

JUE

57

BRIGHT KIDS

Academic of science

Tel: 074-346941, 083-0701967

Pre Flight Midterm

Physics 2

CH1 $\vec{E}$
CH2 $\vec{B}$
CH3 induced
CH4 DC, AC

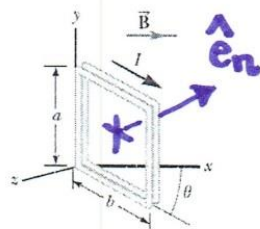
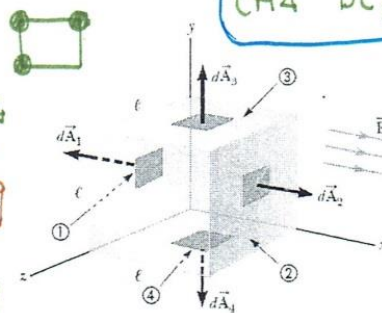
1) สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า พลังงานศักย์ของระบบจุดประจุ

2) สนามไฟฟ้า และ ศักย์ไฟฟ้าจาก ประจุแบบเส้น

3) การหาฟลักซ์ของสนามไฟฟ้า

4) การใช้กฎของเกาส์หาสนามไฟฟ้า

5) การวิเคราะห์ค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุแบบอากาศ และมีสารไดอิเล็กตริก $\epsilon_0, \epsilon = k\epsilon_0$



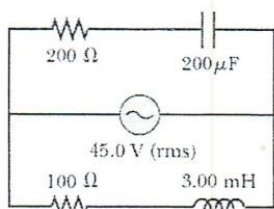
6) การหาค่าแรงแม่เหล็ก โมเมนต์แม่เหล็ก ทอร์ก

7) การหาสนามแม่เหล็กจากบิโอด-ซาวาร์

8) การใช้กฎของแอมแปร์หาสนามแม่เหล็ก

9) การหาฟลักซ์แม่เหล็ก และ แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

10) การหาค่าความเหนี่ยวนำตัวเอง และ ค่าความเหนี่ยวนำร่วม



11) การหากระแสไฟฟ้าโดยเคอร์เซอร์ฟ และการหา V_{AB}

12) การวิเคราะห์ผลของ C และ L ในวงจรกระแสตรง

13) การออสซิลเลตทางไฟฟ้า

14) การวิเคราะห์วงจร RC

15) การวิเคราะห์วงจร AC (ทำก่อนเป็นข้อแรก)

Wishing good Luck



57 ✓

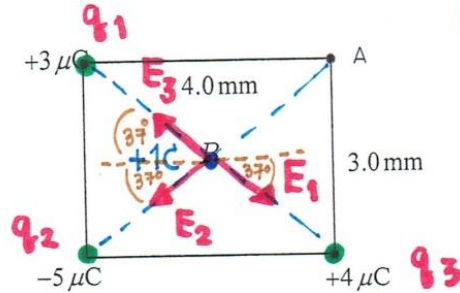
ไม่แทน Energy

- 1) E_A
- 2) V_A, V_B
- 3) W_{AB}



1) ประจุ $+4\mu C$, $-5\mu C$ และ $+3\mu C$ วางอยู่ที่มุมทั้งสามของสี่เหลี่ยมมุมฉากของ $3.0 \times 4.0 \text{ mm}^2$ จงหา

- (ก) สนามไฟฟ้าที่จุด B (กึ่งกลางสี่เหลี่ยม)
- (ข) ศักย์ไฟฟ้าที่ A
- (ค) พลังงานศักย์ไฟฟ้าของระบบ
- (ง) งานในการพาประจุ $-2\mu C$ จากตำแหน่งอนันต์ไปยังจุด B



ให้ $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}$

$$(ก) \vec{E}_B = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 = \frac{kq_1}{r_1^2} [\cos 37^\circ \hat{e}_x - \sin 37^\circ \hat{e}_y] + \frac{kq_2}{r_2^2} [\cos 37^\circ (-\hat{e}_x) - \sin 37^\circ \hat{e}_y] + \frac{kq_3}{r_3^2} [\cos 37^\circ (-\hat{e}_x) + \sin 37^\circ \hat{e}_y]$$

$$= \frac{9 \times 10^9 \times 10^{-6}}{(4 \times 10^{-3})^2} \left[\frac{3}{2.5^2} \left(\frac{4}{5} \hat{e}_x - \frac{3}{5} \hat{e}_y \right) + \frac{5}{2.5^2} \left(-\frac{4}{5} \hat{e}_x - \frac{3}{5} \hat{e}_y \right) + \frac{4}{2.5^2} \left(-\frac{4}{5} \hat{e}_x + \frac{3}{5} \hat{e}_y \right) \right]$$

$$= \frac{9 \times 10^9}{2.5^2 \times 5} \left[3(4\hat{e}_x - 3\hat{e}_y) + 5(-4\hat{e}_x - 3\hat{e}_y) + 4(-4\hat{e}_x + 3\hat{e}_y) \right]$$

$$= 3.46 \times 10^9 (-2\hat{e}_x - \hat{e}_y) \text{ N/C} \#$$

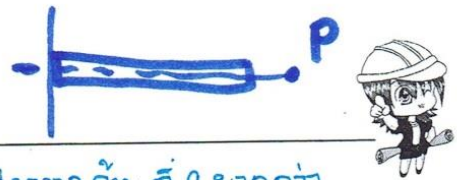
$$(ข) V_A = \frac{kq_1}{r_1} + \frac{kq_2}{r_2} + \frac{kq_3}{r_3} = \frac{9 \times 10^9 \times 10^{-6}}{10^{-3}} \left[\frac{3}{4} + \frac{(-5)}{5} + \frac{4}{3} \right] = 9.75 \times 10^6 \text{ V} \#$$

$$(ค) E_p = \frac{kq_1q_2}{r_{12}} + \frac{kq_2q_3}{r_{23}} + \frac{kq_1q_3}{r_{13}} = \frac{9 \times 10^9 \times 10^{-6} \times 10^{-6}}{10^{-3}} \left[\frac{3(-5)}{3} + \frac{(-5)(4)}{4} + \frac{3(4)}{5} \right]$$

$$= -68.4 \text{ J} \#$$

$$(ง) W_{\infty B} = qV_B = q \left[\frac{kq_1}{r_1} + \frac{kq_2}{r_2} + \frac{kq_3}{r_3} \right]_B = q \times \frac{9 \times 10^9 \times 10^{-6}}{10^{-3}} \left[\frac{3}{2.5} + \frac{(-5)}{2.5} + \frac{4}{2.5} \right]$$

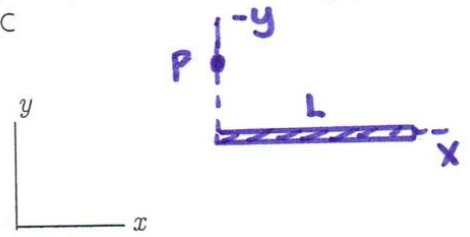
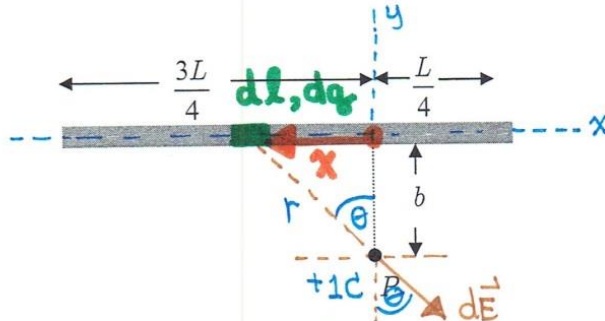
$$= \frac{-2 \times 10^{-6} \times 9 \times 10^6 (2)}{2.5} = -14.4 \text{ J} \# \text{ (เสียงาน)}$$



แบ่งด้านมาก เพาะทิศมาจากด้าน ที่ ๆ มากกว่า

- 2) จงหาสนามไฟฟ้าที่จุด P จากเส้นประจุ มีประจุ Q กระจายสม่ำเสมอ โดยจุด P อยู่ห่างจากเส้นประจุ สูงเป็นระยะ b ดังรูป กำหนดให้ $L = 8 \text{ cm}$ $b = 3 \text{ cm}$ และ $Q = +80 \text{ nC}$

57



ให้ $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}$

$r^2 = x^2 + b^2$

step1 $dq = \lambda dl = \lambda dx$

step2 $dE = \frac{k dq}{r^2} = \frac{k \lambda dx}{r^2}$
 $= \frac{k \lambda dx}{x^2 + b^2}$

r ไม่คงที่ เปลี่ยน element r เปลี่ยน

พยายามเปลี่ยน

เป็นรูป ตัวแปร x or y or theta

step3 $\vec{E} = E_x(+\hat{e}_x) + E_y(-\hat{e}_y)$

กำหนดเดียวกัน

$E_x = \int dE_x = \int dE \sin\theta$

$E_y = \int dE_y = \int dE \cos\theta$

$= \int \frac{k \lambda dx \sin\theta}{x^2 + b^2}$

$= k \lambda \int \frac{\sin\theta}{x^2 + b^2} dx$

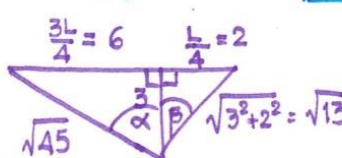
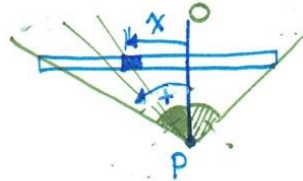
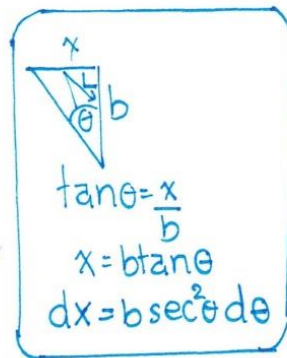
$= k \lambda \int \frac{\sin\theta (b \sec^2\theta) d\theta}{b^2 (\tan^2\theta + 1)}$

$= \frac{k \lambda}{b} \int \sin\theta d\theta$

$= \frac{k \lambda}{b} [-\cos\theta]_{-\beta}^{\alpha}$

$= -\frac{k \lambda}{b} [\cos\alpha - \cos(-\beta)]$

$E_x = -\frac{k Q}{b L} [\cos\alpha - \cos\beta]$



$= \frac{k \lambda}{b} \int_{-\beta}^{\alpha} \cos\theta d\theta$

$= \frac{k \lambda}{b} \sin\theta \Big|_{-\beta}^{\alpha}$

$= \frac{k \lambda}{b} [\sin\alpha - \sin(-\beta)]$

$E_y = \frac{k Q}{b L} [\sin\alpha + \sin\beta] \frac{N}{C}$

$= \frac{9 \times 10^9 \times 80 \times 10^{-9}}{0.03 \times 0.08} \left[\frac{6}{\sqrt{45}} + \frac{2}{\sqrt{13}} \right]$

$\cos(-\theta) = \cos\theta$
 $\sin(-\theta) = -\sin\theta$

$= 4.35 \times 10^5 \frac{N}{C}$

$\vec{E} = 1.15 \times 10^5 \hat{e}_x + 4.35 \times 10^5 (-\hat{e}_y) \frac{N}{C}$

ตระหนักถึงคุณค่า คำนึงการศึกษาสู่สังคม
 $= -\frac{9 \times 10^9}{0.03} \times \frac{80 \times 10^{-9}}{0.08} \left[\frac{3}{\sqrt{45}} - \frac{3}{\sqrt{13}} \right] = +1.15 \times 10^5 \frac{N}{C}$



57

เหมือน
ในหนังสือ

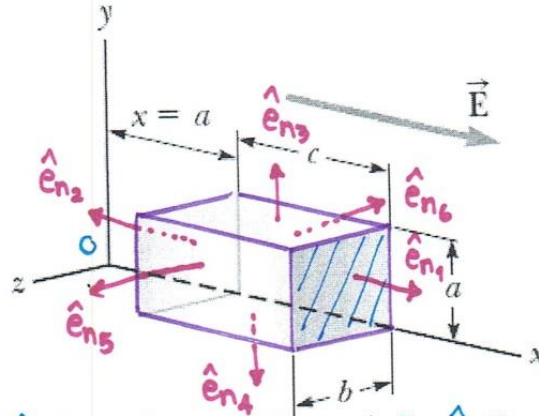


3) ผีวปิด (ดังรูป) วางอยู่ในสนามไฟฟ้า $\vec{E} = (1-3x)\hat{e}_x + z\hat{e}_z$ N/C โดย y, z มีหน่วยเป็นเมตร และ

กำหนด $a = b = 40$ cm และ $c = 60$ cm จงหา

(ก) ฟลักซ์ที่ผ่านผิวแต่ละหน้าของกล่องนี้

(ข) ประจุสุทธิในกล่องนี้



$$\phi_E = \vec{E} \cdot \hat{e}_n S = [(1-3x)\hat{e}_x + z\hat{e}_z] \cdot \hat{e}_n S$$

$$(ก) \phi_1 = [(1-3x)\hat{e}_x + z\hat{e}_z] \cdot \hat{e}_x (ab) = (1-3 \cdot 1)(0.4 \times 0.4) = -0.32 \text{ Nm}^2/\text{C} \#$$

$$\phi_2 = [(1-3 \cdot 0.4)\hat{e}_x + z\hat{e}_z] \cdot (-\hat{e}_x) ab = (-0.2)(-0.4 \times 0.4) = 0.032 \text{ Nm}^2/\text{C} \#$$

$$\phi_3 = 0 \text{ Nm}^2/\text{C} \# \quad \phi_4 = 0 \text{ Nm}^2/\text{C} \#$$

$$\phi_5 = [(1-3x)\hat{e}_x + z\hat{e}_z] \cdot \hat{e}_z (ac) = bac = 0.4(0.4 \times 0.6) = 0.096 \text{ Nm}^2/\text{C} \#$$

$$\phi_6 = [(1-3x)\hat{e}_x + z\hat{e}_z] \cdot (-\hat{e}_z) (ac) = 0 \text{ Nm}^2/\text{C} \#$$

$$(ข) \oint_S \vec{E} \cdot \hat{e}_n ds = \frac{\sum q_i}{\epsilon_0}$$

$$\phi_1 + \phi_2 + \dots + \phi_6 = \frac{\sum q_i}{\epsilon_0}$$

$$-0.192 \epsilon_0 = \sum q_i$$

$$\sum q_i = -0.192 \times 8.85 \times 10^{-12}$$

$$= -1.7 \times 10^{-12} \text{ C} \#$$



57

←
นี่:
ไม่
ถาม
E(1,-2,2)



- 4) ณ บริเวณที่มีศักย์ไฟฟ้าเป็น $V = A(3x^2 + 2xy + y^2z)$ จงหาสนามไฟฟ้าที่จุด $(1, -2, 2)$ เมตร

ค่าคงที่

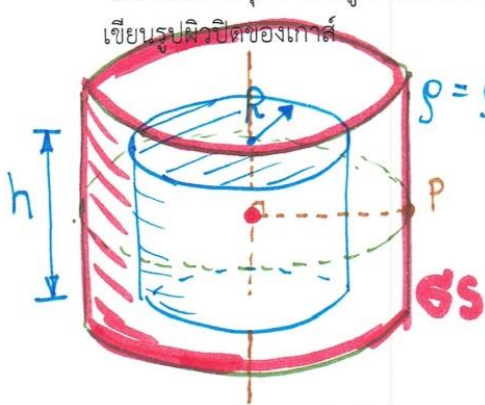
$$\vec{E} = -\vec{\nabla}V = -\left[\frac{\partial V}{\partial x}\hat{e}_x + \frac{\partial V}{\partial y}\hat{e}_y + \frac{\partial V}{\partial z}\hat{e}_z\right]$$

$$= -A[(6x+2y)\hat{e}_x + (2x+2yz)\hat{e}_y + y^2\hat{e}_z]$$

$$\therefore \vec{E}(1, -2, 2) = -A[2\hat{e}_x - 6\hat{e}_y + 4\hat{e}_z] \quad \frac{N}{C} \quad \#$$

x y z

- 5) ทรงกระบอกฉนวนรัศมี R มีความหนาแน่นประจุ $\rho = \rho_0(a - \frac{r}{b})$ C/m³ โดย ρ_0 และ a, b เป็นค่าคงที่
สนามไฟฟ้าที่จุด P ซึ่งอยู่ภายนอกทรงกระบอกและห่างตั้งฉากกับเส้นกลาง โดยใช้กฎของเกาส์ พร้อมทั้งเขียนรูปผิวปิดของเกาส์



$$\rho = \rho_0(a - \frac{r}{b}) \quad \frac{C}{m^3}$$

$$\oint_S \vec{E} \cdot \hat{n} ds = \frac{\sum q_i}{\epsilon_0}$$

$$E_p (\oint ds) = \frac{\sum q_i}{\epsilon_0}$$

$$E_p (2\pi r h) = \frac{2\pi h \rho_0 \left[\frac{aR^2}{2} - \frac{R^3}{3b} \right]}{\epsilon_0}$$

$$E_p = \frac{\rho_0}{\epsilon_0 r} \left[\frac{aR^2}{2} - \frac{R^3}{3b} \right] \quad \#$$

$r > R$

ภายใน $\int_0^r$
ภายนอก $\int_0^R$

$$dq = \rho dV$$

$$\sum q_i = \int \rho dV$$

$$= \int \rho_0(a - \frac{r}{b}) (2\pi r h) dr$$

$$= \rho_0 (2\pi h) \int_0^R (ar - \frac{r^2}{b}) dr$$

ข้างที่มี q

$$= 2\pi h \rho_0 \left[\frac{ar^2}{2} - \frac{r^3}{3b} \right]_0^R$$

$$= 2\pi h \rho_0 \left[\frac{aR^2}{2} - \frac{R^3}{3b} \right]$$

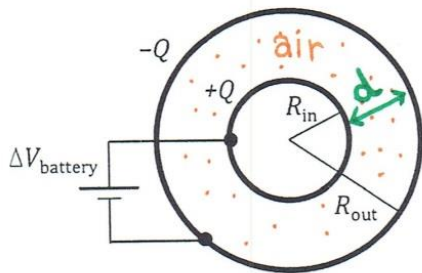


6) ตัวเก็บประจุแบบทรงกระบอก (Cylindrical capacitor) ซ้อนกันรัศมีภายในและภายนอกเป็น 20 mm และ 35 mm ตามลำดับ และยาว 10 cm โดยมีช่องว่างเป็นอากาศ นำไปต่อกับความต่างศักย์ไฟฟ้า 500 V เป็นเวลานาน แล้วถอด แบตเตอรี่ออก จงหา

bb นัท
จอนได้
c 1 ไม่เต็ม

ก. ความจุไฟฟ้า ประจุอิสระ สนามไฟฟ้า และพลังงานสะสม

ข. ถ้าเติมแผ่นฉนวนที่มี $\kappa = 3.5$ และมีความหนาเท่ากับระยะระหว่างช่องลงไป จงหาความจุไฟฟ้า ประจุเหนี่ยวนำ สนามไฟฟ้าเหนี่ยวนำ พลังงานสะสม ความหนาแน่นพลังงาน และตัวเก็บประจุนี้จะรับประจุเพิ่มได้อีกเท่าใด $\hookrightarrow E_i$



Top-View

$r = 20 \text{ mm}$

$R = 35 \text{ mm}$

$L = 10 \text{ cm}$

$V_0 = 500 \text{ V}$

ใส่สาร Dielectric
 $V = \frac{V_0}{K}$

57
 $1.6 \text{ cm} \parallel C_0$
 $V = V_1 + V_2 = \frac{V_0}{K} + V_0$

(ก) 1) $C_0 = \frac{2\pi\epsilon_0 L}{\ln\left(\frac{R}{r}\right)} = \frac{2\pi(8.85 \times 10^{-12}) 0.1}{\ln\left(\frac{35}{20}\right)} = 9.94 \times 10^{-12} \text{ F} \#$

2) $Q_0 = C_0 V_0 = (9.94 \times 10^{-12}) 500 = 4.97 \times 10^{-9} \text{ C} \#$

3) $E_0 = \frac{V_0}{d} = \frac{500}{(35-20) \times 10^{-3}} = 3.33 \times 10^4 \text{ N/C} \#$

4) $U_0 = \frac{1}{2} Q_0 V_0 = \frac{1}{2} (4.97 \times 10^{-9}) (500) = 1.24 \times 10^{-6} \text{ J} \#$

(ข)



1) $C = \kappa C_0 = 3.5 (9.94 \times 10^{-12}) = 3.48 \times 10^{-11} \text{ F} \#$

2) $Q_i = Q_0 \left(1 - \frac{1}{\kappa}\right) = 4.97 \times 10^{-9} \left(1 - \frac{1}{3.5}\right) = 3.55 \times 10^{-9} \text{ C} \#$

3) $E = E_0 - E_i \rightarrow E_i = E_0 - E = E_0 - \frac{E_0}{\kappa} = E_0 \left(1 - \frac{1}{\kappa}\right)$
 $= 3.33 \times 10^4 \left(1 - \frac{1}{3.5}\right) = 2.38 \times 10^4 \text{ N/C} \#$

4) $U = \frac{1}{2} QV = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} (3.48 \times 10^{-11}) \left(\frac{500}{3.5}\right)^2 = 3.55 \times 10^{-7} \text{ J} \#$

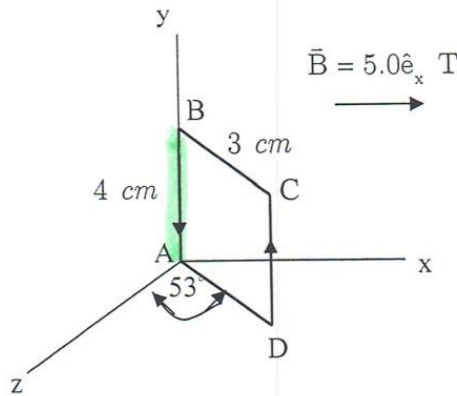
5) $u_E = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 = \frac{1}{2} (8.85 \times 10^{-12}) \left[\frac{3.33 \times 10^4}{3.5}\right]^2 = 4 \times 10^{-4} \text{ J/m}^3 \#$

6) $\Delta Q = Q - Q_0 = CV - Q_0 = (\kappa C_0) \frac{V_0}{\kappa} - Q_0$
 $= Q_0 - Q_0 = 0 \text{ C} \#$



57

- * 7) ขดลวด ABCD รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด $4 \times 3 \text{ cm}^2$ มีกระแสไฟฟ้า 20 A วางอยู่ในสนามแม่เหล็ก $\vec{B} = 5.0\hat{e}_x \text{ tesla}$ โดยระนาบของขดลวดทำมุม 53° กับแกน Z



ก) จงหาแรงแม่เหล็กที่แต่ละด้านของขดลวด

ข) โมเมนต์แม่เหล็กของขดลวด

ค) ทอร์กที่กระทำกับขดลวด



ก) $\vec{F}_B = I L \hat{e}_T \times \vec{B}$

$\vec{F}_{AB} = 20(0.04)(-\hat{e}_y) \times 5\hat{e}_x = -4(-\hat{e}_z) = 4\hat{e}_z \text{ N}$ #

$\vec{F}_{AD} = 20(0.03) \left[\frac{4}{5}\hat{e}_x + \frac{3}{5}\hat{e}_z \right] \times 5\hat{e}_x = 1.8\hat{e}_y \text{ N}$ #

$\vec{F}_{DC} = -\vec{F}_{AB} = -4\hat{e}_z \text{ N}$ #

$\vec{F}_{CB} = -\vec{F}_{AD} = -1.8\hat{e}_y \text{ N}$ #

ข) $\vec{M} = N I S \hat{e}_n$

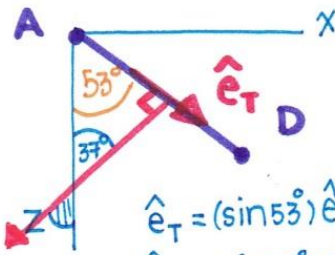
$= 1(20)(0.04 \times 0.03) \left[\frac{3}{5}(-\hat{e}_x) + \frac{4}{5}\hat{e}_z \right]$

$= -0.0144\hat{e}_x + 0.0192\hat{e}_z \text{ Am}^2$ #

ค) $\vec{\tau} = \vec{M} \times \vec{B}$

$= (-0.0144\hat{e}_x + 0.0192\hat{e}_z) \times 5\hat{e}_x$

$= 0.096\hat{e}_y \text{ Nm}$ #

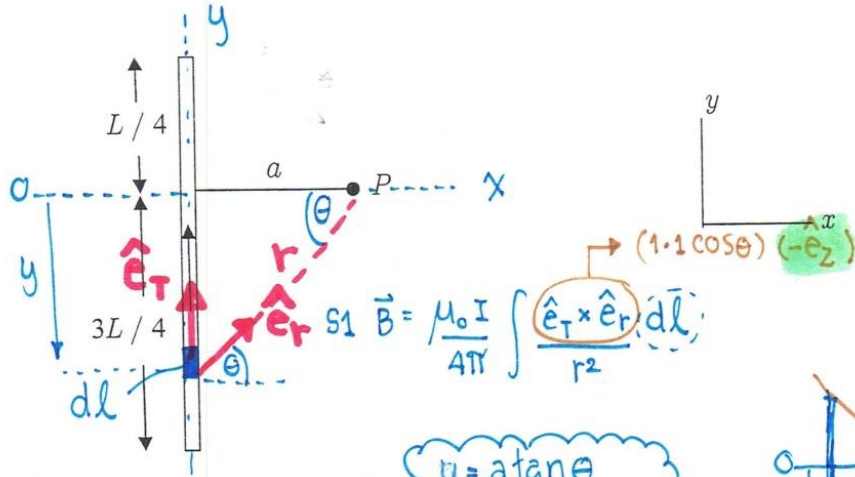


$\hat{e}_T = (\sin 53^\circ)\hat{e}_x + (\cos 53^\circ)\hat{e}_z$
 $\hat{e}_n = (\sin 37^\circ)(-\hat{e}_x) + (\cos 37^\circ)\hat{e}_z$



57

- 8) จงหาสนามแม่เหล็กที่จุด P ถ้าความยาวของลวด $L = 8 \text{ cm}$, $a = 5 \text{ cm}$ และกระแสไฟฟ้า $I = 50 \text{ A}$



$$s1 \quad \vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \int \frac{\hat{e}_T \times \hat{e}_r}{r^2} dL$$

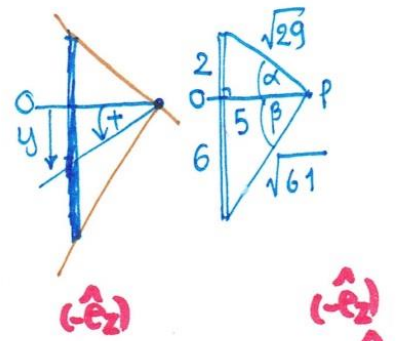
$$s2 \quad \vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \int \frac{\cos\theta}{a^2 + y^2} dy \hat{e}_z$$

$$y = a \tan\theta$$

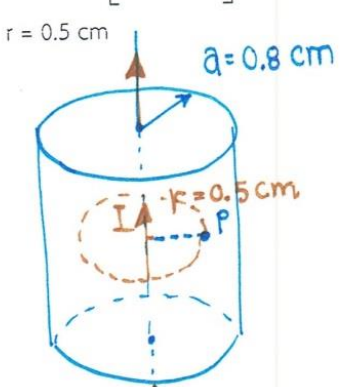
$$dy = a \sec^2\theta d\theta$$

$$= \frac{\mu_0 I}{4\pi} \int \frac{\cos\theta}{a^2(1+\tan^2\theta)} (a \sec^2\theta) d\theta \hat{e}_z$$

$$= \frac{\mu_0 I}{4\pi a} \int \cos\theta d\theta \hat{e}_z = \frac{\mu_0 I}{4\pi a} [\sin\beta - \sin(-\alpha)] = \frac{\mu_0 I}{4\pi a} [\sin\beta + \sin\alpha]$$



- 9) ตัวนำรูปทรงกระบอกมี $a = 0.8 \text{ cm}$ มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน โดยความหนาแน่นกระแสไฟฟ้า $J = \frac{2I_0}{\pi a^2} \left[1 - \left(\frac{r}{a} \right)^2 \right]$ A/m^2 โดย $r \leq a \text{ cm}$ และ r มีหน่วยเป็นเมตร จงหาค่าสนามแม่เหล็กที่



Step 1 สร้าง Amperial Loop

Step 2 $\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \Sigma I$

$B_p \oint_L dl = \mu_0 (\Sigma I) \quad \text{--- ①}$



หา $\Sigma I = \int J ds = \int \frac{2I_0}{\pi a^2} \left[1 - \frac{r^2}{a^2} \right] 2\pi r dr$

$= \frac{4I_0}{a^2} \int_0^r \left(r - \frac{r^3}{a^2} \right) dr$

$= \frac{4I_0}{a^2} \left[\frac{r^2}{2} - \frac{r^4}{4a^2} \right]_0^r = \frac{4I_0}{a^2} \left(\frac{r^2}{2} - \frac{r^4}{4a^2} \right) \quad \text{--- ②}$

$\therefore B_p (2\pi r) = \mu_0 \frac{4I_0}{a^2} \left(\frac{1}{2} - \frac{r^2}{4a^2} \right)$

$B_p = \frac{2\mu_0 I_0 r}{\pi a^2} \left(\frac{1}{2} - \frac{r^2}{4a^2} \right)$

ตระหนักถึงคุณค่า คำนึงการศึกษาสู่สังคม

$= \frac{2(4\pi \times 10^{-7}) I_0 (0.5 \times 10^{-2})}{\pi (0.8 \times 10^{-2})^2} \left[\frac{1}{2} - \frac{1}{4} \left(\frac{0.5}{0.8} \right)^2 \right]$

สอนโดย พี่จ๊อ # www.facebook.com/phymath.pjue



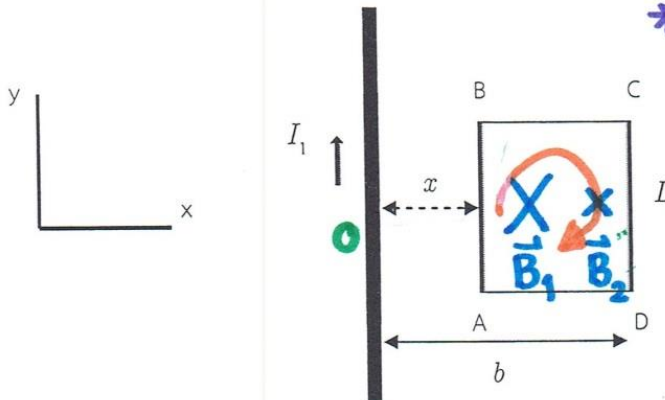
up to t



10) เส้นลวดยาวมากมีกระแส $I_1 = 500(1 - e^{4t})$ และขดลวด ABCD ซึ่งมี $b = 20$ cm, $L = 24$ cm และ

$x = 12$ cm จงหา

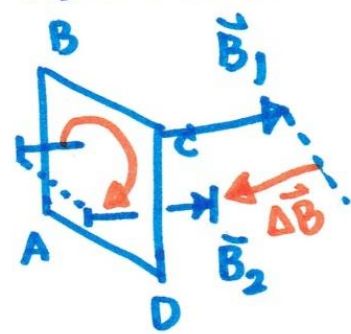
- สนามแม่เหล็กที่ระยะ r ใดๆ
- ฟลักซ์แม่เหล็กทั้งหมดที่ผ่านขดลวด ABCD
- แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำในขดลวด
- ทิศกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำในขดลวด



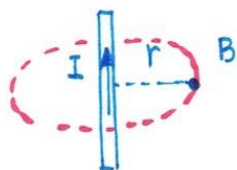
ระบุที่ I ไม่ออก 57

ออก → หากที่ I ในขดลวด ออก

* หาก ϕ_B ผ่าน 1 รอบ



ก)



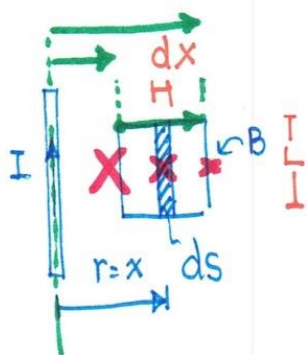
step1 สร้าง AL

step2 $\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \Sigma I$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

ข)



ไม่ควรถูก $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$ #

$$\phi_B = \int \vec{B} \cdot \hat{n} dS = \oint \vec{B} \cdot \hat{n} dS$$

$$= \int \frac{\mu_0 I}{2\pi r} L dx = \frac{\mu_0 I L}{2\pi} \int \frac{1}{x} dx$$

$$= \frac{\mu_0 I L}{2\pi} \ln\left(\frac{b}{x}\right)$$

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} (0.24)}{2\pi} \ln\left(\frac{20}{12}\right) \cdot 500 (1 - e^{4t})$$

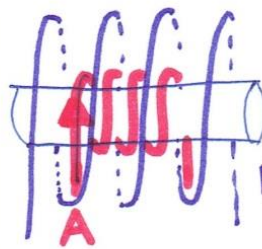
$$\phi_B = 1.23 \times 10^{-5} (1 - e^{4t}) \text{ Wb} \#$$

ลาด 4: ทำตัวเป็น แหล่งจ่ายไฟ

$$ค) V_L = -N \frac{d\phi_B}{dt} = -1 (1.23 \times 10^{-5}) (0 - e^{4t} \cdot 4) = (4.92 \times 10^{-5}) e^{4t} \text{ V} \#$$



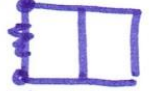
- 11) โซลีนอยด์ยาวสองชุด A และ B พันรอบแกนทรงกระบอกเดียวกัน มีความยาว 30 cm และ 100 cm จำนวนรอบของขดลวดเป็น 800 รอบ และ 1200 รอบ และรัศมีเป็น 10 mm และ 30 mm ตามลำดับ ถ้ามีกระแสไฟฟ้า 15 A ที่ไหลผ่านขดลวด A จงหา
- (ก) ความเหนี่ยวนำร่วมของวงจร
 - (ข) ความเหนี่ยวนำตัวเองของขดลวด B
 - (ค) แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำในขด B ขณะกระแสไฟฟ้าที่ขด A เพิ่มขึ้นเป็น 20 A ในเวลา 4 วินาที



$B, L_B = 100 \text{ cm}, N_B = 1200 \text{ รอบ}, r_B = 30 \text{ mm}$
 $I_A = 15 \text{ A}, L_A = 30 \text{ cm}, N_A = 800 \text{ รอบ}, r_A = 10 \text{ mm}$



57
kirchhoff ใน
หนังสือ B



(10 คะแนน)

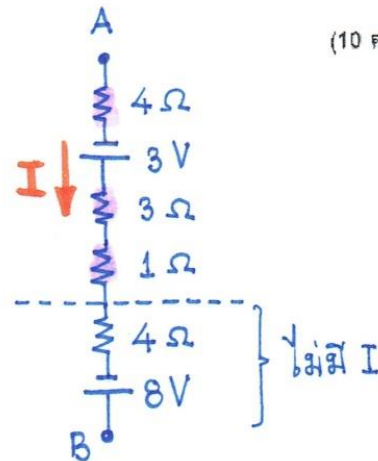
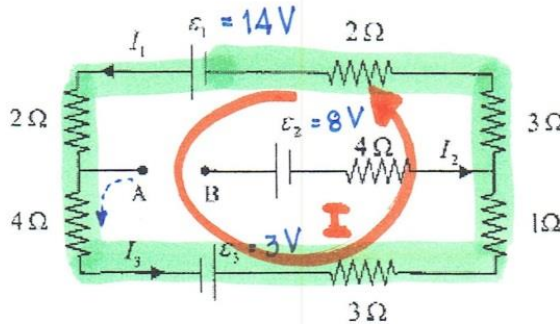
ถาม V_{BC}



12) 1. จากรูป เมื่อ $\epsilon_1 = 14V, \epsilon_2 = 8V, \epsilon_3 = 3V$ จงหา

ก. V_{AB}

ข. ถ้าเชื่อมจุด A และ B เข้าด้วยกัน จงหา I_1, I_2, I_3

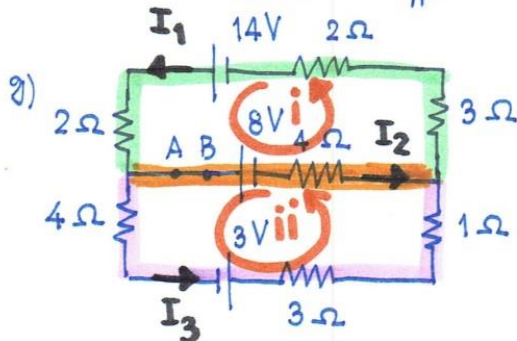


$$\text{ก) } I = \frac{\epsilon}{R_T} = \frac{14+3}{2+4+3+1+3+2} = 1.13 \text{ A}$$

$$V_{AB} = \sum \epsilon - \sum IR$$

$$= (-3-8) - (-1.13)(4+3+1)$$

$$= -1.96 \text{ V} \quad \# \quad (V_A < V_B)$$



จุด A

$$I_{in} = I_{out}$$

$$I_1 = I_2 + I_3 \quad \text{--- ①}$$

$$I_1 = \frac{6-4I_2}{7}$$

$$\text{loop i : } \sum \epsilon = \sum IR$$

$$+14-8 = +I_1(3+2+2) + I_2(4) \rightarrow 7I_1 + 4I_2 = 6 \quad \text{--- ②}$$

$$\text{loop ii : } 8+3 = -I_2(4) + I_3(4+3+1) \rightarrow -4I_2 + 8I_3 = 11 \quad \text{--- ③}$$

$$I_3 = \frac{11+4I_2}{8}$$

$$\text{จาก ① ; } \frac{6-4I_2}{7} = I_2 + \frac{11+4I_2}{8} \rightarrow I_2 = -0.25 \text{ A} \rightarrow I_2 = 0.25 \text{ A} \leftarrow$$

$$I_1 = 1.00 \text{ A} \leftarrow$$

$$I_3 = 1.25 \text{ A} \rightarrow$$



57



13) เมื่อสับสวิตช์ลงมานานๆ จงหา ก. กระแสไฟฟ้าที่ผ่าน R แต่ละตัว

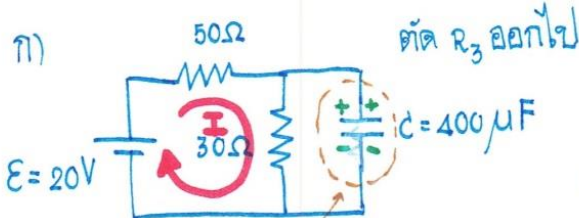
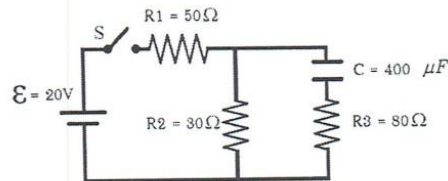
ข. ประจุใน C

ทันทีที่ยกสวิตช์ขึ้น จงหา ค. กระแสไฟฟ้าที่ผ่าน R_2 (I ไตรุ ที่เพิ่มจึ้นใหม่จรง)

ง. เวลาที่ประจุใน C เหลือ $\frac{1}{4}$ เท่าของประจุสูงสุด

c จ่ายไฟ

$$q = \frac{1}{4} q_0$$



$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_T} = \frac{20}{80} = 0.25 \text{ A}$$

$$\therefore I_{R_1} = I_{R_2} = 0.25 \text{ A} \quad \#$$

$$I_{R_3} = 0 \text{ A} \quad \#$$

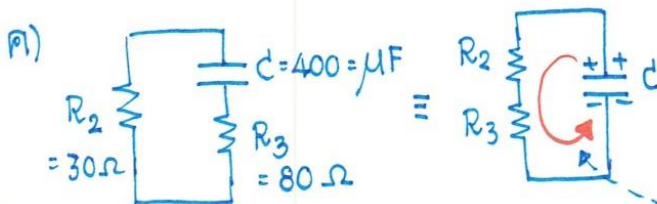
$$\text{ข) } q_0 = CV = (400 \times 10^{-6}) (7.5) = 3 \times 10^{-3} \text{ C} \quad \#$$

$$\begin{aligned} V_C &= V_{R_2} = IR_2 \\ &= 0.25 (30) \\ &= 7.5 \text{ V} \end{aligned}$$

ต่อขาค

กระแส max ที่ c จ่ายตอนเริ่ม

$$I = -I_0 e^{-\frac{t}{RC}}$$



$$\begin{aligned} R_T &= (110) (400 \times 10^{-6}) \\ &= 0.044 \text{ s} \end{aligned}$$

$$\text{ก) } q = q_0 e^{-\frac{t}{RC}}$$

$$\frac{1}{4} q_0 = q_0 e^{-\frac{t}{0.044}}$$

$$\ln\left(\frac{1}{4}\right) = -\frac{t}{0.044} \ln e \rightarrow t = 0.061 \text{ s} \quad \#$$

$$\text{หา } I_0 = \frac{\mathcal{E}}{R_T} = \frac{7.5}{110} = 0.0682 \text{ A}$$

$$I = -0.0682 e^{-\frac{t}{0.044}} \quad \text{A} \quad \#$$



57

14) จากวงจร $\varepsilon = 20 \text{ V}$, $R = 10 \Omega$, $L = 0.25 \text{ H}$, $C = 400 \mu\text{F}$ สวิตช์ที่อยู่ B นานๆ แล้วโยกไป

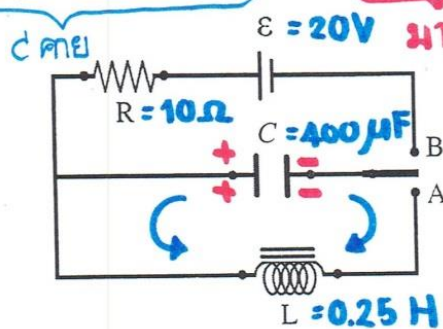
ที่ A จงหา

ก. ความถี่ของการออสซิลเลต

ข. แอมพลิจูดของประจุและกระแสไฟฟ้าในวงจร

ค. สมการประจุและกระแสไฟฟ้าในวงจร ง. พลังงานที่สะสมในวงจร

C จ่ายไฟ
เหมือน AC



↑
C charge Full

q_0 I_0

max

$$q_0 = CV$$

$$= (400 \times 10^{-6}) 20$$

$$= 8 \times 10^{-3} \text{ C}$$

ก) $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{\sqrt{0.25 \times 400 \times 10^{-6}}} = 100 \text{ rad/s} \#$

ข) $q_0 = 8 \times 10^{-3} \text{ C} \#$

$q_0 = \frac{I_0}{\omega} \rightarrow I_0 = q_0 \omega = 8 \times 10^{-3} \times 100 = 0.8 \text{ A} \#$

ค) $q = -q_0 \cos \omega t = -8 \times 10^{-3} \cos(100t) \text{ C} \#$

$I = I_0 \sin \omega t = 0.8 \sin(100t) \text{ A} \#$

ง) $u = \frac{1}{2} qV = \frac{1}{2} q_0 V = \frac{1}{2} (8 \times 10^{-3}) 20$

$u = 0.08 \text{ J} \#$

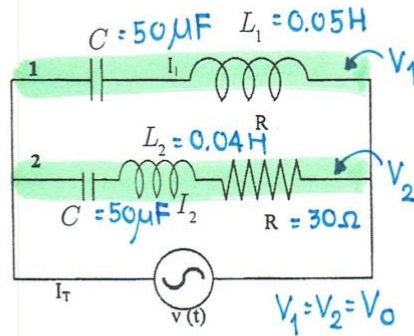


$100 \cos 1000t$



15) จากระบบ $C = 50 \mu\text{F}$, $L_1 = 0.05 \text{ H}$, $L_2 = 0.04 \text{ H}$, $R = 30 \Omega$ $V(t) = 100 \sin 1000t \text{ V}$

จงหา $Z_1, Z_2, Z_T, I_1, I_2, I_T, \theta_1, \theta_2, \theta_T, P_T$



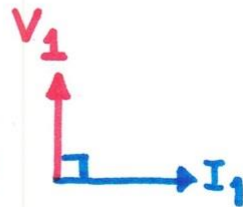
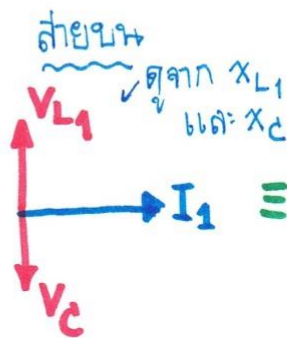
$V_0 = 100 \text{ V}$

$\omega = 1000 \text{ rad/s}$

$X_{L1} = \omega L_1 = 1000 (0.05) = 50 \Omega$

$X_{L2} = \omega L_2 = 1000 (0.04) = 40 \Omega$

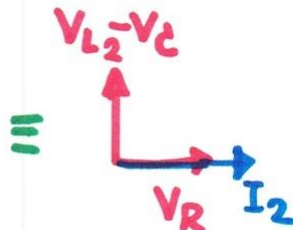
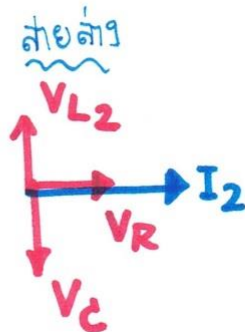
$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{1000 (50 \times 10^{-6})} = 20 \Omega$



$Z_1 = \sqrt{R^2 + (X_{L1} - X_C)^2} = \sqrt{(50 - 20)^2} = 30 \Omega$

$I_1 = \frac{V_1}{Z_1} = \frac{100}{30} = 3.33 \text{ A}$

$\theta_1 = 90^\circ$



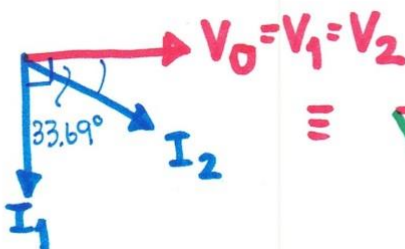
$Z_2 = \sqrt{R^2 + (X_{L2} - X_C)^2} = \sqrt{30^2 + (40 - 20)^2} = 36.06 \Omega$

$I_2 = \frac{V_2}{Z_2} = \frac{100}{36.06} = 2.77 \text{ A}$

$\tan \theta_2 = \left| \frac{X_{L2} - X_C}{R} \right| = \left| \frac{40 - 20}{30} \right|$

$\theta_2 = 33.69^\circ$

ล่ายรวม



$I_x = I_2 \cos 33.69^\circ = 2.30 \text{ A}$

$I_y = -I_2 \sin 33.69^\circ = -3.33 \text{ A}$

$I_T = \sqrt{I_x^2 + I_y^2} = 5.39 \text{ A}$

$V_T = I_T Z_T$

$Z_T = \frac{100}{5.39} = 18.55 \Omega$

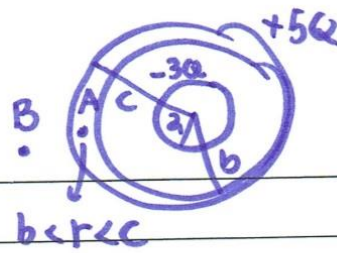
$\tan \theta_T = \frac{4.87}{2.3} \rightarrow \theta_T = 64.7^\circ$

ตระหนักถึงคุณค่า คำนึงการศึกษาสู่สังคม

$P_T = I_{rms} V_{rms} \cos \theta_T = \frac{5.39}{\sqrt{2}} \cdot \frac{100}{\sqrt{2}} \cos 64.7^\circ = 115.17 \text{ W}$

สอนโดย พี่จ๊อ

www.facebook.com/phymath.pjue



โจทย์เสริมยามว่าง



- 1) ทรงกลมตัวนำรัศมี a มีประจุ $+Q$ อยู่ร่วมศูนย์กลางกับตัวนำทรงกลมกลวงที่มีรัศมีภายในและภายนอกเป็น b และ c ตามลำดับ โดยทรงกลมกลวงมีประจุ $-2Q$ จงหาสนามไฟฟ้าที่จุด B และ C โดยใช้กฎของเกาส์ พร้อมทั้งเขียนรูปผิวปิดของเกาส์

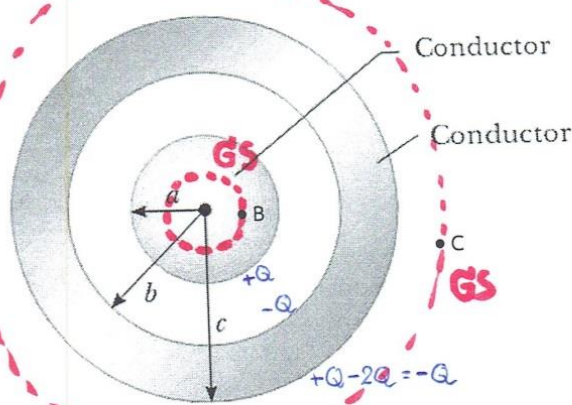
57

จุด C

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{s} = \frac{\sum q_i}{\epsilon_0}$$

$$E_c (4\pi r_c^2) = \frac{+Q - Q - Q}{\epsilon_0}$$

$$\therefore E_c = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{-Q}{r^2} \quad \frac{N}{C} \quad \#$$



จุด B

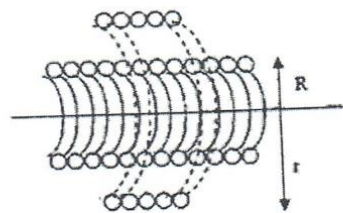
$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{s} = \frac{\sum q_i}{\epsilon_0}$$

$$E \oint ds = \frac{\sum q_i}{\epsilon_0}$$

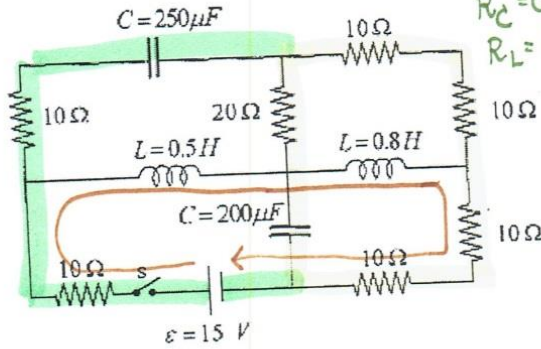
$$E (4\pi r_B^2) = \frac{0}{\epsilon_0}$$

$$\therefore E_B = 0 \quad \frac{N}{C} \quad \#$$

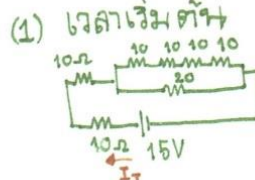
- 2) เส้นลวดยาวมากมีประจุกระจายสม่ำเสมอ ความหนาแน่น λ จงหาสนามไฟฟ้าที่จุด P ซึ่งอยู่ห่างจากเส้นลวดเป็นระยะ r โดยใช้กฎของเกาส์ พร้อมทั้งเขียนรูปผิวปิดของเกาส์
- 3) โซลีนอยด์ยาวมีรัศมี $R = 5 \text{ cm}$ จำนวนรอบต่อความยาว $n = 600$ รอบ/เมตร มีกระแส $I = 20 \text{ e}^{-t}$ A ไหลผ่าน ภายนอกโซลีนอยด์มีขดลวดอีกขดที่มีจำนวน 250 รอบ รัศมี $r = 20 \text{ cm}$ วางรวมแกนกับโซลีนอยด์ จงหาแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นที่ขดลวดนั้น (10 คะแนน)



- 4) จากวงจรดังรูป เมื่อโยกสวิตช์ลง จงหากระแสไฟฟ้าในเวลาเริ่มต้น และเมื่อเวลานานๆ (6 คะแนน)

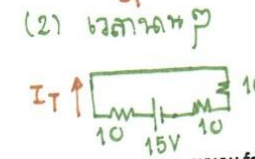


$R_C = 0 \Omega$
 $R_L = \infty \Omega$
 $R_C = \infty \Omega$
 $R_L = 0 \Omega$



(1) เวลาเริ่มตัว

$$I_T = \frac{\mathcal{E}}{R_T} = \frac{15}{20 + \frac{40}{3}} = 0.45 \text{ A} \quad \#$$

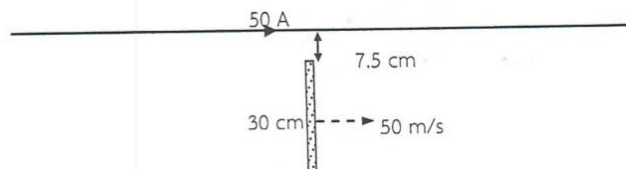


(2) เวลาหาย

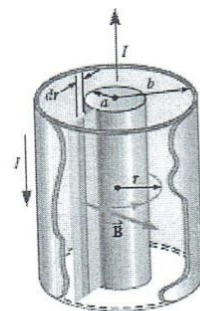
$$I_T = \frac{\mathcal{E}}{R_T} = \frac{15}{30} = 0.5 \text{ A} \quad \#$$



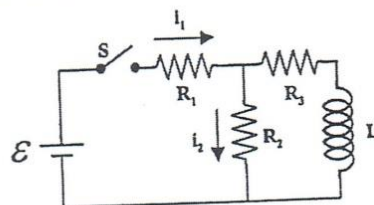
- 5) แท่งโลหะยาว 30 cm เคลื่อนที่ขนาน กับลวดตรงยาวที่มีกระแสไฟฟ้า 50 A ไหลผ่าน ด้วยความเร็ว 50 m/s ดังรูป จงหาแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำระหว่างปลายของแท่งโลหะ



- 6) จงหาค่าความเหนี่ยวนำตัวเองของทรงกระบอกกลวง 2 อัน ที่มีแกนร่วมกัน ทรงกระบอกกลวงภายในและภายนอก มีรัศมีเป็น a และ b ตามลำดับ มีกระแสไฟฟ้า I ไหลในทิศทางตรงข้ามกัน



- 7) จากวงจรดังรูป $\mathcal{E} = 100 \text{ V}$, $R_1 = 10 \Omega$, $R_2 = 20 \Omega$, $R_3 = 30 \Omega$, $L = 2.0 \text{ H}$ จงหา กระแสที่ไหลผ่าน R แต่ละตัว เมื่อ
- ทันทีที่ปิดสวิตช์ลงมา พร้อมสมการของกระแสที่ไหลผ่านขดลวด
 - สับสวิตช์ลงมานานๆ
 - ทันทีที่ยกสวิตช์ขึ้น (สวิตช์เปิด)
 - สวิตช์เปิดนานมาก



- 8) จากวงจร กระแสมีเฟสนำความต่างศักย์รวม 37° ถ้าสวิตช์ปิดไปที่ 1 กระแสมีเฟสตามความต่างศักย์รวม 26.6° ถ้าสวิตช์ปิดไปที่ 2 กระแสของวงจร = 2.5 A ถ้า $V(t) = 150 \sin \omega t$ จงหา R , L และ C กำหนด $\tan 26.6^\circ = 0.5$, $\omega = 100 \text{ rad/s}$

