

## ข้อสอบเก่า เผยแพร่โดยอาจารย์ผู้สอน

การสอบกลางภาค ประจำภาคปลาย ปีการศึกษา 2556 – 2557

วิชา ฟิสิกส์ ๒ (SCPY 158)

วันพฤหัสบดีที่ 9 มกราคม 2557

เวลา 9.00 – 12.00 น.

นักศึกษาประเภทวิชาวิทยาศาสตร์ (SC)

ชั้นปีที่ 1

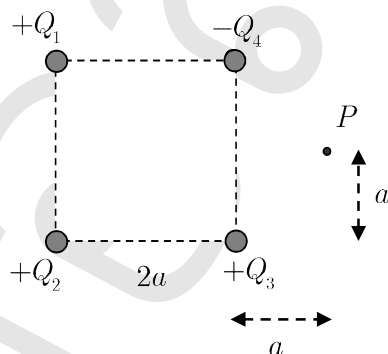
### ข้อมูล

- การหักเหที่ผิวโค้ง  $\frac{n_1}{s} + \frac{n_2}{s'} = \frac{n_2 - n_1}{R}$
- สมการของช่างทำเลนส์:  $\frac{1}{f} = \left( \frac{n_2}{n_1} - 1 \right) \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$
- กฎของบีโอดต์-ซาวาร์ต:  $d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{id\vec{s} \times \hat{r}}{r^2}$   
โดยที่  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$
- กฎของแอมแปร์:  $\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 i_{\text{enc.}}$
- ฟลักซ์แม่เหล็ก  $\Phi_B = \int \vec{B} \cdot d\vec{A}$
- กฎของฟาราเดย์:  $\text{emf} = -\frac{d\Phi_B}{dt}$

ข้อ 1. สี่เหลี่ยมจัตุรัสกว้าง  $2a$  มีประจุจุด  $+Q_1, +Q_2, +Q_3, -Q_4$  จำนวน 4 ประจุ วางอยู่ที่มุมทั้งสี่ ถ้านำประจุ  $+5 \text{ nC}$  ไปวางไว้ที่จุด P ซึ่งอยู่ที่ระยะห่าง  $a$  จากด้านขวาของสี่เหลี่ยม และอยู่สูง  $a$  จากด้านล่างของสี่เหลี่ยม ดังรูป พบว่าประจุทั้งสี่ออกแรงกระทำต่อประจุ  $+5 \text{ nC}$  ด้วยขนาด  $\sqrt{10} \mu\text{N}, \sqrt{10} \mu\text{N}, 4\sqrt{2} \mu\text{N}$  และ  $4\sqrt{2} \mu\text{N}$  ตามลำดับ

(ก) จงหาขนาดและทิศทางของสนามไฟฟ้าที่จุด P นี้

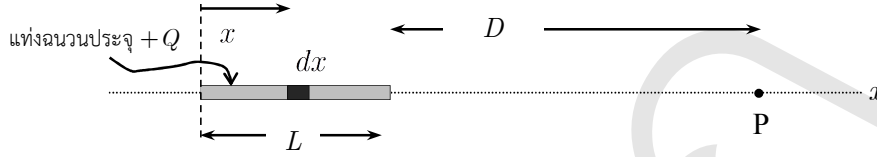
[7 คะแนน]



(ข) ประจุ  $Q_1$  มีขนาดเป็นกี่เท่าของประจุ  $Q_3$

[3 คะแนน]

ข้อ 2. แท่งฉนวนบางยาว  $L$  มีประจุบวก  $Q$  กระจายอยู่อย่างสม่ำเสมอ โดยปลายด้านซ้ายของแท่งประจุอยู่ที่ตำแหน่ง  $x = 0$  และแท่งประจุทั้งแท่งวางตัวอยู่บนแกน  $+x$  ดังรูป (ตอบในรูปตัวแปรที่โจทย์กำหนดให้และ  $k$  เท่านั้น) [ข้อ ก-ง ข้อละ 1 คะแนน ข้อ จ-ช ข้อละ 2 คะแนน]



(ก) พิจารณาส่วเล็กๆ บนเส้นประจุ ที่ยาว  $dx$  ดังรูป ส่วเล็กๆ นี้มีประจุ  $dq =$

(ข) ขนาดของสนามไฟฟ้าเนื่องจากประจุ  $dq$  ที่จุด  $P$  คือ  $dE_p =$

(ค) สนามไฟฟ้าลัพท์ที่จุด  $P$  เนื่องจากประจุทั้งเส้นมีทิศ

(ง) องค์ประกอบของ  $dE_p$  ในทิศของสนามไฟฟ้าลัพท์ คือ

(จ) ดังนั้นจะได้สนามไฟฟ้าลัพท์ที่จุด  $P$  เนื่องจากเส้นประจุทั้งเส้น  $E_p = \int$

(ฉ) อินทิเกรตข้อ (จ) จนได้คำตอบสุดท้าย

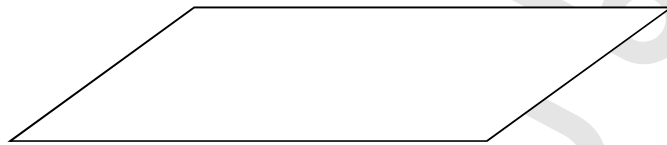
(ช) ถ้า  $D \gg L$  ขนาดของสนามไฟฟ้าลัพท์ที่จุด  $P$  จะมีค่าประมาณ

ข้อ 3.1 ทรงกลมกลวงเปลือกหนาทำจากฉนวน มีรัศมีภายนอก  $R$  และรัศมีภายใน  $\frac{R}{4}$  มีประจุบวก  $X$  กระจายอย่างสม่ำเสมอภายในเปลือก จงใช้กฎของเกาส์ในการหาปริมาณต่อไปนี้ (วาดรูปด้วย)

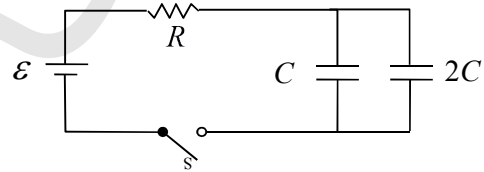
(ก) ขนาดของสนามไฟฟ้าที่จุดซึ่งอยู่ห่างจากศูนย์กลางทรงกลมเป็นระยะ  $r$  โดยที่  $r = \frac{R}{2}$  [5 คะแนน]

(ข) ขนาดของสนามไฟฟ้าที่จุดซึ่งอยู่ห่างจากศูนย์กลางทรงกลมเป็นระยะ  $r$  โดยที่  $r = \frac{R}{8}$  [2 คะแนน]

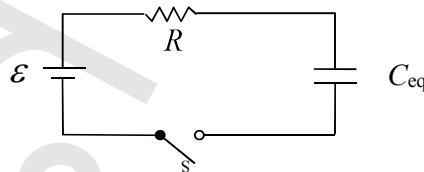
ข้อ 3.2 จงวาดรูปผิวเกาส์ที่เหมาะสมสำหรับการคำนวณหาสนามไฟฟ้า เนื่องจากแผ่นฉนวนขนาดอนันต์ที่มีประจุกระจายสม่ำเสมอ ณ จุดที่อยู่เหนือแผ่นเป็นระยะ  $y$  (วาดแต่รูปผิวปิด ไม่ต้องคำนวณ) [3 คะแนน]



ข้อ 4 วงจรไฟฟ้ากระแสตรง ประกอบด้วยตัวเก็บประจุขนาด  $C$  และ  $2C$  ต่อขนานกัน แล้วต่อเข้ากับตัวต้านทาน  $R$  และแบตเตอรี่  $\mathcal{E}$  ดังรูป ตอนเริ่มต้น ( $t = 0$ ) ไม่มีประจุสะสมอยู่บนตัวเก็บประจุใดเลย



(ก) ถ้าวาดรูปวงจรไฟฟ้าที่สมมูลกับวงจรข้างต้น จะได้ว่ารูปนี้ ความจุสมมูล  $C_{eq}$  มีค่าเท่ากับ  [1 คะแนน]



(ข) Capacitive Time Constant  $\tau_C$  ของวงจร มีค่าเท่ากับ  [1 คะแนน]

(ค) เมื่อปิดสวิตช์  $S$  ลงทันที ( $t = 0$ ) กระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวต้านทานมีค่าเท่ากับ  [1 คะแนน]

(ง) หลังจากปิดสวิตช์  $S$  ลงไว้นานมาก กระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวต้านทานมีค่าเท่ากับ  [1 คะแนน]

(จ) จงเขียนสมการเชิงอนุพันธ์ โดยใช้ Kirchhoff's loop rule สำหรับวงจรในข้อ ก หลังจากปิดสวิตช์  $S$  ลงแล้วเป็น เวลา  $t$  ใดๆ กำหนดให้  $q$  คือประจุที่สะสมบนตัวเก็บประจุสมมูลที่เวลา  $t$  ใดๆ [2 คะแนน]

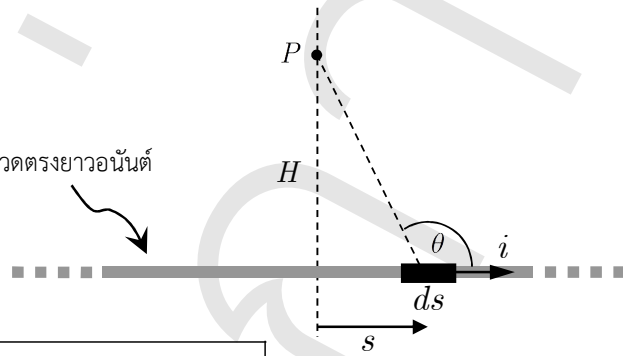
(ฉ) จงเขียนกราฟระหว่างกระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวต้านทานกับเวลา  $t$  และกราฟระหว่างความต่างศักย์คร่อม  $C_{eq}$  กับเวลา  $t$  โดยในแต่ละกราฟ ให้ระบุปริมาณที่สูงสุดของค่าในแกนตั้งและปริมาณของค่าในแกนตั้งที่เวลา  $t = \tau_C$  (capacitive time constant) ด้วย [4 คะแนน]

ข้อ 5 ลวดตรงยาวอนันต์มีกระแสไฟฟ้า  $i$  ผ่านไปทางขวา ดังรูป กำหนดให้จุด P อยู่ห่างจากเส้นลวดเป็นระยะ  $H$

- (ก) ส่วนของเส้นลวดส่วนเล็กๆ ที่ยาว  $ds$  ในรูป ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กที่จุด P ในทิศ

[1 คะแนน]

ลวดตรงยาวอนันต์



- (ข) จากกฎของ Biot-Savart ส่วนของเส้นลวดส่วนเล็กๆ ที่ยาว  $ds$  ในรูป ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กที่จุด P มีขนาดเป็น

$$dB =$$

[2 คะแนน]

- (ค) เส้นลวดกระแสยาวอนันต์ทั้งเส้น ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กที่จุด P ในทิศ

[1 คะแนน]

- (ง) จงแสดงว่าสนามแม่เหล็กที่จุด P เนื่องจากเส้นลวดทั้งเส้น มีขนาด  $B = \frac{\mu_0 i}{4\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{H}{(s^2 + H^2)^{3/2}} ds$

[3 คะแนน]

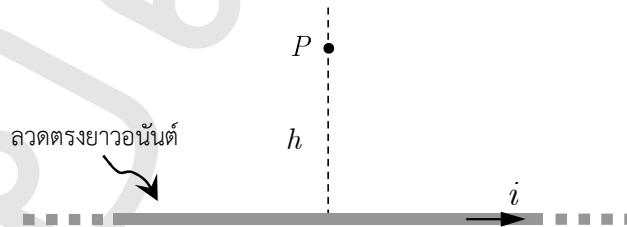
- (จ) จากข้อ ง จงคำนวณหาค่า  $B$  (กำหนดให้  $\int \frac{1}{(x^2 + a^2)^{3/2}} dx = \frac{x}{a^2(x^2 + a^2)^{1/2}} + \text{constant}$ )

[3 คะแนน]

ข้อ 6 ลวดตรงยาวอนันต์มีกระแสไฟฟ้า  $i$  ผ่านไปทางขวา ดังรูป กำหนดให้จุด P อยู่ห่างจากเส้นลวดเป็นระยะ  $h$

- (ก) จงใช้กฎของแอมแปร์หาขนาดของสนามแม่เหล็กเนื่องจากเส้นลวดตรงยาวอนันต์ที่จุด P

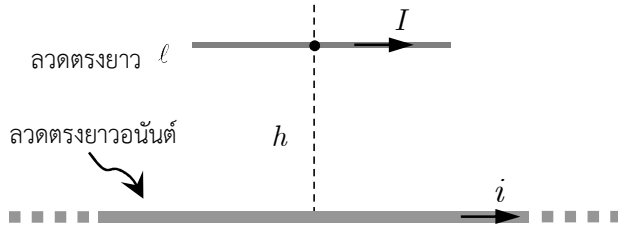
[5 คะแนน]



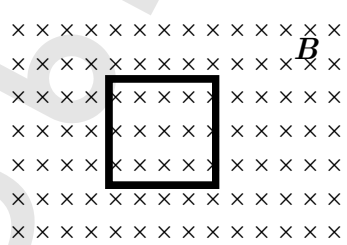
- (ข) ตีประจุกจุดบวก  $q$  ออกจากจุด P ขึ้นไปข้างบนในแนวตั้งฉากกับเส้นลวด ด้วยความเร็วต้นค่าหนึ่ง ประจุกจุดนี้จะเคลื่อนที่ต่อไปอย่างไร ให้วาดรูปแสดงแนวโน้มเส้นทางเคลื่อนที่ของประจุกจุด

[2 คะแนน]

(ค) นำเส้นลวดตรงยาว  $l$  ที่มีกระแสไฟฟ้า  $I$  ผ่านในทิศเดียวกัน มาวางทับจุด P และขนานกับลวดตรงยาวอนันต์ ดังรูป จงหาแรงแม่เหล็กที่กระทำต่อลวดเส้นใหม่นี้ (ตอบทั้งขนาดและทิศทาง) [3 คะแนน]

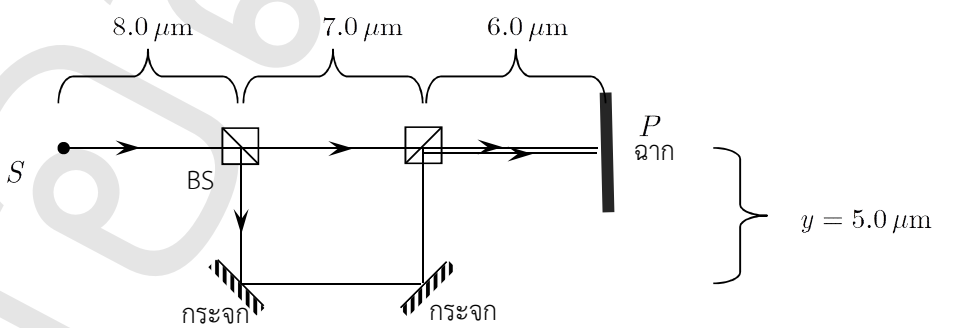


ข้อ 7 วงลวดตัวนำรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด  $10 \times 10 \text{ cm}^2$  วางอยู่ในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็กซึ่งมีขนาดไม่คงตัว แต่เพิ่มขึ้น  $2 \mu\text{T}$  ต่อวินาที โดยมีสนามแม่เหล็กมีทิศพุ่งเข้าหาหน้ากระดาษและตั้งฉากกับระนาบวงลวด ดังรูป กำหนดให้ตอนเริ่มต้น ที่เวลา  $t = 0 \text{ s}$  สนามแม่เหล็กมีขนาด  $40 \mu\text{T}$



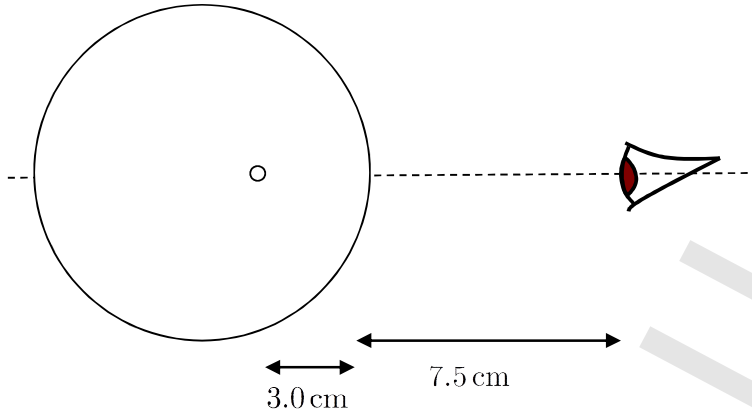
- (ก) จงหาขนาดของฟลักซ์แม่เหล็ก  $\Phi_B$  ที่ผ่านวงลวดนี้ที่ตอนเริ่มต้น ระบุหน่วยด้วย [2 คะแนน]
- (ข) จงหาขนาดของฟลักซ์แม่เหล็ก  $\Phi_B$  ที่ผ่านวงลวดนี้ที่เวลา  $t$  ใดๆ ระบุหน่วยด้วย ( $t$  มีหน่วยเป็น s) [2 คะแนน]
- (ค) จงหาอัตราการเปลี่ยนแปลงของฟลักซ์แม่เหล็ก ระบุหน่วยด้วย [2 คะแนน]
- (ง) กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นบนวงลวดมีทิศทางอย่างไร [2 คะแนน]
- (จ) ถ้าวางลวดมีความต้านทาน  $0.10 \Omega$  จงหาขนาดของกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นบนวงลวด ระบุหน่วยด้วย [2 คะแนน]

ข้อ 8.1 พิจารณาแสงจากแหล่งกำเนิด  $S$  ที่เดินทางไปถึง Beam Splitter (BS) ซึ่งจะแยกแสงออกเป็นสองส่วน แล้วมาเจอกันที่ฉาก ดังรูป กำหนดให้ความยาวคลื่นของแสงเท่ากับ  $0.50 \mu\text{m}$



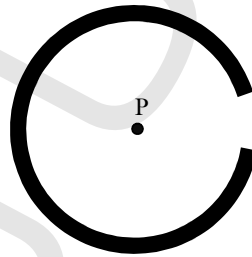
- (ก) เมื่อแสงจากสองเส้นทางมาเจอกันที่บนฉาก จะเกิดปรากฏการณ์ใดขึ้น [1 คะแนน]
- (ข) แสงในสองเส้นทาง มี Optical Path Difference เท่ากับเท่าไร [2 คะแนน]
- (ค) เราจะต้องปรับระยะ  $y$  ให้มีค่าเป็นเท่าใด จึงจะทำให้ จุด P ที่อยู่บนฉากเป็นจุดมืด [2 คะแนน]

ข้อ 8.2 แก้วตันรูปทรงกลมรัศมีมีความโค้ง 5.0 cm มีดรรชนีหักเห 1.5 มีฟองอากาศเล็กๆ ฟองหนึ่งอยู่ในแก้ว โดยห่างจากผิวแก้วเป็นระยะ 3.0 cm ดังรูป จงหาว่าผู้สังเกตที่อยู่ห่างจากผิวแก้วเป็นระยะ 7.5 cm จะเห็นภาพของฟองอากาศห่างจากตาเขาเท่าใด เขียนเส้นรังสีของแสงแสดงการเกิดภาพด้วย กำหนดให้ดรรชนีหักเหของอากาศเท่ากับ 1.0 [5 คะแนน]

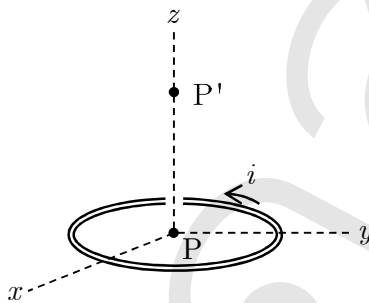
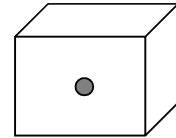


ข้อ 9 (ข้อย่อยละ 2 คะแนน)

9.1 เส้นฉนวนรูปตัว C ดังรูปมีประจุกระจายสม่ำเสมอ จงเขียนลูกศรแสดงทิศของสนามไฟฟ้าที่จุด P ซึ่งอยู่ที่จุดศูนย์กลางของวงกลม



9.2 ผิวปิดลูกบาศก์มีประจุ +5 nC อยู่ภายใน ฟลักซ์ไฟฟ้าที่ผ่านผิวปิดนี้ = \_\_\_\_\_



9.3 เส้นลวดกระแสรูปร่างวงกลม วางอยู่ในระนาบระดับ  $xy$  จงวาดทิศของสนามแม่เหล็กที่เกิดจากเส้นลวดกระแสวงกลมในรูปซ้าย ที่จุด P และที่จุด P'

9.4 จงเขียนเส้นสมคักย์อย่างน้อย 3 เส้น สำหรับประจุบวก (เขียนเฉพาะเส้นสมคักย์เท่านั้น ห้ามเขียนเส้นอื่น)



9.5 จงเขียนรูปแสดงทิศทางของกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นบนวงลวดแต่ละวง

