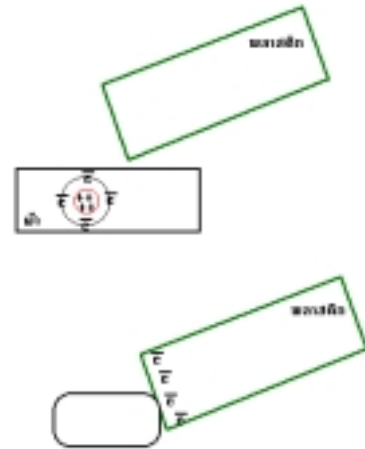


## ฟิสิกส์ บทที่ 11 ไฟฟ้าสถิตย์

## ตอนที่ 1 ประจุไฟฟ้าและการเหนี่ยวนำทางไฟฟ้า

พิจารณาตัวอย่างสมมุติ การถูแท่งพลาสติกกับผ้าสักหลาด  
ปกติแล้วอะตอมในแท่งพลาสติก และในผ้าสักหลาด  
จะมีจำนวนอิเล็กตรอน (ประจุลบ) เท่ากับจำนวน โปรตรอน  
(ประจุบวก) แต่เมื่อเกิดการเสียดสี จะทำให้เกิดการหมุน  
เวียนของอิเล็กตรอนของแท่งพลาสติกกับผ้าสักหลาด

หากแท่งพลาสติกได้รับอิเล็กตรอนมากกว่าที่เสียไป  
จะทำให้แท่งพลาสติกมีประจุสะสมเป็นลบ ประจุที่  
สะสมตรงนี้เรียกว่า ไฟฟ้าสถิตย์

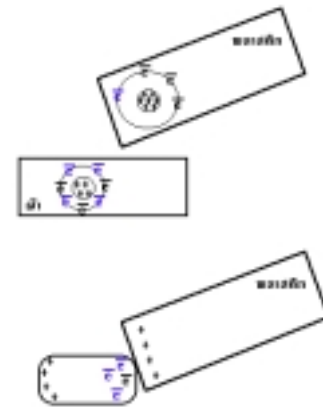


ต่อไปหากเรานำแท่ง พลาสติกที่มีประจุลบสะสมอยู่นี้ ไปไว้ใกล้ ๆ วัตถุเล็ก ๆ ซึ่งปกติ  
ในวัตถุนั้นจะมีอะตอมกระจายอยู่ภายในมากมาย และมีอิเล็กตรอน กับ โปรตรอน กระจายตัว  
อยู่อย่างสม่ำเสมอในปริมาณที่เท่ากัน แต่เมื่อถูกแท่งพลาสติกเข้าใกล้ ประจุบนพลาสติก จะ  
ผลักอิเล็กตรอนในวัตถุให้เคลื่อนไปอยู่ฝั่งตรงกันข้าม เหลือประจุบวกในฝั่งใกล้แท่งพลาสติก  
และจะทำให้เกิดแรงดูดระหว่างประจุบวกบนวัตถุกับลบบนแท่งพลาสติก ทำให้วัตถุเคลื่อนที่  
เข้ามาหาแท่งพลาสติกให้เห็นได้ การจัดเรียงประจุบนวัตถุ เมื่อถูกไฟฟ้าสถิตย์เข้าใกล้  
เราเรียกว่าการเหนี่ยวนำทางไฟฟ้า

หากแท่งพลาสติก เสียอิเล็กตรอนมากกว่าที่ได้รับมา  
จะทำให้แท่งพลาสติกมีประจุสะสมเป็นบวก ประจุที่  
สะสมตรงนี้เรียกก็ว่า ไฟฟ้าสถิตย์

ต่อไปหากเรานำแท่งพลาสติกที่มีประจุบวกสะสมอยู่  
ไปไว้ใกล้วัตถุเล็ก ๆ ประจุบวกบนพลาสติก จะดูดอิเล็กตรอน  
ในวัตถุให้เคลื่อนไปอยู่ฝั่งใกล้แท่งพลาสติก เหลือประจุบวกใน  
ฝั่งตรงกันข้าม และจะทำให้เกิดแรงดูดระหว่างประจุบวกบนแท่งพลาสติกกับลบบนวัตถุ  
ทำให้วัตถุเคลื่อนที่เข้ามาหาแท่งพลาสติกให้เห็นได้เช่นกัน

การจัดเรียงประจุบนวัตถุ เมื่อถูกไฟฟ้าสถิตย์เข้าใกล้เราเรียกว่า การเหนี่ยวนำทางไฟฟ้า



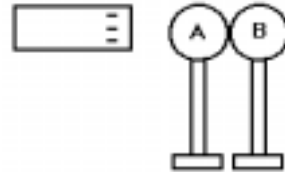


3(มข 32) เมื่อนำแท่งพีวีซีที่ถูกับผ้าสักหลาดแล้วไป วางใกล้ ๆ กับลูกพิชที่เป็นกลางทางไฟฟ้า จะสังเกตเห็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นดังนี้

- ก. ลูกพิชจะหยุดนิ่ง
- ข. ลูกพิชจะเคลื่อนที่เข้าหาแท่งพีวีซี
- ค. ลูกพิชจะเคลื่อนที่ออกห่างจากแท่งพีวีซี
- ง. ลูกพิชจะเคลื่อนที่เข้าหาแท่งพีวีซีในตอนแรก แล้วจะเคลื่อนที่จากไปภายหลัง

4(มข 36) ทรงกลมโลหะ A และ B วางสัมผัสกันโดยยึดไว้

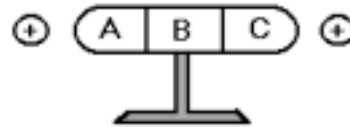
ด้วยฉนวน เมื่อนำแท่งอิโบนีทซึ่งมีประจุลบเข้าใกล้ทรงกลม A ดังรูป จะมีประจุไฟฟ้าชนิดใด เกิดขึ้นที่ตัวนำทรงกลมทั้งสอง



- ก. ทรงกลมทั้งสองจะมีประจุบวก
- ข. ทรงกลมทั้งสองจะมีประจุลบ
- ค. ทรงกลม A จะมีประจุบวก และทรงกลม B มีประจุลบ
- ง. ทรงกลม A จะมีประจุลบ และทรงกลม B มีประจุบวก
- จ. ไม่เกิดไฟฟ้าที่ทรงกลมทั้งสอง

5(En 34) โลหะทรงกระบอกยาวปลายมนเป็นกลางทาง

ไฟฟ้าตั้งอยู่บนฐานที่เป็นฉนวน ถ้านำประจุบวก ขนาดเท่ากันมาใกล้ปลายทั้งสองข้างพร้อมกัน โดยระยะ



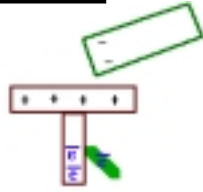
ห่างจากปลายเท่า ๆ กัน ตามลำดับ การกระจายของประจุส่วน A ส่วน B และ C ของทรงกระบอกเป็นอย่างไร

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

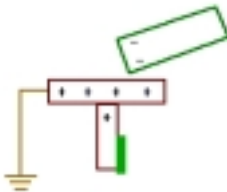
6(มข 31) เมื่อนำสาร ก มาถูกับสาร ข พบว่า สาร ก มีประจุไฟฟ้าเกิดขึ้น สาร ก ต้องเป็นสารใด

- ก. ตัวนำ
- ข. ฉนวน
- ค. กึ่งตัวนำ
- ง. โลหะ

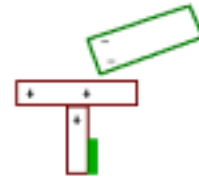
การต่อสายดิน



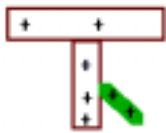
อิเล็กตรอนถูกผลักลง  
ข้างล่างแผ่นโลหะจะกาง



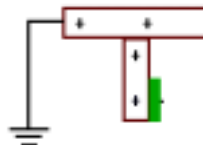
ต่อสายดิน อิเล็กตรอนจะวิ่ง  
ลงสู่พื้นโลกแผ่นโลหะจะหุบ



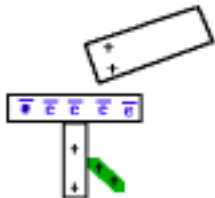
ตัดสายดินออก  
ไม่เปลี่ยนแปลง



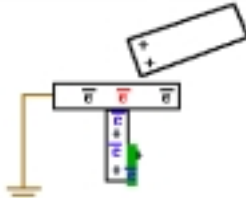
นำวัตถุที่มีประจุด้านบนออก  
อิเล็กโตรสโคปจะเหลือประจุ  
บวกมากกว่าลบแผ่นโลหะด้าน  
ล่างจะกางออก



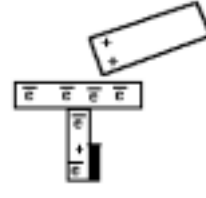
หากนำวัตถุที่มีประจุออกก่อนตัดสายดิน  
อิเล็กตรอนที่พื้นโลกจะวิ่งขึ้น มาบน  
อิเล็กโตรสโคป ทำให้เป็นกลางทางไฟฟ้า  
แผ่นโลหะจะไม่กางออก



อิเล็กตรอนถูกดูดขึ้นข้างบน  
แผ่นโลหะด้านล่างจะเหลือ  
ประจุบวก และเกิดแรงผลัก  
ทำให้กางออก



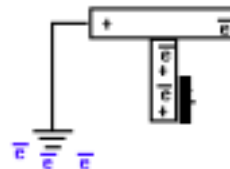
ต่อสายดิน อิเล็กตรอนจากพื้น  
โลกจะวิ่งขึ้นมาอยู่บนแผ่นโลหะ  
ด้านล่างของอิเล็กโตรสโคป ทำ  
ให้แผ่นโลหะเป็นกลางทางไฟฟ้า  
แล้วหุบลง



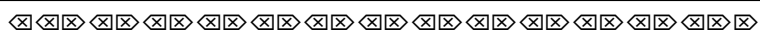
ตัดสายดินออก  
ไม่เปลี่ยนแปลง



นำวัตถุที่มีประจุด้านบนออกอิเล็กตรอน  
ด้านล่างจะเคลื่อนลงมาด้านล่าง ทำให้มีลบ  
มากเกินไป แผ่นโลหะด้านล่างจะกางออก



หากนำวัตถุที่มีประจุออกก่อนตัดสายดิน  
อิเล็กตรอนบนอิเล็กโตรสโคปที่มากเกินไป  
จะวิ่งลงพื้นโลก จนอิเล็กโตรสโคปเป็นกลาง  
ทางไฟฟ้า และจะไม่กางออก



7(En 29) ถ้าต้องการให้อิเล็กโตรสโคปมีประจุบวกควรมีขั้นตอนในการกระทำเป็นอย่างไร

1. นำวัตถุที่มีประจุบวกเข้าใกล้จานโลหะของอิเล็กโตรสโคป
2. นำวัตถุที่มีประจุเข้าใกล้จานโลหะของอิเล็กโตรสโคป
3. ต่อสายดินกับจานโลหะของอิเล็กโตรสโคป
4. ดึงวัตถุที่มีประจุออก
5. ดึงสายดินออก

ก. 1 3 4 5

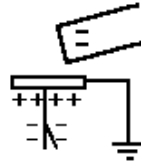
ข. 1 3 5 4

ค. 2 3 4 5

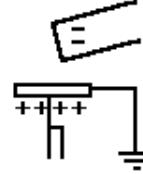
ง. 2 3 5 4

8(มข 40) นำวัตถุที่มีประจุเข้ามาใกล้จานโลหะหลังจากนั้น ใช้สายไฟที่ปลายข้างหนึ่งต่อโยงกับตัวนำที่ฝังได้ดินขึ้น ๆ แล้วนำอีกปลายหนึ่งมาแตะจานโลหะดังแสดงในรูป จงเลือกข้อที่เกิดขึ้น

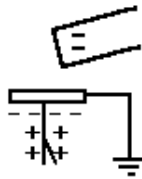
1.



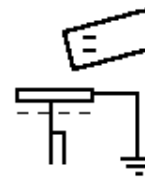
2.



3.

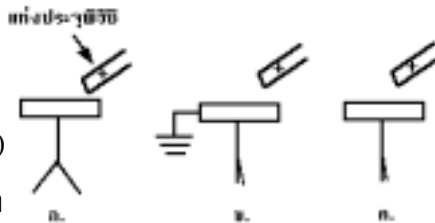


4.



9(มข 45) จากรูป แสดงการใช้แท่งประจุเหนี่ยวนำ

ให้เกิดประจุที่อิเล็กโตรสโคปซึ่งแผ่นโลหะบางจะกางออก (รูป ก.) แผ่นโลหะบางจะหุบ (รูป ข) เมื่อต่อสายดินและยังคงหุบอยู่ (รูป ค) แม้จะนำ



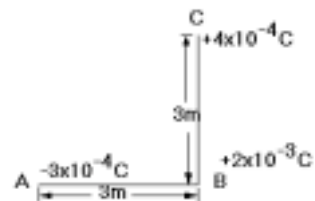
สายดินออกไปแล้ว ถ้าขยับแท่งประจุเข้าใกล้จานโลหะของอิเล็กโตรสโคป จะเกิดอะไรขึ้น

1. จะเกิดการถ่ายเทประจุจนอิเล็กโตรสโคปเป็นกลาง
2. จะเกิดการถ่ายเทประจุจนอิเล็กโตรสโคปมีประจุเป็นบวก
3. จะเกิดการถ่ายเทประจุจนอิเล็กโตรสโคปมีประจุเป็นลบ
4. จะเกิดการถ่ายเทเล็กน้อยและเกิดการเหนี่ยวนำมากขึ้น



11. ประจุขนาดเท่ากันชนิดเดียวกันอยู่ห่างกัน 3 เมตร แรงผลักระหว่างประจุ 0.4 นิวตัน จงหาประจุแต่ละอัน
12. ก้อนทองแดง 2 ก้อน วางห่างกัน 3 เมตร แต่ละก้อนมีอิเล็กตรอนอิสระอยู่  $5 \times 10^{14}$  ตัว จงหาขนาดของแรงผลัที่เกิดขึ้นในหน่วยนิวตัน
- ก. 1.4                      ข. 2.4                      ค. 4.4                      ง. 6.4
13. ทรงกลมโลหะลูกเล็ก ๆ เริ่มแรกไม่มีประจุสองลูก จะต้องมีการถ่ายเทอิเล็กตรอน จำนวนกี่ตัว จากลูกหนึ่งไปยังอีกลูกหนึ่ง จึงจะทำให้เกิดแรงดึงดูดระหว่างทรงกลมทั้งสอง เท่ากับ 1.0 นิวตัน ขณะที่อยู่ห่างกัน 10 เซนติเมตร
1.  $6.59 \times 10^{10}$  ตัว                      2.  $6.59 \times 10^9$  ตัว  
3.  $6.59 \times 10^8$  ตัว                      4.  $6.59 \times 10^{12}$  ตัว
14. ประจุ  $+5.0 \times 10^{-6} \text{ C}$  และ  $-3.0 \times 10^{-6} \text{ C}$  วางอยู่ห่างกัน 20 cm ถ้านำประจุทดสอบขนาด  $+1.0 \times 10^{-6} \text{ C}$  มาวางไว้ที่จุดกึ่งกลางระหว่างประจุทั้งสองขนาด และมีทิศทางของแรงที่กระทำต่อประจุทดสอบคือ
- ก. 0.72 นิวตัน และมีทิศชี้เข้าหาประจุลบ  
ข. 1.8 นิวตัน และมีทิศเข้าหาประจุบวก  
ค. 7.2 นิวตัน และมีทิศเข้าหาประจุลบ  
ง. 7.2 นิวตัน และมีทิศเข้าหาประจุบวก

- 15(มข 32) ประจุไฟฟ้า  $-3 \times 10^{-4} \text{ C}$ ,  $+2 \times 10^{-3} \text{ C}$  และ  $+4 \times 10^{-4} \text{ C}$  วางอยู่ที่จุด A, B และ C ดังรูป จงหาว่าแรงกระทำที่มีต่อประจุ  $+2 \times 10^{-3} \text{ C}$  มีขนาดกี่นิวตัน



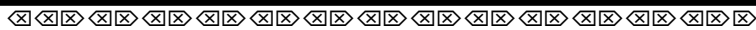
- ก.  $6 \times 10^2$                       ข.  $8 \times 10^2 \text{ C}$                       ค.  $1 \times 10^3$                       ง.  $1.4 \times 10^3$
- 16(มข 34) สามเหลี่ยมด้านเท่ารูปหนึ่งมีความยาวด้านละ 30 cm และที่แต่ละมุมของสามเหลี่ยมนี้มีจุดประจุ +2, -2 และ +5 ไมโครคูลอมบ์ วางอยู่ อยากรหาว่าขนาดของแรงไฟฟ้าบนประจุ +5 ไมโครคูลอมบ์มีค่ากี่นิวตัน



**ตอนที่ 3 สนามไฟฟ้า**

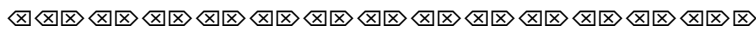
สนามไฟฟ้า (E) คือ บริเวณรอบ ๆ ประจุซึ่งจะมีแรงทางไฟฟ้าแผ่ออกมาตลอดเวลา สนามไฟฟ้าเป็นปริมาณเวกเตอร์

ทิศทางของสนามไฟฟ้า กำหนดว่า  
 สำหรับประจุบวก สนามไฟฟ้ามีทิศออกตัวประจุ  
 สำหรับตัวประจุลบ สนามไฟฟ้ามีทิศเข้าตัวประจุ



20. ถ้า +Q และ -Q เป็นประจุนำเน็ดสนามโดยที่ +q และ -q เป็นประจุทดสอบ รูปใดแสดงทิศของ F และ E ไม่ถูกต้อง

- ก.
- ข.
- ค.
- ง.



ขนาดความเข้มสนามไฟฟ้าหาได้จาก

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

เมื่อ E คือ ความเข้มสนามไฟฟ้า (N/c , V/m)

$$K = 9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{c}^2$$

Q คือ ขนาดของประจุนำเน็ด (C)

R คือ ระยะห่างจากประจุนำเน็ด (m)

ขนาดของแรงกระทำต่อประจุทดสอบหาจาก

$$F = qE$$

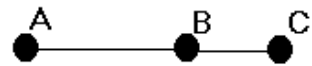
เมื่อ F คือ แรงกระทำ (N)

q คือ ประจุทดสอบที่ถูกแรงกระทำนั้น (C)

21. จงหาค่าสนามไฟฟ้าที่เกิดจากประจุ  $50 \times 10^{-10} \text{ C}$  ณ จุดที่อยู่ห่างออกไป 80 cm และถ้ามี  $e$  2 ตัว อยู่ที่จุดนั้น  $e$  จะถูกแรงกระทำเท่าใด (กำหนด  $e$  1 ตัว มีประจุ  $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ )

22.  $e$  มวล  $9 \times 10^{-31} \text{ kg}$  มีประจุ  $-1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$  เคลื่อนที่ผ่านจุดจุดหนึ่งที่มีขนาดสนามไฟฟ้า  $3 \times 10^{-4} \text{ N/C}$  จงหา  
 ก. ขนาดของแรงที่สนามไฟฟ้ากระทำต่อ  $e$   
 ข. ขนาดของความเร่งของ  $e$

23(มข 42) วางประจุ  $3 \times 10^{-3}$  คูลอมบ์,  $2 \times 10^{-3}$  คูลอมบ์ และ  $-8 \times 10^{-3}$  คูลอมบ์ ที่ตำแหน่ง A B และ C ตามลำดับ



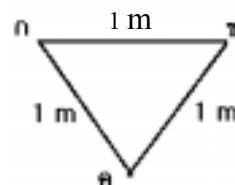
จงหาสนามไฟฟ้าที่ตำแหน่ง B ในหน่วยของนิวตัน/คูลอมบ์  $AB = 3$  เมตร,  $BC = 2$  เมตร

1.  $21 \times 10^6$                       2.  $15 \times 10^6$                       3.  $30 \times 10^6$                       4.  $42 \times 10^6$

24(มข 44) ประจุบวก  $q_1 = 2$  ไมโครคูลอมบ์ วางห่างจาก ประจุลบ  $q_2 = -2$  ไมโครคูลอมบ์ เป็นระยะ 6 เมตร สนามไฟฟ้าที่ตำแหน่งกึ่งกลางระหว่าง 2 ประจุนี้ ในหน่วยของ N/C มีค่าเป็นเท่าใด

1.  $-2 \times 10^3$                       2. 0                      3.  $2 \times 10^3$                       4.  $4 \times 10^3$

25(มข 37) ที่ตำแหน่ง ก ข และ ค มีประจุเป็น  $1.0 \times 10^{-7}$ ,  $-1.0 \times 10^{-7}$  และ  $-10 \times 10^{-7}$  คูลอมบ์ ตามลำดับ จงหาขนาดของสนามไฟฟ้าตำแหน่ง ค เนื่องจากประจุที่ตำแหน่ง ก และ ข

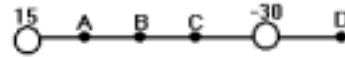


26(มข 39) ประจุไฟฟ้าหนึ่ง  $(+5 \mu\text{C})$  ถูกวางไว้ที่ตำแหน่ง  $X = 0$  ซม. และประจุไฟฟ้าที่สอง  $(+7 \mu\text{C})$  ถูกวางไว้ที่ตำแหน่ง  $X = 100$  ซม. จะต้องวางประจุไฟฟ้าที่สนามไว้ที่ตำแหน่งใดจึงจะได้รับแรงสุทธิจากสองประจุแรกเท่ากับศูนย์

27(มข 37) วางประจุ  $+9Q$  คูลอมบ์ ที่ตำแหน่งจุดกำเนิด  $(0, 0)$  และจุดประจุ  $-4Q$  คูลอมบ์ ที่ตำแหน่ง  $x = 1$  เมตร  $y = 0$  จงหาระยะบนแกน x ที่สนามไฟฟ้าเป็นศูนย์

28. ประจุไฟฟ้าขนาด +15 และ -30 หน่วย

ประจุวางอยู่ดังรูป ตำแหน่งใดควรเป็นจุดสะเทิน



ก. A

ข. B

ค. C

ง. D

จ. ไม่มีคำตอบถูก

29. ตำแหน่งที่สนามไฟฟ้ารวมเป็นศูนย์ ซึ่งสนามนั้นเกิดจากประจุ 2 ประจุ

1. เกิดขึ้นได้เพียงจุดเดียวเท่านั้น
2. เกิดอยู่ใกล้ประจุที่มีค่าน้อย
3. เกิดในแนวเส้นตรงที่ลากผ่านประจุทั้งสอง

คำตอบ

ก. ข้อ 1, 2, 3

ข. ข้อ 1, 2

ค. ข้อ 1, 3

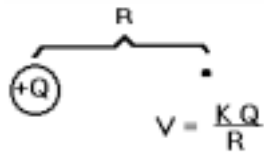
ง. ข้อ 2, 3

☒☒☒ ☒☒☒ ☒☒☒ ☒☒☒ ☒☒☒ ☒☒☒ ☒☒☒ ☒☒☒ ☒☒☒ ☒☒☒ ☒☒☒ ☒☒☒ ☒☒☒ ☒☒☒

**ตอนที่ 4 ศักย์ไฟฟ้า**

ข้อควรทราบ

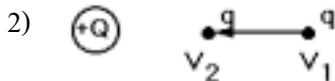
- 1) ศักย์ไฟฟ้า เป็นปริมาณสเกลลาร์ มีแต่ขนาด ไม่มีทิศทาง การคำนวณหาศักย์ไฟฟ้า ต้องแทนเครื่องหมาย + - ของ ประจุ (Q) ด้วยเสมอ



เมื่อ V คือ ศักย์ไฟฟ้า (โวลต์)

Q คือ ประจุต้นเหตุ (คูลอมบ์)

R คือ ระยะห่างจากประจุต้นเหตุ (เมตร)



จะได้  $V_2 - V_1 = \frac{W}{q}$

เมื่อ  $V_1$  คือ ศักย์ไฟฟ้าที่จุดเริ่มต้น (โวลต์)

$V_2$  คือ ศักย์ไฟฟ้าที่จุดสุดท้าย (โวลต์)

W คือ งานที่ใช้ในการเลื่อนประจุ (จูล)

q คือ ประจุที่เคลื่อนที่ (คูลอมบ์)

**ตัวอย่าง** ประจุตัวหนึ่งมีขนาด  $-2 \times 10^{-9}$  คูลอมบ์ ดังรูป

ก. จงหาศักย์ไฟฟ้าที่จุด A

ข. จงหาศักย์ไฟฟ้าที่จุด B

ค. หากเคลื่อนประจุขนาด 2 คูลอมบ์ จาก B ไป A จะต้องทำงานเท่าใด



**วิธีทำ**

**ตอน 1** จาก  $V = \frac{KQ}{R}$

$$V_A = \frac{(9 \times 10^9)(-2 \times 10^{-9})}{1} = -18 \text{ โวลต์}$$

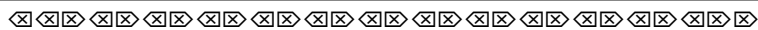
$$V_B = \frac{(9 \times 10^9)(-2 \times 10^{-9})}{3} = -6 \text{ โวลต์}$$

**ตอน 2** จาก  $V_2 - V_1 = \frac{W}{q}$

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

$$(-18) - (-6) = \frac{W}{2}$$

$W = -24 \text{ จูล}$



**30(En 36)** โลหะรูปทรงกลมรัศมี 10 cm มีประจุ  $10^{-9}$  C จากรูปจงหางานในการนำโปรตรอน

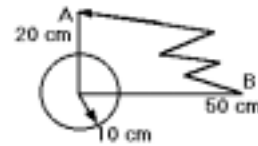
1 ตัว เคลื่อนที่จากจุด B มายังจุด A ดังรูป

1.  $2.9 \times 10^{-18}$  J

2.  $4.3 \times 10^{-18}$  J

3.  $7.2 \times 10^{-18}$  J

4.  $30 \times 10^{-18}$  J



**31(En 32)** A และ B เป็นจุดที่อยู่ห่างจากประจุ  $4 \times 10^{-6}$  คูลอมบ์ เป็นระยะทาง 2 และ 12 เมตร ตามลำดับ ถ้าต้องการเคลื่อนประจุ 4 คูลอมบ์ จาก B ไป A ต้องใช้งานในหน่วย กิโลจูลเท่าใด

1. 8.75

2. 15

3. 35

4. 60

**32.** เมื่อนำประจุ 0.5 คูลอมบ์ จาก A ไป B ต้องใช้งาน 12.5 จูล ศักย์ไฟฟ้าที่ A และ B จะต่างกันกี่โวลต์

ก. 25

ข. 12.5

ค. 2.5

ง. 0.25

33. ในการเคลื่อนประจุ  $5 \times 10^{-2}$  คูลอมบ์ จาก A ไปยัง B เป็นระยะ 10 เมตร ต้องใช้แรงเฉลี่ย 2 นิวตัน ความต่างศักย์ระหว่าง AB มีค่าเท่าไร

ก.  $4 \times 10^2$  V

ข.  $2.25 \times 10^2$  V

ค.  $4 \times 10^3$  V

ง.  $2.25 \times 10^3$  V

34. มีประจุขนาด  $-54 \times 10^{-12}$  C จุด A อยู่ห่างจากประจุ 60 เซนติเมตร จงหางานที่ต้องทำในการพาประจุ  $2 \times 10^{-12}$  C จากที่ไกลมากมาที่จุด A นี้

35. จุด A อยู่ห่างจากประจุ Q เป็นระยะ r มีศักย์ไฟฟ้า V เมื่อนำประจุทดสอบ q จากระยะอนันต์มายังจุด A ต้องเปลืองงานเท่าไร

ก.  $\frac{Kq}{r}$

ข.  $\frac{KQ}{r}$

ค.  $\frac{KQq}{r}$

ง.  $\frac{KQq}{r^2}$

36. ในการนำประจุ  $2 \times 10^{-4}$  C จาก infinity เข้าหาประจุบวกถึงจุด ๆ หนึ่งต้องสิ้นเปลืองงาน  $5 \times 10^{-2}$  จูล จุดนั้นมีศักย์ไฟฟ้าเท่าใด

ก.  $2.5 \times 10^2$  โวลต์

ข.  $4 \times 10^{-3}$  โวลต์

ค.  $1 \times 10^{-5}$  โวลต์

ง.  $2.5 \times 10^{-6}$  โวลต์

37(มข 42) สี่เหลี่ยมจัตุรัสมีเส้นทแยงมุมยาว 0.2 เมตร วางประจุ  $5 \times 10^{-6}$  คูลอมบ์ ,  $3 \times 10^{-6}$  คูลอมบ์  $-4 \times 10^{-6}$  คูลอมบ์ และ  $-2 \times 10^{-6}$  คูลอมบ์ ที่มุมทั้งสี่ของรูปสี่เหลี่ยมนี้ จงหาศักย์ไฟฟ้าที่จุดศูนย์กลางของสี่เหลี่ยมจัตุรัสในหน่วยโวลต์

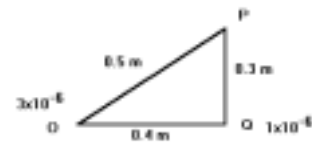
1.  $18 \times 10^4$

2.  $2 \times 10^4$

3.  $14 \times 10^4$

4.  $9 \times 10^4$

38(มข 29) ที่จุด O และ Q วางประจุ  $3 \times 10^{-6}$  และ  $1 \times 10^{-6}$  คูลอมบ์ หากนำประจุ  $-2 \times 10^{-6}$  คูลอมบ์ จากอนันต์มาวาง ณ จุด P จะต้องใช้งาน



ก. 0.16 จูล

ข. -0.16 จูล

ค. -0.168 จูล

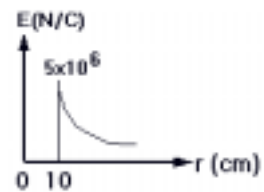
ง. -0.20 จูล



42(En 44/2) ถ้าถือว่าโลกมีรูปร่างทรงกลมซึ่งมีรัศมีเท่ากับ 6,400 กิโลเมตร และพบว่าบริเวณใกล้ ๆ ผิวโลกมีความเข้มสนามไฟฟ้าขนาดเท่ากับ 100 โวลต์ต่อเมตร จงหาปริมาณประจุไฟฟ้าบนผิวโลก

- 1.  $9 \times 10^{-2} \text{ C}$
- 2.  $5 \times 10^3 \text{ C}$
- 3.  $5 \times 10^5 \text{ C}$
- 4.  $9 \times 10^5 \text{ C}$

43(En 40) ด้วนำทรงกลมมีรัศมี 10 เซนติเมตร มีประจุกระจายอย่างสม่ำเสมอบนผิวด้วนำ ถ้ากราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดสนามไฟฟ้า (E) กับระยะจากจุดศูนย์กลางของทรงกลม (r) มีค่าดังรูป ศักย์ไฟฟ้าที่  $r = 5$  เซนติเมตร มีค่าเท่าใด



- 1. 0 V
- 2.  $5.0 \times 10^5 \text{ V}$
- 3.  $1.0 \times 10^6 \text{ V}$
- 4.  $5.0 \times 10^7 \text{ V}$

44(En 42/1) ทรงกลมโลหะกลวงมีรัศมี 20 เซนติเมตร ทำให้มีศักย์ไฟฟ้า 10,000 โวลต์ สนามไฟฟ้าภายนอกทรงกลมบริเวณใกล้เคียงผิว จะมีค่าเท่าใดในหน่วยโวลต์ต่อเซนติเมตร

45. ทรงกลมด้วนำมีประจุ  $-200 \mu\text{C}$  รัศมี 50 cm จงหา

- ก. ศักย์ไฟฟ้าที่ผิวของทรงกลม
- ข. งานที่ในการพาประจุ  $-20 \mu\text{C}$  จาก infinity มาที่ผิวนี้

46(มข 32) ถ้าต้องการเคลื่อนประจุขนาด Q คูლობ์ ไปตามผิวนอกของทรงกลมซึ่งมีประจุ q อยู่ภายในจากตำแหน่งหนึ่งไปสู่อีกตำแหน่งหนึ่ง งานที่ใช้ในการเคลื่อนประจุคือ

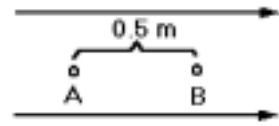
- ก.  $\frac{KqQ}{2} \text{ J}$
- ข.  $\frac{KqQ}{3} \text{ J}$
- ค.  $\frac{KqQ}{4} \text{ J}$
- ง. 0 J

47(En 41) ศักย์ไฟฟ้าที่จุดใด ๆ ภายในทรงกลมด้วนำที่มีประจุกระจายอย่างสม่ำเสมอที่ผิวจะมีค่าเป็นไปตามข้อใด

- 1. เท่ากันทุกจุดและไม่เป็นศูนย์
- 2. เท่ากับศูนย์
- 3. เป็นสัดส่วนโดยตรงกับระยะทางจากจุดศูนย์กลางของทรงกลมถึงจุดนั้น
- 4. เป็นสัดส่วนผกผันกับระยะทางจากจุดศูนย์กลางของทรงกลมถึงจุดนั้น



51(มข 43) สนามไฟฟ้าสม่ำเสมอขนาดเท่ากับ  $8 \times 10^6$  โวลต์/เมตร  
ตำแหน่ง A และ B อยู่ห่างกัน 0.5 เมตร ดังรูป จงหาความ  
ต่างศักย์ไฟฟ้าในหน่วยเมกกะโวลต์ (MV) ระหว่าง A และ B



52(En 32) เมื่อนำประจุ  $-2 \times 10^{-6}$  คูลอมบ์ เข้าไปวางไว้ ณ จุด ๆ หนึ่ง ปรากฏว่ามีแรง  
 $8 \times 10^{-6}$  นิวตัน มากระทำต่อประจุนี้ในทิศจากซ้ายไปขวา สนามไฟฟ้าตรงจุดนั้น

1. มีความเข้ม 4 โวลต์/เมตร ทิศจากซ้ายไปขวา
2. มีความเข้ม 4 โวลต์/เมตร ทิศจากขวาไปซ้าย
3. มีความเข้ม 0.25 โวลต์/เมตร ทิศจากซ้ายไปขวา
4. มีความเข้ม 0.25 โวลต์/เมตร ทิศจากขวาไปซ้าย

53. เมื่อนำประจุ  $3.6 \times 10^{-14}$  คูลอมบ์ วางในสนามไฟฟ้าของแผ่นโลหะสองแผ่น ซึ่งมีความ  
ต่างศักย์ 105 โวลต์ และอยู่ห่างกัน 0.3 เมตร จะเกิดแรงกระทำต่อประจุเท่าไร

- |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|
| ก. $1.2 \times 10^{-9}$ N  | ข. $1.2 \times 10^{-10}$ N |
| ค. $1.2 \times 10^{-11}$ N | ง. $1.2 \times 10^{-12}$ N |

54(En 35) แผ่นโลหะขนาน 2 แผ่น วางห่างกันเป็นระยะ  $d$  และมีประจุไฟฟ้าชนิดตรงข้าม  
อิเล็กตรอนที่หลุดจากแผ่นลบจะวิ่งด้วยความเร่ง  $a$  ไปยังแผ่นบวก ถ้าให้  $m$  และ  $q$  เป็นมวล  
และประจุของอิเล็กตรอนตามลำดับ แผ่นโลหะทั้งสองมีความต่างศักย์เท่าไร

- |                   |                    |
|-------------------|--------------------|
| 1. $\frac{md}{q}$ | 2. $\frac{qE}{m}$  |
| 3. $\frac{ma}{q}$ | 4. $\frac{mad}{q}$ |

55(En 42/2) แผ่นโลหะขนานสองแผ่น วางห่างกันสม่ำเสมอเป็นระยะ  $d$  แต่ละแผ่นมีประจุ  
ไฟฟ้าชนิดตรงกันข้ามเป็น  $+Q$  และ  $-Q$  ถ้านุภาคมวล  $m$  มีประจุไฟฟ้า  $-2q$  หลุดออกจาก  
แผ่นลบและวิ่งด้วยความเร่ง  $3g$  ไปยังแผ่นบวกแผ่นโลหะทั้งสองมีความต่างศักย์ไฟฟ้าเท่าใด

- |                                |                                |
|--------------------------------|--------------------------------|
| 1. $\frac{2}{3} \frac{q}{mgd}$ | 2. $\frac{3}{2} \frac{mq}{gd}$ |
| 3. $\frac{2}{3} \frac{mgd}{q}$ | 4. $\frac{3}{2} \frac{mgd}{g}$ |

56. ในการทดลองตามแบบของมิลลิแกน พบว่าหยดน้ำมันหยดหนึ่งลอยนิ่งได้ระหว่างแผ่นโลหะขนาน 2 แผ่น ซึ่งห่างกัน 0.8 เซนติเมตร โดยมีความต่างศักย์ระหว่างแผ่นทำให้เกิดสนาม 12,000 โวลต์ต่อเมตร ถ้าหยดน้ำมันมีประจุไฟฟ้า  $8.0 \times 10^{-19}$  คูอมบ์ จะมีน้ำหนักเท่ากับเท่าใด

- |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|
| 1. $7.7 \times 10^{-17}$ N | 2. $6.4 \times 10^{-19}$ N |
| 3. $9.6 \times 10^{-19}$ N | 4. $9.6 \times 10^{-15}$ N |

57. หยดน้ำมันเล็กๆ หยดหนึ่ง มีมวล  $9.6 \times 10^{-7}$  กิโลกรัม ลอยนิ่งอยู่ในสนามไฟฟ้าซึ่งมีความเข้ม  $10^7$  N/C ถ้าประจุไฟฟ้าของหยดน้ำมันนี้เกิดจากอิเล็กตรอนมีมากเกินจำนวนโปรตรอน จงหา ก. ทิศของสนามไฟฟ้า  
ข. ประจุบนหยดน้ำมัน

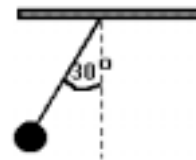
58. การทดลองหยดน้ำมันของมิลลิแกน พบว่าถ้าต้องการให้หยดน้ำมันซึ่งมีมวล  $m$  และอิเล็กตรอนเกาะติดอยู่  $n$  ตัว ลอยนิ่งอยู่ระหว่างแผ่นโลหะ 2 แผ่น ซึ่งวางขนานห่างกัน เป็นระยะทาง  $d$  และมีความต่างศักย์  $V$  ประจุของอิเล็กตรอนที่คำนวณได้จากการทดลองนี้จะมีค่าเท่าใด

- |                     |                     |
|---------------------|---------------------|
| 1. $\frac{mgd}{nV}$ | 2. $\frac{mgV}{nd}$ |
| 3. $\frac{nmgd}{V}$ | 4. $\frac{nmgV}{d}$ |

59. ตัวนำทรงกลมมวล 0.60 กรัม มีประจุขนาด  $8 \mu\text{C}$  ถูกแขวนด้วยเชือกเล็ก อยู่ในสนามไฟฟ้าความเข้ม 300 N/C ทิศลง จงหาความตึงเชือกถ้าประจุนั้นเป็น  
ก. ประจุบวก  
ข. ประจุลบ

60(En 32) บริเวณที่มีสนามไฟฟ้า 160 V/m และมีทิศในแนวตั้งจากบนลงล่าง ปรากฏว่าละอองน้ำหยดหนึ่งซึ่งมีประจุ  $-6.4 \times 10^{-18}$  C เคลื่อนที่ลงในแนวตั้งด้วยความเร่ง  $2 \text{ m/s}^2$  มวลของละอองน้ำนี้มีค่าเท่าใดในหน่วยของ  $10^{-18}$  kg

61(En 27) ทรงกลมตัวนำลูกหนึ่งมีมวล  $m$  แขวนด้วยเชือกภายใต้สนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ  $4 \times 10^4$  N/C หากทรงกลมมีประจุอยู่  $2 \times 10^{-6}$  C ทำให้เชือกแขวนทำมุม 30 องศาับแนวตั้งมวลของ



ทรงกลมมีค่าเท่าใด ( $g = 10 \text{ m/s}^{-2}$ )

ก.  $2.31 \times 10^{-3} \text{ kg}$

ข.  $4.62 \times 10^{-3} \text{ kg}$

ค.  $6.93 \times 10^{-3} \text{ kg}$

ง.  $13.36 \times 10^{-3} \text{ kg}$

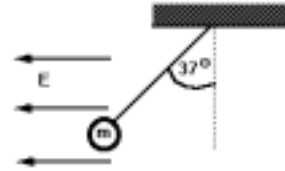
62(En 44/2) โลหะทรงกลมมวล  $m$  แขวนด้วยเส้นเชือกที่เป็น

ฉนวน อยู่ในบริเวณสนามไฟฟ้า ( $E$ ) สมมุติขนาด

600 นิวตันต่อคูลอมบ์ มีทิศในแนวระดับดังรูป ถ้าทรงกลม

มีประจุ 5 ไมโครคูลอมบ์ และถูกผลักจนเชือกทำมุม  $37^\circ$  อกศากับแนวตั้ง แล้วมวลของ

ทรงกลมจะมีค่าเท่าใดในหน่วยกรัม ( $\sin 37^\circ = 0.6$ ,  $\cos 37^\circ = 0.8$ )



63(En 42/1) มีประจุกระจายสม่ำเสมอบนแผ่นพลาสติกขนาดใหญ่ ทำให้

เม็ดโม่มวล  $m$  มีประจุ  $q$  ที่แขวนด้วยด้ายที่เป็นฉนวนไฟฟ้าขยับ

ออกห่างจากแผ่นพลาสติกทางออกทำมุม  $\alpha$  กับแผ่นพลาสติก

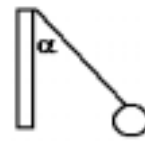
แสดงว่าเม็ดโม่อยู่ในสนามไฟฟ้าที่มีค่าเท่าใด

1.  $\frac{mg}{q} \sin \alpha$

2.  $\frac{mg}{q} \tan \alpha$

3.  $mg q \sin \alpha$

4.  $mg q \tan \alpha$



64. ประจุขนาด 2.5 ไมโครคูลอมบ์ ถูกนำไปวางในสนามไฟฟ้าซึ่งมีทิศอย่างสม่ำเสมอในทิศ  
ลงด้วยความเข้ม 500 N/C จงหาความต่างศักย์ของจุด 2 จุด ที่ประจุเคลื่อนที่ไปตามแนว  
ต่อไปนี้

ก. 2 เมตร ไปทางขวา

ข. 0.8 เมตร ในทิศลง

ค. 0.5 เมตร ในทิศขึ้น

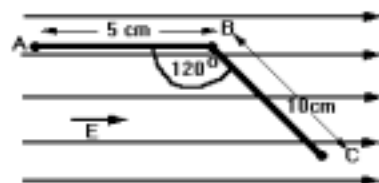
ง. 3 เมตร ทำมุมขึ้นไป  $30^\circ$  กับแนวระดับ

65(En 44/1) จงหางานของแรงภายนอก ในการเลื่อนประจุ

+4 ไมโครคูลอมบ์ อย่างช้าๆ จากตำแหน่ง C ไป B

และจาก B ไป A ภายใต้สนามไฟฟ้าสม่ำเสมอขนาด

$1 \times 10^4$  โวลต์/เมตร ดังรูป



1.  $4 \times 10^{-3} \text{ J}$

2.  $6 \times 10^{-3} \text{ J}$

3.  $-4 \times 10^{-3} \text{ J}$

4.  $-6 \times 10^{-3} \text{ J}$

**ตอนที่ 7 ตัวเก็บประจุ**

**ตัวเก็บประจุ แบบทรงกลม**



$$C = \frac{a}{K} \quad \text{หรือ} \quad C = \frac{Q}{V}$$

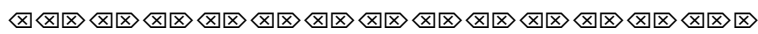
เมื่อ C คือ ค่าความจุประจุ (ฟารัด)

a คือ รัศมีทรงกลม

$$K = 9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{c}^2$$

Q คือ ประจุที่เก็บสะสม (คูลอมบ์)

V คือ ศักย์ไฟฟ้าที่ผิว (โวลต์)



66. ประจุ 2 ไมโครคูลอมบ์ กระจายสม่ำเสมอบนตัวนำทรงกลมรัศมี 10 เซนติเมตร ความจุทรงกลมนี้คือกี่ฟารัด

ก.  $1.1 \times 10^{-11}$

ข.  $0.11 \times 10^{-3}$

ค.  $0.22 \times 10^{-4}$

ง.  $0.44 \times 10^{-4}$

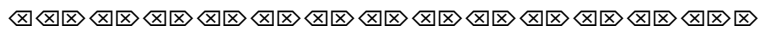
67(En 41/2) ศักย์ไฟฟ้าของตัวนำทรงกลมรัศมี 60 เซนติเมตร มีค่าเท่ากับ  $3 \times 10^5$  โวลต์ ประจุไฟฟ้าในข้อใดที่ตัวนำ ทรงกลมนี้สามารถเก็บได้

1.  $12 \mu\text{C}$

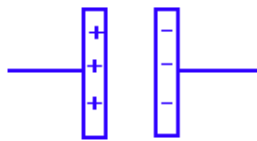
2.  $18 \mu\text{C}$

3.  $20 \mu\text{C}$

4.  $24 \mu\text{C}$



**ตัวเก็บประจุแบบแผ่นโลหะคู่ขนาน**



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

Q คือ ประจุที่ขั้วบวก (คูลอมบ์)

V คือ ความต่างศักย์ระหว่างขั้วไฟฟ้า (โวลต์)

$$U = \frac{1}{2} QV \quad \text{หรือ} \quad U = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} \quad \text{หรือ} \quad U = \frac{1}{2} CV^2$$

U คือ พลังงานที่เก็บสะสม (จูล)



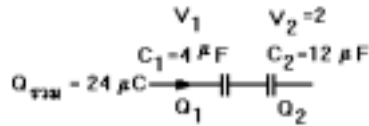
1)  $Q_{รวม} = Q_1 = Q_2$

2)  $V_1 \neq V_2$

3)  $V_{รวม} = V_1 + V_2$

4)  $\frac{1}{C_{รวม}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$

ตัวอย่าง 1



ก. ให้หาค่า  $C_{รวม}$

$$\frac{1}{C_{รวม}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

$$\frac{1}{C_{รวม}} = \frac{1}{4} + \frac{1}{12}$$

$$\frac{1}{C_{รวม}} = \frac{3+1}{12}$$

$$C_{รวม} = 3\mu F$$

ข. ให้หาค่า  $Q_1$  และ  $Q_2$

จาก  $Q_1 = Q_2 = Q_{รวม} = 24\mu C$

ค. ให้หาค่า  $V_1$  และ  $V_2$

$$V_1 = \frac{Q_1}{C_1} = \frac{24\mu}{4\mu} = 6 \text{ โวลต์}$$

$$V_2 = \frac{Q_2}{C_2} = \frac{24\mu}{12\mu} = 2 \text{ โวลต์}$$

ง. ให้หาค่า  $V_{รวม}$

$$V_{รวม} = V_1 + V_2 = 6 + 2 = 8$$

$$V_{รวม} = \frac{Q_{รวม}}{C_{รวม}} = \frac{24\mu}{3\mu}$$

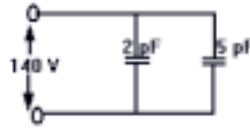
$$V_{รวม} = 8 \text{ โวลต์}$$





77(มข 39) จากรูป จงหาค่าความจุรวม และประจุไฟฟ้ารวมบนตัวเก็บประจุทั้งสอง

1. 7 pF , 0.05 pC
2. 1.4 pF , 196 pC
3. 7 pF , 980 pC
4. 1.4 pF , 1960 pC



78(มข 43) ตัวเก็บประจุ 3 ตัว  $C_1$  มีความจุ 6 ไมโครฟารัด  $C_2$

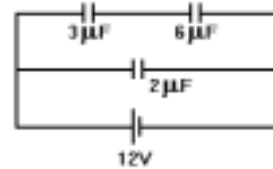
มีความจุ 12 ไมโครฟารัด และ  $C_3$  มีความจุ 8 ไมโครฟารัด เมื่อนำมาต่อกับความต่างศักย์ 100 โวลต์ ดังรูป จงหาพลังงานสะสมที่ตัวเก็บประจุ  $C_3$  ในหน่วยจูล



- |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|
| 1. $8 \times 10^{-2}$ | 2. $4 \times 10^{-2}$ |
| 3. $8 \times 10^{-4}$ | 4. $4 \times 10^{-4}$ |

79(En 44/1) วงจรไฟฟ้าประกอบด้วยตัวเก็บประจุสามตัวต่ออยู่กับ

ความต่างศักย์ 12 โวลต์ ดังรูป จงคำนวณหาขนาดของความต่างศักย์ที่คร่อมตัวเก็บประจุ 3 ไมโครฟารัด และ 6 ไมโครฟารัด ตามลำดับ



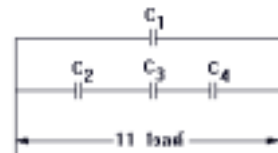
- |                  |                |
|------------------|----------------|
| 1. 12 V และ 12 V | 2. 6 V และ 6 V |
| 3. 4 V และ 8 V   | 4. 8 V และ 4 V |

80(มข 37)  $C_1 = 4$  ไมโครฟารัด  $C_2 = 6$  ไมโครฟารัด

$C_3 = 9$  ไมโครฟารัด  $C_4 = 3$  ไมโครฟารัด

ต่อตัวเก็บประจุ  $C_1, C_2, C_3$  และ  $C_4$  ดังรูป และต่อเข้า

กับความต่างศักย์ 11 โวลต์ ความจุรวมของตัวเก็บประจุทั้งหมดจะเป็นกี่ไมโครฟารัด



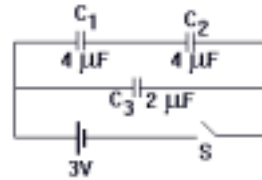
- |         |        |        |        |
|---------|--------|--------|--------|
| 1. 10.5 | 2. 7.3 | 3. 9.2 | 4. 5.6 |
|---------|--------|--------|--------|

81(มข 37) ความต่างศักย์ของตัวเก็บประจุ  $C_4$  ข้อที่ผ่านมาจะเป็นกี่โวลต์

- |      |      |      |      |
|------|------|------|------|
| 1. 3 | 2. 6 | 3. 2 | 4. 4 |
|------|------|------|------|

82(En 42/2) จากรูป เมื่อก่อนปิดวงจรตัวเก็บประจุทั้งสาม

ยังไม่มีประจุไฟฟ้าอยู่ในเลย เมื่อปิดวงจรและเมื่อเวลาผ่านไปนานพอสมควร พลังงานไฟฟ้าที่สะสมอยู่ในตัวเก็บประจุ  $C_1$  มีค่าเท่าใด



- 1.  $4.5 \times 10^{-6}$  J
- 2.  $6.0 \times 10^{-6}$  J
- 3.  $9.0 \times 10^{-6}$  J
- 4.  $18.0 \times 10^{-6}$  J

83(En 36) ) ตัวเก็บประจุขนาด  $50 \mu\text{F}$  อันหนึ่ง มีความต่างศักย์ 16 โวลต์ เมื่อนำมาต่อขนานกับตัวเก็บประจุขนาด  $30 \mu\text{F}$  ซึ่งแต่เดิมไม่มีประจุอยู่เลย จงหาความต่างศักย์ของตัวเก็บประจุ  $30 \mu\text{F}$

84(En 44/1) ต่อตัวเก็บประจุ  $1000 \mu\text{F}$  เข้ากับแบตเตอรี่ 12 V แล้วปลดออกจากนั้นจึงนำตัวเก็บประจุนั้นออกไปต่อขนานกับตัวเก็บประจุ  $2000 \mu\text{F}$  อีกตัวหนึ่ง ความต่างศักย์ระหว่างขั้วของตัวเก็บประจุตัวเดิมจะเป็นเท่าใด

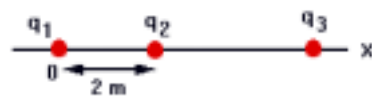
- 1. 12 V
- 2. 8 V
- 3. 6 V
- 4. 4 V

85(มข 45) ตัวเก็บประจุ  $C_1$  ขนาด  $200 \mu\text{F}$  มีความต่างศักย์เป็น 100 โวลต์ นำไปต่อขนานกับ  $C_2$  ขนาด  $300 \mu\text{F}$  จงหาว่าจะมีพลังงานหายไปกี่จูล



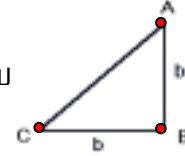
แบบฝึกหัด บทที่ 11 ไฟฟ้าสถิตย์

1. ข้อใดไม่ใช่คุณสมบัติของประจุไฟฟ้า
- |                                   |                                |
|-----------------------------------|--------------------------------|
| 1. ประจุบวกดึงดูดวัตถุที่เป็นกลาง | 2. ประจุบวกดึงดูดประจุลบ       |
| 3. ประจุบวกผลักประจุบวก           | 4. ประจุลบผลักวัตถุที่เป็นกลาง |
2. เมื่อนำวัตถุที่เป็นฉนวนอันหนึ่งเข้าไปใกล้อิเล็กโตรสโคปแบบลูกพิธ ผลที่อาจเป็นไปได้คือ
- |                                  |                         |
|----------------------------------|-------------------------|
| ก. ลูกพิธเบนเข้าหาวัตถุ          | ข. ลูกพิธเบนออกจากวัตถุ |
| ค. ลูกพิธอยู่นิ่ง ๆ ไม่เบี่ยงเบน | ง. เป็นไปได้ทุกข้อ      |
- 3(มข 34) เป็นที่ทราบกันแล้วว่าอิเล็กตรอนในโลหะ สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระและมักจะพบเสมอว่าอิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่มาอยู่ตามบริเวณผิวของโลหะ เหตุที่อิเล็กตรอนไม่เคลื่อนที่ต่อไปในอากาศ เพื่อหนีออกจากโลหะเพราะ
- |                           |  |
|---------------------------|--|
| ก. อากาศไม่เป็นตัวนำไฟฟ้า | ข. อิเล็กตรอนมีพลังงานน้อยกว่าพลังงานยึดเหนี่ยวของโลหะ |
| ค. อากาศมีแรงเสียดทานมาก  | ง. อิเล็กตรอนถูกอะตอมของโลหะยึดจับไว้                  |
- 4(En 33) ในการทำให้วัตถุที่มีประจุไฟฟ้าเป็นลบหรือเป็นบวก มีสภาพไฟฟ้าเป็นกลางนั้นจะต้องต่อสายดินกับพื้นโลก ทั้งนี้เพราะข้อใด
- |                        |                            |
|------------------------|----------------------------|
| 1. โลกมีความต้านทานต่ำ | 2. โลกมีความจุไฟฟ้ามาก     |
| 3. โลกมีสนามไฟฟ้าต่ำ   | 4. โลกมีศักย์ไฟฟ้าเป็นกลาง |
5. ประจุกู่หนึ่งวางให้ห่างกันเป็นครึ่งหนึ่งของระยะเดิม แรงกระทำระหว่างประจุจะเพิ่มหรือลดจากเดิมเท่าไร
- |                                 |                     |
|---------------------------------|---------------------|
| ก. เพิ่มขึ้น $\frac{1}{2}$ เท่า | ข. เพิ่มขึ้น 2 เท่า |
| ค. เพิ่มขึ้น 4 เท่า             | ง. ลดลง 2 เท่า      |
- 6(มข 44) ประจุกว  $q_1$  และ  $q_2$  และ  $q_3$  กระจายอยู่บนแกน x ดังรูป โดยมี  $q_1 = 1$  ไมโครคูลอมบ์ วางที่



จุดกำเนิด ( $x = 0$ ) ประจุ  $q_2$  วางที่ตำแหน่ง  $x = 2$  เมตร และประจุ  $q_3 = 4$  ไมโคร-  
 คูลอมป์ ห่างจากประจุ  $q_2$  ไปทางขวา ถ้าแรงลัพธ์ที่กระทำต่อประจุ  $q_2$  เป็นศูนย์ ประจุ  
 $q_3$  จะต้องห่างจากประจุ  $q_1$  กี่เมตร

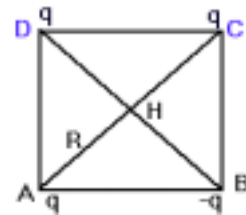
7(มข 42) สามเหลี่ยมมุมฉาก ABC มีด้านประกอบมุมฉาก ยาวด้านละ  
 $b$  เมตร วางประจุ  $+3q$ ,  $-q$  และ  $-4q$  ที่จุด A, B และ C ตามลำดับ  
 จงหาขนาดของแรงลัพธ์ในหน่วยของนิวตันที่กระทำต่อประจุไฟฟ้าที่  
 ตำแหน่ง B (กำหนดให้  $K$  เป็นค่าคงตัวในกฎของคูลอมป์)



1.  $7 Kq^2 / b^2$
2.  $Kq^2 / b^2$
3.  $12 Kq^2 / b^2$
4.  $5 Kq^2 / b^2$

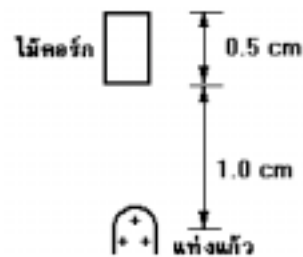
8(มข 36) ที่ตำแหน่ง A B C และ D มีประจุเป็น  $q$ ,  $-q$ ,  $q$  และ  $q$  คูลอมป์ ตามลำดับ  
 ประจุเหล่านี้เคลื่อนที่ไม่ได้ ถ้านำอิเล็กตรอนมาวางที่จุด H แล้วปล่อยให้เคลื่อนที่ได้พบว่า

1. อิเล็กตรอนวิ่งไปหาจุด A ด้วยความเร่ง  $1.6 \times 10^{21} q/R^2$
2. อิเล็กตรอนวิ่งไปหาจุด B ด้วยความเร่ง  $3.2 \times 10^{21} q/R^2$
3. อิเล็กตรอนวิ่งไปหาจุด D ด้วยความเร่ง  $1.6 \times 10^{21} q/R^2$
4. อิเล็กตรอนวิ่งไปหาจุด D ด้วยความเร่ง  $3.2 \times 10^{21} q/R^2$



9(En 24) เมื่อเอาแท่งแก้วซึ่งมีประจุ  $4.0 \times 10^{-6} C$  เข้าไปไว้ใกล้กับแท่งไม้คอร์กสี่เหลี่ยมหน้า  
 0.5 เซนติเมตร ถ้าปลายแท่งแก้วห่างจากไม้คอร์ก 1.0 เซนติเมตร และเหนี่ยวนำให้เกิด  
 ประจุบนไม้คอร์กด้านที่อยู่ใกล้ และไกลไม่มีประจุ  $1.0 \times 10^{-13} C$  จงหาแรงระหว่างแท่ง  
 แก้วและไม้คอร์ก

- ก. แรงผลักขนาด  $36 \times 10^{-6} N$
- ข. แรงดึงดูดขนาด  $36 \times 10^{-6} N$
- ค. แรงผลักขนาด  $20 \times 10^{-6} N$
- ง. แรงดึงดูดขนาด  $20 \times 10^{-6} N$

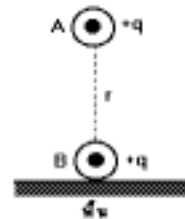


10(En 43/1) ลูกพิช 2 ลูกมวลเท่ากัน และแต่ละลูกมีประจุไฟฟ้าเท่ากันทั้งคู่แขวนจากจุดเดียวกันด้วยเอ็นที่เป็นฉนวนยาว 10 เซนติเมตร ลูกพิชทั้งสองกางออกทำมุม 37 องศาับแนวตั้ง แรงระหว่างประจุไฟฟ้าที่กระทำต่อลูกพิชแต่ละลูกเป็นกี่เท่าของแรงโน้มถ่วงที่กระทำต่อลูกพิชนั้น (กำหนดให้  $\sin 37^\circ = 3/5$ )



1.  $3/5$                       2.  $4/5$                       3.  $3/4$                       4.  $4/3$

11(มข 32) ด้วนำ A และ B มีมวลและประจุเท่ากัน คือ m และ +q เมื่อวาง B อยู่กับพื้น และวาง A เหนือ B ปรากฏว่า A ลอยสูงจาก B เป็นระยะ r ดังรูป จงหาว่า q มีค่าเท่าใด



- ก.  $\sqrt{m^2gr^2/k}$                       ข.  $mgr/k$   
 ค.  $\sqrt{mgr^2/k}$                       ง.  $m^2gr/k$

12(En 33) ลูกพิชมวล 0.72 กรัม มีประจุ  $25 \times 10^{-6}$  คูลอมบ์ วางอยู่เหนือจุดประจุ 2 จุดที่มีขนาดประจุเท่ากับ Q และผูกติดกันห่างกัน 6 เซนติเมตร จะต้องใช้ประจุ Q เป็นปริมาณเท่าใดจึงจะทำให้ลูกพิชลอยอยู่เหนือจุดกึ่งกลางระหว่างประจุทั้งสองเป็นระยะทาง 4 เซนติเมตร

1.  $2.5 \times 10^{-11}$  คูลอมบ์                      2.  $5.0 \times 10^{-11}$  คูลอมบ์  
 3.  $2.5 \times 10^{-7}$  คูลอมบ์                      4.  $5.0 \times 10^{-7}$  คูลอมบ์

13(En 32) อัตราส่วนแรงทางไฟฟ้าต่อแรงโน้มถ่วงระหว่างโปรตอน และอิเล็กตรอนใน

ไฮโดรเจนมีค่าประมาณเท่าไร (มวลโปรตอน =  $1.67 \times 10^{-27}$ )

1.  $3 \times 10^8$  m/s                      2.  $6 \times 10^{21}$  m/s  
 3.  $4 \times 10^{28}$  m/s                      4.  $2 \times 10^{39}$  m/s

14(มข 31) อนุภาคโปรตอน 2 ตัว เมื่อวางอยู่ห่างกัน 1 หน่วย ความยาวจะมีค่าแรงไฟฟ้าสถิตย์เท่ากับแรงโน้มถ่วงระหว่างอนุภาคทั้งสองพอดี ถ้าเคลื่อนอนุภาคทั้งสองออกห่างกัน 2 หน่วย จะพบว่าแรงรวมทั้งสองที่กล่าวถึงจะมีผลทำให้อนุภาคทั้งสอง

- ก. หยุดนิ่ง                      ข. เคลื่อนที่เข้าหากัน  
 ค. เคลื่อนที่ออกจากกัน                      ง. หมุนเป็นวงกลม

15. สนามไฟฟ้าที่ทำให้โปรตอนมวล  $1.67 \times 10^{-27}$  กิโลกรัม มีประจุ  $1.6 \times 10^{-19}$  คูโลมบ์ เกิดความเร่ง  $2 \times 10^2$  เมตรต่อวินาที<sup>2</sup> มีค่าเท่าไร

ก.  $2 \times 10^{-6}$  N/C

ข.  $2 \times 10^{-5}$  N/C

ค.  $2 \times 10^{-4}$  N/C

ง.  $2 \times 10^{-3}$  N/C

16. ที่จุดห่างจากประจุต้นเหตุ 1.2 m ประจุขนาด  $6 \times 10^{-12}$  C ถูกแรงกระทำ  $6 \times 10^{-10}$  N จงหาค่าประจุต้นเหตุนี้

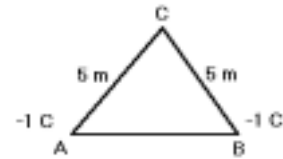
17. อนุภาคไฟฟ้าซึ่งมีประจุ  $-2.0 \times 10^{-9}$  C ได้รับแรงเนื่องจากสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ  $3.0 \times 10^{-6}$  N ทิศลง จงหา

ก. สนามไฟฟ้า

ข. ขนาดและทิศของแรงที่กระทำต่อโปรตอนเมื่ออยู่ในสนามนี้

18. ที่จุด ๆ หนึ่ง ในสนามไฟฟ้า ปรากฏว่าเกิดแรงกระทำต่ออิเล็กตรอนที่จุดนั้นมีค่า  $4.8 \times 10^{-14}$  N จงหาแรงที่กระทำต่อประจุขนาด  $9.0 \times 10^{-7}$  C ที่จุดเดียวกันนั้น

19(En 38) ประจุ  $-1$  คูโลมบ์ อยู่ที่จุด A และจุด B ซึ่งอยู่ห่างกัน 5 เมตร ที่จุด C ซึ่งอยู่ห่างจากทั้งจุด A และจุด B เป็นระยะทาง 5 เมตร จะมีขนาดของสนามไฟฟ้าเท่าไร



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

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

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

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

20(มข 32) จุดประจุ 2 จุด อยู่ห่างกัน 0.5 m จุดประจุหนึ่งมีค่า  $+4 \times 10^{-8}$  C หากสนามไฟฟ้า เป็นศูนย์อยู่ระหว่างประจุทั้งสอง และห่างจากจุดประจุ  $+4 \times 10^{-8}$  C เท่ากับ 0.2 m ค่าของอีกประจุหนึ่งมีกี่คูโลมบ์

ก.  $0.9 \times 10^{-8}$

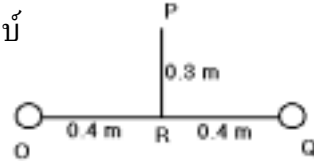
ข.  $3 \times 10^{-8}$

ค.  $9 \times 10^{-8}$

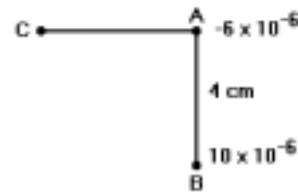
ง.  $30 \times 10^{-8}$

- 21(มข 32) จุดประจุ 3 จุดประจุ วางอยู่ที่มุมของสามเหลี่ยมด้านเท่ายาวด้านละ 2 cm ทำให้จุดที่เส้นมัธยฐานทั้งสามตัดกันมีศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์หากจุดประจุ 2 ประจุ มีค่า +2 ไมโครคูลอมบ์ และ +4 ไมโครคูลอมบ์ จงหาค่าจุดประจุตัวที่สามในหน่วยไมโครคูลอมบ์
- ก. -8                      ข. -6                      ค. +6                      ง. +8

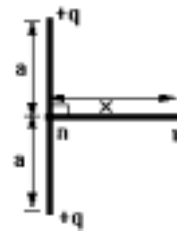
- 22(มข 38) ที่ตำแหน่ง O และ Q มีประจุไฟฟ้า  $3.0 \times 10^{-6}$  คูลอมบ์ และ  $-1.0 \times 10^{-6}$  คูลอมบ์ ดังรูป OR = QR = 0.4 เมตร และ PR = 0.3 เมตร จงหาความต่างศักย์ระหว่าง R และ P



- 23(En 27) จุดประจุ  $-6 \times 10^{-6}$  คูลอมบ์  $10 \times 10^{-6}$  คูลอมบ์ วางห่างกัน 4 เซนติเมตร ในตำแหน่ง A และ B ดังรูป ให้จุด C เป็นจุดที่ศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์ และ AC ตั้งฉากกับ AB ระยะ AC มีระยะเท่าใด



- ก. 3 เซนติเมตร                      ข. 6 เซนติเมตร  
ค. 9 เซนติเมตร                      ง. 25 เซนติเมตร
- 24(มข 41) มีประจุไฟฟ้า +q จำนวน 2 ประจุ วางอยู่ ณ ตำแหน่ง ดังแสดงในรูป จงหาระยะทาง x ที่ทำให้พลังงานศักย์ไฟฟ้าของประจุ +Q ที่อยู่ ณ ตำแหน่ง x มีค่าเป็นครึ่งหนึ่งของพลังงานศักย์ไฟฟ้าของประจุนี้ เมื่ออยู่ ณ ตำแหน่ง ก



1. a                      2.  $\sqrt{2} a$                       3.  $\sqrt{3} a$                       4. 2 a
- 25(En 43/1) ในการนำจุดประจุจำนวนสี่จุดประจุ แต่ละจุดประจุมีขนาด +Q จากระยะอนันต์ มาไว้ที่ยอดของพีระมิดที่มีด้านยาวด้านละเท่ากับ a  $k = k_E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$
1.  $\frac{6kQ}{a}$                       2.  $\frac{4kQ}{a}$                       3.  $\frac{6kQ^2}{a}$                       4.  $\frac{4kQ^2}{a}$

- 26(มข 35) ถ้าศักย์ไฟฟ้าสูงสุดของตัวนำทรงกลมรัศมี 0.30 เมตร มีค่าเท่ากับ  $10^6$  โวลต์ จงคำนวณหาแรงที่มากที่สุดที่ตัวนำทรงกลมนี้จะผลักประจุไฟฟ้า  $3 \times 10^{-5}$  คูลอมบ์ ซึ่งห่างผิวทรงกลม 0.10 เมตรได้

ก. 51 นิวตัน

ข. 810 นิวตัน

ค. 20 นิวตัน

ง. 81 นิวตัน

27(มข 39) คำกล่าวต่อไปนี้ ข้อใดถูกต้อง

1. สนามไฟฟ้าภายในทรงกลมตัวนำที่มีประจุมีค่าเป็นศูนย์
2. ศักย์ไฟฟ้าภายในทรงกลมตัวนำที่มีประจุมีค่าเป็นศูนย์
3. สนามไฟฟ้าของจุดประจุ ณ จุดใด ๆ แปรผกผันกับระยะทาง
4. ศักย์ไฟฟ้าของจุดประจุ ณ จุดใด ๆ แปรผกผันกับระยะทางกำลังสอง

28. แผ่นโลหะขนานวางห่างกัน 2 cm ต่อกับแบตเตอรี่ตัวหนึ่ง ถ้าความเข้มสนามไฟฟ้าระหว่างโลหะทั้งสองเป็น E เมื่อเลื่อนแผ่นโลหะให้ห่างกัน 4 cm ความเข้มของสนามไฟฟ้าระหว่างแผ่นโลหะทั้งสองเป็นเท่าไร

ก. 4E

ข. 2E

ค. E

ง.  $\frac{E}{2}$

29(En 35) แผ่นโลหะขนาน 2 แผ่นวางห่างกัน d ความต่างศักย์ V ถ้ามีอนุภาคประจุ q มวล m ลอยอยู่ระหว่างแผ่นทั้งสอง จะมีแรงกระทำต่ออนุภาคนั้นเท่าใด (ไม่คิดแรงโน้มถ่วง)

1.  $\frac{qV}{d}$

2.  $\frac{qd}{V}$

3.  $\frac{mqd}{V}$

4.  $\frac{mqV}{d}$

30(มข 34) แผ่นตัวนำขนานห่างกัน 1.0 cm ทำให้เกิดสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอในแนวตั้ง ถ้าแผ่นบนมีศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์ จะต้องทำให้แผ่นล่างมีศักย์ไฟฟ้ากี่โวลต์ จึงจะทำให้อนุภาคมวล  $1.6 \times 10^{-15}$  kg และมีประจุ  $+1.6 \times 10^{-19}$  ลอยอยู่นิ่ง ๆ ได้ที่ตำแหน่งหนึ่งระหว่างแผ่นตัวนำขนานนี้

31. แผ่นตัวนำขนานห่างกัน 10 cm มีความต่างศักย์ 30 V ทำให้เกิดสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอในแนวตั้งลง เมื่อนำลูกพิธมวล 0.60 กรัม ที่มีประจุ  $20 \times 10^{-6}$  C มาแขวนไว้ด้วยด้ายเบาเส้นเล็ก ๆ ยาว 5 cm ปลายหนึ่งผูกติดอยู่กับโลหะแผ่นบน แรงดึงในเส้นด้ายจะมีค่าเท่าใด และถ้าเส้นด้ายขาดลูกพิธจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่งเท่าใด

32(En 26) อนุภาคอันหนึ่งมวล  $2.0 \times 10^{-5}$  kg และมีประจุ  $+2.0 \times 10^{-6}$  C เมื่อนำมาวางไว้ในสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีทิศตามแนวตั้ง ปรากฏว่าอนุภาคนั้นเคลื่อนที่ลงด้วยอัตราเร่ง  $20 \text{ cm/s}^2$

ขนาดและทิศของสนามไฟฟ้ามีค่า

- ก. 100 N/C ทิศพุ่งขึ้น
- ข. 96 N/C ทิศพุ่งขึ้น
- ค. 100 N/C ทิศพุ่งลง
- ง. 96 N/C ทิศพุ่งลง

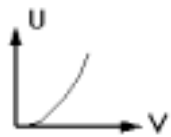
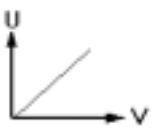
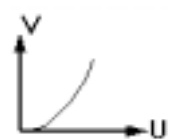
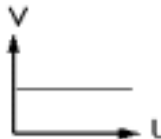
33(มข 33) ถ้าใช้ตัวต้านทาน 10 โอห์ม ต่อक्रमตัวเก็บประจุขนาด 2000 ไมโครฟารัด เพื่อคายประจุจากค่าประจุเริ่มต้น 2 คูอมบ์ จนไม่มีประจุเหลืออยู่เลย จะเกิดความร้อนบนตัวต้านทานกี่จูล

- ก. 100,000
- ข. 5,000
- ค. 2,000
- ง. 1,000

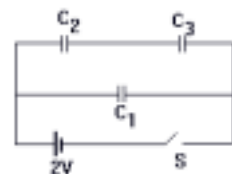
34(En 39) ตัวเก็บประจุ (C) มีประจุที่แผ่นบวก และลบ  $+q_0$  และ  $-q_0$  ตามลำดับ หลังเปิดสวิตซ์ S ให้มีกระแสในวงจร จะเกิดความร้อนใน R เท่าไร

- 1. 0
- 2.  $q_0 C$
- 3.  $2(q_0^2/C)$
- 4.  $\frac{1}{2}(q_0^2/C)$

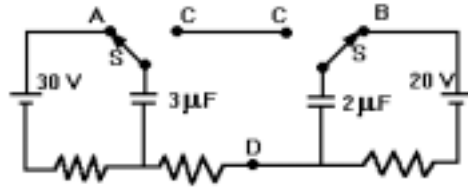
35(En 39) จงเลือกกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานสะสม (U) ในตัวเก็บประจุกับความต่างศักย์ (V) ที่ต่อกับตัวเก็บประจุ

- 1. 
- 2. 
- 3. 
- 4. 

36(En 37) ตัวเก็บประจุ  $C_1, C_2$  และ  $C_3$  มีขนาดความจุ 1, 2 และ 3 ไมโครฟารัด ตามลำดับ ก่อนนำมาต่อกับแบตเตอรี่ขนาด 2 โวลต์ ดังรูป ตัวเก็บประจุทั้งสามยังไม่มีประจุอยู่ภายในเลย เมื่อปิดสวิตซ์ S เป็นเวลานานพอที่จะทำให้อยู่ในสภาพสมดุล พลังงานไฟฟ้าที่สะสมอยู่ในตัวเก็บประจุ  $C_2$  จะมีขนาดเท่าใดในหน่วยไมโครจูล



37(En 44/2) จากรูป ถ้าสับสวิตช์ทั้งสองไปทางด้านจุด C ในที่สุดความต่างศักย์ระหว่างจุด C กับจุด D จะเป็นกี่โวลต์

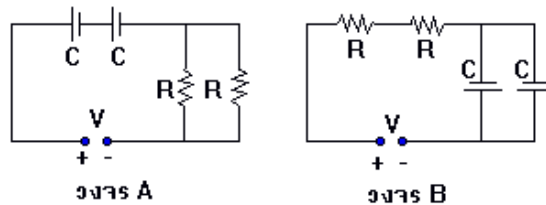


38(En 38) จากวงจรดังรูป ขณะยังไม่สับสวิตช์ S มีประจุสะสมอยู่ในตัวเก็บประจุ  $C_1$  เท่ากับ  $40 \mu\text{F}$  ส่วนตัวเก็บประจุตัวอื่น ๆ ไม่มีประจุสะสมอยู่หลังจากสับสวิตช์ S ศักย์ไฟฟ้าที่คร่อม  $C_1$  เป็นเท่าไร

1. 5.5 V
2. 21.3 V
3. 2.3 V
4. 5.0 V



39(En 43/2) จากรูปวงจรไฟฟ้า A และ B ประกอบด้วยตัวเก็บประจุ C สองตัว (ขนาดเท่ากัน) ตัวต้านทาน R สองตัว (ขนาดเท่ากัน) และแหล่งกำเนิดไฟฟ้าความต่างศักย์ V แบบเดียวกัน พลังงานไฟฟ้าที่สะสมในตัวเก็บประจุของรูป A จะเป็นกี่เท่าของพลังงานไฟฟ้าที่สะสมในตัวเก็บประจุของรูป B



1. 1/4 เท่า
2. 1/2 เท่า
3. 2 เท่า
4. 4 เท่า



| หนังสืออิเล็กทรอนิกส์    |                               |
|--------------------------|-------------------------------|
| ฟิสิกส์ 1(ภาคกลศาสตร์(   | ฟิสิกส์ 1 (ความร้อน)          |
| ฟิสิกส์ 2                | กลศาสตร์เวกเตอร์              |
| โลหะวิทยาฟิสิกส์         | เอกสารคำสอนฟิสิกส์ 1          |
| ฟิสิกส์ 2 (บรรยาย(       | แก้ปัญหาฟิสิกส์ด้วยภาษา C     |
| ฟิสิกส์พิศวง             | สอนฟิสิกส์ผ่านทางอินเทอร์เน็ต |
| ทดสอบออนไลน์             | วิดีโอการเรียนการสอน          |
| หน้าแรกในอดีต            | แผ่นใสการเรียนการสอน          |
| เอกสารการสอน PDF         | กิจกรรมการทดลองทางวิทยาศาสตร์ |
| แบบฝึกหัดออนไลน์         | สุดยอดสิ่งประดิษฐ์            |
| การทดลองเสมือน           |                               |
| บทความพิเศษ              | ตารางธาตุ(ไทย1) 2 (Eng)       |
| พจนานุกรมฟิสิกส์         | ลับสมองกับปัญหาฟิสิกส์        |
| ธรรมชาติมหัศจรรย์        | สูตรพื้นฐานฟิสิกส์            |
| การทดลองมหัศจรรย์        | ดาราศาสตร์ราชมงคล             |
| แบบฝึกหัดกลาง            |                               |
| แบบฝึกหัดโลหะวิทยา       | แบบทดสอบ                      |
| ความรู้รอบตัวทั่วไป      | อะไรเอ่ย ?                    |
| ทดสอบ)เกมเศรษฐี(         | คติปริศนา                     |
| ข้อสอบเอนทรานซ์          | เฉลยกลศาสตร์เวกเตอร์          |
| คำศัพท์ประจำสัปดาห์      |                               |
| ความรู้รอบตัว            |                               |
| การประดิษฐ์ของโลก        | ผู้ได้รับโนเบลสาขาฟิสิกส์     |
| นักวิทยาศาสตร์เทศ        | นักวิทยาศาสตร์ไทย             |
| ดาราศาสตร์พิศวง          | การทำงานของอุปกรณ์ทางฟิสิกส์  |
| การทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ |                               |

| <b>● การเรียนการสอนฟิสิกส์ 1 ผ่านทางอินเทอร์เน็ต ●</b>     |  |
|--|--|
| <b>1. การวัด</b>   | <b>2. เวกเตอร์</b>                                   |
| <b>3. การเคลื่อนที่แบบหนึ่งมิติ</b>                        | <b>4. การเคลื่อนที่บนระนาบ</b>                       |
| <b>5. กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน</b>                         | <b>6. การประยุกต์กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน</b>        |
| <b>7. งานและพลังงาน</b>                                    | <b>8. การดลและโมเมนตัม</b>                           |
| <b>9. การหมุน</b>  | <b>10. สมดุลของวัตถุแข็งเกร็ง</b>                    |
| <b>11. การเคลื่อนที่แบบคาบ</b>                             | <b>12. ความยืดหยุ่น</b>                              |
| <b>13. กลศาสตร์ของไหล</b>                                  | <b>14. ปริมาณความร้อน และ กลไกการถ่ายโอนความร้อน</b> |
| <b>15. กฎข้อที่หนึ่งและสองของเทอร์โมไดนามิก</b>            | <b>16. คุณสมบัติเชิงโมเลกุลของสสาร</b>               |
| <b>17. คลื่น</b>   | <b>18. การสั่น และคลื่นเสียง</b>                     |
| <b>● การเรียนการสอนฟิสิกส์ 2 ผ่านทางอินเทอร์เน็ต ●</b>     |  |
| <b>1. ไฟฟ้าสถิต</b>  | <b>2. สนามไฟฟ้า</b>                                  |
| <b>3. ความกว้างของสายฟ้า</b>                               | <b>4. ตัวเก็บประจุและการต่อตัวต้านทาน</b>            |
| <b>5. ศักย์ไฟฟ้า</b>                                       | <b>6. กระแสไฟฟ้า</b>                                 |
| <b>7. สนามแม่เหล็ก</b>                                     | <b>8. การเหนี่ยวนำ</b>                               |
| <b>9. ไฟฟ้ากระแสสลับ</b>                                   | <b>10. ทรานซิสเตอร์</b>                              |
| <b>11. สนามแม่เหล็กไฟฟ้าและเสาอากาศ</b>                    | <b>12. แสงและการมองเห็น</b>                          |
| <b>13. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ</b>                                 | <b>14. กลศาสตร์ควอนตัม</b>                           |
| <b>15. โครงสร้างของอะตอม</b>                               | <b>16. นิวเคลียร์</b>                                |
| <b>● การเรียนการสอนฟิสิกส์ทั่วไป ผ่านทางอินเทอร์เน็ต ●</b> |  |
| <b>1. จลศาสตร์ (kinematic)</b>                             | <b>2. จลพลศาสตร์ (kinetics)</b>                      |
| <b>3. งานและโมเมนตัม</b>                                   | <b>4. ซิมเปิลฮาร์โมนิก คลื่น และเสียง</b>            |
| <b>5. ของไหลกับความร้อน</b>                                | <b>6. ไฟฟ้าสถิตกับกระแสไฟฟ้า</b>                     |
| <b>7. แม่เหล็กไฟฟ้า</b>                                    | <b>8. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับแสง</b>                   |
| <b>9. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ อะตอม และนิวเคลียร์</b>              |  |

