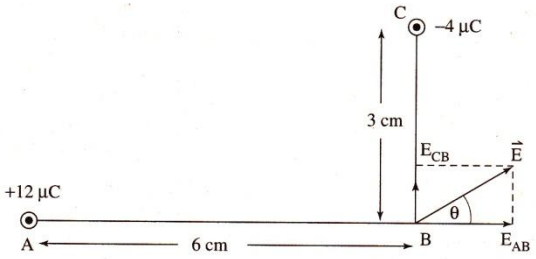
เฉลยแบบฝึกหัด
เรื่อง สนามไฟฟ้า

คำสั่ง : ให้นักเรียนตอบคำถาม และแสดงวิธีทำ ต่อไปนี้

1. ที่ตำแหน่ง A และ C มีจุดประจุ +12 และ -4 ไมโครคูลอมบ์ ตามลำดับ ถ้าระยะ AB = 6 เซนติเมตร และ BC = 3 เซนติเมตร ดังรูป จงหาขนาดและทิศทางของสนามไฟฟ้าที่จุด B



จากสูตร $E = \frac{KQ}{r^2}$

หาสนามไฟฟ้าจากจุดประจุที่ A ส่งมาถึง B $= E_{AB} = \frac{KQ_A}{r^2}$

$$E_{AB} = \frac{(9\times10^{9})(12\times10^{-6})}{(6\times10^{-2})^2}$$

∴ สนามไฟฟ้าจากจุดประจุที่ A ส่งมาถึง B $= 3\times10^{7}$ N/C มีทิศทางออกจาก A

หาสนามไฟฟ้าจากจุดประจุที่ C ส่งมาถึง B $= E_{CB} = \frac{KQ_C}{r^2}$

$$E_{CB} = \frac{(9\times10^{9})(4\times10^{-6})}{(3\times10^{-2})^2}$$

∴ สนามไฟฟ้าจากจุดประจุที่ C ส่งมาถึง B $= 4\times10^{7}$ N/C มีทิศพุ่งเข้าหา C

หาขนาดสนามไฟฟ้าลัพธ์ที่จุด B จาก $|E| = \sqrt{(E_{AB})^2 + (E_{CB})^2}$

$$|E| = \sqrt{(3\times10^{7})^2 + (4\times10^{7})^2}$$

$$= 5\times10^{7} \text{ N/C}$$

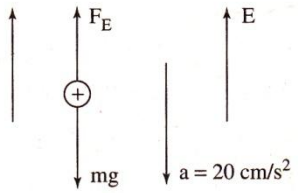
หาทิศทางของสนามไฟฟ้าที่จุด B จาก $\tan\theta = \frac{E_{CB}}{E_{AB}} = \frac{4\times10^{7}}{3\times10^{7}}$

$$\tan\theta = \frac{4}{3} = 1.33$$

$$\theta = 53^\circ$$

∴ ที่จุด B มีขนาดสนามไฟฟ้า 5×10^{7} นิวตันต่อคูลอมบ์ มีทิศทำมุม 53 องศากับแนวราบ (AB)

2. อนุภาคหนึ่งมีมวล 20 มิลลิเมตร และมีประจุ +2 ไมโครคูลอมบ์ เมื่อนำไปวางไว้ในสนามไฟฟ้าที่มีทิศตามแนวดิ่ง ปรากฏว่าอนุภาคเคลื่อนที่ลงด้วยความเร่ง 20 เซนติเมตรต่อวินาที^{2} จงหาขนาดและทิศทางของสนามไฟฟ้า



เนื่องจากอนุภาคเคลื่อนที่ลงด้วยความเร่ง (a) น้อยกว่าความเร่งจากแรงดึงดูดของโลก ($g = 10\ m/s^2$) แสดงว่าต้องมีแรงทางไฟฟ้าต้านการเคลื่อนที่

จาก $\Sigma F = ma$

$mg - F_E = ma$; $(F_E = qE)$

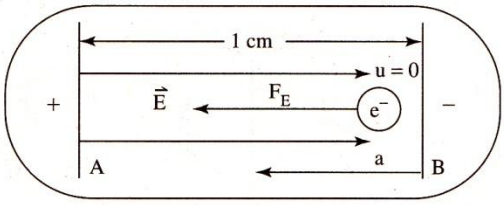
$mg - qE = ma$

$(20\times10^{-3}\times10^{-3}\times10) - (2\times10^{-6}E) = 20\times10^{-6}\times20\times10^{-2}$

$E = 98\ N/C$

$\therefore$ สนามไฟฟ้ามีขนาด 98 นิวตันต่อคูลอมบ์ มีทิศพุ่งขึ้นในแนวดิ่ง

3. ในหลอดสุญญากาศมีแผ่นขั้วไฟฟ้าที่ปลายทั้งสองห่างกัน 1 เซนติเมตร และต่อกับไฟฟ้าแรงสูง 300 โวลต์ มีประจุไฟฟ้าบวกและลบที่แผ่นทั้งสอง ทำให้เกิดสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอขึ้นภายในหลอด ดังรูป ถ้าอิเล็กตรอนเริ่มหลุดจากแผ่น B นานเท่าใดอิเล็กตรอนจะถึงแผ่น A



หาความเร่งของอิเล็กตรอนจาก $\Sigma F = ma$

$$F_E = ma$$

$$qE = ma$$

$$a = \frac{qE}{m}$$

หาเวลาการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนจากแผ่น B ไป A จากสูตร

$$s = ut + \frac{1}{2}at^2$$

$$d = 0 + \frac{1}{2}\frac{qE}{m}t^2 \; ; (u = 0 \text{ และ } s = d)$$

$$t = \sqrt{\frac{2md}{qE}}$$

แต่ $E = \frac{V}{d}$

$$\therefore t = \sqrt{\frac{2md^2}{qV}}$$

แทนค่า มวลอิเล็กตรอน $= 9.1\times10^{-31}$ kg, ประจุอิเล็กตรอน $= 1.6\times10^{-19}$ C, ความต่างศักย์ $=$ 300 V, ระยะห่าง (d) $= 1\times10^{-2}$ m

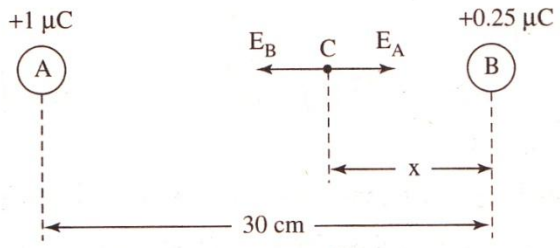
$$t = \sqrt{\frac{2 \times 9.1 \times 10^{-31}(10^{-2})^2}{1.6 \times 10^{-19} \times 300}}\,\text{s}$$

$$= \sqrt{3.79 \times 10^{-18}} = 1.95\times10^{-9}\,\text{s}$$

$$= 1.95 \text{ นาโนวินาที}$$

4. จุด A และ B อยู่ห่างกัน 0.3 เมตร ที่จุด A มีประจุ +1 ไมโครคูลอมบ์ จงหาตำแหน่งที่มีความเข้มสนามไฟฟ้าเป็นศูนย์ เมื่อ
   ก. จุด B มีประจุ +0.25 ไมโครคูลอมบ์
   ข. จุด B มีประจุ -0.25 ไมโครคูลอมบ์

ก. จุด B มีประจุ $+0.25\ \mu C$



ให้จุด C เป็นจุดที่มีสนามไฟฟ้าเป็นศูนย์ และห่างจาก B เป็นระยะทาง x cm

$\therefore$ ที่จุด C $\quad E_A = E_B$

$$\frac{K(Q_A)}{(30-x)^2} = \frac{KQ_B}{x^2}$$

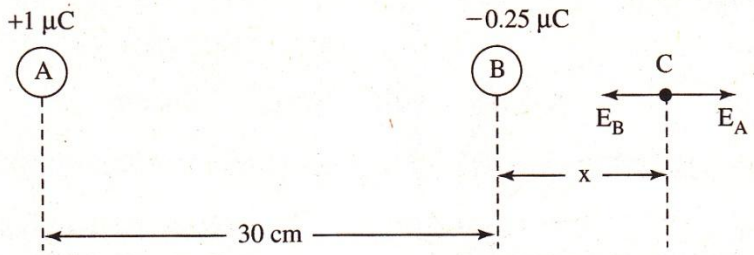
$$\frac{K(1\times10^{-6})}{(30-x)^2} = \frac{K(0.25\times10^{-6})}{x^2}$$

$$\frac{1}{(30-x)^2} = \frac{1}{4x^2}$$

$$x = 10\ \text{cm}$$

$\therefore$ จุดที่มีสนามไฟฟ้าเป็น 0 อยู่ระหว่าง A และ B โดยห่างจาก B 10 เซนติเมตร

ข. จุด B มีประจุ $-0.25\ \mu C$



ให้จุด C เป็นจุดที่มีสนามไฟฟ้าเป็นศูนย์ และห่างจาก B เป็นระยะ x cm

∴ ที่จุด C $E_A = E_B$

$$\frac{KQ_A}{(30 + x)^2} = \frac{KQ_B}{x^2}$$

$$\frac{K(1 \times 10^{-6})}{(30 + x)^2} = \frac{K(0.25 \times 10^{-6})}{x^2}$$

$$\frac{1}{(30 + x)^2} = \frac{1}{4x^2}$$

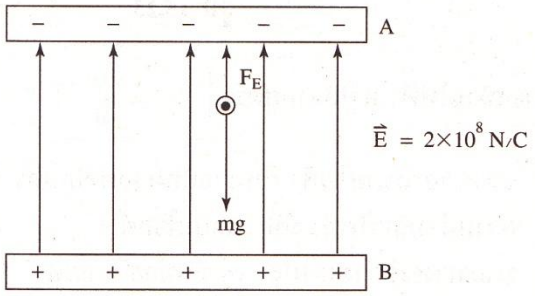
$$x = 30 \text{ cm}$$

∴ จุดที่มีสนามไฟฟ้าเป็น 0 อยู่ห่างจาก B ไปทางขวาเป็นระยะ 30 เซนติเมตร

5. หยดน้ำมันหยดหนึ่งมีมวล 12.8 ไมโครกรัม สามารถลอยอยู่ได้ในสนามไฟฟ้าระหว่างแผ่นโลหะขนาด AB ดังรูป ถ้าความเข้มของสนามไฟฟ้าระหว่างแผ่นโลหะขนาดเท่ากับ 2×10^8 นิวตันต่อคูลอมบ์ จงหา

ก. หยดน้ำมันเป็นประจุไฟฟ้าชนิดใด และมีขนาดเท่าใด

ข. หยดน้ำมันมีอิเล็กตรอนขาดหรือเกินกี่ตัว



ก. ดังนั้นทิศของแรงกับทิศของสนามไฟฟ้าอยู่ในทิศเดียวกัน หยดน้ำมันจึงเป็นประจุไฟฟ้าบวก

$\Sigma\vec{F}_y = 0$; $F_E = mg$

$qE = mg$

มวลของหยดน้ำมัน (m) $= 12.8\ \mu g = 12.8\times10^{-9}$ kg, สนามไฟฟ้า (E) $= 2\times10^8$ N/C

$$\therefore \text{ประจุไฟฟ้า (q)} = \frac{(12.8\times10^{-9})10}{2\times10^8}$$

$$= 6.4\times10^{-16}\ \text{C}$$

$\therefore$ หยดน้ำมันเป็นประจุไฟฟ้าบวกมีขนาด $= 6.4\times10^{-16}$ คูลอมบ์

ข. เนื่องจากหยดน้ำมันมีประจุไฟฟ้าบวก แสดงว่าหยดน้ำมันขาดอิเล็กตรอน หาจำนวนอิเล็กตรอนที่ขาดจาก $n = \frac{q}{e}$

ประจุของหยดน้ำมัน (q) $= 6.4\times10^{-16}$ C, ประจุของอิเล็กตรอน 1 ตัว (e) $= 1.6\times10^{-19}$ C

$$\therefore \text{จำนวนอิเล็กตรอน (n)} = \frac{6.4\times10^{-16}}{1.6\times10^{-19}} = 4\times10^3 \text{ ตัว}$$

$\therefore$ หยดน้ำมันขาดอิเล็กตรอน $=$ 4,000 ตัว