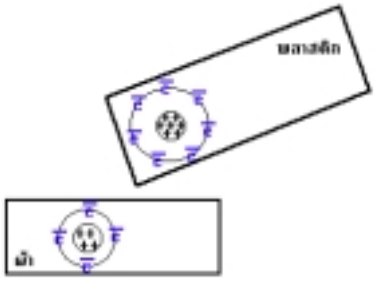
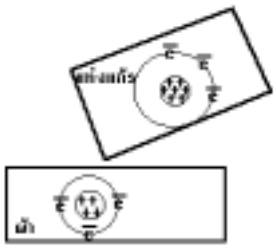
# เฉลย ฟิสิกส์ บทที่ 11 ไฟฟ้าสถิตย์

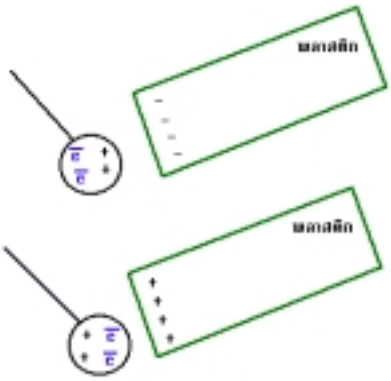
**1. ตอบ ข้อ ข.**



**2. ตอบ ข้อ 2.**



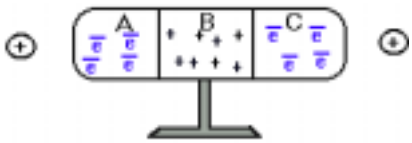
**3. ตอบ ข้อ ข.**



**4. ตอบ ข้อ ค.**

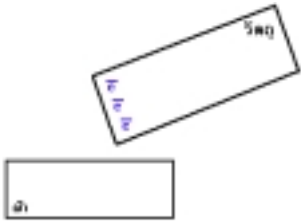
**5. ตอบ ข้อ 4.**

**เหตุผล**



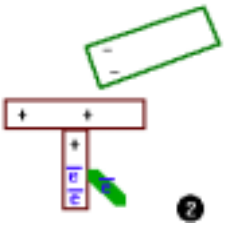

อิเลคตรอนจาก B จะเคลื่อนไปสู่ A และ C ทำให้ AC เป็นลบ และ B จะเหลือประจุบวกมากกว่าประจุลบ ทำให้ B เป็นบวก

**6. ตอบ ข้อ ข.**

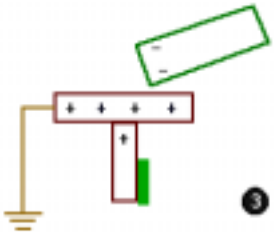


**7. ตอบ ข้อ ง.**

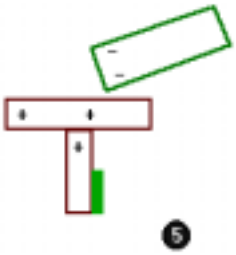
**วิธีทำ**



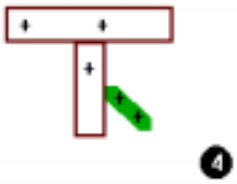
อิเลคตรอนถูกผลักลง
ข้างล่างแผ่นโลหะจะกาง



ต่อสายดิน อิเลคตรอนจะวิ่ง
ลงสู่พื้นพื้นโลกแผ่นโลหะจะหุบ



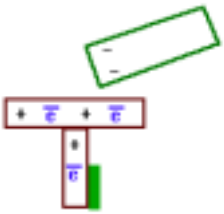
ตัดสายดินออกไม่เปลี่ยนแปลง



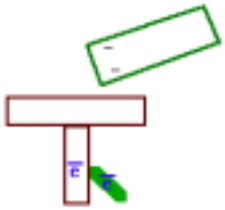
นำวัตถุที่มีประจุด้านบนออก
อิเลกโตรสโคปจะเหลือประจุ
บวกมากกว่าลบแผ่นโลหะ ด้าน
ล่างจะกางออก

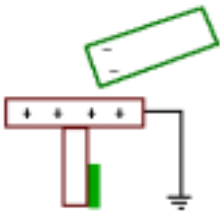
**8. ตอบ ข้อ 2.**

**วิธีทำ**



อิเลคตรอนถูกผลักลง
ข้างล่างแผ่นโลหะจะกาง

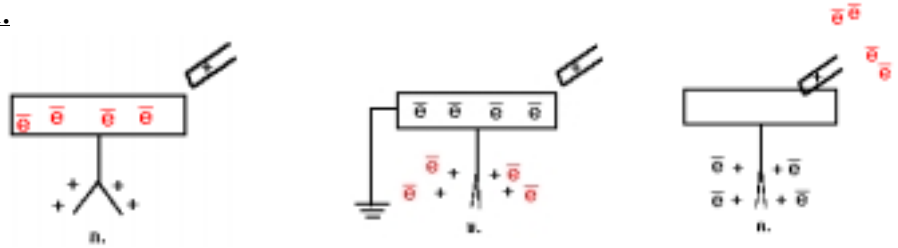




เมื่อต่อสายดินอิเลคตรอน
จะวิ่งลงสู่พื้นโลก แผ่นโลหะ
จะหุบลง เช่นข้อ 2.

**9. ตอบ ข้อ 1.**

**วิธีทำ**



**10. ตอบ ข้อ ก.**

**เหตุผล** เมื่อนำวัตถุที่มีประจุเข้าใกล้อิเลคโตรสโคปแบบจานโลหะ จะทำให้แผ่นโลหะด้านล่างกางออกแน่นอน แต่เมื่อวัตถุแตะกับจานโลหะ จะมีผลเหมือนเราต่อสายดิน ประจุไฟฟ้าจะหมุนเวียนระหว่างอิเลคโตรสโคป แท่งวัตถุ ตัวผู้ถือและพื้นโลก จนอิเลคโตรสโคปเป็นกลางทางไฟฟ้าแล้วหุบลง

**11. ตอบ $2 \times 10^{-5}$ C**

**วิธีทำ** โจทย์บอกประจุทั้งสองอันมีขนาดเท่ากัน สมมุติประจุแต่ละอันมีค่า = A

จาก $F = \frac{KQ_1Q_2}{R^2}$

จะได้ $0.4 = \frac{(9\times10^9)AA}{3^2}$

$A^2 = \frac{0.4}{10^9}$

$A^2 = 0.4 \times 10^{-9}$

$A^2 = 4 \times 10^{-10}$

$$\boxed{A = 2 \times 10^{-5} \text{ คูลอมบ์}}$$

**12. ตอบ ข้อ ง.**

**วิธีทำ** ประจุอิเลคตรอนทั้งหมด = ne

เมื่อ n = จำนวนอิเลคตรอน

e = ประจุอิเลคตรอน 1 ตัว = $1.6 \times 10^{-19}$

**ตอน 1**

$Q_1 = ne$ $\qquad$ $Q_2 = ne$

$= (5 \times 10^{14})(1.6 \times 10^{-19})$ $\qquad$ $= (5 \times 10^{14})(1.6 \times 10^{-19})$

$= 8 \times 10^{-5}$ คูลอมบ์ $\qquad$ $= 8 \times 10^{-5}$ คูลอมบ์

**ตอน 2** จาก $F = \dfrac{KQ_1Q_2}{R^2}$

$$= \frac{9\times10^{9}\ \ 8\times10^{-5}\ \ 8\times10^{-5}}{3^2}$$

$$\boxed{F = 6.4 \text{ นิวตัน}}$$

**13. ตอบ ข้อ 4.**

**วิธีทำ**

**ตอน 1** เมื่ออิเล็คตรอนเคลื่อนที่จากวัตถุหนึ่งไปยังอีกวัตถุหนึ่ง จะทำให้วัตถุทั้งสองมีประจุเป็นลบ และบวกตามลำดับแต่จะมีขนาดเท่ากัน

จาก $F = \dfrac{KQ_1Q_2}{R^2}$

$$1 = \frac{(9\times10^{9})QQ}{0.1^2}$$

$$\frac{1(0.1^2)}{(9\times10^{9})} = Q^2$$

$$\boxed{Q = 1 \times 10^{-6}}$$

**ตอน 2** หาจำนวนอิเล็กตรอนจาก

$$Q = ne$$

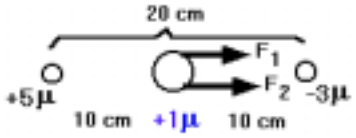
$$1 \times 10^{-6} = n(1.6 \times 10^{-19})$$

$$\boxed{n = 6.59 \times 10^{12}}$$

**14. ตอบ ข้อ ค.**

**วิธีทำ** ข้อนี้ประจุ $1\mu$ จะถูกประจุ $5\mu$ ผลักไปทางซ้าย และถูก $-3\mu$ ดูดมาทางขวา

**ตอน 1** หาแรงที่ $+5\mu$ ผลัก $+1\mu$ ($F_1$)



$$F_1 = \frac{KQ_1Q_2}{R^2}$$

$$F_1 = \frac{(9x10^9)(5x10^{-6})(1x10^{-6})}{0.1^2}$$

$$\boxed{F_1 = 4.5 \text{ นิวตัน}}$$

**ตอน 2** หาแรงที่ $-3\mu$ ดูด $+1\mu$ ($F_2$)

$$F_2 = \frac{KQ_1Q_2}{R^2}$$

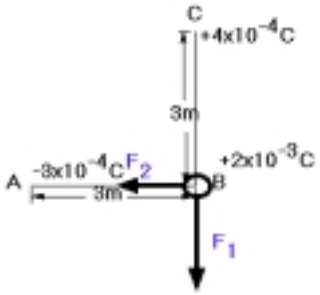
$$F_2 = \frac{(9x10^9)(3x10^{-6})(1x10^{-6})}{0.1^2}$$

$$\boxed{F_2 = 2.7 \text{ นิวตัน}}$$

**ตอน 3** หาผลลัพธ์ **$F_{ลัพธ์}$ = 4.5 + 2.7 = 7.2 นิวตัน** มีทิศเข้าหาประจุลบ

**15. ตอบ ข้อ ค.**

**วิธีทำ** **ตอน 1** หาแรงที่ C ผลัก B




$$F = \frac{KQ_1Q_2}{R^2}$$

$$F_1 = \frac{(9x10^9)(4x10^{-4})(2x10^{-3})}{3^2}$$

$$\boxed{F_1 = 600 \text{ นิวตัน}}$$

**ตอน 2** หาแรงที่ A ดูด B

$$F = \frac{KQ_1Q_2}{R^2}$$

$$F_2 = \frac{(9x10^9)(3x10^{-4})(2x10^{-3})}{3^2}$$

$$\boxed{F_2 = 800 \text{ นิวตัน}}$$

**ตอน 3** หาแรงลัพธ์ (F ) จาก

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\theta}$$

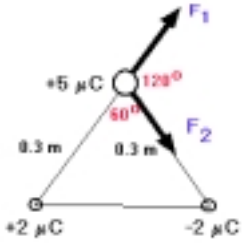
$$F = \sqrt{600^2 + 800^2 + 2(600)(800)\cos 90^o}$$

$$F = \sqrt{600^2 + 800^2 + 2(600)(800)(0)}$$

$$\boxed{F = 1000 \text{ นิวตัน}}$$

**16. ตอบ 1 นิวตัน**

**วิธีทำ** **ตอน 1** หาแรง F1




$$F = \frac{KQ_1Q_2}{R^2}$$

$$F_1 = \frac{(9x10^9)(2x10^{-6})(5x10^{-6})}{0.3^2}$$

$$\boxed{F_1 = 1\ N}$$

**ตอน 2** หาแรงที่ F2

$$F = \frac{KQ_1Q_2}{R^2}$$

$$F_2 = \frac{(9x10^9)(2x10^{-6})(5x10^{-6})}{0.3^2}$$

$$\boxed{F_2 = 1\ N}$$

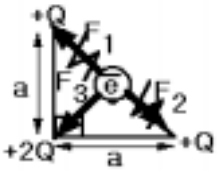
**ตอน 3** หาแรงลัพธ์ (F ) จาก $F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\theta}$

$$F = \sqrt{1^2 + 1^2 + 2(1)(1)\cos 120^o}$$

$$F = \sqrt{1^2 + 1^2 + 2(1)(1)(-\frac{1}{2})}$$

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

**17. ตอบ ข้อ 4.**

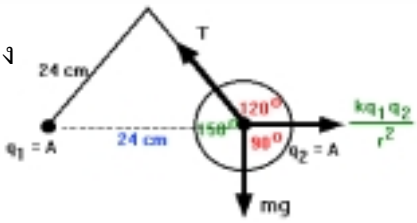



**วิธีทำ** จากรูป $F_1$ และ $F_2$ จะมีค่าแรงลัพธ์เป็นศูนย์พอดี

ดังนั้น แรงลัพธ์จึงเหลือแค่ $F_3$ และ $\bar{e}$ ก็จะเคลื่อนตามแนว $F_3$ นั้น

**18. ตอบ ข้อ ค.**

**วิธีทำ** พิจารณาทรงกลมด้านขวาซึ่งถูกแรงกระทำ 3 แรง ใช้ทฤษฎีบทของลามีเข้าคำนวณดังนี้




$$\frac{\frac{kq_1q_2}{r^2}}{\sin 150^o} = \frac{mg}{\sin 120^o}$$

$$q_1\ q_2 = \frac{mgr^2}{k} \cdot \frac{\sin 150^o}{\sin 120^o}$$

$$AA = \frac{(3x10^{-4})(10)(0.24)^2}{(9x10^9)} \frac{(0.5)}{(0.866)}$$

$$\boxed{A = 1.2 \times 10^{-7}\ \text{คูลอมบ์}}$$

**19. ตอบ ก. $8.2 \times 10^{-8}$ N , ข. $3.57 \times 10^{-47}$ N , ค. $2.3 \times 10^{39}$**

**วิธีทำ** ก. จาก

$$F = \frac{KQ_1Q_2}{R^2}$$

$$= \frac{(9\times10^{9})(1.6\times10^{-19})(1.6\times10^{-19})}{(5.3\times10^{-11})^2}$$

$$\boxed{F = 8.2 \times 10^{-8} \text{ นิวตัน}}$$

ข. จาก

$$F = \frac{Gm_pm_e}{R^2}$$

$$F = \frac{(6.6\times10^{-11})(1.67\times10^{-27})(9.1\times10^{-31})}{(5.3\times10^{-11})^2}$$

$$\boxed{F = 3.57 \times 10^{-47} \text{ นิวตัน}}$$

ค.

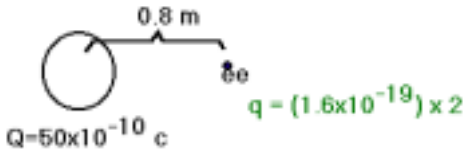
$$\frac{F_{\text{ไฟฟ้า}}}{F_G} = \frac{8.2\times10^{-8}}{3.57\times10^{-47}} = 2.3 \times 10^{39}$$

**20. ตอบ ข้อ จ.**

**วิธีทำ** ประจุ –Q ต้องมีสนามไฟฟ้าทิศเข้าตัวประจุ เนื่องจากประจุ Q และ q เป็นประจุลบเหมือนกัน ดังนั้นแรงที่กระทำต่อประจุ q จึงต้องเป็นผลักออกดังรูป

**21. ตอบ 70.3125 N/c , $2.25 \times 10^{-17}$ N**

**วิธีทำ**




จาก $E = \frac{KQ}{R^2} = \frac{(9\times10^{9})(50\times10^{-10})}{(0.8)^2} = 70.3125$ N/C

จาก $F = qE = (2 \times 1.6 \times 10^{-19})(70.3125) = 2.25 \times 10^{-17}$ N

**22. ตอบ ก. $4.8 \times 10^{-23}$ N ข. $5.3 \times 10^{7}$ m/s$^2$**

**วิธีทำ** ก. จาก

$$F = qE$$

$$= (1.6 \times 10^{-19}) \cdot (3 \times 10^{-4})$$

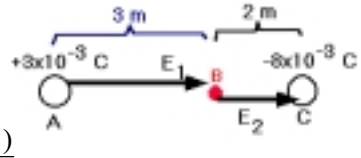
$$\boxed{F = 4.8 \times 10^{-23} \text{ N}}$$

ข. จาก $F = ma$

$$4.8 \times 10^{-23} = (9 \times 10^{-31})a$$

$$\boxed{a = 5.3 \times 10^{7}\ m/s^2}$$

**23. ตอบ ข้อ 1.**




**วิธีทำ** **ตอน 1 หา E1**

$$E_1 = \frac{KQ}{R^2}$$

$$E_1 = \frac{(9\times10^{9})(3\times10^{-3})}{3^2}$$

$$\boxed{E_1 = 3\times10^{6}}$$

**ตอน 2 หา E2**

$$E_2 = \frac{KQ}{R^2}$$

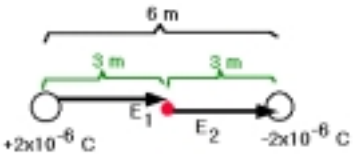
$$E_2 = \frac{(9\times10^{9})(8\times10^{-3})}{2^2}$$

$$\boxed{E_2 = 18\times10^{6}}$$

**ตอน 3** หาสนามไฟฟ้าลัพธ์

$$F_{ลัพธ์} = (3 \times 10^{6}) + (18 \times 10^{6}) = \mathbf{21 \times 10^{6}\ N/C}$$

**24. ตอบ ข้อ 4.**




**วิธีทำ** **ตอน 1 หา $E_1$**

$$E_1 = \frac{KQ}{R^2}$$

$$E_1 = \frac{(9\times10^{9})(2\times10^{-6})}{3^2}$$

$$\boxed{E_1 = 2 \times 10^{3}}$$

**ตอน 2 หา $E_2$**

$$E_2 = \frac{KQ}{R^2}$$

$$E_2 = \frac{(9\times10^{9})(2\times10^{-6})}{3^2}$$

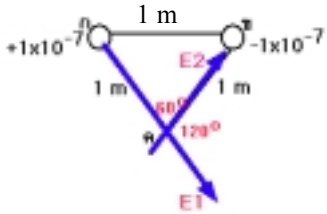
$$\boxed{E_2 = 2 \times 10^{3}}$$

**ตอน 3** หาสนามไฟฟ้าลัพธ์

$$F_{ลัพธ์} = (2 \times 10^{3}) + (2 \times 10^{3})$$

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

**25. ตอบ 900 N/c**




**วิธีทำ** **ตอน 1 หา $E_1$**

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

$$E_1 = \frac{(9x10^9)(1x10^{-7})}{1^2}$$

$$\boxed{E_1 = 900}$$

**ตอน 2 หา $E_2$**

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

$$E_2 = \frac{(9x10^9)(1x10^{-7})}{1^2}$$

$$\boxed{E_2 = 900}$$

**ตอน 3** หาสนามไฟฟ้าลัพธ์

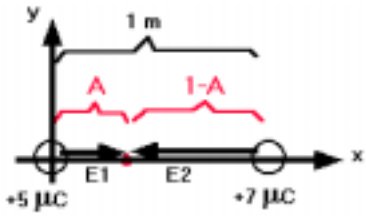
$$E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + 2E_1E_2\cos\theta}$$

$$E = \sqrt{900^2 + 900^2 + 2(900)(900)\cos 120^o}$$

$$E = \sqrt{900^2 + 900^2 + 2(900)(900)(-\frac{1}{2})}$$

$$\boxed{E = 900}$$

**26. ตอบ x = 45.80 เซนติเมตร**




**วิธีทำ** **ตอน 1** หาจุดที่สนามไฟฟ้ารวมเป็น 0

$$E_1 = E_2$$

$$\frac{KQ}{R^2}_1 = \frac{KQ}{R^2}_2$$

$$\frac{(5\mu)}{A^2} = \frac{(7\mu)}{(1-A)^2}$$

$$5(1-A)^2 = 7A^2$$

$$\boxed{A = 0.4580}$$

นั่นคือ จุดที่สนามไฟฟ้ารวมเป็นอยู่ที่ตำแหน่ง x = 0.458 เมตร

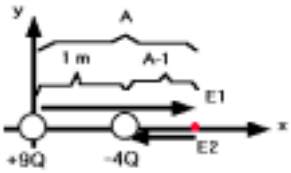
และจาก $F = qE = q(0) = 0$

จะเห็นว่าหาก E = 0 แล้วแรงกระทำจะเป็น 0 ด้วย

ดังนั้นจุดที่แรงกระทำเป็น 0 ก็คือจุดเดียวกันกับที่คำนวณได้

**27. ตอบ 3 เมตร**

**วิธีทำ** **ตอน 1** หาจุดที่สนามไฟฟ้ารวมเป็น 0




$$E_1 = E_2$$

$$\frac{KQ}{R^2}_1 = \frac{KQ}{R^2}_2$$

$$\frac{9Q}{A^2} = \frac{4Q}{(A-1)^2}$$

$$9(A-1)^2 = 4A^2$$

$$3(A-1) = 2A$$

$$3A-3 = 2A$$

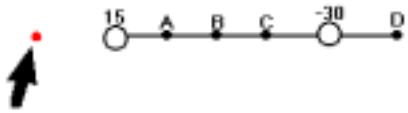
$$3A-2A = 3$$

$$\boxed{A = 3}$$

นั่นคือ จุดที่สนามไฟฟ้ารวมเป็น อยู่ที่ตำแหน่ง x = 3 เมตร

**28. ตอบ ข้อ จ.**

**วิธีทำ** จุดสะเทินของประจุต่างชนิดกันต้องอยู่ภายนอกและใกล้ประจุตัวที่เล็กกว่าดังรูป




**29. ตอบ ข้อ ก.**

**30. ตอบ ข้อ 2.**

**วิธีทำ** **ตอน 1** จาก

$$V = \frac{KQ}{R}$$

$$V_A = \frac{(9x10^9)(1x10^{-9})}{0.2} = 45$$

$$V_B = \frac{(9x10^9)(1x10^{-9})}{0.5} = 18$$

**ตอน 2** จาก

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

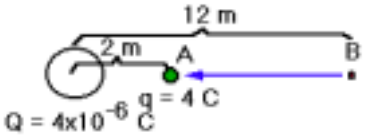
$$V_A - V_B = \frac{W}{q}$$

$$45 - 18 = \frac{W}{(1.6x10^{-19})}$$

$$\boxed{W = 4.3\ x10^{-18}\ \text{จูล}}$$

**31. ตอบ ข้อ 4.**

**วิธีทำ**




**ตอน 1** จาก $V = \frac{KQ}{R}$

$$V_A = \frac{(9\times10^9)(4\times10^{-6})}{2} = 18000 \text{ โวลต์}$$

$$V_B = \frac{(9\times10^9)(4\times10^{-6})}{12} = 3000 \text{ โวลต์}$$

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

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

$$18000 - 3000 = \frac{W}{4}$$

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

$$\boxed{W = 60 \text{ kJ}}$$

**32. ตอบ ข้อ ก.**

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

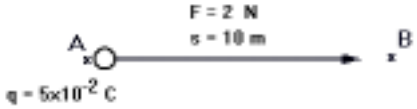
$$V_B - V_A = \frac{12.5}{0.5}$$

$$\boxed{V_B - V_A = 25}$$

นั่นคือจุด A และ B จะมีศักย์ไฟฟ้าต่างกัน 25 โวลต์

**33. ตอบ ข้อ ก.**

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




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

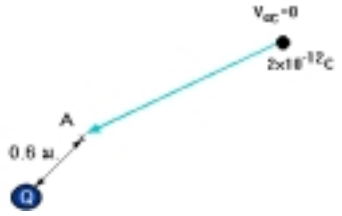
$$V_B - V_A = \frac{2(10)}{5\times10^{-2}}$$

$$\boxed{V_B - V_A = 400}$$

นั่นคือจุด A และ B จะมีศักย์ไฟฟ้าต่างกัน 400 โวลต์

**34. ตอบ $-1.62 \times 10^{-12}$ J**

**วิธีทำ**




**ตอน 1** จาก $V = \frac{KQ}{R}$

$$V_A = \frac{(9\times10^{9})(-54\times10^{-12})}{0.6} = -0.81 \text{ โวลต์}$$

$$V_\infty = \frac{KQ}{\infty} = 0$$

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

$$V_A - V_\infty = \frac{W}{q}$$

$$-0.81 - 0 = \frac{W}{(2\times10^{-12})}$$

$$(-8.1 - 0)(2\times10^{-12}) = W$$

$$\boxed{W = -1.62 \times 10^{-12} \text{ J}}$$

**35. ตอบ ข้อ ค.**

**วิธีทำ**

**ตอน 1** จาก $V = \frac{KQ}{R}$

$$V_A = \frac{KQ}{r}$$

$$V_\infty = \frac{KQ}{\infty} = 0$$

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

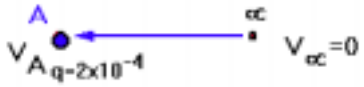
$$V_A - V_\infty = \frac{W}{q}$$

$$\frac{KQ}{r} - 0 = \frac{W}{q}$$

$$\boxed{W = \frac{KQq}{r}}$$

**36. ตอบ ข้อ ก.**

**วิธีทำ** จาก




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

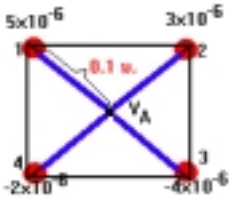
$$V_A - V_\infty = \frac{W}{q}$$

$$V_A - 0 = \frac{5\times10^{-2}}{2\times10^{-4}}$$

$$\boxed{V_A = 2.5\times10^{2}}$$

**37. ตอบ ข้อ 1.**

**วิธีทำ**




จะได้ว่า

$$V_A = V_1 + V_2 + V_3 + V_4$$

$$= \frac{KQ_1}{R} + \frac{KQ_2}{R} + \frac{KQ_3}{R} + \frac{KQ_4}{R}$$

$$= \frac{K}{R}(Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4)$$

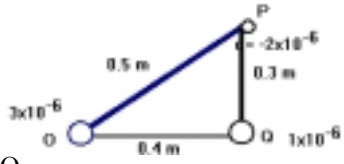
$$= \frac{9\times10^{9}}{0.1}(5\times10^{-6} + 3\times10^{-6} - 4\times10^{-6} - 2\times10^{-6})$$

$$= \frac{9\times10^{9}}{0.1}(2\times10^{-6})$$

$$\boxed{V_A = 18\times10^{4}}$$

**38. ตอบ ข้อ ค.**

**วิธีทำ** **ตอน 1** หาศักย์ไฟฟ้า (V) ที่จุด P จาก




$$V_P = V_{\text{จาก}O} + V_{\text{จาก}Q}$$

$$V_P = \left[\frac{KQ}{R}\right]_O + \left[\frac{KQ}{R}\right]_Q$$

$$V_P = \frac{9\times10^{9}(3\times10^{-6})}{0.5} + \frac{9\times10^{9}(1\times10^{-6})}{0.3}$$

$$= (5.4\times10^{4}) + (3\times10^{4})$$

$$\boxed{V_P = 8.4\times10^{4}}$$

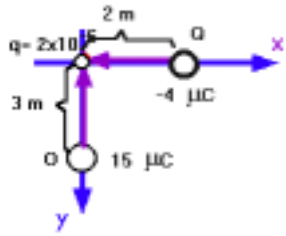
**ตอน 2** จาก $V_2 - V_1 = \frac{W}{q}$

$$V_A - V_\infty = \frac{W}{q}$$

$$8.4\text{x}10^4 - 0 = \frac{W}{-2\text{x}10^{-6}}$$

$$\boxed{W = -0.168\ J}$$

**39. ตอบ ข้อ 2.**




**วิธีทำ** **ตอน 1** หาศักย์ไฟฟ้า รวมที่จุดกำเนิด (0 , 0)

$$V = V_{\text{จาก}O} + V_{\text{จาก}Q}$$

$$V = \left[\frac{KQ}{R}\right]_O + \left[\frac{KQ}{R}\right]_Q$$

$$V = \frac{9\text{x}10^9(15\text{x}10^{-6})}{3} + \frac{9\text{x}10^9(-4\text{x}10^{-6})}{2}$$

$$= (45\text{x}10^3) + (-18\text{x}10^3)$$

$$\boxed{V = 27\ \text{x}\ 10^3}$$

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

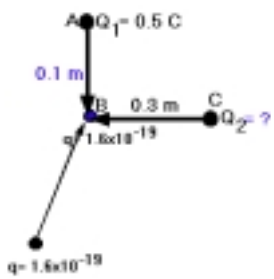
$$V - V_\infty = \frac{W}{q}$$

$$27\text{x}10^3 - 0 = \frac{W}{2\text{x}10^{-6}}$$

$$W = 54\ \text{x}\ 10^{-3}\ J$$

$$\boxed{W = 54\ m\ J}$$

**40. ตอบ 4.5 คูลอมบ์**




**วิธีทำ** **ตอน 1** หาศักย์ไฟฟ้า (V) ที่จุด B จาก

$$V_B = V_{\text{จาก}Q1} + V_{\text{จาก}Q2}$$

$$V_B = \left[\frac{KQ}{R}\right]_{Q1} + \left[\frac{KQ}{R}\right]_{Q2}$$

$$V_B = \frac{9\text{x}10^9(0.5)}{0.1} + \frac{9\text{x}10^9(Q_2)}{0.3}$$

$$= (45\ \text{x}\ 10^9) + (30Q_2\ \text{x}\ 10^9)$$

$$\boxed{V_B = (45 + 30\ Q_2)\ \text{x}\ 10^9)}$$

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

$$V_B - V_\infty = \frac{W}{q}$$

$$(45+30Q_2)\times10^9 - 0 = \frac{28.8\times10^{-9}}{1.6\times10^{-19}}$$

$$(45+30Q_2)\times10^9 = 180\times10^9$$

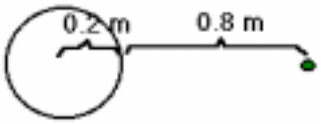
$$45+30Q_2 = 180$$

$$\boxed{Q_2 = 4.5 \text{ คูลอมบ์}}$$

**41. ตอบ ก. $36 \times 10^3$ N/C , $-36 \times 10^3$ V ข. $9 \times 10^9$ N/C , $-1.8 \times 10^5$ V**

**ค. 0 N/C , $-1.8 \times 10^5$ V**

**วิธีทำ**




ก. ระยะจากจุดศูนย์กลางทรงกลม = 100 cm = 1 m

$$E = \frac{KQ}{R^2} = \frac{(9\times10^9)(4\times10^{-6})}{1^2} = 36\times10^3 \text{ N/C}$$

$$V = \frac{KQ}{R} = \frac{(9\times10^9)(-4\times10^{-6})}{1} = -36\times10^3 \text{ โวลต์}$$

ข. ที่ผิวทรงกลม R = 0.2 m

$$E = \frac{KQ}{R^2} = \frac{(9\times10^9)(4\times10^{-6})}{0.2^2} = 9\times10^5 \text{ N/C}$$

$$V = \frac{KQ}{R} = \frac{(9\times10^9)(-4\times10^{-6})}{0.2} = -1.8\times10^5 \text{ โวลต์}$$

ค. จุดภายในทรงกลม

$$E_{\text{ภายใน}} = 0 \text{ N/C}$$

$$\mathbf{V_{\text{ภายใน}} = V_{\text{ผิว}} = -1.8\times10^5 \text{ โวลต์}}$$

**42. ตอบ ข้อ 3.**

**วิธีทำ** จะคำนวณหาสนามไฟฟ้าที่ผิววัตถุต้องใช้สมการ

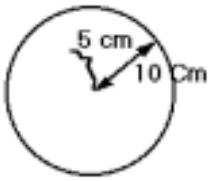
$$E = \frac{KQ}{R^2}$$

แทนค่า $100 = \frac{9x10^9 Q}{(6400x10^3)^2}$

จะได้ **$Q = 4.55 \times 10^5$ คูลอมบ์**

ดังนั้น ปริมาณประจุไฟฟ้าบนผิวโลกจะมีค่าเป็น $4.55 \times 10^5$ C

**43. ตอบ ข้อ 2.**




**วิธีทำ** จากโจทย์ จะได้ว่า $E_{ผิว} = 5 \times 10^6$

$V_{ภายใน} = V_{ผิว} = ?$

จาก $E = \frac{KQ}{R^2} = \frac{KQ}{R} = \frac{1}{R}$

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

$E_{ผิว} = \frac{V_{ผิว}}{R_{ผิว}}$

$5 \times 10^6 = \frac{V}{0.1}$

**$V = 5 \times 10^5$**

**44. ตอบ 500 โวลต์ / เซนติเมตร**

**วิธีทำ** จาก $E_{ผิว} = \frac{V_{ผิว}}{R_{ผิว}}$

$E = \frac{10000 \text{ โวลต์}}{20 \text{ เซนติเมตร}}$

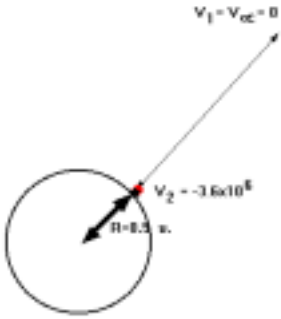
**$E = 500$ โวลต์ / เซนติเมตร**

**45. ตอบ ก. $-3.6x10^6$ V , ข. 72 J**

**วิธีทำ** ก. $V_{ผิว} = \frac{KQ}{R}$

$= \frac{(9x10^9)(-200x10^{-6})}{0.5}$

**$V_{ผิว} = -3.6 \times 10^6$ โวลต์**



ข. จาก $V_2 - V_1 = \frac{W}{q}$

$V_{ผิว} - V_{\infty} = \frac{W}{q}$

$(-3.6\text{x}10^6) - 0 = \frac{W}{-20\text{x}10^{-6}}$

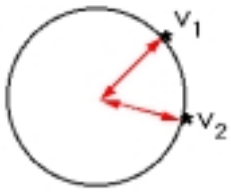
**W = 72 จูล**

**46. ตอบ ข้อ ง.**

**วิธีทำ** ที่จุดผิวตัวนำอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางทรงกลมเท่า ๆ กัน ย่อมมีศักย์ไฟฟ้า (V) เท่ากันทุกจุด

จาก $V_2 - V_1 = \frac{W}{q}$

$0 = \frac{w}{q}$




**เพราะ $V_2 = V_1$**

จะได้ $0 \cdot q = W$

**W = 0 จูล**

**47. ตอบ ข้อ 1.**

**เหตุผล** ศักย์ไฟฟ้าทุก ๆ จุดภายในตัวนำ จะมีค่าเท่ากับที่ผิวและไม่เป็นศูนย์

**48. ตอบ ข้อ ข.** **49. ตอบ ข้อ ข.**

**50. ตอบ ข้อ 4.**

**วิธีทำ** จาก $E = \frac{V}{d} = \frac{9}{3\text{x}10^{-3}}$

**E = 3000 โวลต์ต่อเมตร**

**51. ตอบ 4 เมกะโวลต์**

**วิธีทำ** จาก $E = \frac{V}{d}$

จะได้ $V = Ed$

$V = (8 \text{ x } 10^6)(0.5)$

$= 4 \text{ x } 10^6$ โวลต์

**V = 4 เมกะโวลต์**

**52. ตอบ ข้อ 2.**

**วิธีทำ** จาก $F = qE$

$$(8 \times 10^{-6}) = (2 \times 10^{-6})\,E$$

$$\boxed{\mathbf{E = 4\ V/m}}$$

ประจุไฟฟ้าลบในข้อนี้มีแรงกระทำจากซ้ายไปขวา

สนามไฟฟ้าจะมีทิศตรงกันข้ามกับประจุลบ คือมีทิศจากขวามาซ้าย

**53. ตอบ ข้อ ค.**

**วิธีทำ** จาก $F = q\frac{V}{d}$

$$= (3.6 \times 10^{-14})\left(\frac{105}{0.3}\right)$$

$$\boxed{\mathbf{F = 1.2 \times 10^{-11}\ \text{นิวตัน}}}$$

**54. ตอบ ข้อ 4.**

**วิธีทำ** จาก $F = ma$ และ $F = q\frac{V}{d}$

จะได้ $q\frac{V}{d} = ma$

$$\boxed{\mathbf{V = \frac{mad}{q}}}$$

**55. ตอบ ข้อ 4.**

**วิธีทำ** จาก $F = ma$ และ $F = q\frac{V}{d}$

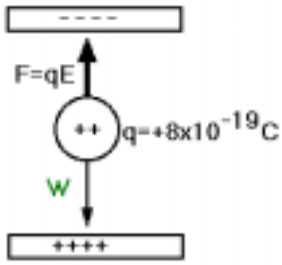
จะได้ $q\frac{V}{d} = ma$

$$V = \frac{m\,a\,d}{q}$$

$$V = \frac{m\,3g\,d}{2q}$$

$$\boxed{\mathbf{V = \frac{3mad}{2q}}}$$

**56. ตอบ ข้อ 4.**




**วิธีทำ** เนื่องจากหยดน้ำมันอยู่ในภาวะสมดุล

จะได้ว่า $F_{ลง} = F_{ขึ้น}$

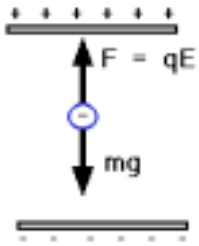
$W = qE$

$W = (8\times10^{-19})(12000)$

$$\boxed{W = 9.6\times10^{-15} \text{ นิวตัน}}$$

**57. ตอบ ก. ทิศลง , ข. $9.6\times10^{-13}$ คูลอมบ์**

**วิธีทำ** อนุภาคมีอิเลคตรอนมาก จึงมีประจุเป็นลบ และเนื่องจากน้ำหนักมีทิศลง หากต้องการให้สมดุลแรงทางไฟฟ้าต้องมีทิศขึ้น ดังนั้นด้านบนต้องเป็นขั้วบวก ด้านล่างเป็นขั้วลบสนามไฟฟ้าจึงมีทิศลง จากรูปจะได้




$F_{ขึ้น} = F_{ลง}$

$qE = mg$

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

$= \frac{(9.6\times10^{-7})10}{10^{7}}$

$$\boxed{q = 9.6\times10^{-13}}$$

**58. ตอบ ข้อ 1.**

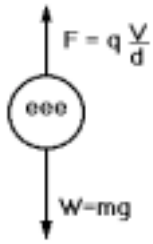
**วิธีทำ** เนื่องจากอยู่ในภาวะสมดุล

จะได้ว่า $F_{ขึ้น} = F_{ลง}$

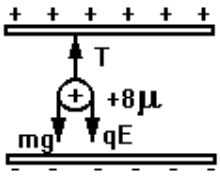
$q\frac{V}{d} = mg$ **เนื่องจาก q = ne**

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

$$\boxed{e = \frac{mgd}{nV}}$$




**59. ตอบ ก. $8.4\times10^{-3}$ N , ข. $3.6\times10^{-3}$ N**



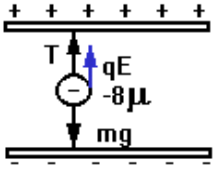

**วิธีทำ** ก. สนามไฟฟ้าทิศลง แสดงว่าขั้วบวกอยู่ด้านบน

จากรูป $T = mg + qE$

$T = (0.6 \times 10^{-3})10 + (8 \times 10^{-6})(300)$

$$\boxed{T = 8.4 \times 10^{-3} \text{ นิวตัน}}$$

ข. ถ้าเปลี่ยนประจุเป็น $-8\mu$ จะได้ว่า




$T + qE = mg$

$T = mg - qE$

$T = (0.6\times10^{-3})10 - (8\times10^{-6})(300)$

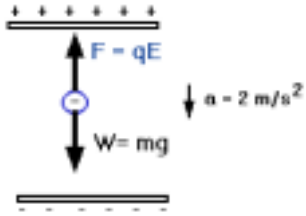
$$\boxed{T = 3.6\times10^{-3} \text{ นิวตัน}}$$

**60. ตอบ 128**

**วิธีทำ** สนามไฟฟ้า (E) มีทิศลง

แสดงว่า ด้านบนเป็นขั้วบวก

และด้านล่างเป็นขั้วลบดังรูปภาพ




จาก $F_{ลัพธ์} = ma$

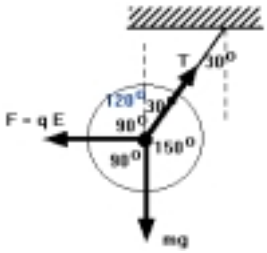
$mg - qE = ma$

$m(10) - (6.4 \times 10^{-18})160 = m(2)$

$$\boxed{m = 128 \times 10^{-18} \text{ kg}}$$

**61. ตอบ ข้อ ง.**

**วิธีทำ** จากรูปจะได้




$$\frac{mg}{\sin 120^\circ} = \frac{qE}{\sin 150^\circ}$$

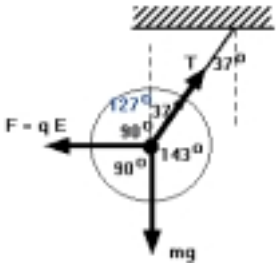
$$m = \frac{qE \sin 120^\circ}{g \sin 150^\circ}$$

$$m = \frac{(2\times10^{-6})(4\times10^{4})(0.866)}{10(0.5)}$$

$$\boxed{m = 13.36 \times 10^{-3} \text{ kg}}$$

**62. ตอบ 0.4 กรัม**

**วิธีทำ** จากรูปจะได้




$$\frac{mg}{\sin 127^o} = \frac{qE}{\sin 143^o}$$

$$m = \frac{qE \sin 127^o}{g \sin 143^o}$$

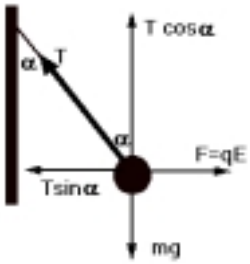
$$m = \frac{(5\times10^{-6})(600)(0.8)}{10(0.6)}$$

$$m = 0.004 \text{ กิโลกรัม}$$

$$\boxed{\mathbf{m = 0.4 \text{ กรัม}}}$$

**63. ตอบ ข้อ 2.**

**วิธีทำ** เม็ดโฟมจะถูกแรงกระทำดังรูป




**คิดแนวราบ** จะได้ $T \sin\alpha = qE \rightarrow$ ❶

**คิดแนวดิ่ง** จะได้ $T \cos\alpha = mg \rightarrow$ ❷

**เอา ❶÷❷ จะได้** $\frac{T\sin\alpha}{T\cos\alpha} = \frac{qE}{mg}$

$$\tan\alpha = \frac{qE}{mg}$$

$$\boxed{\mathbf{E = \frac{mg \tan\alpha}{q}}}$$

**64. ตอบ ก. 0 V , ข. –400 V , ค. 250 V , ง. 750 V**

**วิธีทำ** จาก $V = Ed$

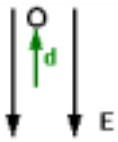
ก. เนื่องจากการขจัด (d) อยู่ในแนว ตั้งฉากกับสนามไฟฟ้า (E) กรณีนี้ ความต่างศักย์ระหว่างจุดปลายการขจัดจะเป็น 0

ข. จากรูปการขจัด (d) มีทิศเดียวกับสนามไฟฟ้า จึงใช้ d เป็นลบ

จาก $V = E\,d$

$V = (500)(-0.8) =$ **–400 โวลต์**

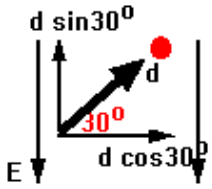
ค. จากรูปการขจัด (d) มีทิศตรงกันข้ามสนามไฟฟ้า จึงใช้ d เป็นบวก




จาก $V = E\,d$

$V = (500)(0.5) = \mathbf{250}$ **โวลต์**

ง. เราต้องใช้การขจัดที่มีทิศขนานกับสนามไฟฟ้า จึงต้องแตกการขจัด (d) ก่อน ตามรูป การขจัดที่ขนานสนามไฟฟ้าคือ $d \sin 30^{o}$ และเนื่องจากมีทิศตรงกันข้ามสนามไฟฟ้า จึงใช้ค่าเป็นบวก



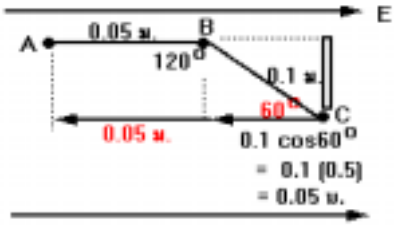

จาก $V = E\,(d \sin 30^{o})$

$V = (500)(3 \times 0.5)$

$\mathbf{V = 750}$ **โวลต์**

**65. ตอบ ข้อ 1.**

**วิธีทำ** **ขั้นแรก** หา V จาก C ไป A ก่อน




ตามรูป ระยะจาก C ถึง A วัดตามแนวขนานสนามไฟฟ้า

มีระยะ $= 0.05 + 0.05 = 0.1$ เมตร

จาก $V = Ed = (1 \times 10^{4})(0.1) = \mathbf{1 \times 10^{3}}$

*(d สวนทางกับ E จึงใช้ค่าเป็นบวก)*

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

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

$1 \times 10^{3} = \frac{W}{4 \times 10^{-6}}$

$\boxed{\mathbf{4 \times 10^{3} = W}}$

**66. ตอบ ข้อ ก.**

**วิธีทำ** จาก $C = \frac{a}{K}$

$$= \frac{0.1}{9x10^9}$$

$$\boxed{C = 1.1x10^{-11} \text{ ฟารัด}}$$

**67. ตอบ ข้อ 3.**

**วิธีทำ** จาก $C = \frac{a}{K}$ และ $\boxed{C = \frac{Q}{V}}$

จะได้ $\frac{Q}{V} = \frac{a}{K}$

$$Q = \frac{Va}{K}$$

$$= \frac{(3x10^5)(0.6)}{9x10^9}$$

$$Q = 20x10^{-6} \text{ คูลอมบ์}$$

$$\boxed{Q = 20 \text{ ไมโครคูลอมบ์}}$$

**68. ตอบ ข้อ ง.**

**วิธีทำ** จาก $C = \frac{Q}{V}$

จะได้ $Q = C\,V$

$$= (0.2x10^{-6})(250)$$

$$\boxed{Q = 5x10^{-5} \text{ คูลอมบ์}}$$

**69. ตอบ ข้อ ค.**

**วิธีทำ** จาก $C = \frac{Q}{V}$ และ $\boxed{V = Ed}$

จะได้ $C = \frac{Q}{Ed}$

$$Q = C\,E\,d$$

$$Q = (90x10^{-12})(300)(0.1)$$

$$\boxed{Q = 2.7x10^{-9} \text{ คูลอมบ์}}$$

*ต้องตอบ $3.0x10^{-9}$ C (ค่าใกล้เคียง)*

**70. ตอบ $10^{-2}$ J**

**วิธีทำ** โจทย์บอก $C = 2\mu F = 2\times10^{-6}$ ฟารัด

$V = 100$ โวลต์

จาก $u = \frac{1}{2} C V^2$

$u = \frac{1}{2}(2\times10^{-6})(100)^2$

$\boxed{u = 10^{-2} \text{ จูล}}$

**71. ตอบ ข้อ 3.**

**วิธีทำ** โจทย์บอก $C = 16\mu F = 16 \times 10^{-6}$ F

$u = 0.5$ จูล

จาก $u = \frac{1}{2} CV^2$

$0.5 = \frac{1}{2}(16 \times 10^{-6}) V^2$

$\boxed{V = 250 \text{ โวลต์}}$

**72. ตอบ ก. 200 โวลต์ , ข. 0.01 C**

**วิธีทำ** โจทย์บอก $C = 50\mu F = 50\times10^{-6}$ ฟารัด

$u = 1$ จูล

ก. $u = \frac{1}{2} C V^2$

$1 = \frac{1}{2}(50\times10^{-6}) V^2$

$\boxed{V = 200 \text{ โวลต์}}$

ข. $u = \frac{1}{2} Q V$

$1 = \frac{1}{2} Q(200)$

$\boxed{Q = 0.01 \text{ คูลอมบ์}}$

**73. ตอบ**

**วิธีทำ** ก.

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

$$\frac{1}{C_{รวม}} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6}$$

$$\frac{1}{C_{รวม}} = \frac{2+1}{6}$$

$$\boxed{C_{รวม} = 2\mu F}$$

ข. จาก $Q_1 = Q_2 = Q_{รวม} = 18\ \mu C$

ค.

$$V_1 = \frac{Q_1}{C_1} = \frac{18\mu}{3\mu} = 6$$

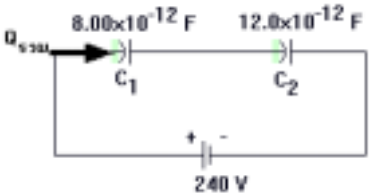
$$V_2 = \frac{Q_2}{C_2} = \frac{18\mu}{6\mu} = 3$$

ง. $V_{รวม} = V_1 + V_2 = 6+3 = 9$ โวลต์

$$\boxed{V_{รวม} = \frac{Q_{รวม}}{C_{รวม}} = \frac{18\mu}{2\mu} = 9 \text{ โวลต์}}$$

**74. ตอบ ข้อ 3.**

**วิธีทำ** **ตอน 1** หา $C_{รวม}$




จาก

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

$$\frac{1}{C_{รวม}} = \frac{1}{8} + \frac{1}{12}$$

$$\frac{1}{C_{รวม}} = \frac{3+2}{24}$$

$$\boxed{C_{รวม} = 4.8}$$ (หน่วย $10^{-12}$ F)

**ตอน 2** หา $Q_{รวม}$

จาก $Q_{รวม} = C_{รวม} \cdot V_{รวม}$

$= (4.8 \times 10^{-12})(24)$

$Q_{รวม} = 1.15\times10^{-10}$ คูลอมบ์

**เนื่องจาก** $Q_1 = Q_{รวม} = 1.15\times10^{-10}$ **คูลอมบ์**

**75. ตอบ ก. 12 μC , 12 μC , ข. 6V , 4V**

**วิธีทำ** ก. ตอน 1 จาก $\frac{1}{C_{รวม}} = \frac{1}{2} + \frac{1}{3}$

$$\frac{1}{C_{รวม}} = \frac{3+2}{6}$$

$$\boxed{C_{รวม} = \frac{6}{5}\ \mu \text{ ฟารัด}}$$

จาก $Q_{รวม} = C_{รวม} \cdot V_{รวม} = (\frac{6}{5}\ \mu)(10) = \mathbf{12\ \mu C}$

เนื่องจากเป็นการต่อแบบอนุกรมจะได้ว่า

$$\mathbf{Q_1 = Q_2 = Q_{รวม} = 12\ \mu C}$$

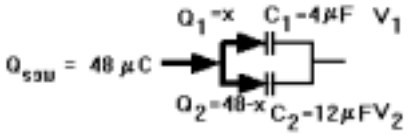
ข. จาก $V = \frac{Q}{C}$

จะได้ $V_1 = \frac{Q_1}{C_1} = \frac{12\mu}{2\mu} = \mathbf{6}$ **โวลต์**

$V_2 = \frac{Q_2}{C_2} = \frac{12\mu}{3\mu} = \mathbf{4}$ **โวลต์**

**76. ตอบ**

**วิธีทำ**




ก. $C_{รวม} = C_1 + C_2 = 4 + 12 = \mathbf{16\ \mu F}$

ข. $V_{รวม} = \frac{Q_{รวม}}{C_{รวม}} = \frac{48\mu}{16\mu} = \mathbf{3}$ **โวลต์**

ค. $V_1 = V_2 = V_{รวม} = 3$ โวลต์

ง. จาก $Q = CV$

$Q_1 = C_1\ V_1 = (4\mu)(3) = 12\ \mu$

$Q_2 = C_2\ V_2 = (12\mu)(3) = 36\ \mu$

**ข้อ ง. เนื่องจาก** $V_1 = V_2$

$$\frac{Q_1}{C_1} = \frac{Q_2}{C_2}$$

$$\frac{x}{4\mu} = \frac{48-x}{12\mu 3}$$

$$3x = 48 - x$$

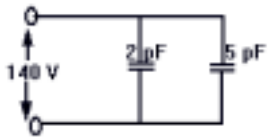
$$\boxed{x = 12}$$

$$Q_1 = x = 12\,\mu$$

$$Q_2 = 48 - x = 48 - 12 = \mathbf{36\,\mu}$$

**77. ตอบ ข้อ 3.**

**วิธีทำ** **ตอน 1** $C_{รวม} = 2 + 5 = 7$ pF



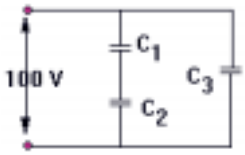

**ตอน 2** $Q_{รวม} = C_{รวม}V_{รวม}$

$= (7\text{ p})(140)$

$$\boxed{\mathbf{Q_{รวม} = 980\ pC}}$$

**78. ตอบ ข้อ 2.**

**วิธีทำ** เนื่องจากเป็นการต่อแบบขนานดังนั้น




$V_3 = V_{รวม} = 100$ โวลต์

ต่อไปคิดที่ $C_3$ จุดเดียว

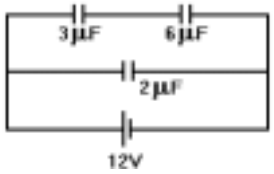
จาก $u = \frac{1}{2}CV^2$

$= \frac{1}{2}(8\text{x}10^{-6})(100)^2$

$$\boxed{\mathbf{u = 4\text{x}10^{-2}\ จูล}}$$

**79. ตอบ ข้อ 4.**

**วิธีทำ** พิจารณาที่ $3\mu$F และ $6\mu$F ที่อยู่ในสายบน




จาก $C_{รวม} = \frac{3\text{x}6}{3+6} = 2\,\mu$F

จาก $Q_{รวม} = C_{รวม} \cdot V_{รวม} = 2\,\mu(12) = 24\,\mu$C

**เนื่องจากเป็นการต่อแบบอนุกรมตามรูป จึงได้ว่า**

$$Q_1 = Q_2 = Q_{รวม} = 24\,\mu C$$

**สุดท้าย** จาก $V = \frac{Q}{C}$

**ดังนั้นที่ 3 μF** $V_1 = \frac{Q_1}{C_1} = \frac{24\mu}{3\mu} = 8$ โวลต์

**ที่ 6 μF** $V_2 = \frac{Q_2}{C_2} = \frac{24\mu}{6\mu} = 4$ โวลต์

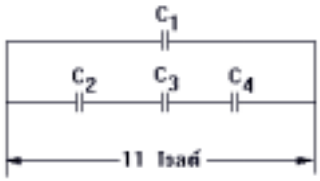
**80. ตอบ ข้อ 4.**

**วิธีทำ** **ขั้นแรก** $C_2, C_3,$ และ $C_4$ ต่ออนุกรมกันหา $C_{รวม}$

$$\frac{1}{C_{รวม}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{9} + \frac{1}{3}$$

$$\frac{1}{C_{รวม}} = \frac{3+2+6}{18}$$

$$C_{รวม} = \frac{18}{11} = \mathbf{1.6}\ \text{ไมโครฟารัด}$$

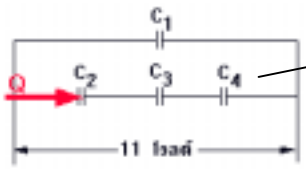



**ขั้น 2** $C_{รวม}$ ในข้อ ❶ จะต่อขนานกับ $C_1$

หา $C_{รวม}$ ทั้งหมดได้จาก $C_{รวม} = 1.6+4 = \mathbf{5.6}$ **ไมโครฟารัด**

**81. ตอบ ข้อ 2.**

**วิธีทำ**




$C_{รวม} = 1.6$ ไมโครฟารัด

$V_{รวม} = 11$ โวลต์

**ขั้นแรก** พิจารณาเฉพาะตัว $C_2$ $C_3$ $C_4$

จาก $Q_{รวม} = C_{รวม} V_{รวม}$

$Q_{รวม} = (1.6\mu)(11)$

$Q_{รวม} = 18$ ไมโครคูลอมบ์

**ขั้น 2** หา V ของตัวเก็บประจุ $C_4$

เนื่องจากการต่อแบบอนุกรมประจุมีค่าเท่ากันหมด จึงได้ว่า

$Q_{รวม} = Q_4 = 18$ ไมโครคูลอมบ์

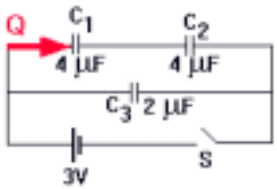
ดังนั้น จาก $Q_4 = C_4 V_4$

$(18\mu) = (3\mu) V_4$

$$\boxed{V_4 = 6 \text{ โวลต์}}$$

**82. ตอบ ข้อ 1.**

**วิธีทำ** **พิจารณาเฉพาะสายบน หลังจากสับสวิตซ์ S**




$$\frac{1}{C_{รวม}} = \frac{1}{4} + \frac{1}{4} = \frac{2}{4}$$

$$\boxed{C_{รวม} = 2\mu F}$$

และจาก $Q_{รวม} = C_{รวม} V_{รวม} = (2\mu)(3) = 6\mu C$

**เนื่องจากเป็นการต่อแบบอนุกรม**

ดังนั้น $Q_1 = Q_{รวม} = 6\ \mu C$

สุดท้ายหาพลังงานที่เก็บไว้ ณ $C_1$ โดย

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

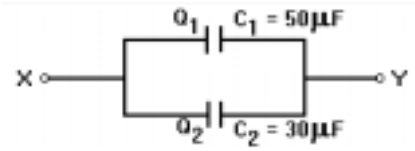
$$= \frac{1}{2}\frac{(6x10^{-6})^2}{4x10^{-6}}$$

$$= \frac{1}{8}(36 \times 10^{-6})$$

$$\boxed{= 4.5x10^{-6} \text{ จูล}}$$

**83. ตอบ 10 โวลต์**

**วิธีทำ**




**ตอนแรก** คิดที่ $C_1$ เท่านั้น

$Q = CV = (50 \times 10^{-6})(16) = 800 \times 10^{-6}$ คูลอมบ์

**ตอนหลัง** คิด $C_{รวม}$ ทั้ง 2 ตัว

เมื่อต่อ $C_1$ ขนานกับ $C_2$ ทำให้ประจุของ $C_1$ เคลื่อนเข้า $C_2$ ส่วนหนึ่ง จนกระทั่งความต่างศักย์ไฟฟ้าของ $C_1$ และ $C_2$ เท่ากัน และตามกฎการต่อ

แบบขนาน จะได้ว่า

$$Q_1 + Q_2 = Q_{รวม}$$

$$C_1V + C_2V = Q_{รวม}$$

$$V(C_1 + C_2) = Q_{รวม}$$

$$V = \frac{Q_{รวม}}{C_1 + C_2}$$

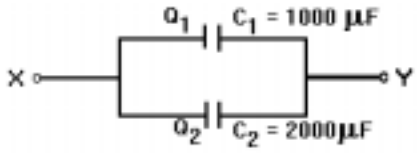
$$= \frac{800 \times 10^{-6}}{(50+30) \times 10^{-6}}$$

$$\boxed{V = 10 \text{ โวลต์}}$$

นั่นคือ ความต่างศักย์ของตัวเก็บประจุ 30 ไมโครฟารัดมีค่า 10 โวลต์

**84. ตอบ ข้อ 4.**

**วิธีทำ**




**ตอนแรก** คิดที่ $C_1$ เท่านั้น

$$Q = CV = (1000 \times 10^{-6})(12) = \mathbf{12000 \times 10^{-6}\ C}$$

**ตอนหลัง** คิด $C_{รวม}$ ทั้ง 2 ตัว

เมื่อต่อ $C_1$ ขนานกับ $C_2$ ทำให้ประจุของ $C_1$ เคลื่อนเข้า $C_2$ ส่วนหนึ่ง จนกระทั่งความต่างศักย์ไฟฟ้าของ $C_1$ และ $C_2$ เท่ากัน และตามกฎการต่อแบบขนาน จะได้ว่า

$$Q_1 + Q_2 = Q_{รวม}$$

$$C_1V + C_2V = Q_{รวม}$$

$$V(C_1 + C_2) = Q_{รวม}$$

$$V = \frac{Q_{รวม}}{C_1 + C_2}$$

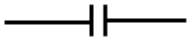
$$= \frac{12000 \times 10^{-6}}{(1000+2000) \times 10^{-6}}$$

$$\boxed{V = 4 \text{ โวลต์}}$$

นั่นคือ ความต่างศักย์ของตัวเก็บประจุ 1000 ไมโครฟารัดมีค่า 4 โวลต์

**85. ตอบ 0.6 จูล**

**วิธีทำ** **ตอนแรก**



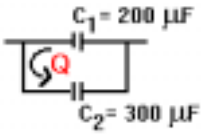
$C_1 = 200\ \mu F \quad V_1 = 100$ โวลต์

จาก $Q = CV$

$Q_1 = (200 \times 10^{-6})100 = \mathbf{2 \times 10^{-2}}$ **คูลอมบ์**

และ $u = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2}(200 \times 10^{-6})(100)^2 = \mathbf{1}$ **จูล**

**ตอนหลัง**




$C_{รวม} = C_1 + C_2 = 500\ \mu F$

และประจุ (Q) จาก $C_1$ บางส่วนจะไหลลงมาอยู่ใน $C_2$ บ้าง

แต่ $Q_{รวม} = 2 \times 10^{-2}$ คูลอมบ์ (ประจุไม่มีสูญหาย)

จาก $u = \frac{Q^2}{2C}$

$u_{รวม} = \frac{(2\times10^{-2})^2}{2+500\times10^{-6}}$

$\boxed{u_{รวม} = \mathbf{0.4}\ \text{จูล}}$

**สุดท้าย** $u_{ที่หาย} = u_{ตอนแรก} - u_{ตอนหลัง}$

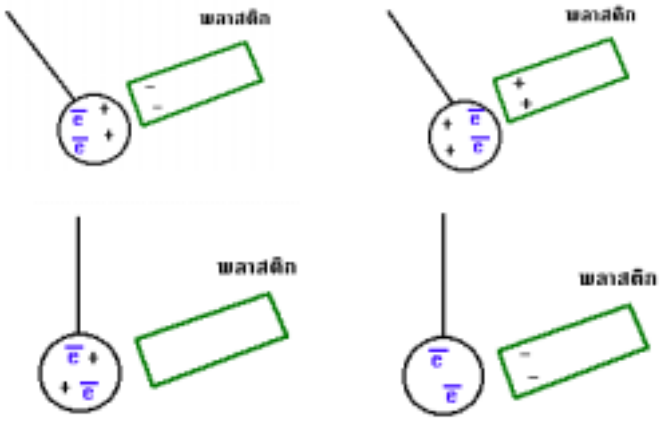
$= 1 - 0.4$

$\boxed{u_{ที่หาย} = \mathbf{0.6}\ \text{จูล}}$

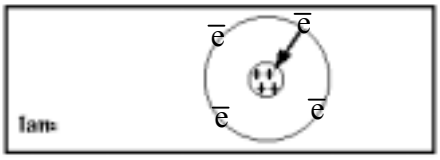
# เฉลย แบบฝึกหัด บทที่ 11ไฟฟ้าสถิตย์

**1. ตอบ ข้อ 4.**

**2. ตอบ ข้อ ง.**




**3. ตอบ ข้อ ข.**




**เหตุผล** ปกติอิเ

ใน

นิวเคลียสดึงดูดเอาไว้ด้วยพลังงานขนาดหนึ่ง

และปกติอิเลคตรอนจะมีพลังงานในตัวน้อยกว่า

พลังงานยึดเหนี่ยวดังกล่าวอิเลคตรอนจึงไม่หลุดออกมาจากอะตอมได้

**4. ตอบ ข้อ 2.**

**เหตุผล** การที่โลกมีความจุไฟฟ้ามาก จึงสามารถรับและจ่ายประจุไฟฟ้าได้มากด้วย การถ่ายประจุให้แก่โลก หรือรับประจุจากพื้นโลกจึงทำได้อย่างดี

**5. ตอบ ข้อ ค.**

**วิธีทำ** จาก

$$F = \frac{KQ_1Q_2}{R^2}$$

$$FR^2 = KQ_1 Q_2$$

**ตอน 1** $F_1 (2R)^2 = KQ_1 Q_2 \rightarrow ❶$

**ตอน 2** $F_2R^2 = KQ_1Q_2 \rightarrow ❷$

เอา❷ = ❶ $\mathbf{F_2R^2 = F_1(2R)^2}$

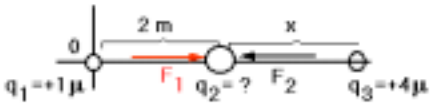
$$F_2R^2 = F_1 4R^2$$

$$\boxed{\mathbf{F_2 = 4F_1}}$$

นั่นคือ แรงในตอนที่ 2 มีค่าเป็น 4 เท่าของตอนแรก

**6. ตอบ 6 เมตร**

**วิธีทำ** แรงลัพธ์ที่กระทำต่อ $q_2$ เป็น 0 แสดงว่า




$$F_1 = F_2$$

$$\frac{Kq_1q_2}{R_1^2} = \frac{Kq_1q_2}{R_2^2}$$

$$\frac{(1x10^{-6})}{(2)^2} = \frac{(4x10^{-6})}{x^2}$$

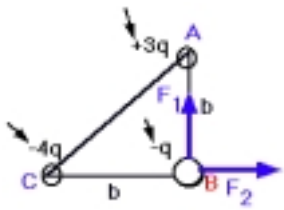
$$x^2 = 16$$

$$\boxed{\mathbf{x = 4}}$$

แสดงว่า $q_3$ อยู่ห่างจาก $q_1$ = 2 + x = 2 + 4 = **6 เมตร**

**7. ตอบ ข้อ 4.**

**วิธีทำ** **ตอนที่ 1** หาแรง $F_1$ $F_1 = \frac{KQ_1Q_2}{R^2} = \frac{K(3q)q}{b^2}$




**ตอนที่ 2** หาแรง $F_2$ $F_2 = \frac{KQ_1Q_2}{R^2} = \frac{K(4q)q}{b^2}$

**ตอนที่ 3** หาแรงลัพธ์ (F) จาก

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos 90^o}$$

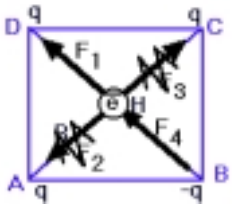
$$F = \sqrt{\left(\frac{3Kqq}{b^2}\right)^2 + \left(\frac{4Kqq}{b^2}\right)^2}$$

$$F = \sqrt{(3^2 + 4^2)\left(\frac{Kqq}{b^2}\right)^2}$$

$$F = \frac{Kqq}{b^2}\sqrt{25}$$

$$\boxed{F = \frac{5Kq^2}{b^2}}$$

**8. ตอบ ข้อ 4.**




**วิธีทำ** ตามรูป อิเลคตรอนจะถูกแรงกระทำ 4 แรง แต่ $F_2$ และ $F_3$ จะหักล้างกันหมดไป ดังนั้นแรงลัพธ์ที่กระทำต่ออิเลคตรอนจึงมีทิศเข้าหา D หาขนาดแรงนี้จาก

**ตอน 1**

$$F_{ลัพธ์} = F_1 + F_4$$

$$F_{ลัพธ์} = \frac{(9x10^9)(1.6x10^{-19})q}{R^2} + \frac{(9x10^9)(1.6x10^{-19})q}{R^2}$$

$$F_{ลัพธ์} = 2\frac{(9x10^9)(1.6x10^{-19})q}{R^2}$$

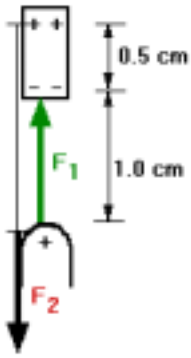
**ตอน 2**

$$F = ma$$

$$2\frac{(9x10^9)(1.6x10^{-19})q}{R^2} = (9.1 \text{ x } 10^{-31})a$$

$$\boxed{3.2x10^{21}\ q/R^2 = a}$$

**9. ตอบ ข้อ ง.**




**วิธีทำ** จาก

$$F = \frac{KQ_1Q_2}{R^2}$$

หา $F_1$

$$F_1 = \frac{(9x10^9)(4x10^{-6})(1x10^{-13})}{(0.01)^2}$$

$$\boxed{F_1 = 36 \text{ x } 10^{-6}}$$

หา $F_2$

$$F_2 = \frac{(9x10^9)(4x10^{-6})(1x10^{-13})}{(0.015)^2}$$

$$\boxed{F_2 = 16 \text{ x } 10^{-6}}$$

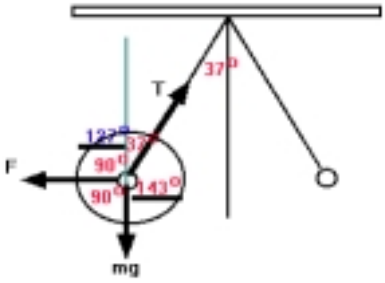
**สุดท้าย** หาแรงลัพธ์

$$F_{ลัพธ์} = F_1 - F_2$$

$= (36\text{x}10^{-6}) - (16\text{x}10^{-6})$

$$\boxed{F_{\text{ลัพธ์}} = 20\text{x}10^{-6} \text{ นิวตัน}}$$

**10. ตอบ ข้อ 3.**




**วิธีทำ** ใช้ ท.บ. ลามี จะได้ว่า $\dfrac{F}{\sin 143^{o}} = \dfrac{mg}{\sin 127^{o}}$

$$F = \frac{\sin 143^{o}}{\sin 127^{o}}\, mg$$

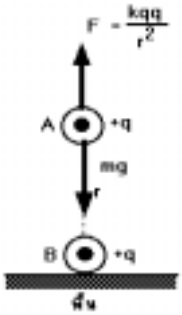
$$F = \frac{3/5}{4/5}\, mg$$

$$\boxed{F = \frac{3}{4}\, mg}$$

นั่นคือ แรงทางไฟฟ้ามีค่าเป็น 3/4 เท่าของแรงโน้มถ่วง

**11. ตอบ ข้อ ค.**

**วิธีทำ** **คิดที่ A ที่เดียว**




จาก แรงขึ้น = แรงลง

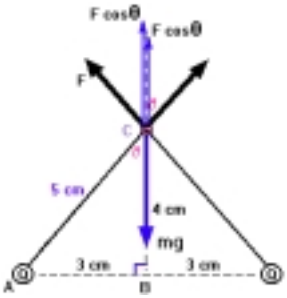
$$\frac{kqq}{r^2} = mg$$

$$q^2 = \frac{mgr^2}{k}$$

$$\boxed{q = \sqrt{\frac{mgr^2}{k}}}$$

**12. ตอบ ข้อ 2.**

**วิธีทำ**




**จาก $\Delta$ ABC จะได้**

$$\cos\theta = \frac{4}{5}$$

$$F = \frac{kQq}{r^2} = \frac{(9\text{x}10^{9})Q(25\text{x}10^{-6})}{(0.05)^2}$$

$$= 9\text{ x}10^{7}\ Q$$

**คิดตามแนวแกน y** จาก แรงขึ้น = แรงลง

$$2(F\cos\theta) = m\,g$$

$$2(9\text{x}10^{7}\ Q)\ \frac{4}{5} = (0.72 \text{ x } 10^{-3})\ 10$$

$$Q = \frac{7.2 \times 10^{-3}}{2 \times 7.2 \times 10^{7}}$$

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

**13. ตอบ ข้อ 4.**

**วิธีทำ** **ตอน 1** ประจุโปรตรอน = ประจุอิเลคตรอน = $1.6 \times 10^{-19}$ คูลอมบ์

จาก $F_{ไฟฟ้า} = \frac{kQ_1Q_2}{R^2}$

$$= \frac{(9\times10^{9})(1.6\times10^{-19})(1.6\ \ 10^{-19})}{R^2}$$

**ตอน 2** จาก $F_{มวล} = \frac{Gm_pm_e}{R^2}$

$$= \frac{(6.6\times10^{-11})(1.67\times10^{-27})(9.1\times10^{-31})}{R^2}$$

**ตอน 3** $$\frac{F_{ไฟฟ้า}}{F_{มวล}} = \frac{\frac{(9\times10^{9})(1.6\times10^{-19})(1.6\times10^{-19})}{R^2}}{\frac{(6.6\times10^{-11})(1.67\times10^{-27})(9.1\times10^{-31})}{R^2}}$$

$$\boxed{= 2.3 \times 10^{39}}$$

**14. ตอบ ข้อ ก. หยุดนิ่ง**

**วิธีทำ** โปรตรอนจะถูกแรงกระทำสองแรง คือ

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

แรงดูดระหว่างมวล $F_G = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$

เมื่อเลื่อนโปรตรอนเข้ามาค่า r จะลดลง แต่ทั้งสองสมการจะเห็นว่า $F \propto \frac{1}{r^2}$ เหมือนกัน ทำให้แรงผลักประจุ F และ แรงดูดระหว่างมวล ($F_G$) จะเพิ่มขึ้นเท่ากัน ทำให้โปรตรอนอยู่ในภาวะสมดุลเช่นเดิม

**15. ตอบ ข้อ ก.**

**วิธีทำ** จาก $F = qE$ และ $F = ma$

จะได้ $ma = qE$

$$E = \frac{ma}{q} = \frac{(1.67\text{x}10^{-27})(2\text{x}10^{2})}{(1.6\text{x}10^{-19})}$$

$$\boxed{\mathbf{E = 2\ x10^{-6}\ N/C}}$$

**16. ตอบ 1.6 x $10^{-8}$ C**

**วิธีทำ** จาก $F = qE$ และ $E = \frac{KQ}{R^2}$

จะได้ $F = q\frac{KQ}{R^2}$

$$Q = \frac{FR^2}{K\,q}$$

$$= \frac{(6\text{x}10^{-10})(1.2^2)}{(9\text{x}10^{9})(6\text{x}10^{-12})}$$

$$\boxed{\mathbf{Q = 1.6\ x\ 10^{-8}\ \text{คูลอมบ์}}}$$

**17. ตอบ ก. 1500 N/C ข. 2.4 x $10^{-16}$ N**

**วิธีทำ** ก. จาก $F = qE$

จะได้ $E = \frac{F}{q}$

$$= \frac{3\text{x}10^{-6}}{2\text{x}10^{-9}}$$

$$\boxed{\mathbf{E = 1500\ N/C}}$$

ข. $F = qE$

$$= (1.6\ \text{x}10^{-19}) \cdot (1500)$$

$$\boxed{\mathbf{F = 2.4\ x10^{-16}\ N}}$$

เนื่องจากแรงที่กระทำต่อโปรตรอนหรือประจุบวกใด ๆ จะมีทิศเดียวกับสนามไฟฟ้าเสมอ ดังนั้นสนามไฟฟ้ามีทิศลง โปรตรอนจึงถูกแรงกระทำในทิศลงด้วย

**18. ตอบ 0.27 N**

**วิธีทำ** จาก $F = qE$

**คิด $\bar{e}$** $4.8\text{x}10^{-14} = (1.6\text{x}10^{-19}) \cdot E$ → ❶

**คิดประจุ** $F = (9.0\text{x}10^{-7}) \cdot E$ → ❷

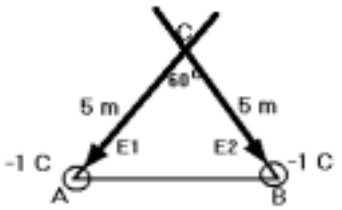
**เอา❷÷❶**

$$\frac{F}{4.8\times10^{-14}} = \frac{(9.0\times10^{-7})E}{(1.6\times10^{-19})E}$$

$$\boxed{F = 0.27 \text{ นิวตัน}}$$

**19. ตอบ ข้อ 1.**

**วิธีทำ** **ตอน 1 หา $E_1$**




$$E_1 = \frac{KQ}{R^2} = \frac{K(1)}{5^2} = \frac{K}{25}$$

**ตอน 2 หา $E_2$**

$$E_2 = \frac{KQ}{R^2} = \frac{K(1)}{5^2} = \frac{K}{25}$$

**ตอน 3 หาสนามไฟฟ้าลัพธ์**

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

$$E = \sqrt{(\frac{K}{25})^2 + (\frac{K}{25})^2 + 2(\frac{K}{25})(\frac{K}{25})\cos 60^o}$$

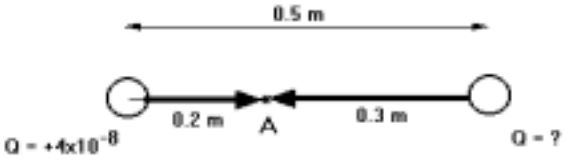
$$E = \sqrt{(\frac{K}{25})^2 + (\frac{K}{25})^2 + 2(\frac{K}{25})(\frac{K}{25})(\frac{1}{2})}$$

$$E = \sqrt{3(\frac{K}{25})^2}$$

$$\boxed{E = \sqrt{3}\ \frac{K}{25}}$$

**20. ตอบ ข้อ ค.**

**วิธีทำ**




**จากรูป สนามไฟฟ้าที่ A เป็น 0**

แสดงว่า $E_1 = E_2$

$$\frac{KQ}{R^2}_1 = \frac{KQ}{R^2}_2$$

$$\frac{(4\times10^{-8})}{(0.2)^2} = \frac{Q}{(0.3)^2}$$

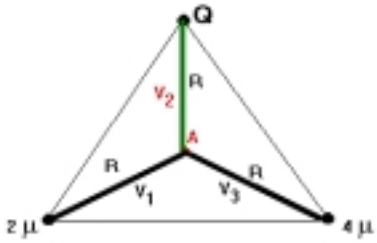
$$Q = \frac{(4x10^{-8})(0.3)^2}{(0.2)^2}$$

$$\boxed{Q = 9 \times 10^{-8}\ C}$$

**21. ตอบ ข้อ ข.**

**วิธีทำ** ตามภาพจะเห็นว่าจุด A อยู่ห่างจากประจุทั้งสามเท่า ๆ กัน

สมมติระยะห่างนั้นเป็น R




จากโจทย์จะได้ว่า $V_1 + V_2 + V_3 = 0$

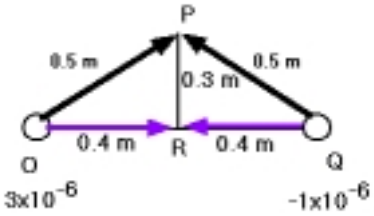
$$\left[\frac{KQ}{R}\right]_1 + \left[\frac{KQ}{R}\right]_2 + \left[\frac{KQ}{R}\right]_3 = 0$$

$$2 + Q + 4 = 0$$

$$\boxed{Q = -6 \text{ ไมโครคูลอมบ์}}$$

**22. ตอบ 9000 โวลต์**

**วิธีทำ**




**ตอน 1** หาศักย์ไฟฟ้ารวมที่จุด R

$$V_R = V_{จากO} + V_{จากQ}$$

$$V_R = \left[\frac{KQ}{R}\right]_O + \left[\frac{KQ}{R}\right]_Q$$

$$V_R = \frac{9x10^9(3x10^{-6})}{0.4} + \frac{9x10^9(-1x10^{-6})}{0.4}$$

$$= (67.5x10^3) + (-22.5x10^3)$$

$$\boxed{V_R = 45000}$$

**ตอน 2** หาศักย์ไฟฟ้ารวมที่จุด P

$$V_P = V_{จากO} + V_{จากQ}$$

$$V_P = \left[\frac{KQ}{R}\right]_O + \left[\frac{KQ}{R}\right]_Q$$

$$V_P = \frac{9x10^9(3x10^{-6})}{0.5} + \frac{9x10^9(-1x10^{-6})}{0.5}$$

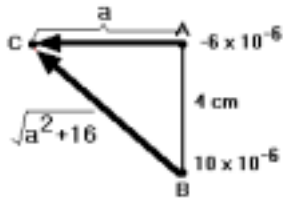
$$= (54x10^3) + (-18x10^3)$$

$$\boxed{V_P = 36000}$$

**<u>ตอน 3</u>** หาความต่างศักย์

$$V_R - V_P = 45000 - 36000 = \mathbf{9000}$$ **โวลต์**

**<u>23. ตอบ ข้อ ก.</u>**




**<u>วิธีทำ</u>** **<u>พิจารณาที่จุด C</u>**

$$V_C = V_{จากA} + V_{จากB}$$

$$0 = \left[\frac{KQ}{R}\right]_A + \left[\frac{KQ}{R}\right]_B$$

$$0 = \frac{-6x10^{-6}}{a} + \frac{10x10^{-6}}{\sqrt{a^2+16}}$$

$$\frac{6x10^{-6}}{a} = \frac{10x10^{-6}}{\sqrt{a^2+16}}$$

$$3\sqrt{a^2+16} = 5a$$

$$9(a^2+16) = 25a^2$$

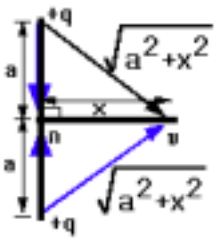
$$9a^2+144 = 25a^2$$

$$144 = 16a^2$$

$$9 = a^2$$

$$\boxed{a = 3 \text{ เซนติเมตร}}$$

**<u>24. ตอบ ข้อ 3.</u>**




**<u>วิธีทำ</u>** หากพลังงานศักย์ที่ ข. เป็นครึ่งหนึ่งของจุด ก.

จะได้ว่า V ที่จุด ข. เป็นครึ่งหนึ่งของที่จุด ก. ด้วย

นั่นคือ $V_{ข} = \frac{V_{ก}}{2}$

$$2V_{ข} = 2V_{ก}$$

$$2(V_{จาก+q} + V_{จาก+q}) = V_{จาก+q} + V_{จาก+q}$$

$$2\ \frac{k(q)}{\sqrt{a^2+x^2}} + \frac{k(q)}{\sqrt{a^2+x^2}} = \frac{k(q)}{a} + \frac{k(q)}{a}$$

$$2\ \frac{1}{\sqrt{a^2+x^2}} + \frac{1}{\sqrt{a^2+x^2}} = \frac{1}{a} + \frac{1}{a}$$

$$2\ \frac{2}{\sqrt{a^2+x^2}} = \frac{2}{a}$$

$$2a = \sqrt{a^2 + x^2}$$

$$a^2 + x^2 = 4\,a^2$$

$$\boxed{x = \sqrt{3}\ a}$$

**25. ตอบ ข้อ 3.**

**วิธีทำ** **ตอน 1** การเอาประจุ +Q ตัวแรกมาวางที่จุด O จะไม่เกิดงาน เพราะตอนแรกไม่มีประจุแม้แต่ตัวเดียวจึงไม่มีศักย์ไฟฟ้า

**ตอน 2** เมื่อจะนำประจุ +Q อีกตัวมาวางที่จุด B จะใช้งาน

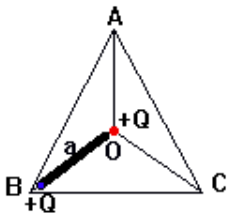
$$V_B = \frac{kQ}{a}$$

และจาก $V_2 - V_1 = \frac{w}{q}$

$$V_B - V_\alpha = \frac{w}{Q}$$

$$\frac{kQ}{a} - 0 = \frac{w}{Q}$$

$$w_1 = \frac{kQ^2}{a}$$




**ตอน 3** เมื่อนำประจุ +Q ตัวที่ 3 มาวางที่จุด C จะหางานได้ดังนี้

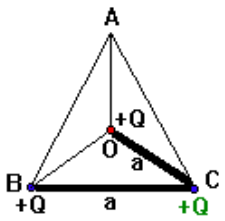
จาก $V_C = V_{\text{จาก}O} + V_{\text{จาก}B}$

$$V_C = \frac{kQ}{a} + \frac{kQ}{a} = \frac{2kQ}{a}$$

และจาก $V_2 - V_1 = \frac{w}{q}$

$$V_C - V_\alpha = \frac{w}{q}$$

$$\frac{2kQ}{a} - 0 = \frac{w}{Q}$$



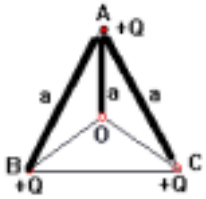
$$w_2 = \frac{2kQ^2}{a}$$

**ตอน 4** งานที่ทำโดยเอา +Q ตัวที่ 4 วางที่จุด A

หาโดย $V_{\text{รวมที่ A}} = V_{\text{จากO}} + V_{\text{จากB}} + V_{\text{จากC}}$

$$V_A = \frac{kQ}{a} + \frac{kQ}{a} + \frac{kQ}{a}$$

$$V_A = \frac{3kQ}{a}$$




และจาก $V_2 - V_1 = \frac{w}{q}$

$$V_A - V_\alpha = \frac{w}{q}$$

$$\frac{3kQ}{a} - 0 = \frac{w}{Q}$$

$$w_3 = \frac{3kQ^2}{a}$$

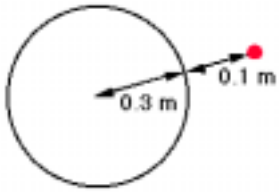
**สุดท้าย** $W_{\text{รวม}} = W_1 + W_2 + W_3$

$$= \frac{kQ^2}{a} + \frac{2kQ^2}{a} + \frac{3kQ^2}{a}$$

$$\boxed{W_{\text{รวม}} = \frac{6kQ^2}{a}}$$

**26. ตอบ ข้อ ก.**

**วิธีทำ** ศักย์ไฟฟ้าสูงสุดจะพบได้ที่ผิวทรงกลมจึงได้ว่า




จาก $V = \frac{KQ}{R}$

$$10^6 = \frac{(9\times10^9)Q}{0.3}$$

$$\boxed{Q = 3.33 \times 10^{-5}}$$

จาก $F = \frac{KQq}{R^2}$

$$= \frac{(9\times10^9)(3.33\times10^{-5})(3\times10^{-5})}{(0.3+0.1)^2}$$

$$\boxed{F = 56.25 \text{ N}}$$

ต้องตอบข้อ ก. 51 นิวตัน เพราะใกล้เคียงที่สุด

**27. ตอบ ข้อ 1.**

**เหตุผล** **ข้อ 1. ถูก**

**ข้อ 2. ผิด** เพราะศักย์ไฟฟ้าภายในจะเท่ากับศักย์ไฟฟ้าที่ผิว

**ข้อ 3. ผิด** จาก $E = \frac{KQ}{R^2}$ จะเห็นว่า $E \alpha \frac{1}{R^2}$

**ข้อ 4. ผิด** จาก $V = \frac{KQ}{R}$ จะเห็นว่า $V \alpha \frac{1}{R}$

**28. ตอบ ข้อ ง.**

**วิธีทำ** จาก $E = \frac{V}{d}$

จะได้ $Ed = V$

**ตอน 1** $E(2\text{ cm}) = V \rightarrow ❶$

**ตอน 2** $E_2(4\text{ cm}) = V \rightarrow ❷$

**เอา❷=❶** $E_2(4\text{ cm}) = E(2\text{ cm})$

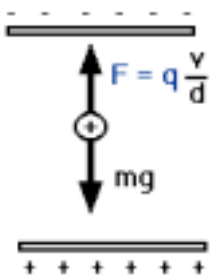
$$\boxed{E_2 = \frac{E}{2}}$$

**29. ตอบ ข้อ 1.**

**วิธีทำ** ในเมื่อไม่คิดน้ำหนักแรงที่กระทำต่ออนุภาคจึงมีเพียงแรงทางไฟฟ้าเท่านั้น ซึ่งหาค่าได้

จากสมการ $\boxed{F = q\frac{V}{d}}$

**30. ตอบ 1000 V**




**วิธีทำ** จากภาพจะได้ว่า

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

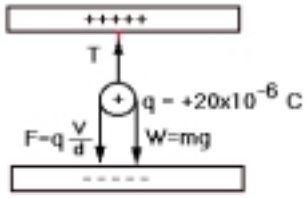
$$V = \frac{mgd}{q}$$

$$= \frac{(1.6\times10^{-15})(10)(0.01)}{(1.6\times10^{-19})}$$

$$\boxed{V = 1000 \text{ โวลต์}}$$

ค่าที่คำนวณได้นี้ คือ ค่าความต่างศักย์ แสดงว่าขั้วไฟฟ้าบนและล่าง จะมีศักย์ไฟฟ้าต่างกัน 1000 โวลต์ และ เนื่องจากแผ่นบนมีศักย์ไฟฟ้าเป็น 0 ดังนั้นแผ่นล่างจะต้องมีศักย์ไฟฟ้าเป็น 1000 โวลต์ แน่นอน

**31. ตอบ $T = 1.2\times10^{-2}$ N , $a = 20$ m/s$^2$**



**วิธีทำ** สนามไฟฟ้ามีทิศดิ่งลงแสดงว่าขั้วบวกอยู่ด้านบน ดังรูป

เนื่องจากสมดุล จะได้ $F_{ขึ้น} = F_{ลง}$

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

$$T = (\frac{0.6}{1000})10 + (20x10^{-6})(\frac{30}{0.1})$$

$$\boxed{T = 1.2 \times 10^{-2} \text{ นิวตัน}}$$

และถ้าตัดเชือกออก แรงกระทำจะเหลือ $= mg + g\frac{V}{d}$

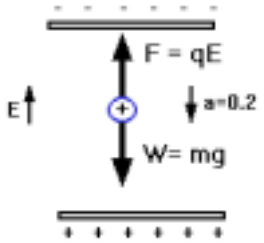
จาก $F_{ลัพธ์} = ma$

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

$$(1.2x10^{-2}) = (\frac{0.6}{1000})a$$

$$\boxed{a = 20 \text{ m/s}^2}$$

**32. ตอบ ข้อ ข.**




**วิธีทำ** ปกติวัตถุที่ตกลงมาอย่างเสรี จะมีความเร่ง (a) $= 10 \text{ m/s}^2$

แต่ข้อนี้วัตถุตกลงมาด้วยความเร่ง (a) $= 20\frac{cm}{s^2} = 0.2\frac{m}{s^2}$

ช้ากว่าปกติ แสดงว่าแรงทางไฟฟ้ามีทิศด้านขึ้น ดังรูป

จากรูปด้านล่างเป็นขั้วบวก สนามไฟฟ้า จึงมีทิศขึ้น

จาก $F_{ลัพธ์} = ma$

$$mg - qE = ma$$

$$mg - ma = qE$$

$$m(g - a) = qE$$

$$\frac{m(g - a)}{q} = E$$

$$E = \frac{(2.0 \times 10^{-5})(9.8 - 0.2)}{2 \times 10^{-6}}$$

$$\boxed{E = 96 \frac{N}{C}}$$

**33. ตอบ ข้อ ง.**

**วิธีทำ** พลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นจริง ๆ แล้วเปลี่ยนสภาพจากพลังงานไฟฟ้า ดังนั้นจึงได้ว่า

พลังงานความร้อน = พลังงานในตัวเก็บประจุ

$$\Delta Q = u$$

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

$$\Delta Q = \frac{(2)^2}{2(2000 \times 10^{-6})}$$

$$\boxed{\Delta Q = 1000 \text{ จูล}}$$

**34. ตอบ ข้อ 4.**

**วิธีทำ** พลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นจริง ๆ แล้วเปลี่ยนสภาพมาจาก พลังงานไฟฟ้า

ดังนั้นจึงได้ว่า พลังงานความร้อน = พลังงานในตัวเก็บประจุ

$$\Delta Q = u$$

$$\boxed{\Delta Q = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C}}$$

**35. ตอบ ข้อ 1.**

**วิธีทำ** จาก $u = \frac{1}{2} cv^2$

จะเห็นว่า เมื่อ C คงที่ $U \alpha V^2$

สมการนี้เป็นสมการกำลัง 2 ซึ่งเป็นสมการพาราโบลา

**36. ตอบ 1.44 ไมโครจูล**

**วิธีทำ** **พิจารณาเฉพาะสายบน หลังจากสับสวิตซ์ S**

$$\frac{1}{C_{\text{รวม}}} = \frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \frac{5}{6}$$

$$\boxed{C_{\text{รวม}} = \frac{6}{5}\mu F}$$

และจาก $Q_{\text{รวม}} = C_{\text{รวม}} V_{\text{รวม}} = (\frac{6}{5}\mu)(2) = \frac{12}{5}\mu C$

**เนื่องจากเป็นการต่อแบบอนุกรม**

ดังนั้น $Q_2 = Q_{\text{รวม}} = \frac{12}{5}\mu C$

**สุดท้ายหาพลังงานที่เก็บไว้ ณ $C_2$ โดย**

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

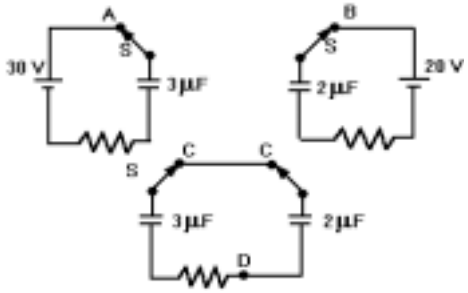
$$= \frac{1}{2}\frac{(2.4 \times 10^{-6})^2}{2 \times 10^{-6}}$$

$$= 1.44 \times 10^{-6}\ J$$

$$\boxed{U = 1.44\ \mu J}$$

**37. ตอบ 26 โวลต์**

**วิธีทำ**




**ตอนแรก** เมื่อสับสวิตซ์ของตัวเก็บประจุไปที่ A และ B ดังรูป จะเป็นการชาร์ทประจุจากแบตเตอรี่เข้าไปเก็บในตัวเก็บประจุ

**หาประจุที่ตัวเก็บประจุแต่ละตัวเก็บไว้**

จาก $Q = CV$

บนตัว 3 μF ; $Q_1 = (3\times10^{-6})(30) = 90\times10^{-6}$ คูลอมบ์

บนตัว 2 μF ; $Q_2 = (2\times10^{-6})(20) = 40\times10^{-6}$ คูลอมบ์

$Q_{รวม} = (90\times10^{-6}) + (40\times10^{-6})$ **$= 130\times10^{-6}$ คูลอมบ์**

**ตอนหลัง** เมื่อสับสวิตซ์ไปที่จุด C ทำให้ประจุของตัวเก็บประจุทั้งสองถ่ายเทหมุนเวียนแก่กันและกัน และ ตามกฎการต่อแบบขนาน จะได้ว่า

$$Q_1 + Q_2 = Q_{รวม}$$

$$C_1V + C_2V = Q_{รวม}$$

$$V(C_1 + C_2) = Q_{รวม}$$

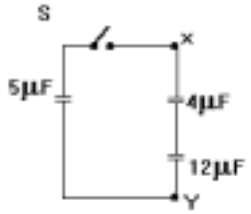
$$V = \frac{Q_{รวม}}{C_1 + C_2}$$

$$= \frac{130\times10^{-6}}{(3+2)\times10^{-6}}$$

$$\boxed{V = 26 \text{ โวลต์}}$$

**38. ตอบ ข้อ 4.**

**วิธีทำ** **ตอนแรก** หา $C_{xy}$ โดย

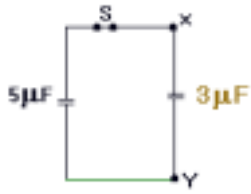



$C_{รวม 3\mu \& 1\mu} = 3+1 = 4\ \mu F$

**ต่อไปพิจารณา XY ทั้งหมด**

$$\frac{1}{C_{xy}} = \frac{1}{12} + \frac{1}{4} = \frac{1}{3}$$

$$C_{xy} = 3\ \mu F$$




**สุดท้าย** $C_{รวมทั้งหมด} = 5 + 3 = 8\ \mu F$

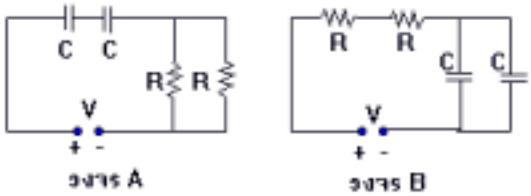
**ตอน 2** จาก $V_{รวม} = \frac{Q_{รวม}}{C_{รวม}} = \frac{40\mu}{8\mu} = 5$ **โวลต์**

เนื่องจากเป็นการต่อแบบขนาน ดังนั้น $V_1 = V_{รวม} = 5$ โวลต์

นั่นคือ ศักย์ไฟฟ้าที่คร่อม $C_1$ มีค่า 5 โวลต์

**39. ตอบ ข้อ 1.**

**วิธีทำ**




เมื่อต่อวงจรดังรูป เมื่อประจุไฟฟ้าเต็มตัวเก็บประจุแล้วจะไม่มีการเคลื่อนที่ของประจุตัว R ที่ต่อไว้ไม่มีผลต่อวงจรอย่างไร ทางขวามือตัวเก็บประจุต่ออนุกรมได้ตัวเก็บประจุมีค่าความจุรวม หาได้จาก

$$\frac{1}{C_A} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C} = \frac{2}{C}$$

$$C_A = \frac{C}{2}$$

ทางซ้ายมือตัวเก็บประจุต่อแบบขนานได้ ตัวเก็บประจุมีค่าความจะรวม

$$C_B = C + C = 2C$$

**จากพลังงานในตัวเก็บประจุ**

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

$$\frac{u_A}{u_B} = \frac{\frac{1}{2}C_A V^2}{\frac{1}{2}C_B V^2}$$

$$= \frac{(\frac{c}{2})}{2c}$$

$$\frac{u_A}{u_B} = \frac{1}{4}$$

$$\boxed{u_A = \frac{1}{4} u_B}$$

| | |
|---|---|
| หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ | |
| ฟิสิกส์ 1(ภาคกลศาสตร์( | ฟิสิกส์ 1 (ความร้อน) |
| ฟิสิกส์ 2 | กลศาสตร์เวกเตอร์ |
| โลหะวิทยาฟิสิกส์ | เอกสารคำสอนฟิสิกส์ 1 |
| ฟิสิกส์ 2 (บรรยาย( | แก้ปัญหาฟิสิกส์ด้วยภาษา C |
| ฟิสิกส์พิศวง | สอนฟิสิกส์ผ่านทางอินเตอร์เน็ต |
| ทดสอบออนไลน์ | วีดีโอการเรียนการสอน |
| 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( | คดีปริศนา |
| ข้อสอบเอนทรานซ์ | เฉลยกลศาสตร์เวกเตอร์ |
| คำศัพท์ประจำสัปดาห์ | |
| ความรู้รอบตัว | |
| การประดิษฐ์แของโลก | ผู้ได้รับโนเบลสาขาฟิสิกส์ |
| นักวิทยาศาสตร์เทศ | นักวิทยาศาสตร์ไทย |
| ดาราศาสตร์พิศวง | การทำงานของอุปกรณ์ทางฟิสิกส์ |
| การทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ | |

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

ฟิสิกส์ราชมงคล