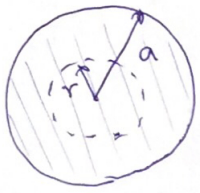
SCPY 156

ตัวอย่างข้อสอบ

1. ทรงกลม มีประจุกระจายตัวหนาแน่น

$$\rho(r) = \rho_0 \left(\frac{r}{a}\right)^2$$

หา $\vec{E}$ สำหรับ $r < a$



$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{a} = \frac{q_{enclosed}}{\epsilon_0}$$

$$E \cdot 4\pi r^2 = \frac{1}{\epsilon_0} \int_0^r \rho(r)\, dV$$

$$= \frac{1}{\epsilon_0} \int_0^r \rho_0 \left(\frac{r}{a}\right)^2 \cdot 4\pi r^2 dr$$

$$= \frac{1}{\epsilon_0} \cdot \frac{\rho_0}{a^2} \cdot 4\pi \int_0^r r^4 dr.$$

$$= \frac{1}{\epsilon_0} \cdot \frac{\rho_0}{a^2} \cdot 4\pi \frac{r^5}{5}$$

$$\Rightarrow E = \frac{1}{4\pi r^2} \cdot \frac{1}{\epsilon_0} \cdot \frac{\rho_0}{a^2} \cdot \frac{4\pi r^5}{5}$$

$$\boxed{\vec{E} = \frac{\rho_0}{5\epsilon_0 a^2} \cdot r^3 \hat{r}}$$

สนามไฟฟ้ามีทิศชี้ออกจากจุดกึ่งกลางในแนวรัศมี

หา $\vec{E}$ สำหรับ $r > a$.

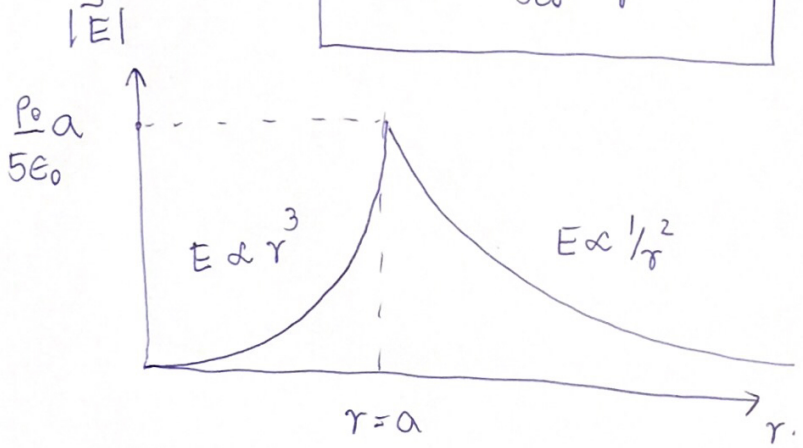
$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{a} = \frac{q_{enclosed}}{\epsilon_0}$$

ขอบเขตที่มีประจุอยู่คือรัศมี a เท่านั้น

$$E \cdot 4\pi r^2 = \frac{1}{\epsilon_0} \int_0^a \rho(r)\, dV$$

$$= \frac{1}{\epsilon_0} \cdot \frac{\rho_0}{a^2} \cdot 4\pi \frac{a^5}{5}$$

$$\Rightarrow \boxed{\vec{E} = \frac{\rho_0}{5\epsilon_0} \frac{a^3}{r^2} \hat{r}}$$

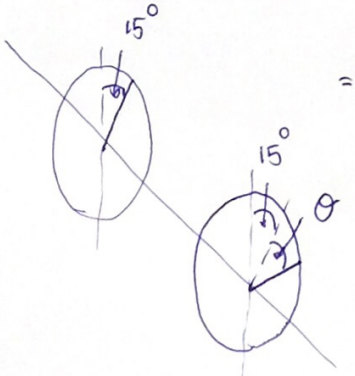


2. ก) $I_1 = \frac{I_i}{2}$ unpolarized light ที่ผาน polarizer ที่มีความเข้มเหลือครึ่งหนึ่ง

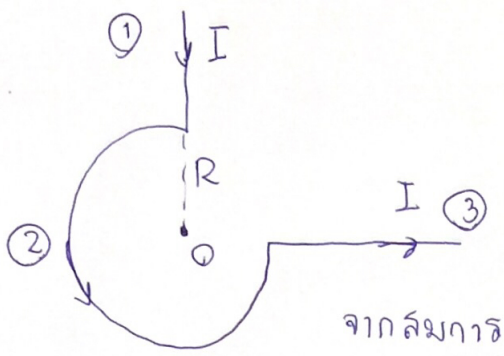
ข) จาก $I_2 = I_1 \cos^2\theta$

$$\frac{I_i}{4} = \frac{I_i}{2} \cos^2\theta$$

$$\Rightarrow \cos^2\theta = \frac{1}{2} \Rightarrow \theta = 45^\circ$$



ดังนั้น แกน polarizer อันที่ 2 ทำมุมกับแนวดิ่งเท่ากับ $15^\circ + 45^\circ = 60^\circ$

3. 

กระแสในส่วนที่ ① และ ③ ไม่ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กที่จุด O.

$\therefore |B_{①}| = |\vec{B}_{②}| = 0$

จากสมการการหาสนามแม่เหล็กของส่วนโค้ง

$$|\vec{B}| = \frac{\mu_0 I}{4\pi R}\theta$$

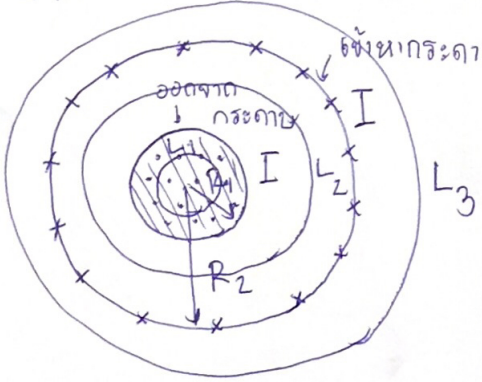
ในกรณี $\theta = \frac{3\pi}{2}$

ดังนั้น $$|\vec{B}_{③}| = \frac{\mu_0 I}{4\pi R}\cdot\frac{3\pi}{2} = \frac{3}{8}\frac{\mu_0 I}{R}$$

$$|\vec{B}_{รวม}| = |\vec{B}_{①}| + |\vec{B}_{②}| + |\vec{B}_{③}| = \boxed{\frac{3}{8}\frac{\mu_0 I}{R}}$$

ทิศของสนามแม่เหล็กจากกฎมือขวา คือ ออกจากกระดาษ

4. มองหน้าตัดของเส้นกระแส.



หา $\vec{B}$ ในกรณีที่

$r < R_1$

$$\oint_{L_1}\vec{B}\cdot d\vec{\ell} = \mu_0 I_{enclosed}$$

$$B\cdot 2\pi r = \mu_0\cdot\frac{I}{\pi R_1^2}\cdot\pi r^2$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi R_1^2}\cdot r$$ ทิศทวนเข็มนาฬิกา.

$R_1 < r < R_2$

$$\oint_{L_2}\vec{B}\cdot d\vec{\ell} = \mu_0 I_{enclosed}.$$

$$B\cdot 2\pi r = \mu_0 I$$

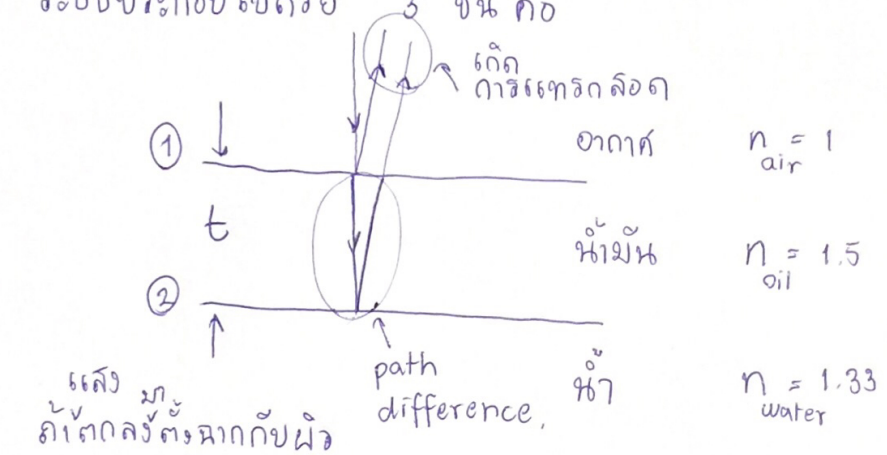
$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$ ทิศทวนเข็มนาฬิกา

$r > R_2$ ในกรณีนี้ $I_{enclosed} = 0$ เพราะ I จากทรงกระบอก และ I จากวงด้านนอกมีทิศตรงกันข้าม จึงหักล้างกันหมด.

$$\Rightarrow \quad B = 0.$$

5. เหลยแล้วในตัวอย่างโจทย์ 2.

6. ระบบประกอบไปด้วย 3 ชั้น คือ



path difference จะเท่ากับ $2t$.

แสงที่สะท้อนผิว ① จะมี phase difference เป็น π (180°) เนื่องจากแสงตกกระทบจากตัวกลางที่ n น้อย ไปตัวกลางที่ n มากกว่า

ดังนั้น จะเกิดการแทรกสอดที่เสริมกันได้ ถ้า

$$2t = \left(n + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{n_{oil}}$$

($\frac{1}{2}$: มาจาก phase difference จากการสะท้อนผิว ①; n_{oil}: เพราะต้องนำ λ ในน้ำมันมาคิด $\lambda_{น้ำมัน} = \frac{\lambda}{n_{oil}}$)

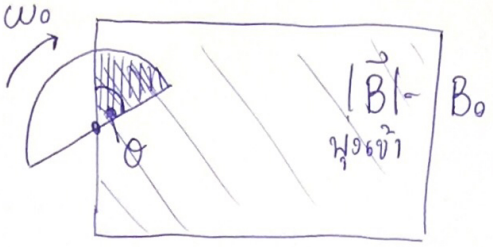
$t = 300$ nm.

$n = 1 \qquad \lambda = \dfrac{2t \cdot n_{oil}}{3/2} = \dfrac{2 \cdot 300^{nm} \cdot 1.5}{3/2} = \boxed{600 \text{ nm}}$

7. ก)

$$\varepsilon mf = -\frac{d\Phi}{dt}$$

ข)



หา Φ_B : $\Phi_B = BA = B_0 \frac{\theta R^2}{2}$

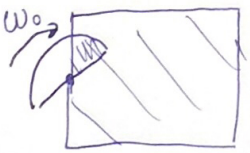
แต่ $\theta = \omega_0 t$.

$$\Rightarrow \Phi_B = \frac{B_0 R^2}{2} \cdot \omega_0 t.$$

$$\frac{d\Phi_B}{dt} = \frac{B_0 R^2 \omega_0}{2}$$

$$\Rightarrow |\varepsilon mf| = \left|-\frac{d\Phi}{dt}\right| = \frac{B_0 R^2 \omega_0}{2}.$$

ขณะเคลื่อนที่เข้า

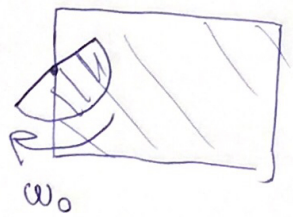


$\Delta\Phi_B$ เพิ่มขึ้น → ทิศการเปลี่ยนแปลงของ Φ_B เป็นทิศเดียวกับ $\vec{B}$ คือพุ่งเข้า

แต่ทิศของ ~~ที่ทำให้เกิด~~กระแสต้องทำให้เกิดสนามแม่เหล็กที่ต้านการเปลี่ยนแปลงนี้ ทิศจึงต้องพุ่งออก

⇒ ได้ทิศของกระแสทวนเข็มนาฬิกา

ขณะเคลื่อนที่ออก

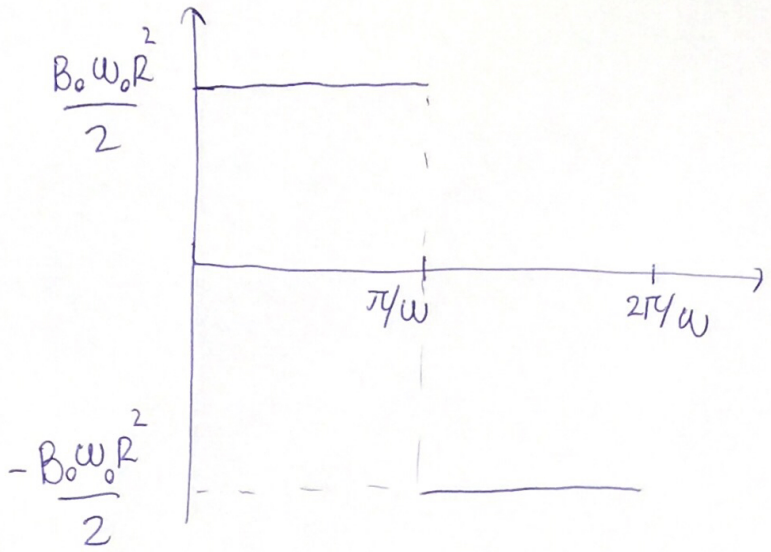


$\Delta\Phi_B$ ลดลง → ทิศการเปลี่ยนแปลงตรงกันข้ามกับทิศของ $\vec{B}$ คือ พุ่งออก

แต่กระแสต้านการเปลี่ยนแปลงของ $\Delta\Phi_B$ จึงพุ่งเข้า

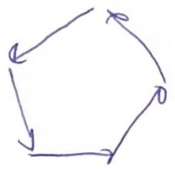
⇒ ได้ทิศของกระแสตามเข็มนาฬิกา

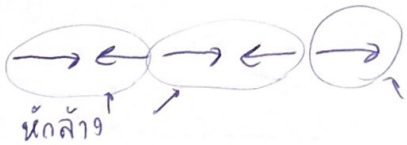
กราฟของ emf vs. t.



8) a) ภาพการรวมกันของ phasor ณ จุด A, B และ C.

A : → → → → → เสริมกันหมด

B :  หักล้างกันหมด.

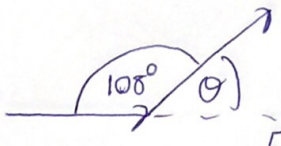
C : 

เหลือ 1 อันที่ไม่ถูกหักล้าง จึงยังมีกลามเข้มเท่ากับ 1 อัน.

b) ที่จุด B หามุมระหว่าง vector แต่ละตัว หรือหามุมภายในรูป 5 เหลี่ยมด้านเท่า. มุมภายในรวมของรูป 5 เหลี่ยม คือ 540°

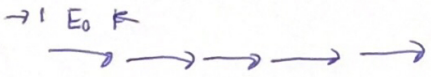
$\Rightarrow \frac{540^\circ}{5} = 108^\circ$

มุมระหว่าง vector, θ



$\theta = 180^\circ - 108^\circ = \boxed{92^\circ}$

c) ณ จุด C



ความยาวของ vector รวม เท่ากับ $5E_0$

$$\Rightarrow I \propto (5E_0)^2 = 25I_0$$

ณ จุด C จึงมีความเข้มเป็น 25 เท่า ■