเป็นประจุต่างชนิดกันจุดสะเทินอยู่ในตำแหน่งใด



3.3 ประจุที่มีขนาดต่างกันจุดสะเทินจะเกิดอยู่ใกล้ประจุใด

.....

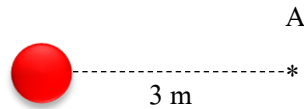
4. ขนาดของแรงกระทำต่อประจุทดสอบ

$$F = qE$$



ออกกำลังสมอง

Ex.1 จากรูป จงหาว่าสนามไฟฟ้าของประจุ $+2$ มิลลิคูลอมบ์ ณ.จุด A จะมีความเข้มกี่นิวตันต่อคูลอมบ์ และมีทิศไปทางซ้ายหรือขวา



1. Looking for

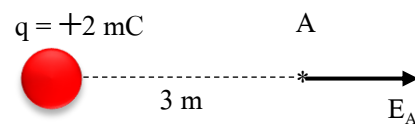
$$E = ?$$

2. Given

$$q = +2 \times 10^{-3} \text{ C}$$

$$r = 3 \text{ m}$$

3. Free body diagram



4. Equation

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

5. Calculation

$$\begin{aligned} E &= \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-3}}{3^2} \\ &= 2 \times 10^6 \text{ N/C} \end{aligned}$$

$\therefore$ สนามไฟฟ้ามีความเข้ม 2×10^6 นิวตันต่อคูลอมบ์ มีทิศชี้ไปทางขวา

6. Checking

$2 \times 10^6 \text{ N/C}$ ทิศชี้ไปทางขวา

Ex.2 ประจุ +4 นาโนคูลอมบ์ วางห่างจากประจุ -3 นาโนคูลอมบ์ 6 เมตร สนามไฟฟ้าที่จุดกึ่งกลางของประจุทั้งสองมีขนาดเท่าใด

1. Looking for

$$\sum E = ?$$

2. Given

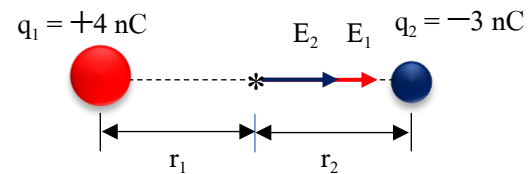
$$q_1 = +4 \times 10^{-9} \text{ C}$$

$$q_2 = -3 \times 10^{-9} \text{ C}$$

$$r_1 = 3 \text{ m}$$

$$r_2 = 3 \text{ m}$$

3. Free body diagram



4. Equation

$$\begin{aligned} \sum E &= E_1 + E_2 \\ &= \frac{kq_1}{r_1^2} + \frac{kq_2}{r_2^2} \end{aligned}$$

5. Calculation

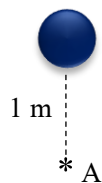
$$\begin{aligned} \sum E &= \frac{9 \times 10^9 \times 4 \times 10^{-9}}{3^2} + \frac{9 \times 10^9 \times 3 \times 10^{-9}}{3^2} \\ &= 4 + 3 \\ &= 7 \text{ N/C} \end{aligned}$$

$\therefore$ สนามไฟฟ้าที่จุดกึ่งกลางของประจุมีค่าเท่ากับ 7 นิวตันต่อคูลอมบ์

6. Checking

7 N/C

1. จากรูป จงหาว่าสนามไฟฟ้าของประจุ -4 มิลลิคูลอมบ์ ณ.จุด A จะมีความเข้มกี่นิวตันต่อคูลอมบ์และมีทิศขึ้นหรือลง



1. Looking for

3. Free body diagram

2. Given

4. Equation

5. Calculation

6. Checking

3.6×10^7 N/C ทิศขึ้น

2. ประจุบวก q_1 ขนาด 2 ไมโครคูลอมบ์ วางห่างจาก ประจุลบ q_2 ขนาด -2 ไมโครคูลอมบ์ เป็นระยะ 6 เมตร
สนามไฟฟ้าที่ตำแหน่งกึ่งกลางระหว่าง 2 ประจุนี้ มีค่าเป็นเท่าใด

1. Looking for

3. Free body diagram

2. Given

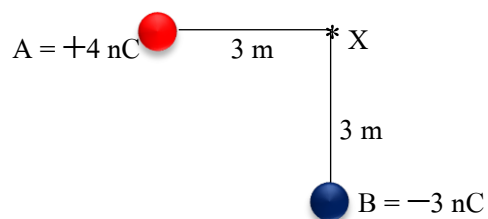
4. Equation

5. Calculation

6. Checking

$$4 \times 10^3 \text{ N/C}$$

3. จากรูปที่กำหนดให้ จงหาว่าสนามไฟฟ้าลัพธ์ที่จุด X มีขนาดเท่าใด



1. Looking for

3. Free body diagram

2. Given

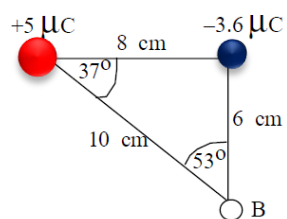
4. Equation

5. Calculation

6. Checking

5 N/C

4. จงหาความเข้มสนามไฟฟ้าที่จุด B ในรูปที่กำหนด



1. Looking for

3. Free body diagram

2. Given

4. Equation

5. Calculation

6. Checking

$$7.24 \times 10^6 \text{ N/C}$$

5. ประจุ q_1, q_2 มีขนาดเท่ากันอยู่ห่างกัน 0.1 เมตร สนามไฟฟ้า ณ จุดกึ่งกลางระหว่างประจุทั้งสองมีทิศพุ่งเข้าหา q_2 และมีขนาด 4.8×10^4 โวลต์ต่อเมตร จงหา q_1, q_2

1. Looking for

3. Free body diagram

2. Given

4. Equation

5. Calculation

6. Checking

$$q_1 = 6.67 \times 10^{-9} \text{ C}, q_2 = -6.67 \times 10^{-9} \text{ C}$$

6. ประจุไฟฟ้าขนาด $+9\ \mu\text{C}$ และประจุไฟฟ้าที่สอง $+4\ \mu\text{C}$ วางห่างกัน 1 เมตร จุดสะเทินจะอยู่ห่างจากประจุ $+9\ \mu\text{C}$ กี่เมตร

1. Looking for

3. Free body diagram

2. Given

4. Equation

5. Calculation

6. Checking

0.6 m

7. วางประจุ $+9Q$ คูลอมบ์ ที่ตำแหน่งจุดกำเนิด $(0, 0)$ และจุดประจุ $-4Q$ คูลอมบ์ ที่ตำแหน่ง $(1, 0)$ จงหา
ระยะบนแกน x ที่สนามไฟฟ้าเป็นศูนย์

1. Looking for

3. Free body diagram

2. Given

4. Equation

5. Calculation

6. Checking

ตำแหน่ง $(3, 0)$

8. กำหนดให้จุด A อยู่ห่างจากประจุ 5 นาโนคูลอมบ์ เป็นระยะ 3 เมตรสนามไฟฟ้า ณ.จุด A จะมีความเข้มเท่าใดและหากนำอิเล็กตรอน 1 ตัว ไปวางตรงจุด A จงหาแรงกระทำต่ออิเล็กตรอนนี้

1. Looking for

3. Free body diagram

2. Given

4. Equation

5. Calculation

6. Checking

$5 \text{ N/C}, 8 \times 10^{-19} \text{ N}$

9. ขนาดของสนามไฟฟ้าที่ทำให้โปรตอนมวล 1.67×10^{-27} กิโลกรัม มีประจุ 1.6×10^{-19} คูลอมป์ เกิดความเร่ง 2×10^2 เมตรต่อวินาที² มีค่าเท่าไร

1. Looking for

3. Free body diagram

2. Given

4. Equation

5. Calculation

6. Checking

$2.08 \times 10^{-6} \text{ N/C}$

10. โลหะทรงกลมมวล m แขวนด้วยเชือกที่เป็นฉนวน อยู่ในสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอขนาด 600 นิวตันต่อคูลอมบ์ มีทิศในแนวระดับดังรูป ถ้าทรงกลมมีประจุ 5 ไมโครคูลอมบ์ และเชือกถูกผลักจนทำมุม 37 องศา กับแนวดิ่ง มวลของทรงกลมจะมีค่าเท่าใดในหน่วยกรัม

1. Looking for	3. Free body diagram
2. Given	
4. Equation	
5. Calculation	
6. Checking	
0.4 g	

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

กล่องแก้ไขโจทย์ปัญหา LGFEC² โมเดล

เรื่อง ศักย์ไฟฟ้า

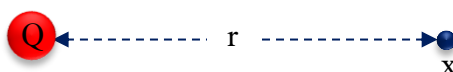


จุดประสงค์การเรียนรู้ : สืบค้นข้อมูล อธิบายความหมายและคำนวณค่าศักย์ไฟฟ้าได้



สร้างองค์ความรู้ : ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ แล้วเติมเต็มข้อความที่กำหนดให้

1. ศักย์ไฟฟ้ารอบจุดประจุ



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

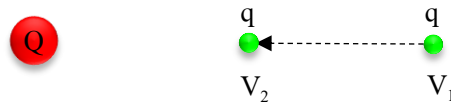
เมื่อ	V	แทน	.....
	k	แทน	.....
	Q	แทน	.....
	r	แทน	.....

ศักย์ไฟฟ้า เป็นปริมาณสเกลลาร์ มีแต่ขนาด ไม่มีทิศทาง การคำนวณหาศักย์ไฟฟ้าต้องแทนเครื่องหมาย +, - ของประจุ Q ด้วยเสมอ

2. ศักย์ไฟฟ้ารวม

$$\Sigma V = V_1 + V_2 + V_3 + \dots$$

3. งานในการเคลื่อนประจุ



$$V_2 - V_1 = \frac{W}{q}$$

เมื่อ	V_1	แทน	.....
	V_2	แทน	.....
	W	แทน	.....
	q	แทน	.....



ออกกำลังสมอง

Ex1. จากรูป ประจุ Q มีขนาด -2 นาโนคูลอมบ์ จงหาศักย์ไฟฟ้าที่จุด A ศักย์ไฟฟ้าที่จุด B และหากเลื่อนประจุขนาด $+2$ คูลอมบ์ จาก B ไป A จะต้องทำงานเท่าใด

1. Looking for

$$V_A = ?, V_B = ?, W_{B \rightarrow A} = ?$$

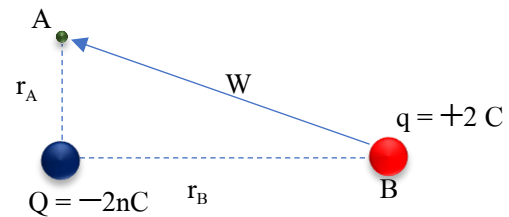
2. Given

$$Q = -2 \times 10^{-9} \text{ C}$$

$$q = +2 \text{ C}$$

$$r_A = 1 \text{ m} \quad r_B = 3 \text{ m}$$

3. Free body diagram



4. Equation

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

$$V_A - V_B = \frac{W}{q}$$

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

5. Calculation

$$W_{B \rightarrow A} = \left(\left(\frac{kQ}{r_A} \right) - \left(\frac{kQ}{r_B} \right) \right) q$$

$$= \left(\left(\frac{9 \times 10^9 \times (-2 \times 10^{-9})}{1} \right) - \left(\frac{9 \times 10^9 \times (-2 \times 10^{-9})}{3} \right) \right) \times 2$$

$$= ((-18) - (-6)) \times 2$$

$$= (-12) \times 2$$

$$= -24 \text{ J}$$

$\therefore$ ศักย์ไฟฟ้าที่จุด A เท่ากับ -18 โวลต์ ศักย์ไฟฟ้าที่จุด B เท่ากับ -6 โวลต์ และ งานในการเลื่อนประจุจาก B ไป A เท่ากับ -24 จูล

6. Checking

$$V_A = -18 \text{ V}, V_B = -6 \text{ V}, W = -24 \text{ J}$$

Ex2. จากรูปที่กำหนดให้ จงหาว่าศักย์ไฟฟ้ารวมที่จุด X มีขนาดเท่าใด

1. Looking for

$$\sum V_X = ?$$

2. Given

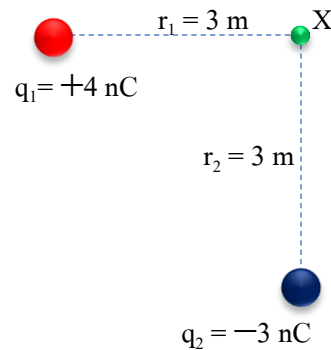
$$q_1 = +4 \times 10^{-9} \text{ C}$$

$$q_2 = -3 \times 10^{-9} \text{ C}$$

$$r_1 = 3 \text{ m}$$

$$r_2 = 3 \text{ m}$$

3. Free body diagram



4. Equation

$$\sum V_X = V_1 + V_2$$

$$\sum V_X = \frac{kq_1}{r_1} + \frac{kq_2}{r_2}$$

5. Calculation

$$\sum V_X = \frac{9 \times 10^9 \times 4 \times 10^{-9}}{3} + \frac{9 \times 10^9 \times (-3 \times 10^{-9})}{3}$$

$$= 12 - 9$$

$$= 3 \text{ V}$$

$\therefore$ ศักย์ไฟฟ้ารวมที่จุด X มีขนาดเท่ากับ 3 โวลต์

6. Checking

3 V

1. จากรูป ประจุ Q มีขนาด -5 นาโนคูลอมบ์

1.1 จงหาศักย์ไฟฟ้าที่จุด A และ B

1.2 งานในการเลื่อนประจุขนาด $+2$ คูลอมบ์ จาก A ไป B

1. Looking for

3. Free body diagram

2. Given

4. Equation

5. Calculation

6. Checking

$$V_A = -45 \text{ V}, V_B = -15 \text{ V}, W = 60 \text{ J}$$

2. A และ B เป็นจุดที่อยู่ห่างจากประจุ $+4 \text{ ไมโครคูลอมบ์}$ เป็นระยะทาง 2 และ 12 เมตร ตามลำดับ ถ้าต้องการเคลื่อนประจุ -4 คูลอมบ์ จาก A ไป B ต้องใช้งานในหน่วยกิโลจูลเท่าใด

1. Looking for

3. Free body diagram

2. Given

4. Equation

5. Calculation

6. Checking

60 kJ

3. จุด A อยู่ห่างจากประจุ -2×10^{-10} คูลอมบ์ 1 เมตร จงหางานที่ต้องทำในการนำประจุ 3×10^{-12} คูลอมบ์ จากที่ไกลมากมาที่จุด A นี้

1. Looking for

3. Free body diagram

2. Given

4. Equation

5. Calculation

6. Checking

$$-5.4 \times 10^{-12} \text{ J}$$

4. มีประจุขนาด -4×10^{-10} คูลอมป์ จุด A อยู่ห่างจากประจุนี้ 1 เมตร จงหางานที่ต้องทำในการนำประจุ 2×10^{-12} คูลอมป์ ไปวาง ณ จุดไกลมากจากจุด A

1. Looking for

3. Free body diagram

2. Given

4. Equation

5. Calculation

6. Checking

$$7.2 \times 10^{-12} \text{ J}$$

5. ในการนำประจุ 2×10^{-4} คูลอมบ์ จากระยะอนันต์ เข้าหาประจุบวกถึงจุด ๆ หนึ่งต้องสิ้นเปลืองงาน 5×10^{-2} จูล จุดนั้นมีศักย์ไฟฟ้ากี่โวลต์

1. Looking for

3. Free body diagram

2. Given

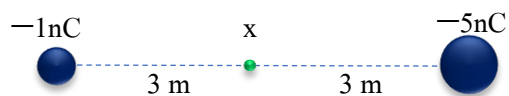
4. Equation

5. Calculation

6. Checking

2.5×10^2 V

6. จากรูปที่กำหนดให้ จงหาว่า ศักย์ไฟฟ้ารวมที่จุด X มีขนาดเท่าใด



1. Looking for

3. Free body diagram

2. Given

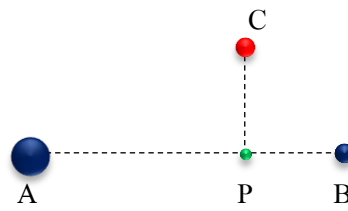
4. Equation

5. Calculation

6. Checking

-18 V

7. จากรูป A , B และ C มีจุดประจุขนาด 3.0 , 1.0 และ -1.0 ไมโครคูลอมบ์ ตามลำดับ เมื่อ $AP = 0.6$ เมตร , $CP = 0.3$ เมตร และ $BP = 0.1$ เมตร ศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่ง P มีค่าเท่าใด



1. Looking for

3. Free body diagram

2. Given

4. Equation

5. Calculation

6. Checking

$$1.05 \times 10^5 \text{ V}$$

8. ในการเคลื่อนประจุ 5×10^{-2} คูลอมบ์ จาก A ไปยัง B เป็นระยะ 10 เมตร ต้องใช้แรงเฉื่อย 2 นิวตัน ความต่างศักย์ระหว่าง AB มีค่าเท่าไร

1. Looking for

3. Free body diagram

2. Given

4. Equation

5. Calculation

6. Checking

400 V

9. สี่เหลี่ยมจัตุรัสมีเส้นทแยงมุมยาว 0.2 เมตร วางประจุ $+5$ ไมโครคูลอมบ์ $+3$ ไมโครคูลอมบ์ -4 ไมโครคูลอมบ์ และ -2 ไมโครคูลอมบ์ ที่มุมทั้งสี่ของรูปสี่เหลี่ยมนี้ จงหาศักย์ไฟฟ้าที่จุดศูนย์กลางของสี่เหลี่ยมจัตุรัส ในหน่วยโวลต์

1. Looking for

3. Free body diagram

2. Given

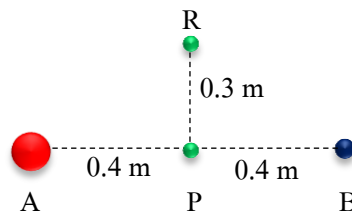
4. Equation

5. Calculation

6. Checking

$$1.8 \times 10^5 \text{ V}$$

10. ที่ตำแหน่ง A และ B มีประจุไฟฟ้า $+3.0$ ไมโครคูลอมบ์ และ -1.0 ไมโครคูลอมบ์ ดังรูป จงหาความต่างศักย์ระหว่าง R และ P



1. Looking for

3. Free body diagram

2. Given

4. Equation

5. Calculation

6. Checking

$$9 \times 10^3 \text{ V}$$

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

กล่องแก้โจทย์ปัญหา LGFEC² โมเดล

เรื่อง ศักย์ไฟฟ้าและสนามไฟฟ้ารอบตัวนำ

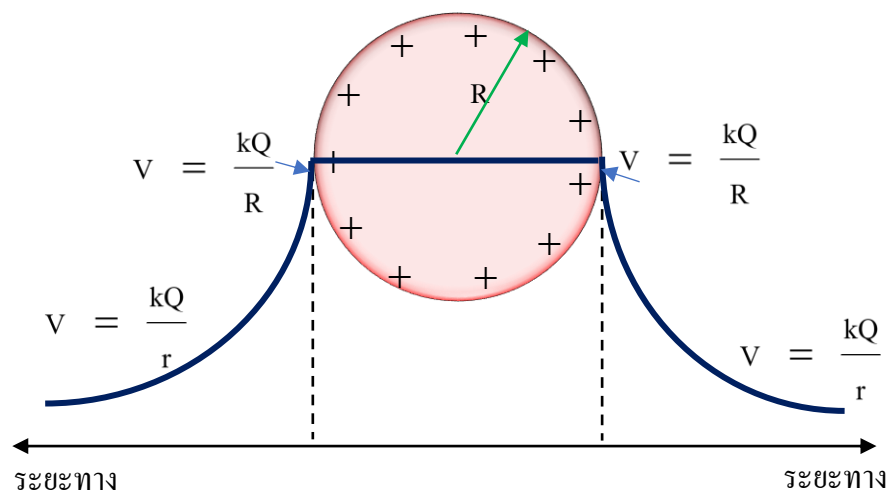


จุดประสงค์การเรียนรู้ : สืบค้นข้อมูล อธิบายความหมายและคำนวณศักย์ไฟฟ้าและสนามไฟฟ้า
ได้รอบตัวนำได้



สร้างองค์ความรู้ : ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ แล้วเติมเต็มข้อความที่
กำหนดให้

1. ศักย์ไฟฟ้ารอบตัวนำ

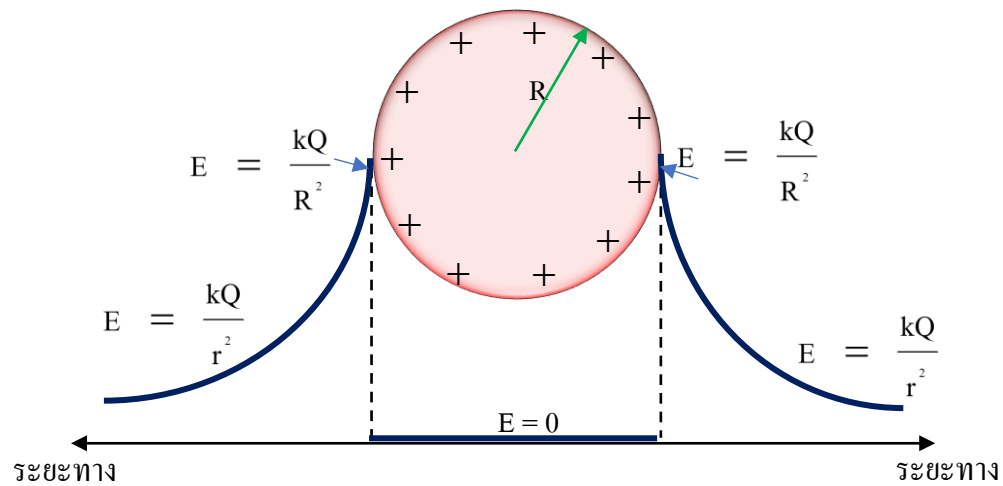


จากรูปสามารถสรุปได้ว่า

.....

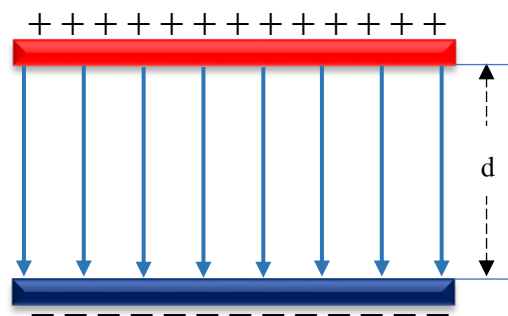
.....

2. สนามไฟฟ้ารอบตัวนำ



จากรูปสามารถสรุปได้ว่า

3. สนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ



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

เมื่อ

E	แทน	.....
V	แทน	.....
d	แทน	.....



ออกกำลังสมอง

Ex1. แผ่นโลหะคู่ขนาน วางห่างกัน 1 มิลลิเมตร ต่ออยู่กับขั้วบวก-ลบของแบตเตอรี่ 1.5 โวลต์ สนามไฟฟ้าระหว่างแผ่นตัวนำคู่ขนานจะมีค่าเท่าใด

1. Looking for

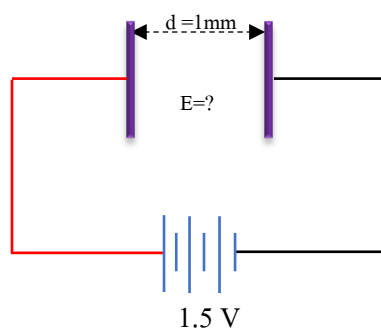
$$E = ?$$

2. Given

$$d = 1 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$V = 1.5 \text{ V}$$

3. Free body diagram



4. Equation

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

5. Calculation

$$\begin{aligned} &= \frac{1.5}{1 \times 10^{-3}} \\ &= 1.5 \times 10^3 \\ &= 1500 \text{ V/m} \end{aligned}$$

∴ สนามไฟฟ้าระหว่างแผ่นตัวนำคู่ขนานจะมีค่าเท่า 1500 โวลต์ต่อเมตร

6. Checking

1500 V/m

Ex2. ประจุไฟฟ้าขนาด $+1$ ไมโครคูลอมบ์ อยู่ในสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอซึ่งมีทิศจากซ้ายไปขวาและมีความเข้ม 8 โวลต์ต่อเมตร จะถูกแรงกระทำเท่าใดและมีทิศไปทางไหน

1. Looking for

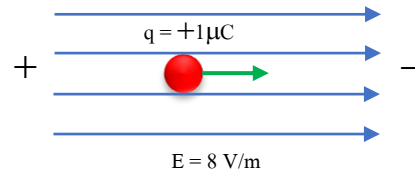
$$F = ?$$

2. Given

$$q = +1 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$E = 8 \text{ V/m}$$

3. Free body diagram



4. Equation

$$F = qE$$

5. Calculation

$$= 1 \times 10^{-6} \times 8$$

$$= 8 \times 10^{-6} \text{ N}$$

$\therefore$ แรงกระทำต่อประจุไฟฟ้ามีค่าเท่ากับ 8×10^{-6} นิวตัน มีทิศไปทางขวา

6. Checking

$$8 \times 10^{-6} \text{ N} \text{ ทิศไปทางขวา}$$

1. แผ่นตัวนำคู่ขนานเท่ากัน วางห่างกัน 3 มิลลิเมตร ถ้าต่อแผ่นคู่ขนานนี้เข้ากับแบตเตอรี่ 9 โวลต์ สนามไฟฟ้าระหว่างแผ่นตัวนำคู่ขนานจะมีค่าเท่าใด

1. Looking for

3. Free body diagram

2. Given

4. Equation

5. Calculation

6. Checking

3000 V/m

2. แผ่นตัวนำคู่ขนานเท่ากัน วางห่างกัน 5 เซนติเมตร มีสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอเข้ม 20 โวลต์ต่อเมตร จะมีค่าความต่างศักย์ระหว่างขั้วบวกและขั้วลบ กี่โวลต์

1. Looking for

3. Free body diagram

2. Given

4. Equation

5. Calculation

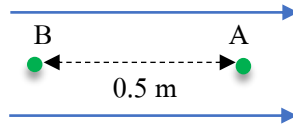
6. Checking

1 V

3. สนามไฟฟ้าสม่ำเสมอขนาดเท่ากับ 8 โวลต์ต่อเมตร ตำแหน่ง A และ B อยู่ห่างกัน 0.5 เมตร ดังรูป จงหา

3.1 ความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่าง A ไป B

3.2 งานในการเลื่อนประจุขนาด $+2$ ไมโครคูลอมบ์ จากจุด A ไป B



1. Looking for

3. Free body diagram

2. Given

4. Equation

5. Calculation

6. Checking

$$4 \text{ V}, 8 \times 10^{-6} \text{ J}$$

4. จากรูป สนามไฟฟ้าสม่ำเสมอมีขนาด 12 โวลต์ต่อเมตร จงหางานที่ใช้ในการเคลื่อนที่ประจุทดสอบ 3.0 ไมโครคูลอมบ์ จาก $A \rightarrow B \rightarrow C$

1. Looking for

3. Free body diagram

2. Given

4. Equation

5. Calculation

6. Checking

$$1.8 \times 10^{-6} \text{ J}$$

5. เมื่อนำประจุ -2 ไมโครคูลอมบ์ เข้าไปวางไว้ ณ จุด ๆ หนึ่ง ปรากฏว่ามีแรง 8×10^{-6} นิวตัน มากระทำต่อประจุนี้ในทิศจากซ้ายไปขวา จงหาสนามไฟฟ้าตรงจุดนั้น

1. Looking for

3. Free body diagram

2. Given

4. Equation

5. Calculation

6. Checking

4 V/m มีทิศจากขวาไปซ้าย

6. เมื่อนำประจุ $+3.6 \times 10^{-14}$ คูโลมบ์ วางในสนามไฟฟ้าของแผ่นโลหะสองแผ่น ซึ่งมีความต่างศักย์ 105 โวลต์ และอยู่ห่างกัน 0.3 เมตร จะเกิดแรงกระทำต่อประจุเท่าไร

1. Looking for

3. Free body diagram

2. Given

4. Equation

5. Calculation

6. Checking

$$1.26 \times 10^{-11} \text{ N}$$

7. ในการทดลองตามแบบของมิลลิแกน พบว่าหยดน้ำมันหยดหนึ่งลอยนิ่งได้ระหว่างแผ่นโลหะขนาน 2 แผ่นซึ่งห่างกัน 0.8 เซนติเมตร โดยมีความต่างศักย์ระหว่างแผ่นทำให้เกิดสนาม 12000 โวลต์ต่อเมตร ถ้าหยดน้ำมันมีประจุไฟฟ้า $+8.0 \times 10^{-19}$ คูโลมบ์ จะมีน้ำหนักเท่าไร

1. Looking for

3. Free body diagram

2. Given

4. Equation

5. Calculation

6. Checking

$$9.6 \times 10^{-15} \text{ N}$$

8. สนามไฟฟ้าขนาด 280,000 นิวตันต่อคูลอมบ์ มีทิศไปทางใต้ จงหาขนาดและทิศทางของแรงที่กระทำต่อประจุ -4.0 ไมโครคูลอมบ์ ที่วางอยู่ในสนามไฟฟ้านี้

1. Looking for	3. Free body diagram
2. Given	
4. Equation	
5. Calculation	
6. Checking	
	1.12 N ขึ้นทางทิศเหนือ

9. แผ่นตัวนำขนานห่างกัน 0.2 เซนติเมตร ทำให้เกิดสนามสม่ำเสมอตามแนวดิ่ง ถ้าต้องการให้อิเล็กตรอนมวล 9.1×10^{-31} กิโลกรัม ที่มีประจุ -1.6×10^{-19} คูลอมบ์ ลอยอยู่นิ่ง ที่ตำแหน่งระหว่างแผ่นตัวนำขนานนี้ ความต่างศักย์ระหว่างแผ่นตัวนำขนานต้องเป็นเท่าใด

1. Looking for

3. Free body diagram

2. Given

4. Equation

5. Calculation

6. Checking

$1.14 \times 10^{-13} \text{ V}$

10. หยคน้ำมันหยดหนึ่งมวล 0.02 กรัม ประจุ +q อยู่ในสนามไฟฟ้า ความเข้ม 10 นิวตันต่อคูลอมบ์ ปรากฏ หยคน้ำมันหยดหนึ่งโดยสมดุลกับแรงโน้มถ่วงของโลก จงหาค่าประจุ +q

1. Looking for

3. Free body diagram

2. Given

4. Equation

5. Calculation

6. Checking

$$2 \times 10^{-5} \text{ C}$$

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

กล่องแก้โจทย์ปัญหา LGFEC² โมเดล เรื่อง ตัวเก็บประจุ



จุดประสงค์การเรียนรู้ : สืบค้นข้อมูล อธิบายความหมายและคำนวณหาค่าความจุไฟฟ้าได้



สร้างองค์ความรู้ : ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ แล้วเติมเต็มข้อความที่กำหนดให้

1. ตัวเก็บประจุ (Capacitor : C)

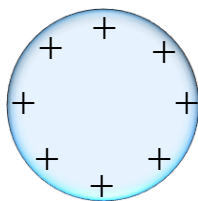
ตัวเก็บประจุ คือ



สัญลักษณ์



1.1 ตัวเก็บประจุแบบทรงกลม



$$C = \frac{a}{K}$$

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

เมื่อ

C	แทน	.....
V	แทน	.....
Q	แทน	.....
a	แทน	.....
k	แทน	.....

1.2 ตัวเก็บประจุแบบแผ่นโลหะคู่ขนาน



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

เมื่อ

C	แทน	.....
V	แทน	.....
Q	แทน	.....

2. พลังงานไฟฟ้าที่เก็บสะสมในตัวเก็บประจุ

$$U = \frac{1}{2} QV$$

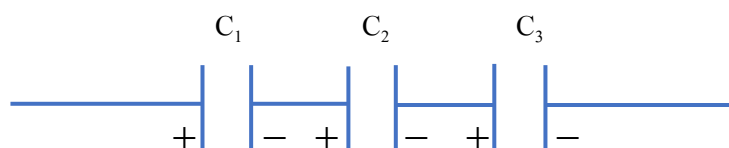
$$U = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$$

$$U = \frac{1}{2} CV^2$$

เมื่อ U แทน

3. การต่อตัวเก็บประจุ

3.1 การต่อตัวเก็บประจุแบบอนุกรม

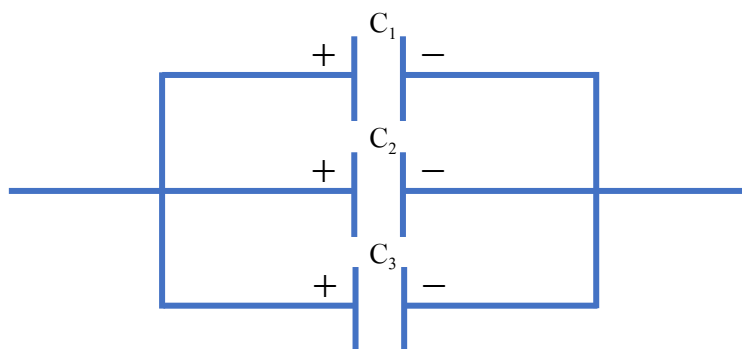


$$\sum Q = Q_1 = Q_2 = Q_3$$

$$\sum V = V_1 + V_2 + V_3$$

$$\frac{1}{\sum C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

3.2 การต่อตัวเก็บประจุแบบขนาน



$$\sum Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$\sum V = V_1 = V_2 = V_3$$

$$\sum C = C_1 + C_2 + C_3$$



ออกกำลังสมอง

Ex1. ตัวนำทรงกลมรัศมี 10 เซนติเมตร ความจุประจุของทรงกลมมีค่ากี่ฟารัด

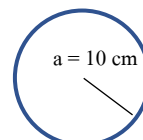
1. Looking for

$$C = ?$$

2. Given

$$a = 0.1 \text{ m}$$

3. Free body diagram



4. Equation

$$C = \frac{a}{k}$$

5. Calculation

$$= \frac{0.1}{9 \times 10^9}$$

$$= 1.1 \times 10^{-11} \text{ F}$$

$\therefore$ ทรงกลมตัวนำมีความจุเท่ากับ 1.1×10^{-11} ฟารัด

6. Checking

$$1.1 \times 10^{-11} \text{ F}$$

Ex2. ตัวเก็บประจุตัวหนึ่งมีความจุ $0.2 \mu\text{F}$ ใช้งานกับความต่างศักย์ 250 โวลต์ จะเก็บประจุไว้ได้กี่คูลอมบ์

1. Looking for

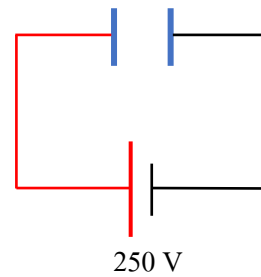
$$Q = ?$$

2. Given

$$C = 0.2 \times 10^{-6} \text{ F}$$

$$V = 250 \text{ V}$$

3. Free body diagram



4. Equation

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

$$Q = CV$$

5. Calculation

$$= 0.2 \times 10^{-6} \times 250$$

$$= 50 \times 10^{-6}$$

$$= 50 \mu\text{C}$$

$\therefore$ ตัวเก็บประจุจะเก็บประจุไว้ได้ 50 ไมโครคูลอมบ์

6. Checking

$50 \mu\text{C}$

Ex3. ตัวเก็บประจุ 16 ไมโครฟารัด ต่อเข้ากับความต่างศักย์ค่าหนึ่ง ทำให้มีพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ 0.5 จูล จงหาค่าความต่างศักย์นี้ในหน่วยของโวลต์

1. Looking for

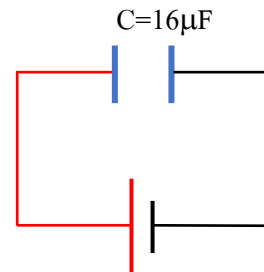
$$V = ?$$

2. Given

$$C = 16 \times 10^{-6} \text{ F}$$

$$U = 0.5 \text{ J}$$

3. Free body diagram



4. Equation

$$U = \frac{1}{2} CV^2$$

$$V^2 = \frac{2U}{C}$$

5. Calculation

$$V^2 = \frac{2 \times 0.5}{16 \times 10^{-6}}$$

$$V^2 = \frac{10^6}{16}$$

$$V = \sqrt{\frac{10^6}{16}}$$

$$= \frac{10^3}{4}$$

$$= 250 \text{ V}$$

∴ ความต่างศักย์ที่ทำให้มีพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ 0.5 จูล เท่ากับ 250 โวลต์

6. Checking

250 V

Ex4. จากวงจรดังรูป จงหา 1) C รวม 2) Q_1 และ Q_2 3) V_1 และ V_2 และ 4) V รวม

1. Looking for

$$\sum C = ?$$

$$Q_1 = ? ; Q_2 = ?$$

$$V_1 = ? ; V_2 = ?$$

$$\sum V = ?$$

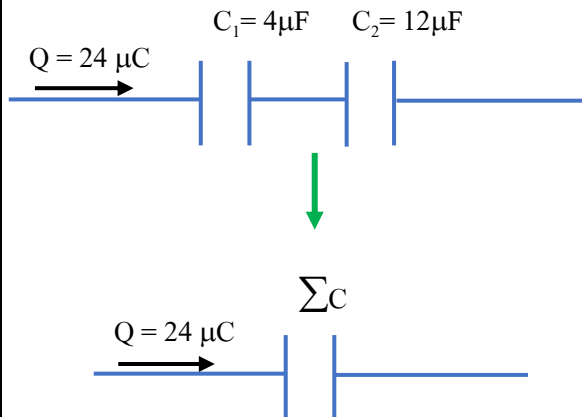
2. Given

$$Q = 24 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$C_1 = 4 \times 10^{-6} \text{ F}$$

$$C_2 = 12 \times 10^{-6} \text{ F}$$

3. Free body diagram



4. Equation

$$\frac{1}{\sum C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

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

5. Calculation

1)

$$\frac{1}{\sum C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

$$= \frac{1}{4 \times 10^{-6}} + \frac{1}{12 \times 10^{-6}}$$

$$= \frac{4}{12 \times 10^{-6}}$$

$$= \frac{1}{3 \times 10^{-6}}$$

$$\therefore \sum C = 3 \times 10^{-6} \text{ F}$$

2)

$$\sum Q = Q_1 = Q_2 = 24 \mu\text{F}$$

3)

$$V_1 = \frac{Q}{C_1}$$

$$= \frac{24 \times 10^{-6}}{4 \times 10^{-6}}$$

$$= 6 \text{ V}$$

$$\therefore V_1 = 6 \text{ V}$$

$$V_2 = \frac{Q}{C_2}$$

$$= \frac{24 \times 10^{-6}}{12 \times 10^{-6}}$$

$$= 2 \text{ V}$$

$$\therefore V_2 = 2 \text{ V}$$

4)

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

$$= \frac{24 \times 10^{-6}}{3 \times 10^{-6}}$$

$$= 8 \text{ V}$$

$$\therefore V_2 = 8 \text{ V}$$

6. Checking

$$3 \mu\text{F}, 24 \mu\text{C}, 24 \mu\text{C}, 6 \text{ V}, 2 \text{ V}, 8 \text{ V}$$

Ex5. จากวงจรดังรูป จงหา 1) C รวม 2) V รวม 3) V_1 และ V_2 4) Q_1 และ Q_2

1. Looking for

$$\sum C = ?$$

$$\sum V = ?$$

$$V_1 = ? ; V_2 = ?$$

$$Q_1 = ? ; Q_2 = ?$$

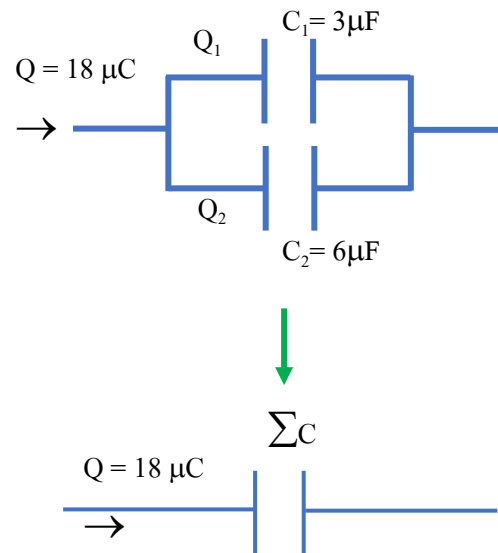
2. Given

$$Q = 18 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$C_1 = 3 \times 10^{-6} \text{ F}$$

$$C_2 = 6 \times 10^{-6} \text{ F}$$

3. Free body diagram



4. Equation

$$\sum C = C_1 + C_2$$

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

5. Calculation

1)

$$\begin{aligned} \sum C &= C_1 + C_2 \\ &= 3 \times 10^{-6} + 6 \times 10^{-6} \\ &= 9 \times 10^{-6} \text{ F} \end{aligned}$$

2)

$$\begin{aligned} \sum V &= \frac{\sum Q}{\sum C} \\ &= \frac{18 \times 10^{-6}}{9 \times 10^{-6}} \\ &= 2 \text{ V} \end{aligned}$$

3)

$$\sum V = V_1 = V_2 = 2 \text{ V}$$

4)

$$\begin{aligned} Q_1 &= C_1 V_1 \\ &= 3 \times 10^{-6} \times 2 \\ &= 6 \times 10^{-6} \text{ C} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_2 &= C_2 V_2 \\ &= 6 \times 10^{-6} \times 2 \\ &= 12 \times 10^{-6} \text{ C} \end{aligned}$$

6. Checking

9 μF, 2 V, 2 V, 6 μC, 12 μC

1. ศักย์ไฟฟ้าของตัวนำทรงกลมรัศมี 60 เซนติเมตร มีค่าเท่ากับ 3×10^5 โวลต์ ประจุไฟฟ้าที่ตัวนำทรงกลมนี้สามารถเก็บได้มีค่าเท่าไร

1. Looking for

3. Free body diagram

2. Given

4. Equation

5. Calculation

6. Checking

20 μC

2. แผ่นโลหะขนานห่างกัน 0.1 เมตร ใช้ทำเป็นตัวเก็บประจุที่มีค่าความจุ 9 นาโนฟารัด ถ้าสนามไฟฟ้าระหว่างแผ่นโลหะมีค่า 3 นิวตันต่อคูลอมบ์ อยากทราบว่าตัวเก็บประจุนี้ มีประจุกี่คูลอมบ์

1. Looking for

3. Free body diagram

2. Given

4. Equation

5. Calculation

6. Checking

2.7 nC

3. ตัวเก็บประจุหนึ่งสะสมประจุไว้ 53 ไมโครคูลอมบ์ เมื่อต่อกับความต่างศักย์ 6 โวลต์ จงหาประจุที่สะสมในตัวเก็บประจุ ถ้าต่อเข้ากับความต่างศักย์ 9 โวลต์

1. Looking for

3. Free body diagram

2. Given

4. Equation

5. Calculation

6. Checking

79.5 μC

4. จงหาพลังงานที่สะสมในตัวเก็บประจุที่มีความจุ 2 ไมโครฟารัด เมื่อประจุไฟฟ้าในตัวเก็บประจุมีความต่างศักย์ 100 โวลต์

1. Looking for

3. Free body diagram

2. Given

4. Equation

5. Calculation

6. Checking

$$1 \times 10^{-2} \text{ J}$$

5. ในการเกิดฟ้าผ่าครั้งหนึ่ง ปรากฏว่ามีประจุถ่ายเทระหว่างเมฆและพื้นดิน 40 คูลอมบ์ และความต่างศักย์ระหว่างเมฆกับพื้นดินมีค่า 8×10^6 โวลต์ จงหาพลังงานที่เกิดขึ้นเนื่องจากฟ้าผ่าครั้งนี้

1. Looking for

3. Free body diagram

2. Given

4. Equation

5. Calculation

6. Checking

$$1.6 \times 10^8 \text{ J}$$

6. ตัวเก็บประจุแบบโลหะแผ่นขนาน $C_1 = 2\mu\text{F}$ และ $C_2 = 3\mu\text{F}$ ต่อกันอย่างอนุกรมกับขั้วทั้งสองของแบตเตอรี่ขนาด 10 โวลต์ จงหาประจุไฟฟ้าและความต่างศักย์บนตัวเก็บประจุ C_1 และ C_2

1. Looking for

3. Free body diagram

2. Given

4. Equation

5. Calculation

6. Checking

12 μC , 12 μC , 6 V, 4 V

7. ตัวเก็บประจุขนาด $4.0\ \mu\text{F}$ และ $8.0\ \mu\text{F}$ ต่อขนานกัน และต่อเข้ากับความต่างศักย์ 25 โวลต์ จงหาความจุไฟฟ้ารวมและประจุที่สะสมในตัวเก็บประจุแต่ละตัว

1. Looking for

3. Free body diagram

2. Given

4. Equation

5. Calculation

6. Checking

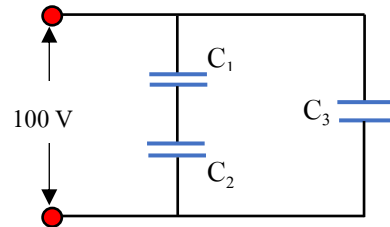
$12\ \mu\text{F}$, $100\ \mu\text{C}$, $200\ \mu\text{C}$

8. ตัวเก็บประจุ 3 ตัว C_1 มีความจุ 6 ไมโครฟารัด C_2 มีความจุ 12 ไมโครฟารัด และ C_3 มีความจุ 8 ไมโครฟารัด เมื่อนำมาต่อกับความต่างศักย์ 100 โวลต์ ดังรูป จงหาพลังงานสะสมที่ตัวเก็บประจุ C_3 ในหน่วยจูล

1. Looking for

2. Given

3. Free body diagram



4. Equation

5. Calculation

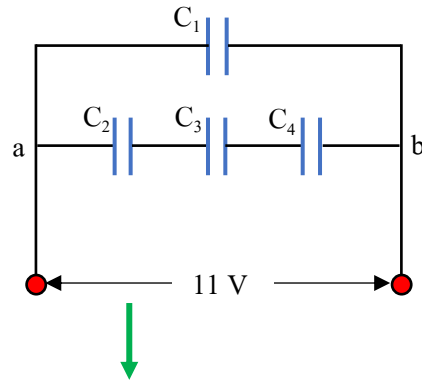
6. Checking

$$4 \times 10^{-2} \text{ J}$$

9. $C_1 = 4$ ไมโครฟารัด $C_2 = 6$ ไมโครฟารัด $C_3 = 9$ ไมโครฟารัด $C_4 = 3$ ไมโครฟารัด ต่อกันดังรูป และต่อเข้ากับความต่างศักย์ 11 โวลต์ ความจุรวมของตัวเก็บประจุทั้งหมดจะเป็นกี่ไมโครฟารัดและความต่างศักย์ของตัวเก็บประจุ C_4 เท่าใด

1. Looking for

3. Free body diagram



2. Given

4. Equation

5. Calculation

6. Checking

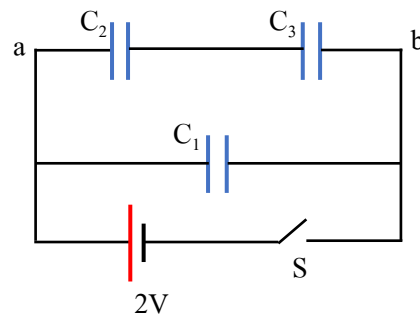
5.63 μF , 6 V

10. ตัวเก็บประจุ C_1 , C_2 และ C_3 มีขนาดความจุ 1 2 และ 3 ไมโครฟารัด ตามลำดับ ก่อนนำมาต่อกับแบตเตอรี่ขนาด 2 โวลต์ ดังรูป ตัวเก็บประจุทั้งสามยังไม่มีประจุอยู่ภายในเลย เมื่อปิดสวิตช์ S เป็นเวลานานพอที่จะทำให้อยู่ในสภาวะสมดุล พลังงานไฟฟ้าที่สะสมอยู่ในตัวเก็บประจุ C_2 จะมีขนาดเท่าใดในหน่วยไมโครจูล

1. Looking for

2. Given

3. Free body diagram



4. Equation

5. Calculation

6. Checking

1.44 μJ

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

กล่องแก้ไขโจทย์ปัญหา LGFEC² โมเดล

เรื่อง แรงคูลอมบ์



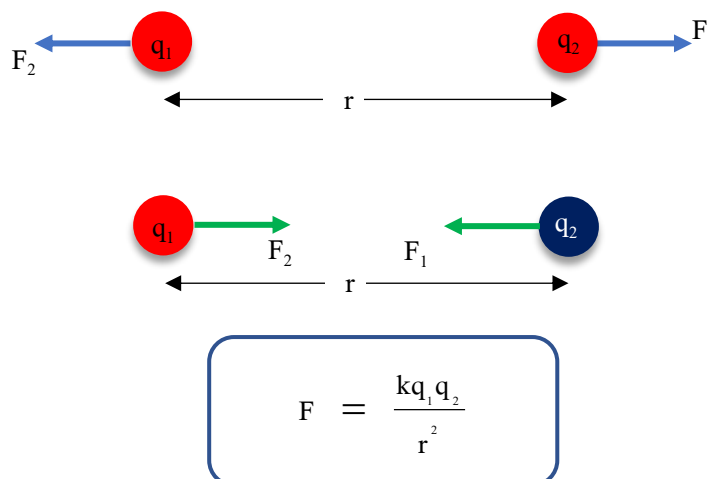
จุดประสงค์การเรียนรู้ : สืบค้นข้อมูล อธิบายกฎของคูลอมบ์และคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้



สร้างองค์ความรู้ : ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ แล้วเติมเต็มข้อความที่กำหนดให้

กฎแรงดึงดูดระหว่างประจุของคูลอมบ์

“เมื่อประจุไฟฟ้า 2 ตัวอยู่ห่างกันขนาดหนึ่ง จะมีแรงกระทำซึ่งกันและกันเสมอ หากเป็นประจุชนิดเดียวกันจะมีแรงผลักรัน หากเป็นประจุต่างชนิดกันจะมีแรงดึงดูดกัน”



เมื่อ	F	แทน	แรงกระทำ (N)
	k	แทน	ค่าคงที่ของคูลอมบ์ ($9 \times 10^9 \text{ N.m}^2 / \text{C}^2$)
	q_1, q_2	แทน	ขนาดของประจุตัวที่ 1 และตัวที่ 2 ตามลำดับ (C)
	r	แทน	ระยะห่างระหว่างประจุทั้งสอง (m)



ออกกำลังสมอง

Ex.1 ประจุ $+5$ ไมโครคูลอมบ์วางห่างจากประจุ -2 ไมโครคูลอมบ์ เป็นระยะ 3 เมตร จงหาแรงกระทำระหว่างประจุทั้งสองนี้

1. Looking for

$$F = ?$$

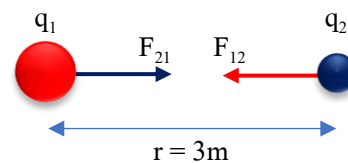
2. Given

$$q_1 = +5 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$q_2 = -2 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$r = 3 \text{ m}$$

3. Free body diagram



4. Equation

$$F_{21} = F_{12}$$

$$F = \frac{kq_1q_2}{r^2}$$

5. Calculation

$$\begin{aligned} F &= \frac{9 \times 10^9 \times 5 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{3^2} \\ &= 10^{-2} \\ &= 0.01 \text{ N} \end{aligned}$$

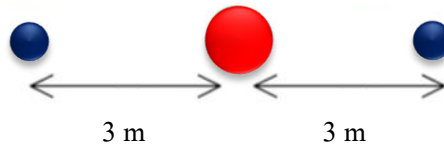
$\therefore$ แรงกระทำระหว่างสองประจุมีค่าเท่ากับ 0.01 นิวตัน

6. Checking

0.01 N / แรงดูด

Ex.2 จากระบบ จงหาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อประจุ B

$$A = -6 \times 10^{-5} \text{ C} \quad B = +1 \times 10^{-5} \text{ C} \quad C = -5 \times 10^{-5} \text{ C}$$



1. Looking for

$$\sum F = ?$$

2. Given

$$q_A = -6 \times 10^{-5} \text{ C}$$

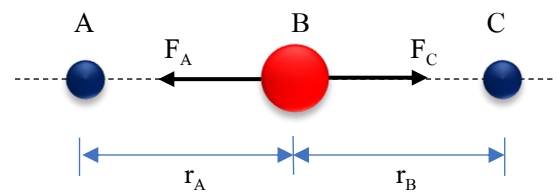
$$q_B = +1 \times 10^{-5} \text{ C}$$

$$q_C = -5 \times 10^{-5} \text{ C}$$

$$r_A = 3 \text{ m}$$

$$r_C = 3 \text{ m}$$

3. Free body diagram



4. Equation

$$\sum F = F_A - F_C$$

$$\sum F = \frac{kq_Aq_B}{r_A^2} - \frac{kq_Cq_B}{r_C^2}$$

5. Calculation

$$\sum F = \frac{9 \times 10^9 \times 6 \times 10^{-5} \times 1 \times 10^{-5}}{3^2} - \frac{9 \times 10^9 \times 5 \times 10^{-5} \times 1 \times 10^{-5}}{3^2}$$

$$= 0.6 - 0.5$$

$$= 0.1 \text{ N}$$

$\therefore$ แรงลัพธ์ที่กระทำต่อประจุ B มีค่าเท่ากับ 0.1 นิวตัน มีทิศชี้ไปทาง A

6. Checking

0.1 N ชี้ไปทาง A

1. ประจุ $+5.0 \times 10^{-5} \text{ C}$ และ $+2.0 \times 10^{-5} \text{ C}$ วางอยู่ห่างกัน 1 เมตร จะมีแรงดูดกันหรือผลักกันกี่นิวตัน

1. Looking for

$$F = ?$$

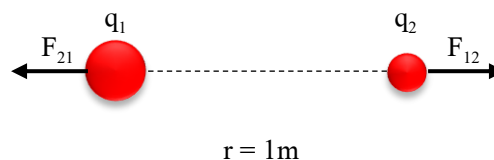
2. Given

$$q_1 = +5 \times 10^{-5} \text{ C}$$

$$q_2 = +2 \times 10^{-5} \text{ C}$$

$$r = 3 \text{ m}$$

3. Free body diagram



4. Equation

$$F_{21} = F_{12}$$

$$F = \frac{kq_1q_2}{r^2}$$

5. Calculation

$$F = \frac{9 \times 10^9 \times 5 \times 10^{-5} \times 2 \times 10^{-5}}{1^2}$$

$$= 9 \text{ N}$$

$\therefore$ แรงกระทำระหว่างสองประจุมีค่าเท่ากับ 9 นิวตัน เนื่องเป็นจากประจุชนิดเดียวกันจึงเป็นแรงผลัก

6. Checking

9 N แรงผลัก

2. ประจุขนาด A คูลอมบ์ และ 10 ไมโครคูลอมบ์ วางอยู่ห่างกัน 3 เมตร จะมีแรงกระทำต่อกัน 1 นิวตัน จงหาว่าประจุ A เป็นประจุขนาดกี่คูลอมบ์

1. Looking for

$$q_A = ?$$

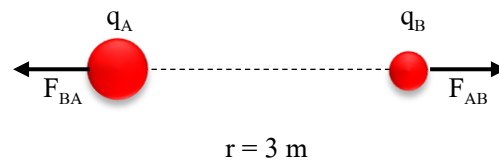
2. Given

$$F = 1 \text{ N}$$

$$q_B = +10 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$r = 3 \text{ m}$$

3. Free body diagram



4. Equation

$$F = \frac{kq_Aq_B}{r^2}$$

$$q_A = \frac{Fr^2}{kq_B}$$

5. Calculation

$$\begin{aligned} q_A &= \frac{1 \times 3^2}{9 \times 10^9 \times 1 \times 10^{-5}} \\ &= 1 \times 10^{-4} \text{ C} \end{aligned}$$

$\therefore$ ประจุ A มีขนาดเท่ากับ 1×10^{-4} คูลอมบ์

6. Checking

$$1 \times 10^{-4} \text{ C}$$

3. แรงผลักระหว่างประจุที่เหมือนกันคู่หนึ่งเป็น 27 นิวตัน จงหาขนาดของแรงผลักระหว่างประจุนี้ ถ้าระยะห่างของประจุเป็น 3 เท่าของเดิม

1. Looking for

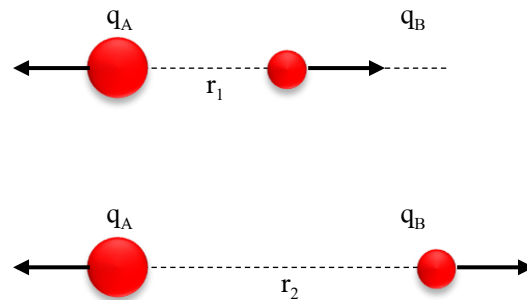
$$F_2 = ?$$

2. Given

$$F_1 = 27 \text{ N}$$

$$r_2 = 3r_1$$

3. Free body diagram



4. Equation

$$F_1 = \frac{kq_Aq_B}{r_1^2} \quad (1)$$

$$F_2 = \frac{kq_Aq_B}{r_2^2} \quad (2)$$

5. Calculation

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{kq_Aq_B}{r_2^2} \times \frac{r_1^2}{kq_Aq_B}$$

$$F_2 = \frac{r_1^2 F_1}{r_2^2}$$

$$F_2 = \frac{r_1^2 F_1}{(3r_1)^2}$$

$$= \frac{27}{9}$$

$$= 9 \text{ N}$$

$\therefore$ แรงผลักระหว่างประจุนี้ มีค่าเท่ากับ 9 นิวตัน

6. Checking

3 N

4. ทรงกลมเล็ก ๆ 2 อัน เป็นกลางทางไฟฟ้า และวางอยู่ห่างกัน 0.5 เมตร สมมติว่าอิเล็กตรอน $3.0 \times 10^{+13}$ ตัว หลุดออกจากทรงกลมหนึ่งและไปอยู่ที่อีกทรงกลมหนึ่งจงหาขนาดของแรงที่เกิดกับทรงกลมแต่ละอันและเป็นแรงดูดหรือแรงผลัก

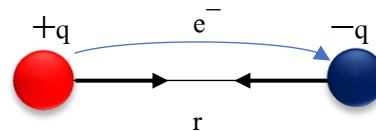
1. Looking for

$$F = ?$$

2. Given

$$\begin{aligned} q &= ne \\ &= 3 \times 10^{13} \times 1.6 \times 10^{-19} \\ &= \pm 4.8 \times 10^{-6} \text{ C} \\ r &= 0.5 \text{ m} \end{aligned}$$

3. Free body diagram



4. Equation

$$F = \frac{kqq}{r^2}$$

5. Calculation

$$\begin{aligned} F &= \frac{9 \times 10^9 \times 4.8 \times 10^{-6} \times 4.8 \times 10^{-6}}{0.5^2} \\ &= 0.83 \text{ N} \end{aligned}$$

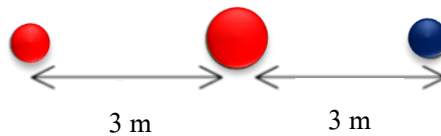
$\therefore$ แรงที่เกิดกับทรงกลมแต่ละอันมีค่าเท่ากับ 0.83 นิวตัน เป็นแรงดูด

6. Checking

0.83 N แรงดูด

5. จากระบบ จงหาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อประจุ B

$$A = +6 \times 10^{-5} \text{ C} \quad B = +1 \times 10^{-5} \text{ C} \quad C = -5 \times 10^{-5} \text{ C}$$



1. Looking for

$$\sum F = ?$$

2. Given

$$q_A = +6 \times 10^{-5} \text{ C}$$

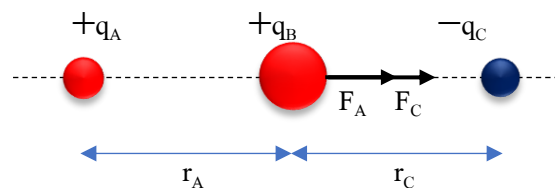
$$q_B = +1 \times 10^{-5} \text{ C}$$

$$q_C = -5 \times 10^{-5} \text{ C}$$

$$r_A = 3 \text{ m}$$

$$r_C = 3 \text{ m}$$

3. Free body diagram



4. Equation

$$\sum F = F_A + F_C$$

$$\sum F = \frac{kq_Aq_B}{r_A^2} + \frac{kq_Cq_B}{r_C^2}$$

5. Calculation

$$\sum F = \frac{9 \times 10^9 \times 6 \times 10^{-5} \times 1 \times 10^{-5}}{3^2} + \frac{9 \times 10^9 \times 5 \times 10^{-5} \times 1 \times 10^{-5}}{3^2}$$

$$= 0.6 + 0.5$$

$$= 1.1 \text{ N}$$

$\therefore$ แรงลัพธ์ที่กระทำต่อประจุ B มีค่าเท่ากับ 1.1 นิวตัน มีทิศชี้ไปทาง C

6. Checking

1.1 N ชี้ไปทาง C

6. ประจุ $+5.0$ ไมโครคูลอมบ์ และ -3.0 ไมโครคูลอมบ์ วางอยู่ห่างกัน 20 เซนติเมตร ถ้านำประจุทดสอบขนาด $+1.0$ ไมโครคูลอมบ์ มาวางไว้ที่จุดกึ่งกลางระหว่างประจุทั้งสอง ขนาดและทิศทางของแรงที่กระทำต่อประจุทดสอบเป็นอย่างไร

1. Looking for

$$\sum F = ?$$

2. Given

$$q_A = +5 \times 10^{-6} \text{ C}$$

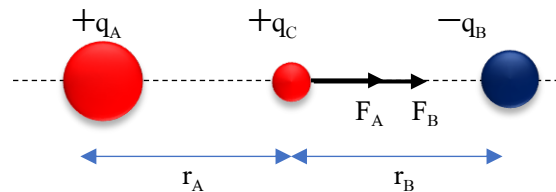
$$q_B = -3 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$q_C = +1 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$r_A = 0.1 \text{ m}$$

$$r_B = 0.1 \text{ m}$$

3. Free body diagram



4. Equation

$$\sum F = F_A + F_B$$

$$\sum F = \frac{kq_A q_C}{r_A^2} + \frac{kq_B q_C}{r_B^2}$$

5. Calculation

$$\sum F = \frac{9 \times 10^9 \times 5 \times 10^{-6} \times 1 \times 10^{-6}}{0.1^2} + \frac{9 \times 10^9 \times 3 \times 10^{-6} \times 1 \times 10^{-6}}{0.1^2}$$

$$= 4.5 + 2.7$$

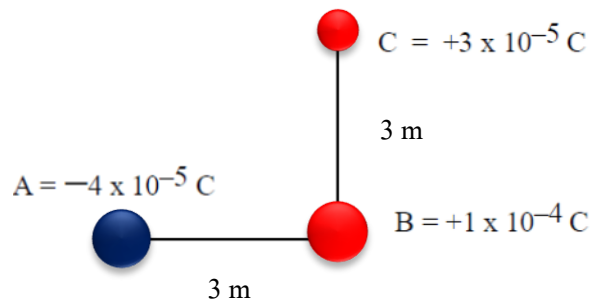
$$= 7.2 \text{ N}$$

$\therefore$ แรงลัพธ์ที่กระทำต่อประจุทดสอบมีค่าเท่ากับ 7.2 นิวตัน มีทิศชี้ไปทางประจุ -3.0 ไมโครคูลอมบ์

6. Checking

7.2 N ชี้ไปทางประจุ $-3 \mu\text{C}$

7. จากระบบ จงหาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อประจุ B



1. Looking for

$$\sum F = ?$$

2. Given

$$q_A = -4 \times 10^{-5} \text{ C}$$

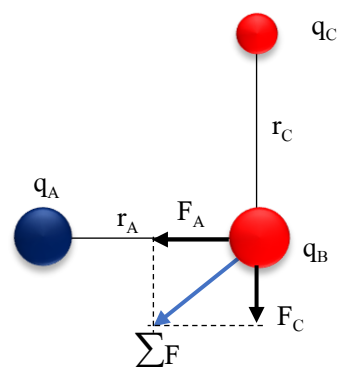
$$q_B = +1 \times 10^{-4} \text{ C}$$

$$q_C = +3 \times 10^{-5} \text{ C}$$

$$r_A = 3 \text{ m}$$

$$r_B = 3 \text{ m}$$

3. Free body diagram



4. Equation

$$\sum F = \sqrt{F_A^2 + F_C^2}$$

$$\sum F = \sqrt{\left(\frac{kq_Aq_B}{r_A^2}\right)^2 + \left(\frac{kq_Cq_B}{r_C^2}\right)^2}$$

5. Calculation

$$\begin{aligned} \sum F &= \sqrt{\left(\frac{9 \times 10^9 \times 4 \times 10^{-5} \times 1 \times 10^{-4}}{3^2}\right)^2 + \left(\frac{9 \times 10^9 \times 3 \times 10^{-5} \times 1 \times 10^{-4}}{3^2}\right)^2} \\ &= \sqrt{4^2 + 3^2} \\ &= 5 \text{ N} \end{aligned}$$

6. Checking

5 N

8. สามเหลี่ยมด้านเท่ารูปหนึ่งมีความยาวด้านละ 30 เซนติเมตร และที่แต่ละมุมของสามเหลี่ยมนี้มีจุดประจุ +2, -2 และ +5 ไมโครคูลอมบ์ วางอยู่ อยากทราบว่าขนาดของแรงไฟฟ้าบนประจุ +5 ไมโครคูลอมบ์มีค่ากี่นิวตัน

1. Looking for

$$\sum F = ?$$

2. Given

$$q_A = +2 \times 10^{-6} \text{ C}$$

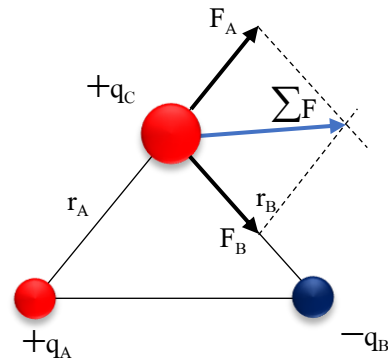
$$q_B = -2 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$q_C = +5 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$r_A = 0.3 \text{ m}$$

$$r_B = 0.3 \text{ m}$$

3. Free body diagram



4. Equation

$$\sum F = \sqrt{F_A^2 + F_C^2 + 2F_A F_C \cos \theta}$$

$$\sum F = \sqrt{\left(\frac{kq_A q_C}{r_A^2}\right)^2 + \left(\frac{kq_B q_C}{r_B^2}\right)^2 + 2\left(\frac{kq_A q_C}{r_A^2}\right)\left(\frac{kq_B q_C}{r_B^2}\right) \cos 120^\circ}$$

5. Calculation

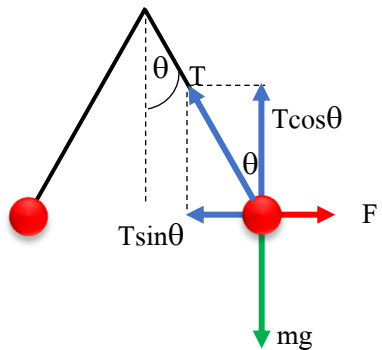
$$\begin{aligned} \sum F &= \sqrt{\left(\frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-6} \times 5 \times 10^{-6}}{0.3^2}\right)^2 + \left(\frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-6} \times 5 \times 10^{-6}}{0.3^2}\right)^2} \\ &\quad + 2\left(\frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-6} \times 5 \times 10^{-6}}{0.3^2}\right)\left(\frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-6} \times 5 \times 10^{-6}}{0.3^2}\right)\left(-\frac{1}{2}\right) \\ &= \sqrt{1^2 + 1^2 - 2(1)(1)\left(\frac{1}{2}\right)} \\ &= 1 \text{ N} \end{aligned}$$

∴ ขนาดของแรงไฟฟ้าบนประจุ +5 ไมโครคูลอมบ์มีค่าเท่ากับ 1 นิวตัน

6. Checking

1 N

9. ลูกพิท 2 ลูก มีมวลเท่ากัน และแต่ละลูกมีประจุไฟฟ้าเท่ากันทั้งคู่แขวนจากจุดเดียวกันด้วยเชือกที่เป็นฉนวนยาว 10 เซนติเมตร ลูกพิททั้งสองกางออกทำมุม 37 องศาับแนวดิ่ง แรงระหว่างประจุไฟฟ้าที่กระทำต่อลูกพิทแต่ละลูกเป็นกี่เท่าของแรงโน้มถ่วงที่กระทำต่อลูกพิทนั้น

1. Looking for $F = nmg$	3. Free body diagram 
2. Given $m_1 = m_2$ $q_1 = q_2$ $l = 0.1 \text{ m}$ $\theta = 37^\circ$	
4. Equation พิจารณาแกน X $T \sin \theta = F \quad (1)$ พิจารณาแกน Y $T \cos \theta = mg \quad (2)$	
5. Calculation (1) $\div$ (2) $\frac{T \sin \theta}{T \cos \theta} = \frac{F}{mg}$ $\tan \theta = \frac{F}{mg}$ $F = mg \tan \theta$ $= mg \tan 37^\circ$ $= \left(\frac{3}{4}\right) mg$ $\therefore$ แรงระหว่างประจุไฟฟ้าที่กระทำต่อลูกพิทแต่ละลูกเป็น $\frac{3}{4}$ เท่าของแรงโน้มถ่วงที่กระทำต่อลูกพิท	
6. Checking $\frac{3}{4}$ เท่า	

10. ลูกพิทมวล 0.72 กรัม มีประจุ 25 ไมโครคูลอมบ์ วางอยู่บนจุดประจุ 2 จุด ที่มีขนาดเท่ากับ Q และผูกติดกันห่างกัน 6 เซนติเมตร จะต้องใช้ประจุ Q ปริมาณเท่าใดจึงจะทำให้ลูกพิทลอยอยู่บนจุดกึ่งกลางระหว่างประจุทั้งสองเป็นระยะทาง 4 เซนติเมตร

1. Looking for

$Q = ?$

2. Given

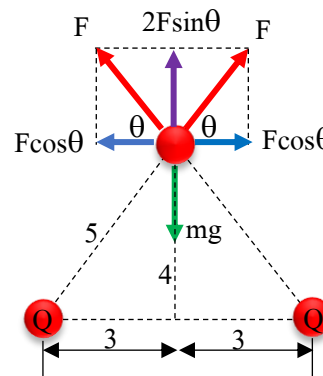
$$m = 0.72 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

$$q = 25 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$x = 6 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$y = 4 \times 10^{-2} \text{ m}$$

3. Free body diagram



4. Equation

พิจารณาแกน Y

$$2F\sin\theta = mg$$

$$2\left(\frac{kQq}{r^2}\right)\sin\theta = mg$$

$$Q = \frac{mgr^2}{2kq\sin\theta}$$

5. Calculation

$$= \frac{0.72 \times 10^{-2} \times 10 \times (5 \times 10^{-2})^2}{2 \times 9 \times 10^9 \times 25 \times 10^{-6} \times \left(\frac{4}{5}\right)}$$

$$= 5 \times 10^{-11} \text{ C}$$

$\therefore$ จะต้องใช้ประจุ Q ขนาด 5×10^{-11} คูลอมบ์ จึงจะสามารถทำให้ประจุ q ลอยอยู่ได้

6. Checking

$$5 \times 10^{-11} \text{ C}$$

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

กล่องแก้โจทย์ปัญหา LGFEC² โมเดล เรื่อง สนามไฟฟ้า

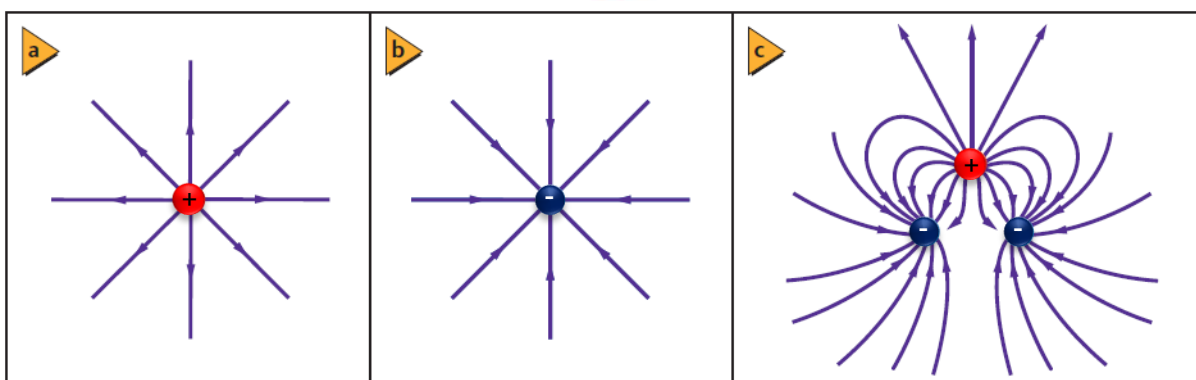
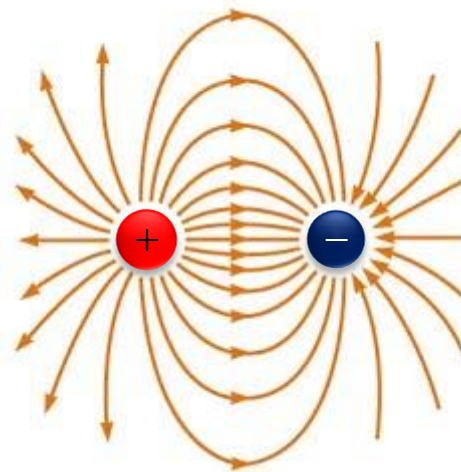


จุดประสงค์การเรียนรู้ : สืบค้นข้อมูล อธิบายความหมายและคำนวณหาสนามไฟฟ้าได้



สร้างองค์ความรู้ : ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ แล้วเติมเต็มข้อความที่กำหนดให้

1. สนามไฟฟ้า (E) คือ บริเวณรอบ ๆ ประจุ ซึ่งจะมีแรงไฟฟ้าแผ่ออกมาตลอดเวลา สนามไฟฟ้าเป็นปริมาณ
เวกเตอร์



2. ขนาดความเข้มสนามไฟฟ้าหาได้จาก

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

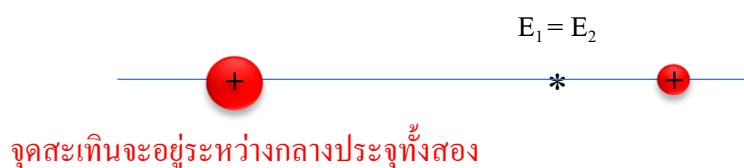
เมื่อ	E	แทน	ความเข้มของสนามไฟฟ้า (N/C ; V/m)
	k	แทน	ค่าคงที่ของคูลอมบ์ ($9 \times 10^9 \text{ N.m}^2 / \text{C}^2$)
	q	แทน	ขนาดของประจุกำเนิดสนามไฟฟ้า (C)
	r	แทน	ระยะห่างระหว่างประจุทั้งสอง (m)

3. จุดสะเทิน คือ จุดที่มีค่าสนามไฟฟ้าลัพธ์มีค่าเป็นศูนย์

3.1 จุดสะเทินจะเกิดขึ้นได้เพียงจุดเดียวเท่านั้น

3.2 จุดสะเทินของประจุ 2 ตัว จะเกิดในแนวเส้นตรงที่ลากผ่านประจุทั้งสอง

3.2.1 กรณีประจุทั้งสองเป็นประจุชนิดเดียวกันจุดสะเทินอยู่ในตำแหน่งใด



3.2.2 กรณีประจุทั้งสองเป็นประจุต่างชนิดกันจุดสะเทินอยู่ในตำแหน่งใด



3.3 ประจุที่มีขนาดต่างกันจุดสะเทินจะเกิดอยู่ใกล้ประจุใด

ประจุที่มีค่าน้อยกว่า

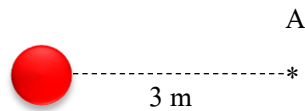
4. ขนาดของแรงกระทำต่อประจุทดสอบ

$$F = qE$$



ออกกำลังสมอง

Ex.1 จากรูป จงหาว่าสนามไฟฟ้าของประจุ $+2$ มิลลิคูลอมบ์ ณ.จุด A จะมีความเข้มกี่นิวตันต่อคูลอมบ์ และมีทิศไปทางซ้ายหรือขวา



1. Looking for

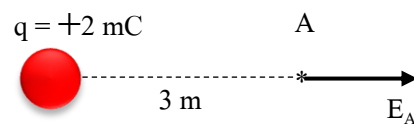
$$E = ?$$

2. Given

$$q = +2 \times 10^{-3} \text{ C}$$

$$r = 3 \text{ m}$$

3. Free body diagram



4. Equation

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

5. Calculation

$$\begin{aligned} E &= \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-3}}{3^2} \\ &= 2 \times 10^6 \text{ N/C} \end{aligned}$$

$\therefore$ สนามไฟฟ้ามีความเข้ม 2×10^6 นิวตันต่อคูลอมบ์ มีทิศชี้ไปทางขวา

6. Checking

$2 \times 10^6 \text{ N/C}$ ทิศชี้ไปทางขวา

Ex.2 ประจุ +4 นาโนคูลอมบ์ วางห่างจากประจุ -3 นาโนคูลอมบ์ 6 เมตร สนามไฟฟ้าที่จุดกึ่งกลางของประจุทั้งสองมีขนาดเท่าใด

1. Looking for

$$\sum E = ?$$

2. Given

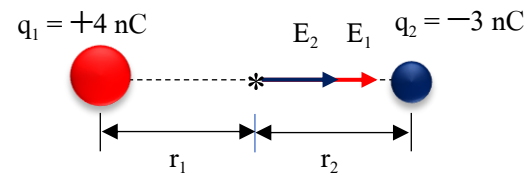
$$q_1 = +4 \times 10^{-9} \text{ C}$$

$$q_2 = -3 \times 10^{-9} \text{ C}$$

$$r_1 = 3 \text{ m}$$

$$r_2 = 3 \text{ m}$$

3. Free body diagram



4. Equation

$$\begin{aligned} \sum E &= E_1 + E_2 \\ &= \frac{kq_1}{r_1^2} + \frac{kq_2}{r_2^2} \end{aligned}$$

5. Calculation

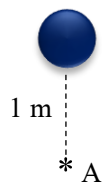
$$\begin{aligned} \sum E &= \frac{9 \times 10^9 \times 4 \times 10^{-9}}{3^2} + \frac{9 \times 10^9 \times 3 \times 10^{-9}}{3^2} \\ &= 4 + 3 \\ &= 7 \text{ N/C} \end{aligned}$$

$\therefore$ สนามไฟฟ้าที่จุดกึ่งกลางของประจุมีค่าเท่ากับ 7 นิวตันต่อคูลอมบ์

6. Checking

7 N/C

1. จากรูป จงหาว่าสนามไฟฟ้าของประจุ -4 มิลลิคูลอมบ์ ณ.จุด A จะมีความเข้มกี่นิวตันต่อคูลอมบ์และมีทิศขึ้นหรือลง



1. Looking for

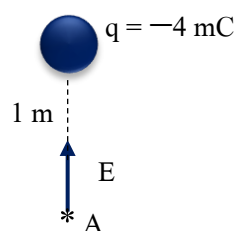
$$E = ?$$

2. Given

$$q = -4 \times 10^{-3} \text{ C}$$

$$r = 1 \text{ m}$$

3. Free body diagram



4. Equation

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

5. Calculation

$$\begin{aligned} E &= \frac{9 \times 10^9 \times 4 \times 10^{-3}}{1^2} \\ &= 36 \times 10^6 \\ &= 3.6 \times 10^7 \text{ N/C} \end{aligned}$$

$\therefore$ สนามไฟฟ้า ณ จุด A มีค่าเท่ากับ 3.6×10^7 นิวตันต่อคูลอมบ์ มีทิศขึ้น

6. Checking

$3.6 \times 10^7 \text{ N/C}$ ทิศขึ้น

2. ประจุบวก q_1 ขนาด 2 ไมโครคูลอมบ์ วางห่างจาก ประจุลบ q_2 ขนาด -2 ไมโครคูลอมบ์ เป็นระยะ 6 เมตร
สนามไฟฟ้าที่ตำแหน่งกึ่งกลางระหว่าง 2 ประจุนี้ มีค่าเป็นเท่าใด

1. Looking for

$$\sum E = ?$$

2. Given

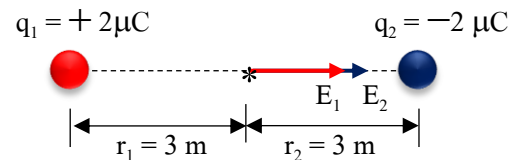
$$q_1 = +2 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$q_2 = -2 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$r_1 = 3 \text{ m}$$

$$r_2 = 3 \text{ m}$$

3. Free body diagram



4. Equation

$$\begin{aligned} \sum E &= E_1 + E_2 \\ &= \frac{kq_1}{r_1^2} + \frac{kq_2}{r_2^2} \end{aligned}$$

5. Calculation

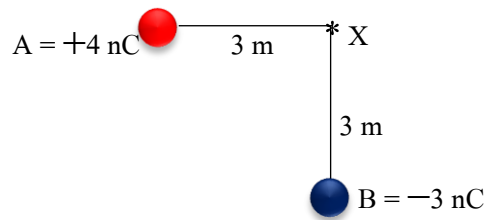
$$\begin{aligned} \sum E &= \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-6}}{3^2} + \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-6}}{3^2} \\ &= 2 \times 10^3 + 2 \times 10^3 \\ &= 4 \times 10^3 \text{ N/C} \end{aligned}$$

$\therefore$ สนามไฟฟ้าที่จุดกึ่งกลางระหว่างประจุมีค่าเท่ากับ 4×10^3 นิวตันต่อคูลอมบ์

6. Checking

$$4 \times 10^3 \text{ N/C}$$

3. จากรูปที่กำหนดให้ จงหาว่าสนามไฟฟ้าลัพธ์ที่จุด X มีขนาดเท่าใด



1. Looking for

$$\sum E_X = ?$$

2. Given

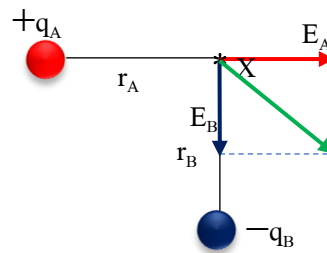
$$q_A = +4 \times 10^{-9} \text{ C}$$

$$q_B = -3 \times 10^{-9} \text{ C}$$

$$r_A = 3 \text{ m}$$

$$r_B = 3 \text{ m}$$

3. Free body diagram



4. Equation

$$\sum E_X = \sqrt{E_A^2 + E_B^2}$$

$$\sum E_X = \sqrt{\left(\frac{kq_A}{r_A^2}\right)^2 + \left(\frac{kq_B}{r_B^2}\right)^2}$$

5. Calculation

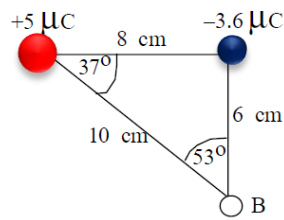
$$\begin{aligned} \sum E_X &= \sqrt{\left(\frac{9 \times 10^9 \times 4 \times 10^{-9}}{3^2}\right)^2 + \left(\frac{9 \times 10^9 \times 3 \times 10^{-9}}{3^2}\right)^2} \\ &= \sqrt{4^2 + 3^2} \\ &= 5 \text{ N/C} \end{aligned}$$

$\therefore$ สนามไฟฟ้าลัพธ์ที่จุด X มีค่าเท่ากับ 5 นิวตันต่อคูลอมบ์

6. Checking

5 N/C

4. จงหาความเข้มสนามไฟฟ้าที่จุด B ในรูปที่กำหนด



1. Looking for

$$\sum E = ?$$

2. Given

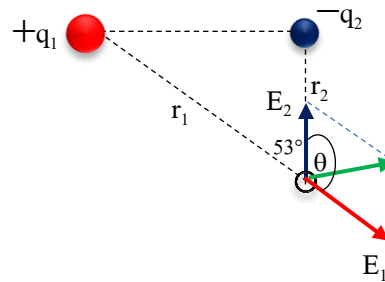
$$q_1 = +5 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$q_2 = -3.6 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$r_1 = 0.1 \text{ m}$$

$$r_2 = 0.06 \text{ m}$$

3. Free body diagram



4. Equation

$$\sum E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + 2E_1E_2\cos\theta}$$

$$\sum E = \sqrt{\left(\frac{kq_1}{r_1^2}\right)^2 + \left(\frac{kq_2}{r_2^2}\right)^2 + 2\left(\frac{kq_1}{r_1^2}\right)\left(\frac{kq_2}{r_2^2}\right)\cos 127^\circ}$$

5. Calculation

$$\begin{aligned} \sum E &= \sqrt{\left(\frac{9 \times 10^9 \times 5 \times 10^{-6}}{0.1^2}\right)^2 + \left(\frac{9 \times 10^9 \times 3.6 \times 10^{-6}}{0.06^2}\right)^2} \\ &\quad + 2\left(\frac{9 \times 10^9 \times 5 \times 10^{-6}}{0.1^2}\right)\left(\frac{9 \times 10^9 \times 3.6 \times 10^{-6}}{0.06^2}\right)\left(-\frac{3}{5}\right) \\ &= \sqrt{(45 \times 10^5)^2 + (90 \times 10^5)^2 + 2(45 \times 10^5)(90 \times 10^5)(-0.6)} \\ &= 7.24 \times 10^6 \text{ N/C} \end{aligned}$$

∴ สนามไฟฟ้าที่จุด B มีค่าเท่ากับ 7.24×10^6 นิวตันต่อคูลอมบ์

6. Checking

$$7.24 \times 10^6 \text{ N/C}$$

5. ประจุ q_1, q_2 มีขนาดเท่ากันอยู่ห่างกัน 0.1 เมตร สนามไฟฟ้า ณ จุดกึ่งกลางระหว่างประจุทั้งสองมีทิศพุ่งเข้าหา q_2 และมีขนาด 4.8×10^4 โวลต์ต่อเมตร จงหา q_1, q_2

1. Looking for

$$q_1 = ?$$

$$q_2 = ?$$

2. Given

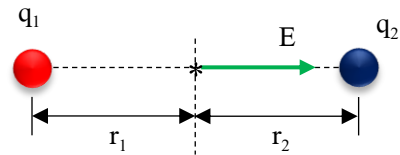
$$E = 4.8 \times 10^4 \text{ V/m}$$

$$r_1 = 0.05 \text{ m}$$

$$r_2 = 0.05 \text{ m}$$

$$q_1 = q_2$$

3. Free body diagram



4. Equation

$$\sum E = E_1 + E_2$$

$$\sum E = \frac{kq_1}{r_1^2} + \frac{kq_2}{r_2^2}$$

5. Calculation

$$4.8 \times 10^4 = \frac{kq}{r^2} + \frac{kq}{r^2}$$

$$4.8 \times 10^4 = 2 \frac{kq}{r^2}$$

$$\begin{aligned} q &= \frac{4.8 \times 10^4 r^2}{2k} \\ &= \frac{4.8 \times 10^4 \times 0.05^2}{2 \times 9 \times 10^9} \\ &= 6.67 \times 10^{-9} \text{ C} \end{aligned}$$

$\therefore$ ประจุ q_1 มีค่าเท่ากับ $+6.67 \times 10^{-9}$ คูลอมบ์ และประจุ q_2 มีค่าเท่ากับ -6.67×10^{-9} คูลอมบ์

6. Checking

$$q_1 = 6.67 \times 10^{-9} \text{ C}, q_2 = -6.67 \times 10^{-9} \text{ C}$$

6. ประจุไฟฟ้าขนาด $+9 \mu\text{C}$ และประจุไฟฟ้าที่สอง $+4 \mu\text{C}$ วางห่างกัน 1 เมตร จุดสะเทินจะอยู่ห่างจากประจุ $+9 \mu\text{C}$ กี่เมตร

1. Looking for

$$X = ?$$

2. Given

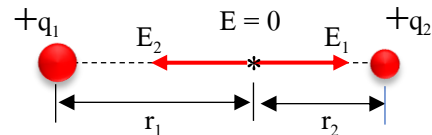
$$q_1 = +9 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$q_2 = +4 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$r_1 = x$$

$$r_2 = 1 - x$$

3. Free body diagram



4. Equation

$$E_1 = E_2$$

$$\frac{kq_1}{r_1^2} = \frac{kq_2}{r_2^2}$$

5. Calculation

$$\frac{kq_1}{x^2} = \frac{kq_2}{(1-x)^2}$$

$$q_1(1-x)^2 = q_2x^2$$

$$\sqrt{q_1(1-x)^2} = \sqrt{q_2x^2}$$

$$\sqrt{9 \times 10^{-6} \times (1-x)^2} = \sqrt{4 \times 10^{-6} \times x^2}$$

$$3 \times 10^{-3}(1-x) = 2 \times 10^{-3}x$$

$$3 - 3x = 2x$$

$$5x = 3$$

$$x = 0.6 \text{ m}$$

$\therefore$ จุดสะเทินจะอยู่ห่างจากประจุ $+9 \mu\text{C}$ เท่ากับ 0.6 เมตร

6. Checking

0.6 m

7. วางประจุ $+9Q$ คูลอมบ์ ที่ตำแหน่งจุดกำเนิด $(0, 0)$ และจุดประจุ $-4Q$ คูลอมบ์ ที่ตำแหน่ง $(1, 0)$ จงหาระยะบนแกน x ที่สนามไฟฟ้าเป็นศูนย์

1. Looking for

$$x = ?$$

2. Given

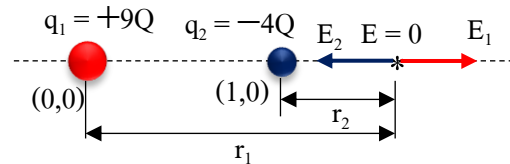
$$q_1 = +9Q$$

$$q_2 = -4Q$$

$$r_1 = 1+x$$

$$r_2 = x$$

3. Free body diagram



4. Equation

$$E_1 = E_2$$

$$\frac{kq_1}{r_1^2} = \frac{kq_2}{r_2^2}$$

5. Calculation

$$\frac{kq_1}{(1+x)^2} = \frac{kq_2}{x^2}$$

$$\frac{k9Q}{(1+x)^2} = \frac{k4Q}{x^2}$$

$$\frac{9}{(1+x)^2} = \frac{4}{x^2}$$

$$\sqrt{\frac{9}{(1+x)^2}} = \sqrt{\frac{4}{x^2}}$$

$$\frac{3}{1+x} = \frac{2}{x}$$

$$3x = 2 + 2x$$

$$x = 2$$

$\therefore$ สนามไฟฟ้าเป็นศูนย์ที่ตำแหน่ง $(3, 0)$

6. Checking

ตำแหน่ง $(3, 0)$

8. กำหนดให้จุด A อยู่ห่างจากประจุ 5 นาโนคูลอมบ์ เป็นระยะ 3 เมตรสนามไฟฟ้า ณ.จุด A จะมีความเข้มเท่าใดและหากนำอิเล็กตรอน 1 ตัว ไปวางตรงจุด A จงหาแรงกระทำต่ออิเล็กตรอนนี้

1. Looking for

$$E = ?$$

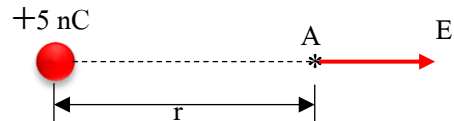
$$F = ?$$

2. Given

$$q = +5 \times 10^{-9} \text{ C}$$

$$r = 3 \text{ m}$$

3. Free body diagram



4. Equation

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

$$F = qE$$

5. Calculation

$$E = \frac{9 \times 10^9 \times 5 \times 10^{-9}}{3^2}$$

$$= 5 \text{ N/C}$$

จาก

$$F = q_e E$$

$$= 1.6 \times 10^{-19} \times 5$$

$$= 8.0 \times 10^{-19} \text{ N}$$

∴ ณ.จุด A จะมีความเข้มสนามไฟฟ้า 5 นิวตันต่อคูลอมบ์ และแรงกระทำต่ออิเล็กตรอนเท่ากับ 8×10^{-19} นิวตัน

6. Checking

$$5 \text{ N/C}, 8 \times 10^{-19} \text{ N}$$

9. ขนาดของสนามไฟฟ้าที่ทำให้โปรตอนมวล 1.67×10^{-27} กิโลกรัม มีประจุ 1.6×10^{-19} คูลอมบ์ เกิดความเร่ง 2×10^2 เมตรต่อวินาที² มีค่าเท่าไร

1. Looking for

$$E = ?$$

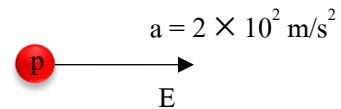
2. Given

$$p_m = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$q_p = +1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$a = 2 \times 10^2 \text{ m/s}^2$$

3. Free body diagram



4. Equation

$$F = ma$$

$$F = qE$$

$$qE = ma$$

$$E = \frac{ma}{q}$$

5. Calculation

$$E = \frac{1.67 \times 10^{-27} \times 2 \times 10^2}{1.6 \times 10^{-19}}$$

$$= 2.08 \times 10^{-6} \text{ N/C}$$

$\therefore$ สนามไฟฟ้ามีขนาดเท่ากับ 2.08×10^{-6} นิวตันต่อคูลอมบ์

6. Checking

$$2.08 \times 10^{-6} \text{ N/C}$$

10. โลหะทรงกลมมวล m แขวนด้วยเชือกที่เป็นฉนวน อยู่ในสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอขนาด 600 นิวตันต่อคูลอมบ์ มีทิศในแนวระดับดังรูป ถ้าทรงกลมมีประจุ 5 ไมโครคูลอมบ์ และเชือกถูกผลักจนทำมุม 37 องศา กับแนวดิ่ง มวลของทรงกลมจะมีค่าเท่าใดในหน่วยกรัม

1. Looking for

$$m = ? \text{ g}$$

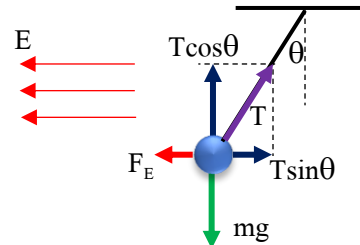
2. Given

$$E = 600 \text{ N/C}$$

$$q = 5 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$\theta = 37^\circ$$

3. Free body diagram



4. Equation

พิจารณาแกน X

$$F_E = T \sin \theta \quad (1)$$

พิจารณาแกน Y

$$mg = T \cos \theta \quad (2)$$

$$(1) \div (2)$$

$$\frac{F_E}{mg} = \tan \theta$$

$$m = \frac{F_E}{g \tan \theta}$$

$$m = \frac{qE}{g \tan 37^\circ}$$

5. Calculation

$$\begin{aligned} &= \frac{5 \times 10^{-6} \times 600}{10 \times 0.75} \\ &= 4 \times 10^{-4} \text{ kg} \\ &= 0.4 \text{ g} \end{aligned}$$

$\therefore$ มวลของทรงกลมจะมีค่าเท่า 0.4 กรัม

6. Checking

0.4 g

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

กล่องแก้ไขโจทย์ปัญหา LGFEC² โมเดล

เรื่อง ศักย์ไฟฟ้า

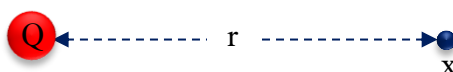


จุดประสงค์การเรียนรู้ : สืบค้นข้อมูล อธิบายความหมายและคำนวณค่าศักย์ไฟฟ้าได้



สร้างองค์ความรู้ : ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ แล้วเติมเต็มข้อความที่กำหนดให้

1. ศักย์ไฟฟ้ารอบจุดประจุ



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

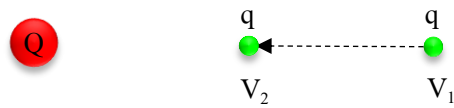
เมื่อ	V	แทน	ศักย์ไฟฟ้า (V)
	k	แทน	ค่าคงที่ของคูลอมบ์ ($9 \times 10^9 \text{ N.m}^2 / \text{C}^2$)
	Q	แทน	ขนาดของประจุไฟฟ้าต้นเหตุ (C)
	r	แทน	ระยะห่างจากประจุไฟฟ้าต้นเหตุ (m)

ศักย์ไฟฟ้า เป็นปริมาณสเกลลาร์ มีแต่ขนาด ไม่มีทิศทาง การคำนวณหาศักย์ไฟฟ้าต้องแทนเครื่องหมาย +, - ของประจุ Q ด้วยเสมอ

2. ศักย์ไฟฟ้ารวม

$$\Sigma V = V_1 + V_2 + V_3 + \dots$$

3. งานในการเลื่อนประจุ



$$V_2 - V_1 = \frac{W}{q}$$

เมื่อ	V_1	แทน	ศักย์ไฟฟ้าที่จุดเริ่มต้น (V)
	V_2	แทน	ศักย์ไฟฟ้าที่จุดสุดท้าย (V)
	W	แทน	งานที่ใช้ในการเลื่อนประจุ (J)
	q	แทน	ประจุที่เคลื่อนที่ (C)



ออกกำลังสมอง

Ex1. จากรูป ประจุ Q มีขนาด -2 นาโนคูลอมบ์ จงหาศักย์ไฟฟ้าที่จุด A ศักย์ไฟฟ้าที่จุด B และหากเลื่อนประจุขนาด $+2$ คูลอมบ์ จาก B ไป A จะต้องทำงานเท่าใด

1. Looking for

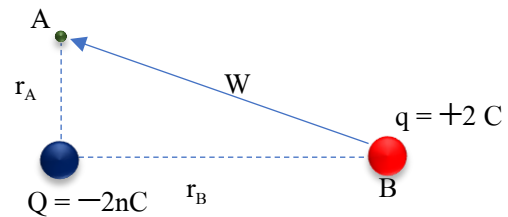
$$V_A = ?, V_B = ?, W_{B \rightarrow A} = ?$$

2. Given

$$Q = -2 \times 10^{-9} \text{ C}$$

$$q = +2 \text{ C}$$

$$r_A = 1 \text{ m} \quad r_B = 3 \text{ m}$$

3. Free body diagram**4. Equation**

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

$$V_A - V_B = \frac{W}{q}$$

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

5. Calculation

$$\begin{aligned} W_{B \rightarrow A} &= \left(\left(\frac{kQ}{r_A} \right) - \left(\frac{kQ}{r_B} \right) \right) q \\ &= \left(\left(\frac{9 \times 10^9 \times (-2 \times 10^{-9})}{1} \right) - \left(\frac{9 \times 10^9 \times (-2 \times 10^{-9})}{3} \right) \right) \times 2 \\ &= ((-18) - (-6)) \times 2 \\ &= (-12) \times 2 \\ &= -24 \text{ J} \end{aligned}$$

$\therefore$ ศักย์ไฟฟ้าที่จุด A เท่ากับ -18 โวลต์ ศักย์ไฟฟ้าที่จุด B เท่ากับ -6 โวลต์ และ งานในการเลื่อนประจุจาก B ไป A เท่ากับ -24 จูล

6. Checking

$$V_A = -18 \text{ V}, V_B = -6 \text{ V}, W = -24 \text{ J}$$

Ex2. จากรูปที่กำหนดให้ จงหาว่าศักย์ไฟฟ้ารวมที่จุด X มีขนาดเท่าใด

1. Looking for

$$\sum V_X = ?$$

2. Given

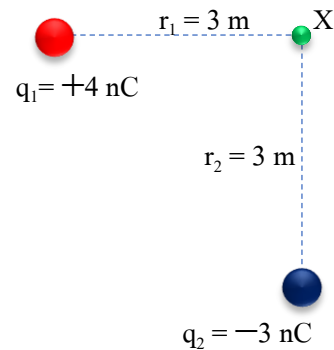
$$q_1 = +4 \times 10^{-9} \text{ C}$$

$$q_2 = -3 \times 10^{-9} \text{ C}$$

$$r_1 = 3 \text{ m}$$

$$r_2 = 3 \text{ m}$$

3. Free body diagram



4. Equation

$$\sum V_X = V_1 + V_2$$

$$\sum V_X = \frac{kq_1}{r_1} + \frac{kq_2}{r_2}$$

5. Calculation

$$\sum V_X = \frac{9 \times 10^9 \times 4 \times 10^{-9}}{3} + \frac{9 \times 10^9 \times (-3 \times 10^{-9})}{3}$$

$$= 12 - 9$$

$$= 3 \text{ V}$$

$\therefore$ ศักย์ไฟฟ้ารวมที่จุด X มีขนาดเท่ากับ 3 โวลต์

6. Checking

3 V

1. จากรูป ประจุ Q มีขนาด -5 นาโนคูลอมบ์

1.1 จงหาศักย์ไฟฟ้าที่จุด A และ B

1.2 งานในการเคลื่อนประจุขนาด $+2$ คูลอมบ์ จาก A ไป B

1. Looking for

1.1 $V_A = ?$, $V_B = ?$

1.2 $W_{B \rightarrow A} = ?$

2. Given

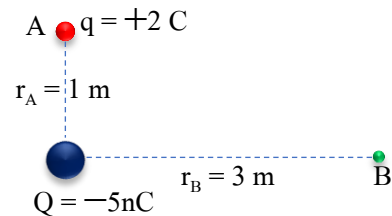
$$Q = -5 \times 10^{-9} \text{ C}$$

$$q = +2 \text{ C}$$

$$r_A = 1 \text{ m}$$

$$r_B = 3 \text{ m}$$

3. Free body diagram



4. Equation

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

$$\Delta V = \frac{W_{A \rightarrow B}}{q}$$

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

5. Calculation

$$\begin{aligned} W_{A \rightarrow B} &= \left(\left(\frac{kQ}{r_B} \right) - \left(\frac{kQ}{r_A} \right) \right) q \\ &= \left(\left(\frac{9 \times 10^9 \times (-5 \times 10^{-9})}{3} \right) - \left(\frac{9 \times 10^9 \times (-5 \times 10^{-9})}{1} \right) \right) \times 2 \\ &= ((-15) - (-45)) \times 2 \\ &= 30 \times 2 \\ &= 60 \text{ J} \end{aligned}$$

$\therefore$ ศักย์ไฟฟ้าที่จุด A เท่ากับ -45 โวลต์ ศักย์ไฟฟ้าที่จุด B เท่ากับ -15 โวลต์ และ งานในการเคลื่อนประจุจาก A ไป B เท่ากับ 60 จูล

6. Checking

$$V_A = -45 \text{ V}, V_B = -15 \text{ V}, W = 60 \text{ J}$$

2. A และ B เป็นจุดที่อยู่ห่างจากประจุ $+4$ ไมโครคูลอมบ์ เป็นระยะทาง 2 และ 12 เมตร ตามลำดับ ถ้าต้องการเคลื่อนประจุ -4 คูลอมบ์ จาก A ไป B ต้องใช้งานในหน่วยกิโลจูลเท่าใด

1. Looking for

$$W_{A \rightarrow B} = ?$$

2. Given

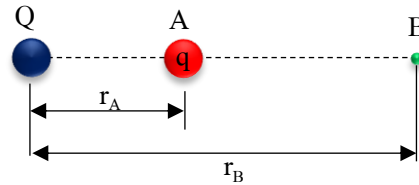
$$Q = +4 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$q = -4 \text{ C}$$

$$r_A = 2 \text{ m}$$

$$r_B = 12 \text{ m}$$

3. Free body diagram



4. Equation

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

$$W_{A \rightarrow B} = \left(\left(\frac{kQ}{r_B} \right) - \left(\frac{kQ}{r_A} \right) \right) q$$

5. Calculation

$$= \left(\left(\frac{9 \times 10^9 \times 4 \times 10^{-6}}{12} \right) - \left(\frac{9 \times 10^9 \times 4 \times 10^{-6}}{2} \right) \right) \times (-4)$$

$$= (3 \times 10^3 - 18 \times 10^3) \times (-4)$$

$$= (-15 \times 10^3) \times (-4)$$

$$= 60 \times 10^3 \text{ J}$$

$$= 60 \text{ kJ}$$

$\therefore$ ต้องใช้งานในการเคลื่อนประจุจาก A ไป B เท่ากับ 60 กิโลจูล

6. Checking

60 kJ

3. จุด A อยู่ห่างจากประจุ -2×10^{-10} คูลอมบ์ 1 เมตร จงหางานที่ต้องทำในการนำประจุ 3×10^{-12} คูลอมบ์ จากที่ไกลมากมาที่จุด A นี้

1. Looking for

$$W_{\infty \rightarrow A} = ?$$

2. Given

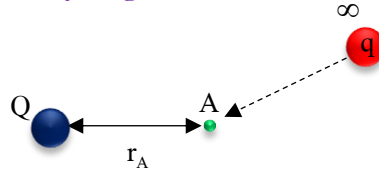
$$Q = -2 \times 10^{-10} \text{ C}$$

$$q = +3 \times 10^{-12} \text{ C}$$

$$r_A = 1 \text{ m}$$

$$r_{\infty} = \infty \text{ m}$$

3. Free body diagram



4. Equation

$$W_{\infty \rightarrow A} = (V_A - V_{\infty})q$$

$$W_{\infty \rightarrow A} = \left(\left(\frac{kQ}{r_A} \right) - \left(\frac{kQ}{r_{\infty}} \right) \right) q$$

5. Calculation

$$= \left(\left(\frac{9 \times 10^9 \times (-2 \times 10^{-10})}{1} \right) - \left(\frac{9 \times 10^9 \times (-2 \times 10^{-10})}{\infty} \right) \right) \times (3 \times 10^{-12})$$

$$= (-1.8 - 0) \times (3 \times 10^{-12})$$

$$= -5.4 \times 10^{-12} \text{ J}$$

$\therefore$ งานที่ต้องทำในการนำประจุ 3×10^{-12} คูลอมบ์ จากที่ไกลมากมาที่จุด A เท่ากับ -5.4×10^{-12} จูล

6. Checking

$$-5.4 \times 10^{-12} \text{ J}$$

4. มีประจุขนาด -4×10^{-10} คูลอมบ์ จุด A อยู่ห่างจากประจุนี้ 1 เมตร จงหางานที่ต้องทำในการนำประจุ 2×10^{-12} คูลอมบ์ ไปวาง ณ จุดไกลมากจากจุด A

1. Looking for

$$W_{A \rightarrow \infty} = ?$$

2. Given

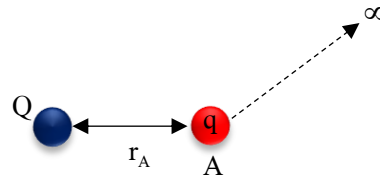
$$Q = -4 \times 10^{-10} \text{ C}$$

$$q = +2 \times 10^{-12} \text{ C}$$

$$r_A = 1 \text{ m}$$

$$r_\infty = \infty \text{ m}$$

3. Free body diagram



4. Equation

$$W_{A \rightarrow \infty} = (V_\infty - V_A)q$$

$$W_{A \rightarrow \infty} = \left(\left(\frac{kQ}{r_\infty} \right) - \left(\frac{kQ}{r_A} \right) \right) q$$

5. Calculation

$$\begin{aligned} &= \left(\left(\frac{9 \times 10^9 \times (-4 \times 10^{-10})}{\infty} \right) - \left(\frac{9 \times 10^9 \times (-4 \times 10^{-10})}{1} \right) \right) \times (2 \times 10^{-12}) \\ &= (0 - (-3.6)) \times (2 \times 10^{-12}) \\ &= 7.2 \times 10^{-12} \text{ J} \end{aligned}$$

$\therefore$ งานที่ต้องทำในการนำประจุ 2×10^{-12} คูลอมบ์ ไปวาง ณ จุดไกลมากจากจุด A เท่ากับ 7.2×10^{-12} จูล

6. Checking

$$7.2 \times 10^{-12} \text{ J}$$

5. ในการนำประจุ 2×10^{-4} คูลอมบ์ จากระยะอนันต์ เข้าหาประจุบวกถึงจุด ๆ หนึ่งต้องสิ้นเปลืองงาน 5×10^{-2} จูล จุดนั้นมีศักย์ไฟฟ้ากี่โวลต์

1. Looking for

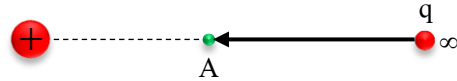
$$V_A = ?$$

2. Given

$$q = +2 \times 10^{-4} \text{ C}$$

$$W = 5 \times 10^{-2} \text{ J}$$

3. Free body diagram



4. Equation

$$W_{\infty \rightarrow A} = (V_A - V_{\infty})q$$

$$V_A - V_{\infty} = \frac{W_{\infty \rightarrow A}}{q}$$

5. Calculation

$$V_A - 0 = \frac{5 \times 10^{-2}}{2 \times 10^{-4}}$$

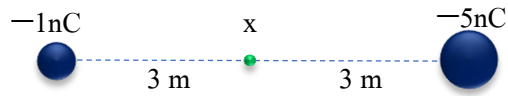
$$V_A = 2.5 \times 10^2 \text{ V}$$

$\therefore$ จุด A มีศักย์ไฟฟ้า 2.5×10^2 โวลต์

6. Checking

$$2.5 \times 10^2 \text{ V}$$

6. จากรูปที่กำหนดให้ จงหาว่า ศักย์ไฟฟ้ารวมที่จุด X มีขนาดเท่าใด



1. Looking for

$$\sum V = ?$$

2. Given

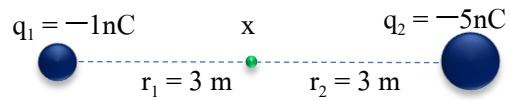
$$q_1 = -1 \times 10^{-9} \text{ C}$$

$$q_2 = -5 \times 10^{-9} \text{ C}$$

$$r_1 = 3 \text{ m}$$

$$r_2 = 3 \text{ m}$$

3. Free body diagram



4. Equation

$$\begin{aligned} \sum V &= V_1 + V_2 \\ &= \frac{kq_1}{r_1} + \frac{kq_2}{r_2} \end{aligned}$$

5. Calculation

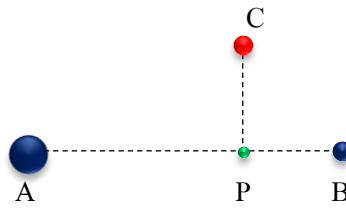
$$\begin{aligned} &= \frac{9 \times 10^9 \times (-1 \times 10^{-9})}{3} + \frac{9 \times 10^9 \times (-5 \times 10^{-9})}{3} \\ &= (-3) + (-15) \\ &= -18 \text{ V} \end{aligned}$$

$\therefore$ ศักย์ไฟฟ้ารวมที่จุด X มีขนาดเท่า -18 โวลต์

6. Checking

-18 V

7. จากรูป A , B และ C มีจุดประจุขนาด 3.0 , 1.0 และ -1.0 ไมโครคูลอมบ์ ตามลำดับ เมื่อ AP = 0.6 เมตร , CP = 0.3 เมตร และ BP = 0.1 เมตร ศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่ง P มีค่าเท่าใด



1. Looking for

$$\sum V = ?$$

2. Given

$$q_A = +3.0 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$q_B = +1.0 \times 10^{-6} \text{ C}$$

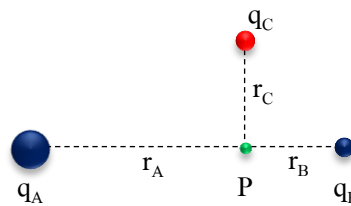
$$q_C = -1.0 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$r_A = 0.6 \text{ m}$$

$$r_B = 0.1 \text{ m}$$

$$r_C = 0.3 \text{ m}$$

3. Free body diagram



4. Equation

$$\begin{aligned} \sum V &= V_A + V_B + V_C \\ &= \frac{kq_A}{r_A} + \frac{kq_B}{r_B} + \frac{kq_C}{r_C} \end{aligned}$$

5. Calculation

$$= \frac{9 \times 10^9 \times (3 \times 10^{-6})}{0.6} + \frac{9 \times 10^9 \times (1 \times 10^{-6})}{0.1} + \frac{9 \times 10^9 \times (-1 \times 10^{-6})}{0.3}$$

$$= 4.5 \times 10^4 + 9 \times 10^4 + (-3 \times 10^4)$$

$$= 1.05 \times 10^5 \text{ V}$$

∴ ศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่ง P มีค่าเท่า 1.05×10^5 โวลต์

6. Checking

$$1.05 \times 10^5 \text{ V}$$

8. ในการเคลื่อนประจุ 5×10^{-2} คูลอมบ์ จาก A ไปยัง B เป็นระยะ 10 เมตร ต้องใช้แรงเฉลี่ย 2 นิวตัน ความต่างศักย์ระหว่าง AB มีค่าเท่าไร

1. Looking for

$$\Delta V = ?$$

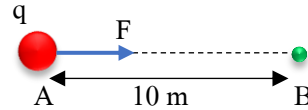
2. Given

$$q = 5 \times 10^{-2} \text{ C}$$

$$F = 2 \text{ N}$$

$$S = 10 \text{ m}$$

3. Free body diagram



4. Equation

$$\Delta V = \frac{W}{q}$$

$$\Delta V = \frac{FS}{q}$$

5. Calculation

$$\begin{aligned} &= \frac{2 \times 10}{5 \times 10^{-2}} \\ &= 4 \times 10^2 \\ &= 400 \text{ V} \end{aligned}$$

$\therefore$ ความต่างศักย์ระหว่าง AB มีค่าเท่า 400 โวลต์

6. Checking

400 V

9. สี่เหลี่ยมจัตุรัสมีเส้นทแยงมุมยาว 0.2 เมตร วางประจุ $+5$ ไมโครคูลอมบ์ $+3$ ไมโครคูลอมบ์ -4 ไมโครคูลอมบ์ และ -2 ไมโครคูลอมบ์ ที่มุมทั้งสี่ของรูปสี่เหลี่ยมนี้ จงหาศักย์ไฟฟ้าที่จุดศูนย์กลางของสี่เหลี่ยมจัตุรัส ในหน่วยโวลต์

1. Looking for

$$\sum V = ?$$

2. Given

$$q_1 = +5 \times 10^{-6} \text{ C}$$

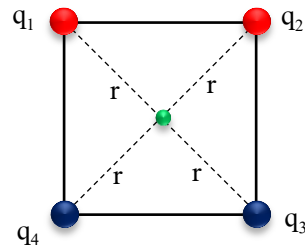
$$q_2 = +3 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$q_3 = -4 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$q_4 = -2 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$r_1 = r_2 = r_3 = r_4 = r = 0.1 \text{ m}$$

3. Free body diagram



4. Equation

$$\begin{aligned} \sum V &= V_1 + V_2 + V_3 + V_4 \\ &= \frac{kq_1}{r_1} + \frac{kq_2}{r_2} + \frac{kq_3}{r_3} + \frac{kq_4}{r_4} \end{aligned}$$

5. Calculation

$$\begin{aligned} &= \frac{9 \times 10^9 \times (5 \times 10^{-6})}{0.1} + \frac{9 \times 10^9 \times (3 \times 10^{-6})}{0.1} + \frac{9 \times 10^9 \times (-4 \times 10^{-6})}{0.1} \\ &\quad + \frac{9 \times 10^9 \times (-2 \times 10^{-6})}{0.1} \end{aligned}$$

$$= 45 \times 10^4 + 27 \times 10^4 + (-36 \times 10^4) + (-18 \times 10^4)$$

$$= 18 \times 10^4$$

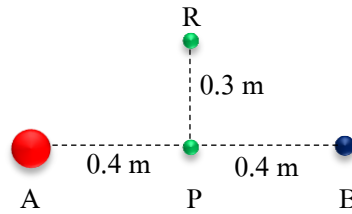
$$= 1.8 \times 10^5 \text{ V}$$

$\therefore$ ศักย์ไฟฟ้าที่จุดศูนย์กลางของสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีค่าเท่ากับ 1.8×10^5 โวลต์

6. Checking

$$1.8 \times 10^5 \text{ V}$$

10. ที่ตำแหน่ง A และ B มีประจุไฟฟ้า $+3.0$ ไมโครคูลอมบ์ และ -1.0 ไมโครคูลอมบ์ ดังรูป จงหาความต่างศักย์ระหว่าง R และ P



1. Looking for

$$\Delta V = ?$$

2. Given

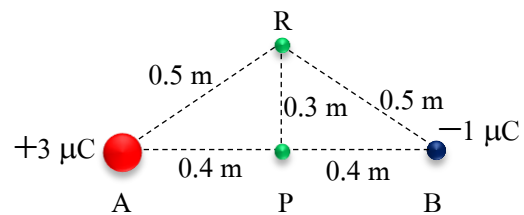
$$q_A = +3 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$q_B = -1 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$r_{AP} = r_{BP} = 0.4 \text{ m}$$

$$r_{AR} = r_{BR} = 0.5 \text{ m}$$

3. Free body diagram



4. Equation

$$\Delta V = V_P - V_R$$

$$\Delta V = (V_{AP} + V_{BP}) - (V_{AR} + V_{BR})$$

$$\Delta V = \left(\frac{kq_A}{r_{AP}} + \frac{kq_B}{r_{BP}} \right) - \left(\frac{kq_A}{r_{AR}} + \frac{kq_B}{r_{BR}} \right)$$

5. Calculation

$$\begin{aligned} &= \left(\frac{9 \times 10^9 \times 3 \times 10^{-6}}{0.4} + \frac{9 \times 10^9 \times (-1 \times 10^{-6})}{0.4} \right) \\ &\quad - \left(\frac{9 \times 10^9 \times 3 \times 10^{-6}}{0.5} + \frac{9 \times 10^9 \times (-1 \times 10^{-6})}{0.5} \right) \\ &= 4.5 \times 10^4 - 3.6 \times 10^4 \\ &= 9 \times 10^3 \text{ V} \end{aligned}$$

$\therefore$ ความต่างศักย์ระหว่าง R และ P เท่ากับ 9×10^3 โวลต์

6. Checking

$$9 \times 10^3 \text{ V}$$

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

กล่องแก้โจทย์ปัญหา LGFEC² โมเดล เรื่อง ศักย์ไฟฟ้าและสนามไฟฟ้ารอบตัวนำ

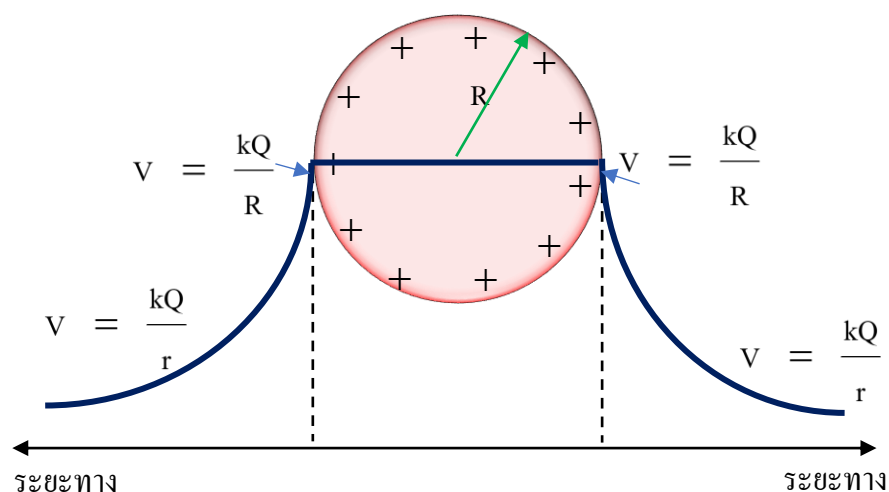


จุดประสงค์การเรียนรู้ : สืบค้นข้อมูล อธิบายความหมายและคำนวณศักย์ไฟฟ้าและสนามไฟฟ้า
ได้รอบตัวนำได้



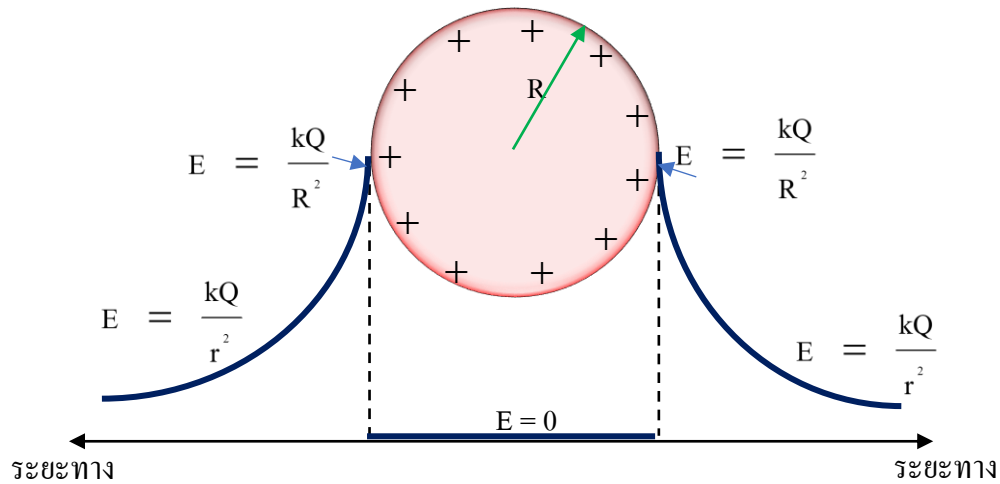
สร้างองค์ความรู้ : ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ แล้วเติมเต็มข้อความที่
กำหนดให้

1. ศักย์ไฟฟ้ารอบตัวนำ



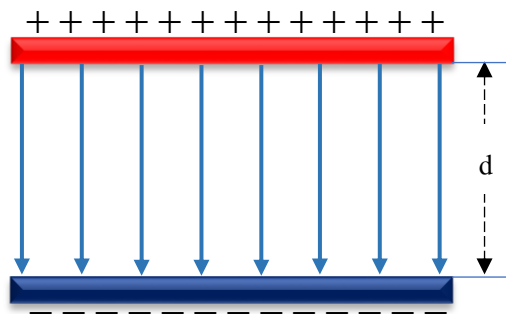
จากรูปสามารถสรุปได้ว่า ศักย์ไฟฟ้าภายในทรงกลมตัวนำมีค่าเท่ากับที่บริเวณผิวของทรงกลม
ตัวนำและมีค่าสูงที่สุด โดยศักย์ไฟฟ้าจะลดลงเมื่อระยะห่างจากทรงกลมตัวนำเพิ่มขึ้น

2. สนามไฟฟ้ารอบตัวนำ



จากรูปสามารถสรุปได้ว่า สนามไฟฟ้าภายในทรงกลมตัวนำมีค่าเท่ากับศูนย์ และที่บริเวณผิวของทรงกลมตัวนำสนามไฟฟ้ามีค่าสูงที่สุด โดยจะลดลงเมื่อระยะห่างจากทรงกลมตัวนำเพิ่มขึ้น

3. สนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ



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

เมื่อ	E	แทน	สนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ (N/C , V/m)
	V	แทน	ความต่างศักย์ระหว่างจุดที่คำนวณ (V)
	d	แทน	ระยะห่างระหว่างจุดที่คำนวณ (m)



ออกกำลังสมอง

Ex1. แผ่นโลหะคู่ขนาน วางห่างกัน 1 มิลลิเมตร ต่ออยู่กับขั้วบวก-ลบของแบตเตอรี่ 1.5 โวลต์ สนามไฟฟ้าระหว่างแผ่นตัวนำคู่ขนานจะมีค่าเท่าใด

1. Looking for

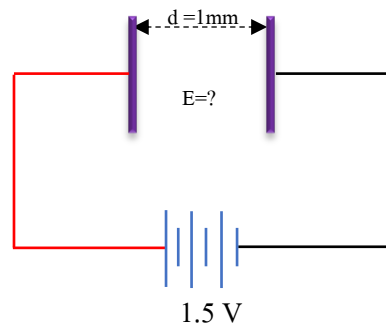
$$E = ?$$

2. Given

$$d = 1 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$V = 1.5 \text{ V}$$

3. Free body diagram



4. Equation

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

5. Calculation

$$\begin{aligned} &= \frac{1.5}{1 \times 10^{-3}} \\ &= 1.5 \times 10^3 \\ &= 1500 \text{ V/m} \end{aligned}$$

∴ สนามไฟฟ้าระหว่างแผ่นตัวนำคู่ขนานจะมีค่าเท่า 1500 โวลต์ต่อเมตร

6. Checking

1500 V/m

Ex2. ประจุไฟฟ้าขนาด $+1$ ไมโครคูลอมบ์ อยู่ในสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอซึ่งมีทิศจากซ้ายไปขวาและมีความเข้ม 8 โวลต์ต่อเมตร จะถูกแรงกระทำเท่าใดและมีทิศไปทางไหน

1. Looking for

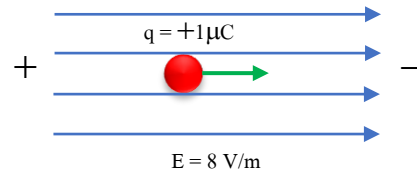
$$F = ?$$

2. Given

$$q = +1 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$E = 8 \text{ V/m}$$

3. Free body diagram



4. Equation

$$F = qE$$

5. Calculation

$$= 1 \times 10^{-6} \times 8$$

$$= 8 \times 10^{-6} \text{ N}$$

$\therefore$ แรงกระทำต่อประจุไฟฟ้ามีค่าเท่ากับ 8×10^{-6} นิวตัน มีทิศไปทางขวา

6. Checking

$$8 \times 10^{-6} \text{ N} \text{ ทิศไปทางขวา}$$

1. แผ่นตัวนำคู่ขนานเท่ากัน วางห่างกัน 3 มิลลิเมตร ถ้าต่อแผ่นคู่ขนานนี้เข้ากับแบตเตอรี่ 9 โวลต์ สนามไฟฟ้าระหว่างแผ่นตัวนำคู่ขนานจะมีค่าเท่าใด

1. Looking for

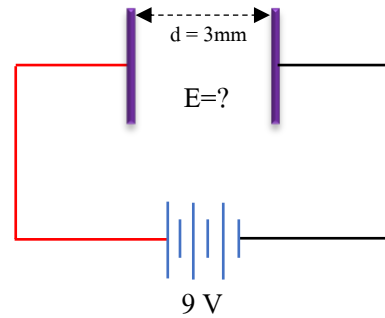
$$E = ?$$

2. Given

$$d = 3 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$V = 9 \text{ V}$$

3. Free body diagram



4. Equation

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

5. Calculation

$$\begin{aligned} &= \frac{9}{3 \times 10^{-3}} \\ &= 3 \times 10^3 \text{ V/m} \end{aligned}$$

$\therefore$ สนามไฟฟ้าระหว่างแผ่นตัวนำคู่ขนานจะมีค่าเท่า 3000 โวลต์ต่อเมตร

6. Checking

3000 V/m

2. แผ่นตัวนำคู่ขนานเท่ากัน วางห่างกัน 5 เซนติเมตร มีสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอเข้ม 20 โวลต์ต่อเมตร จะมีค่าความต่างศักย์ระหว่างขั้วบวกและขั้วลบ กี่โวลต์

1. Looking for

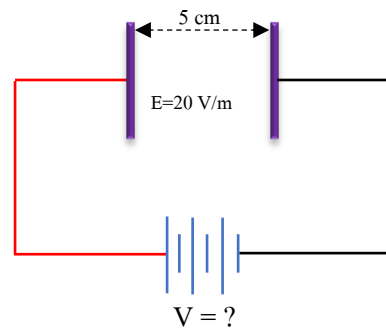
$$V = ?$$

2. Given

$$d = 5 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$E = 20 \text{ V/m}$$

3. Free body diagram



4. Equation

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

$$V = Ed$$

5. Calculation

$$= 20 \times 5 \times 10^{-2}$$

$$= 100 \times 10^{-2}$$

$$= 1 \text{ V}$$

∴ ความต่างศักย์ระหว่างขั้วบวกและขั้วลบมีค่าเท่ากับ 1 โวลต์

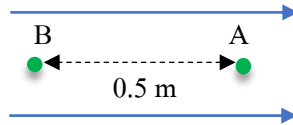
6. Checking

1 V

3. สนามไฟฟ้าสม่ำเสมอขนาดเท่ากับ 8 โวลต์ต่อเมตร ตำแหน่ง A และ B อยู่ห่างกัน 0.5 เมตร ดังรูป จงหา

3.1 ความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่าง A ไป B

3.2 งานในการเคลื่อนประจุขนาด $+2$ ไมโครคูลอมบ์ จากจุด A ไป B



1. Looking for

3.1 $V_{AB} = ?$

3.2 $W_{A \rightarrow B} = ?$

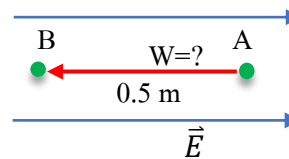
2. Given

$E = 8 \text{ V/m}$

$d = 0.5 \text{ m}$

$q = +2 \times 10^{-6} \text{ C}$

3. Free body diagram



4. Equation

3.1 $V = Ed$

3.2 $W_{A \rightarrow B} = q(V_B - V_A)$

5. Calculation

3.1

$$\begin{aligned} V &= Ed \\ &= 8 \times 0.5 \\ &= 4 \text{ V} \end{aligned}$$

$\therefore$ ความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่าง A ไป B เท่ากับ 4 โวลต์

3.2

$$\begin{aligned} W_{A \rightarrow B} &= q(V_B - V_A) \\ &= 2 \times 10^{-6}(4) \\ &= 8 \times 10^{-6} \text{ J} \end{aligned}$$

$\therefore$ งานในการเคลื่อนประจุ จากจุด A ไป B เท่ากับ 8×10^{-6} จูล

6. Checking

$4 \text{ V}, 8 \times 10^{-6} \text{ J}$

4. จากรูป สนามไฟฟ้าสม่ำเสมอมีขนาด 12 โวลต์ต่อเมตร จงหางานที่ใช้ในการเคลื่อนที่ประจุทดสอบ 3.0 ไมโครคูลอมบ์ จาก $A \rightarrow B \rightarrow C$

1. Looking for

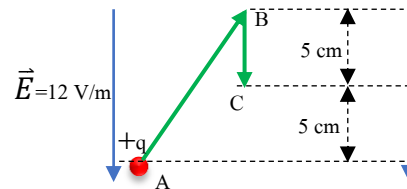
$$W_{A \rightarrow B \rightarrow C} = ?$$

2. Given

$$E = 12 \text{ V/m}$$

$$q = +3 \times 10^{-6} \text{ C}$$

3. Free body diagram



4. Equation

$$W_{A \rightarrow B \rightarrow C} = W_{A \rightarrow C}$$

$$W = qV$$

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

$$W_{A \rightarrow C} = qEd$$

5. Calculation

$$= 3 \times 10^{-6} \times 12 \times 5 \times 10^{-2}$$

$$= 180 \times 10^{-8}$$

$$= 1.8 \times 10^{-6} \text{ J}$$

$\therefore$ งานที่ใช้ในการเคลื่อนที่ประจุทดสอบจาก $A \rightarrow B \rightarrow C$ เท่ากับ 1.8×10^{-6} จูล

6. Checking

$$1.8 \times 10^{-6} \text{ J}$$

5. เมื่อนำประจุ -2 ไมโครคูลอมบ์ เข้าไปวางไว้ ณ จุด ๆ หนึ่ง ปรากฏว่ามีแรง 8×10^{-6} นิวตัน มากระทำต่อประจุนี้ในทิศจากซ้ายไปขวา จงหาสนามไฟฟ้าตรงจุดนั้น

1. Looking for

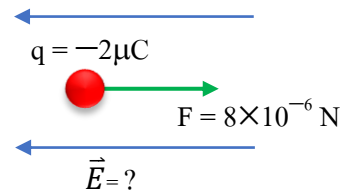
$$E = ?$$

2. Given

$$q = -2 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$F = 8 \times 10^{-6} \text{ N}$$

3. Free body diagram



4. Equation

$$F = qE$$

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

5. Calculation

$$= \frac{8 \times 10^{-6}}{2 \times 10^{-6}}$$

$$= 4 \text{ V/m}$$

$\therefore$ สนามไฟฟ้าตรงจุดนั้นมีค่าเท่ากับ 4 โวลต์ต่อเมตร มีทิศจากขวาไปซ้าย

6. Checking

4 V/m มีทิศจากขวาไปซ้าย

6. เมื่อนำประจุ $+3.6 \times 10^{-14}$ คูโลมบ์ วางในสนามไฟฟ้าของแผ่นโลหะสองแผ่น ซึ่งมีความต่างศักย์ 105 โวลต์ และอยู่ห่างกัน 0.3 เมตร จะเกิดแรงกระทำต่อประจุเท่าไร

1. Looking for

$$F = ?$$

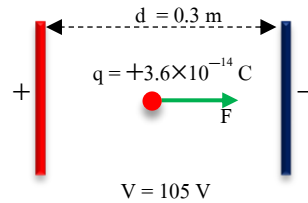
2. Given

$$V = 105 \text{ V}$$

$$q = +3.6 \times 10^{-14} \text{ C}$$

$$d = 0.3 \text{ m}$$

3. Free body diagram



4. Equation

$$F = qE$$

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

$$F = \frac{qV}{d}$$

5. Calculation

$$= \frac{3 \times 10^{-14} \times 105}{0.3}$$

$$= 1260 \times 10^{-14}$$

$$= 1.26 \times 10^{-11} \text{ N}$$

$\therefore$ แรงกระทำต่อประจุเท่ากับ 1.26×10^{-11} นิวตัน

6. Checking

$$1.26 \times 10^{-11} \text{ N}$$

7. ในการทดลองตามแบบของมิลลิแกน พบว่าหยดน้ำมันหยดหนึ่งลอยนิ่งได้ระหว่างแผ่นโลหะขนาน 2 แผ่นซึ่งห่างกัน 0.8 เซนติเมตร โดยมีความต่างศักย์ระหว่างแผ่นทำให้เกิดสนาม 12000 โวลต์ต่อเมตร ถ้าหยดน้ำมันมีประจุไฟฟ้า $+8.0 \times 10^{-19}$ คูโลมบ์ จะมีน้ำหนักเท่าไร

1. Looking for

$$mg = ?$$

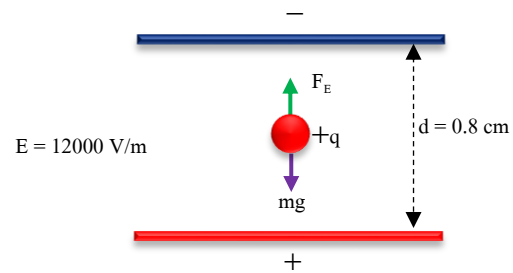
2. Given

$$d = 0.8 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$E = 1.2 \times 10^4 \text{ V/m}$$

$$q = +8.0 \times 10^{-19} \text{ C}$$

3. Free body diagram



4. Equation

$$F_E = qE$$

$$F_E = mg$$

$$\therefore mg = qE$$

5. Calculation

$$= 8 \times 10^{-19} \times 1.2 \times 10^4$$

$$= 9.6 \times 10^{-15} \text{ N}$$

$\therefore$ หยดน้ำมันมีน้ำหนักเท่ากับ 9.6×10^{-15} นิวตัน

6. Checking

$$9.6 \times 10^{-15} \text{ N}$$

8. สนามไฟฟ้าขนาด $280,000$ นิวตันต่อคูลอมบ์ มีทิศไปทางใต้ จงหาขนาดและทิศทางของแรงที่กระทำต่อประจุ -4.0 ไมโครคูลอมบ์ ที่วางอยู่ในสนามไฟฟ้านี้

1. Looking for

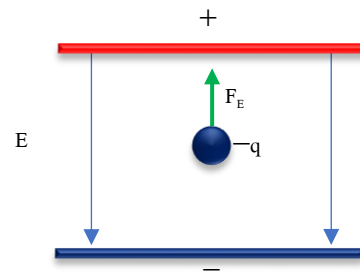
$$F = ?$$

2. Given

$$E = 2.8 \times 10^5 \text{ N/C}$$

$$q = -4 \times 10^{-6} \text{ C}$$

3. Free body diagram



4. Equation

$$F_E = qE$$

5. Calculation

$$= 4 \times 10^{-6} \times 2.8 \times 10^5$$

$$= 11.2 \times 10^{-1}$$

$$= 1.12 \text{ N}$$

$\therefore$ แรงที่กระทำมีขนาดเท่ากับ 1.12 นิวตัน มีทิศชี้ไปทางทิศเหนือ

6. Checking

1.12 N ชี้ไปทางทิศเหนือ

9. แผ่นตัวนำขนานห่างกัน 0.2 เซนติเมตร ทำให้เกิดสนามสม่ำเสมอตามแนวดิ่ง ถ้าต้องการให้อิเล็กตรอนมวล 9.1×10^{-31} กิโลกรัม ที่มีประจุ -1.6×10^{-19} คูลอมบ์ ลอยอยู่นิ่ง ที่ตำแหน่งระหว่างแผ่นตัวนำขนานนี้ ความต่างศักย์ระหว่างแผ่นตัวนำขนานต้องเป็นเท่าใด

1. Looking for

$$V = ?$$

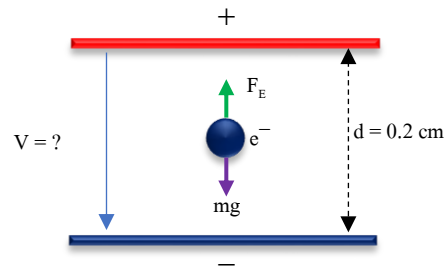
2. Given

$$d = 0.2 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$$q = -1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

3. Free body diagram



4. Equation

$$F_E = mg$$

$$qE = mg$$

$$q \frac{V}{d} = mg$$

$$V = \frac{mgd}{q}$$

5. Calculation

$$= \frac{9.1 \times 10^{-31} \times 10 \times 0.2 \times 10^{-2}}{1.6 \times 10^{-19}}$$

$$= 1.14 \times 10^{-13} \text{ V}$$

$\therefore$ ความต่างศักย์ระหว่างแผ่นตัวนำขนานมีค่าเท่ากับ 1.14×10^{-13} โวลต์

6. Checking

$$1.14 \times 10^{-13} \text{ V}$$

10. หยคน้ำมันหยดหนึ่งมวล 0.02 กรัม ประจุ +q อยู่ในสนามไฟฟ้า ความเข้ม 10 นิวตันต่อคูลอมบ์ ปรากฏ หยคน้ำมันหยดหนึ่งโดยสมดุลกับแรงโน้มถ่วงของโลก จงหาค่าประจุ +q

1. Looking for

$$q = ?$$

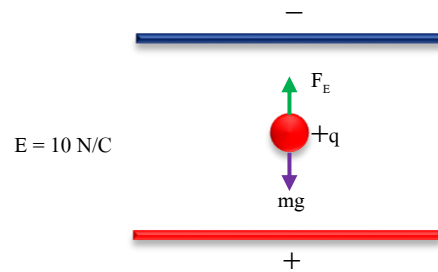
2. Given

$$m = 0.02 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

$$= 2 \times 10^{-5} \text{ kg}$$

$$E = 10 \text{ N/C}$$

3. Free body diagram



4. Equation

$$F_E = mg$$

$$qE = mg$$

$$q = \frac{mg}{E}$$

5. Calculation

$$= \frac{2 \times 10^{-5} \times 10}{10}$$

$$= 2 \times 10^{-5} \text{ C}$$

$\therefore$ ประจุ +q มีค่าเท่ากับ 2×10^{-5} คูลอมบ์

6. Checking

$$2 \times 10^{-5} \text{ C}$$

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

กล่องแก้โจทย์ปัญหา LGFEC² โมเดล เรื่อง ตัวเก็บประจุ



จุดประสงค์การเรียนรู้ : สืบค้นข้อมูล อธิบายความหมายและคำนวณหาค่าความจุไฟฟ้าได้



สร้างองค์ความรู้ : ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ แล้วเติมเต็มข้อความที่กำหนดให้

1. ตัวเก็บประจุ (Capacitor : C)

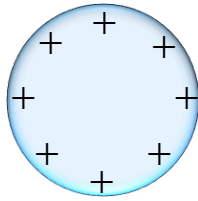
ตัวเก็บประจุ คือ วัสดุที่สามารถเก็บสะสมประจุไฟฟ้าไว้ภายในตัวเองได้



สัญลักษณ์



1.1 ตัวเก็บประจุแบบทรงกลม



$$C = \frac{a}{K}$$

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

เมื่อ	C	แทน	ค่าความจุประจุ (F)
	V	แทน	ความต่างศักย์ระหว่างจุดที่คำนวณ (V)
	Q	แทน	ประจุที่สะสมที่ขั้ว (C)
	a	แทน	รัศมีทรงกลม
	k	แทน	$9 \times 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$

1.2 ตัวเก็บประจุแบบแผ่นโลหะคู่ขนาน



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

เมื่อ	C	แทน	ค่าความจุประจุ (F)
	V	แทน	ความต่างศักย์ระหว่างจุดที่คำนวณ (V)
	Q	แทน	ประจุที่สะสมที่ขั้ว (C)

2. พลังงานไฟฟ้าที่เก็บสะสมในตัวเก็บประจุ

$$U = \frac{1}{2} QV$$

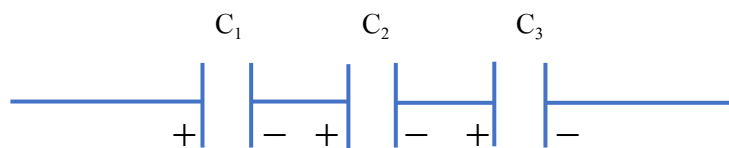
$$U = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$$

$$U = \frac{1}{2} CV^2$$

เมื่อ U แทน พลังงานที่เก็บสะสม (J)

3. การต่อตัวเก็บประจุ

3.1 การต่อตัวเก็บประจุแบบอนุกรม

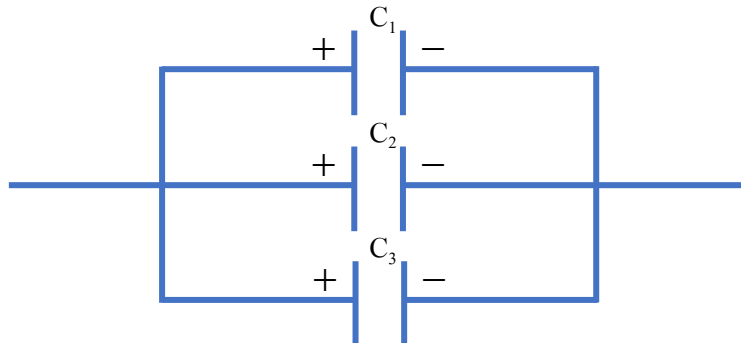


$$\sum Q = Q_1 = Q_2 = Q_3$$

$$\sum V = V_1 + V_2 + V_3$$

$$\frac{1}{\sum C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

3.2 การต่อตัวเก็บประจุแบบขนาน



$$\sum Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$\sum V = V_1 = V_2 = V_3$$

$$\sum C = C_1 + C_2 + C_3$$



ออกกำลังสมอง

Ex1. ตัวนำทรงกลมรัศมี 10 เซนติเมตร ความจุประจุของทรงกลมมีค่ากี่ฟารัด

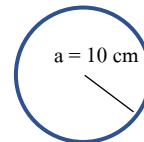
1. Looking for

$$C = ?$$

2. Given

$$a = 0.1 \text{ m}$$

3. Free body diagram



4. Equation

$$C = \frac{a}{k}$$

5. Calculation

$$= \frac{0.1}{9 \times 10^9}$$

$$= 1.1 \times 10^{-11} \text{ F}$$

$\therefore$ ทรงกลมตัวนำมีความจุเท่ากับ 1.1×10^{-11} ฟารัด

6. Checking

$$1.1 \times 10^{-11} \text{ F}$$

Ex2. ตัวเก็บประจุตัวหนึ่งมีความจุ $0.2 \mu\text{F}$ ใช้งานกับความต่างศักย์ 250 โวลต์ จะเก็บประจุไว้ได้กี่คูลอมบ์

1. Looking for

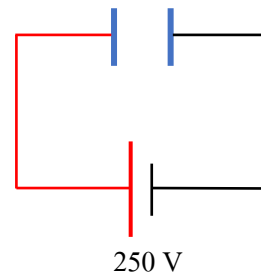
$$Q = ?$$

2. Given

$$C = 0.2 \times 10^{-6} \text{ F}$$

$$V = 250 \text{ V}$$

3. Free body diagram



4. Equation

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

$$Q = CV$$

5. Calculation

$$= 0.2 \times 10^{-6} \times 250$$

$$= 50 \times 10^{-6}$$

$$= 50 \mu\text{C}$$

$\therefore$ ตัวเก็บประจุจะเก็บประจุไว้ได้ 50 ไมโครคูลอมบ์

6. Checking

$50 \mu\text{C}$

Ex3. ตัวเก็บประจุ 16 ไมโครฟารัด ต่อเข้ากับความต่างศักย์ค่าหนึ่ง ทำให้มีพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ 0.5 จูล จงหาค่าความต่างศักย์นี้ในหน่วยของโวลต์

1. Looking for

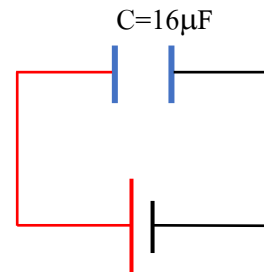
$$V = ?$$

2. Given

$$C = 16 \times 10^{-6} \text{ F}$$

$$U = 0.5 \text{ J}$$

3. Free body diagram



4. Equation

$$U = \frac{1}{2} CV^2$$

$$V^2 = \frac{2U}{C}$$

5. Calculation

$$V^2 = \frac{2 \times 0.5}{16 \times 10^{-6}}$$

$$V^2 = \frac{10^6}{16}$$

$$V = \sqrt{\frac{10^6}{16}}$$

$$= \frac{10^3}{4}$$

$$= 250 \text{ V}$$

∴ ความต่างศักย์ที่ทำให้มีพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ 0.5 จูล เท่ากับ 250 โวลต์

6. Checking

250 V

Ex4. จากวงจรดังรูป จงหา 1) C รวม 2) Q_1 และ Q_2 3) V_1 และ V_2 และ 4) V รวม

1. Looking for

$$\sum C = ?$$

$$Q_1 = ? ; Q_2 = ?$$

$$V_1 = ? ; V_2 = ?$$

$$\sum V = ?$$

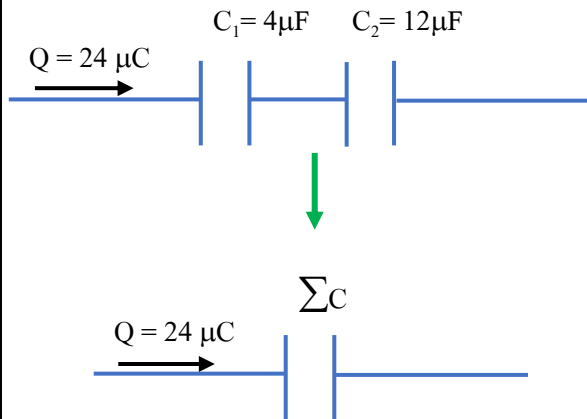
2. Given

$$Q = 24 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$C_1 = 4 \times 10^{-6} \text{ F}$$

$$C_2 = 12 \times 10^{-6} \text{ F}$$

3. Free body diagram



4. Equation

$$\frac{1}{\sum C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

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

5. Calculation

1)

$$\frac{1}{\sum C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

$$= \frac{1}{4 \times 10^{-6}} + \frac{1}{12 \times 10^{-6}}$$

$$= \frac{4}{12 \times 10^{-6}}$$

$$= \frac{1}{3 \times 10^{-6}}$$

$$\therefore \sum C = 3 \times 10^{-6} \text{ F}$$

2)

$$\sum Q = Q_1 = Q_2 = 24 \mu\text{F}$$

3)

$$V_1 = \frac{Q}{C_1}$$

$$= \frac{24 \times 10^{-6}}{4 \times 10^{-6}}$$

$$= 6 \text{ V}$$

$$\therefore V_1 = 6 \text{ V}$$

$$V_2 = \frac{Q}{C_2}$$

$$= \frac{24 \times 10^{-6}}{12 \times 10^{-6}}$$

$$= 2 \text{ V}$$

$$\therefore V_2 = 2 \text{ V}$$

4)

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

$$= \frac{24 \times 10^{-6}}{3 \times 10^{-6}}$$

$$= 8 \text{ V}$$

$$\therefore V_2 = 8 \text{ V}$$

6. Checking

$$3 \mu\text{F}, 24 \mu\text{C}, 24 \mu\text{C}, 6 \text{ V}, 2 \text{ V}, 8 \text{ V}$$

Ex5. จากวงจรดังรูป จงหา 1) C รวม 2) V รวม 3) V_1 และ V_2 4) Q_1 และ Q_2

1. Looking for

$$\sum C = ?$$

$$\sum V = ?$$

$$V_1 = ? ; V_2 = ?$$

$$Q_1 = ? ; Q_2 = ?$$

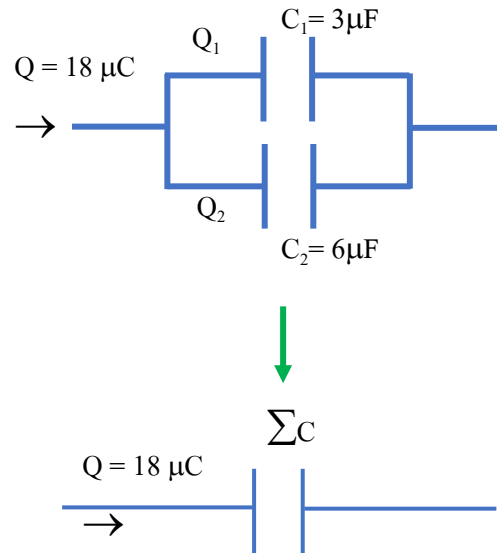
2. Given

$$Q = 18 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$C_1 = 3 \times 10^{-6} \text{ F}$$

$$C_2 = 6 \times 10^{-6} \text{ F}$$

3. Free body diagram



4. Equation

$$\sum C = C_1 + C_2$$

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

5. Calculation

1)

$$\begin{aligned} \sum C &= C_1 + C_2 \\ &= 3 \times 10^{-6} + 6 \times 10^{-6} \\ &= 9 \times 10^{-6} \text{ F} \end{aligned}$$

2)

$$\begin{aligned} \sum V &= \frac{\sum Q}{\sum C} \\ &= \frac{18 \times 10^{-6}}{9 \times 10^{-6}} \\ &= 2 \text{ V} \end{aligned}$$

3)

$$\sum V = V_1 = V_2 = 2 \text{ V}$$

4)

$$\begin{aligned} Q_1 &= C_1 V_1 \\ &= 3 \times 10^{-6} \times 2 \\ &= 6 \times 10^{-6} \text{ C} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_2 &= C_2 V_2 \\ &= 6 \times 10^{-6} \times 2 \\ &= 12 \times 10^{-6} \text{ C} \end{aligned}$$

6. Checking

9 μF, 2 V, 2 V, 6 μC, 12 μC

1. ศักย์ไฟฟ้าของตัวนำทรงกลมรัศมี 60 เซนติเมตร มีค่าเท่ากับ 3×10^5 โวลต์ ประจุไฟฟ้าที่ตัวนำทรงกลมนี้สามารถเก็บได้มีค่าเท่าไร

1. Looking for

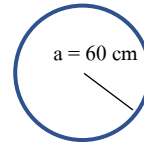
$$C = ?$$

2. Given

$$a = 0.6 \text{ m}$$

$$V = 3 \times 10^5 \text{ V}$$

3. Free body diagram



4. Equation

$$C = \frac{a}{k}$$

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

$$Q = \frac{a}{k} \times V$$

5. Calculation

$$= \frac{0.6}{9 \times 10^9} \times 3 \times 10^5$$

$$= 2 \times 10^{-5} \text{ C}$$

$$= 20 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$= 20 \mu\text{C}$$

$\therefore$ ประจุไฟฟ้าที่ตัวนำทรงกลมนี้สามารถเก็บได้มีค่าเท่า 20 ไมโครคูลอมบ์

6. Checking

$$20 \mu\text{C}$$

2. แผ่นโลหะขนานห่างกัน 0.1 เมตร ใช้ทำเป็นตัวเก็บประจุที่มีค่าความจุ 9 นาโนฟารัด ถ้าสนามไฟฟ้าระหว่างแผ่นโลหะมีค่า 3 นิวตันต่อคูลอมบ์ อยากทราบว่าตัวเก็บประจุนี้ มีประจุกี่คูลอมบ์

1. Looking for

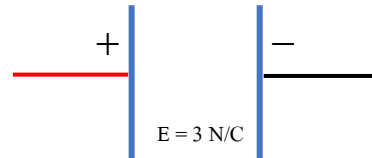
$$Q = ?$$

2. Given

$$C = 9 \times 10^{-9} \text{ F}$$

$$E = 3 \text{ N/C}$$

3. Free body diagram



4. Equation

$$Q = CV$$

$$V = Ed$$

$$Q = CEd$$

5. Calculation

$$= 9 \times 10^{-9} \times 3 \times 0.1$$

$$= 2.7 \times 10^{-9} \text{ C}$$

$$= 2.7 \text{ nC}$$

$\therefore$ ตัวเก็บประจุนี้มีประจุไฟฟ้า 2.7 นาโนคูลอมบ์

6. Checking

2.7 nC

3. ตัวเก็บประจุหนึ่งสะสมประจุไว้ 53 ไมโครคูลอมบ์ เมื่อต่อกับความต่างศักย์ 6 โวลต์ จงหาประจุที่สะสมในตัวเก็บประจุ ถ้าต่อเข้ากับความต่างศักย์ 9 โวลต์

1. Looking for

$$Q_2 = ?$$

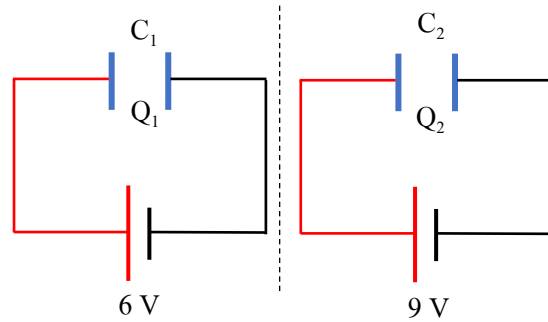
2. Given

$$Q_1 = 53 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$V_1 = 6 \text{ V}$$

$$V_2 = 6 \text{ V}$$

3. Free body diagram



4. Equation

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

$$C_1 = C_2$$

$$\frac{Q_1}{V_1} = \frac{Q_2}{V_2}$$

$$Q_2 = \frac{Q_1 V_2}{V_1}$$

5. Calculation

$$= \frac{53 \times 10^{-6} \times 9}{6}$$

$$= 79.5 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$= 79.5 \mu\text{C}$$

$\therefore$ ประจุที่สะสมในตัวเก็บประจุ เมื่อต่อเข้ากับความต่างศักย์ 9 โวลต์เท่ากับ 79.5 ไมโครคูลอมบ์

6. Checking

79.5 μC

4. จงหาพลังงานที่สะสมในตัวเก็บประจุที่มีความจุ 2 ไมโครฟารัด เมื่อประจุไฟฟ้าให้ตัวเก็บประจุจนมีความต่างศักย์ 100 โวลต์

1. Looking for

$$U = ?$$

2. Given

$$C = 2 \times 10^{-6} \text{ F}$$

$$V = 100 \text{ V}$$

3. Free body diagram



$$C = 2\mu\text{F}$$

$$V = 100 \text{ V}$$

4. Equation

$$U = \frac{1}{2} CV^2$$

5. Calculation

$$= \frac{1}{2} \times 2 \times 10^{-6} \times 100^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 2 \times 10^{-6} \times 10^4$$

$$= 1 \times 10^{-2} \text{ J}$$

$\therefore$ พลังงานที่สะสมในตัวเก็บประจุเท่ากับ 1×10^{-2} จูล

6. Checking

$$1 \times 10^{-2} \text{ J}$$

5. ในการเกิดฟ้าผ่าครั้งหนึ่ง ปรากฏว่ามีประจุถ่ายเทระหว่างเมฆและพื้นดิน 40 คูลอมบ์ และความต่างศักย์ระหว่างเมฆกับพื้นดินมีค่า 8×10^6 โวลต์ จงหาพลังงานที่เกิดขึ้นเนื่องจากฟ้าผ่าครั้งนี้

1. Looking for

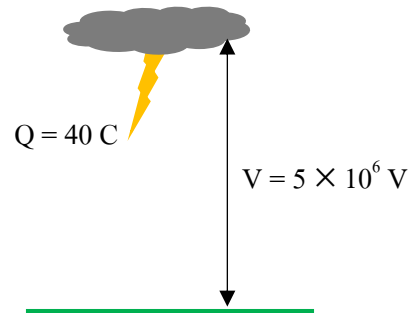
$$U = ?$$

2. Given

$$Q = 40 \text{ C}$$

$$V = 8 \times 10^6 \text{ V}$$

3. Free body diagram



4. Equation

$$\begin{aligned} U &= \frac{1}{2} CV^2 \\ &= \frac{1}{2} \left(\frac{Q}{V} \right) V^2 \\ &= \frac{1}{2} QV \end{aligned}$$

5. Calculation

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{2} \times 40 \times 8 \times 10^6 \\ &= 160 \times 10^6 \\ &= 1.6 \times 10^8 \text{ J} \end{aligned}$$

$\therefore$ พลังงานที่เกิดขึ้นเนื่องจากฟ้าผ่าครั้งนี้เท่ากับ 1.6×10^8 จูล

6. Checking

$$1.6 \times 10^8 \text{ J}$$

6. ตัวเก็บประจุแบบโลหะแผ่นขนาน $C_1 = 2\mu\text{F}$ และ $C_2 = 3\mu\text{F}$ ต่อกันอย่างอนุกรมกับขั้วทั้งสองของแบตเตอรี่ขนาด 10 โวลต์ จงหาประจุไฟฟ้าและความต่างศักย์บนตัวเก็บประจุ C_1 และ C_2

1. Looking for

$$Q_1 = ? \quad , \quad Q_2 = ?$$

$$V_1 = ? \quad , \quad V_2 = ?$$

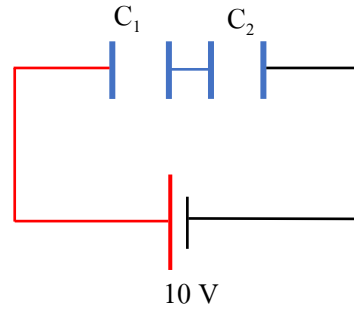
2. Given

$$C_1 = 2 \times 10^{-6} \text{ F}$$

$$C_2 = 3 \times 10^{-6} \text{ F}$$

$$V = 10 \text{ V}$$

3. Free body diagram



4. Equation

$$\frac{1}{\Sigma C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

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

5. Calculation

$$\frac{1}{\Sigma C} = \frac{1}{2 \times 10^{-6}} + \frac{1}{3 \times 10^{-6}}$$

$$\frac{1}{\Sigma C} = \frac{3 \times 10^{-6} + 2 \times 10^{-6}}{6 \times 10^{-12}}$$

$$\frac{1}{\Sigma C} = \frac{5 \times 10^{-6}}{6 \times 10^{-12}}$$

$$\Sigma C = \frac{6 \times 10^{-6}}{5}$$

$$\Sigma C = 1.2 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$Q = CV$$

$$Q = 1.2 \times 10^{-6} \times 10$$

$$= 12 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$= 12 \mu\text{C}$$

$$\text{วงจรอนุกรม } Q_1 = Q_2$$

$$V_1 = \frac{Q}{C_1}$$

$$= \frac{12 \times 10^{-6}}{2 \times 10^{-6}}$$

$$= 6 \text{ V}$$

$$V_2 = \frac{Q}{C_2}$$

$$= \frac{12 \times 10^{-6}}{3 \times 10^{-6}}$$

$$= 4 \text{ V}$$

6. Checking

$$12 \mu\text{C}, 12 \mu\text{C}, 6 \text{ V}, 4 \text{ V}$$

7. ตัวเก็บประจุขนาด $4.0 \mu\text{F}$ และ $8.0 \mu\text{F}$ ต่อขนานกัน และต่อเข้ากับความต่างศักย์ 25 โวลต์ จงหาความจุไฟฟ้ารวมและประจุที่สะสมในตัวเก็บประจุแต่ละตัว

1. Looking for

$$\sum C = ?$$

$$Q_1 = ? , Q_2 = ?$$

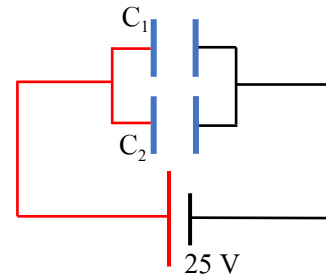
2. Given

$$C_1 = 4 \times 10^{-6} \text{ F}$$

$$C_2 = 8 \times 10^{-6} \text{ F}$$

$$V = 25 \text{ V}$$

3. Free body diagram



4. Equation

$$\sum C = C_1 + C_2$$

5. Calculation

$$\sum C = 4 \times 10^{-6} + 8 \times 10^{-6}$$

$$= 12 \times 10^{-6}$$

$$= 12 \mu\text{F}$$

$$Q_1 = C_1 V$$

$$= 4 \times 10^{-6} \times 25$$

$$= 100 \times 10^{-6}$$

$$= 100 \mu\text{C}$$

$$Q_2 = C_2 V$$

$$= 8 \times 10^{-6} \times 25$$

$$= 200 \times 10^{-6}$$

$$= 200 \mu\text{C}$$

$\therefore$ ความจุไฟฟ้ารวมเท่ากับ 12 ไมโครฟารัด และประจุที่สะสมในตัวเก็บประจุแต่ละตัวเท่ากับ 100 ไมโครคูลอมบ์ และ 200 ไมโครคูลอมบ์ตามลำดับ

6. Checking

12 μF , 100 μC , 200 μC

8. ตัวเก็บประจุ 3 ตัว C_1 มีความจุ 6 ไมโครฟารัด C_2 มีความจุ 12 ไมโครฟารัด และ C_3 มีความจุ 8 ไมโครฟารัด เมื่อนำมาต่อกับความต่างศักย์ 100 โวลต์ ดังรูปจงหาพลังงานสะสมที่ตัวเก็บประจุ C_3 ในหน่วยจูล

1. Looking for

$$U_3 = ?$$

2. Given

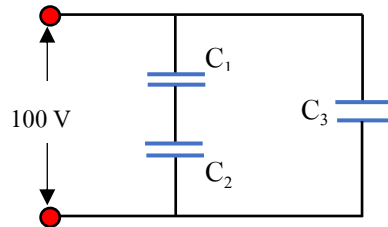
$$C_1 = 6 \times 10^{-6} \text{ F}$$

$$C_2 = 12 \times 10^{-6} \text{ F}$$

$$C_3 = 8 \times 10^{-6} \text{ F}$$

$$V = 100 \text{ V}$$

3. Free body diagram



4. Equation

$$U = \frac{1}{2} CV^2$$

$$U_3 = \frac{1}{2} C_3 V^2$$

5. Calculation

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{2} \times 8 \times 10^{-6} \times 100^2 \\ &= 4 \times 10^{-2} \text{ J} \end{aligned}$$

$\therefore$ พลังงานสะสมที่ตัวเก็บประจุ C_3 มีค่าเท่ากับ 4×10^{-2} จูล

6. Checking

$$4 \times 10^{-2} \text{ J}$$

9. $C_1 = 4$ ไมโครฟารัด $C_2 = 6$ ไมโครฟารัด $C_3 = 9$ ไมโครฟารัด $C_4 = 3$ ไมโครฟารัด ต่อกันดังรูป และต่อเข้ากับความต่างศักย์ 11 โวลต์ ความจุรวมของตัวเก็บประจุทั้งหมดจะเป็นกี่ไมโครฟารัดและความต่างศักย์ของตัวเก็บประจุ C_4 เท่าใด

1. Looking for

$$\sum C = ?$$

$$V_4 = ?$$

2. Given

$$C_1 = 4 \times 10^{-6} \text{ F}$$

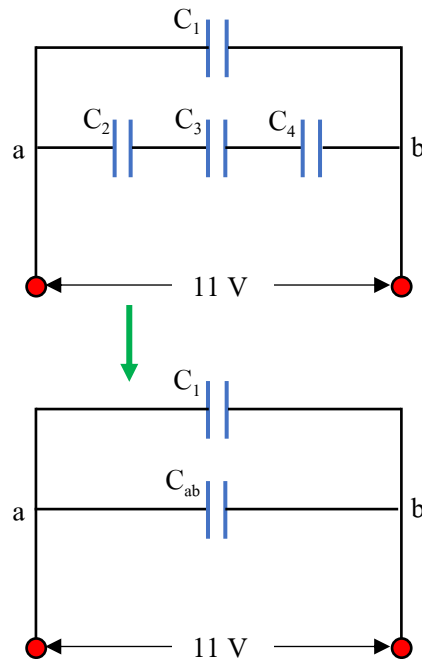
$$C_2 = 6 \times 10^{-6} \text{ F}$$

$$C_3 = 9 \times 10^{-6} \text{ F}$$

$$C_4 = 3 \times 10^{-6} \text{ F}$$

$$V = 11 \text{ V}$$

3. Free body diagram



4. Equation

$$\frac{1}{C_{ab}} = \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \frac{1}{C_4}$$

$$\sum C = C_1 + C_{ab}$$

5. Calculation

$$\begin{aligned} \frac{1}{C_{ab}} &= \frac{1}{6 \times 10^{-6}} + \frac{1}{9 \times 10^{-6}} + \frac{1}{3 \times 10^{-6}} \\ &= \frac{3 + 2 + 6}{18 \times 10^{-6}} \\ &= \frac{11}{18 \times 10^{-6}} \\ \therefore C_{ab} &= \frac{18 \times 10^{-6}}{11} \\ &= 1.63 \mu\text{F} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sum C &= C_1 + C_{ab} \\ &= 4\mu + 1.63\mu \\ &= 5.63 \mu F \\ Q_{ab} &= C_{ab}V \\ &= 1.63\mu \times 11 \\ &= 18 \mu C \\ \therefore V_4 &= \frac{Q}{C_4} \\ &= \frac{18\mu}{3\mu} \\ &= 6 V\end{aligned}$$

$\therefore$ ความจุรวมของตัวเก็บประจุทั้งหมดเท่ากับ 5.63 ไมโครฟารัดและความต่างศักย์ของตัวเก็บประจุ C_4 เท่ากับ 6 V

6. Checking

5.63 μ F, 6 V

10. ตัวเก็บประจุ C_1 C_2 และ C_3 มีขนาดความจุ 1 2 และ 3 ไมโครฟารัด ตามลำดับ ก่อนนำมาต่อกับแบตเตอรี่ขนาด 2 โวลต์ ดังรูป ตัวเก็บประจุทั้งสามยังไม่มีประจุอยู่ในเลย เมื่อปิดสวิตช์ S เป็นเวลานานพอที่จะทำให้อยู่ในสภาพสมดุล พลังงานไฟฟ้าที่สะสมอยู่ในตัวเก็บประจุ C_2 จะมีขนาดเท่าใดในหน่วยไมโครจูล

1. Looking for

$$U_2 = ?$$

2. Given

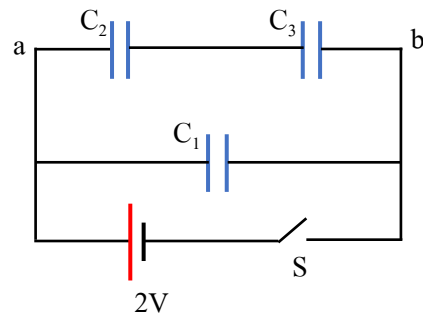
$$C_1 = 1 \times 10^{-6} \text{ F}$$

$$C_2 = 2 \times 10^{-6} \text{ F}$$

$$C_3 = 3 \times 10^{-6} \text{ F}$$

$$V = 2 \text{ V}$$

3. Free body diagram



4. Equation

$$\frac{1}{C_{ab}} = \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

$$Q_{ab} = C_{ab}V$$

$$U_2 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C_2}$$

5. Calculation

$$\frac{1}{C_{ab}} = \frac{1}{2\mu} + \frac{1}{3\mu}$$

$$= \frac{3+2}{6\mu}$$

$$= \frac{5}{6\mu}$$

$$\therefore C_{ab} = \frac{6}{5} \mu\text{F}$$

$$Q_{ab} = C_{ab}V$$

$$= \frac{6\mu}{5} \times 2$$

$$= 2.4 \mu\text{C}$$

$$U_2 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C_2}$$

$$= \frac{1}{2} \frac{(2.4\mu)^2}{2\mu}$$

$$= 1.44 \mu\text{J}$$

$\therefore$ พลังงานไฟฟ้าที่สะสมอยู่ในตัวเก็บประจุ C_2 จะมีขนาดเท่ากับ 1.44 ไมโครจูล

6. Checking

$$1.44 \mu\text{J}$$