

สาระสำคัญ

กระแสไฟฟ้าในตัวนำโลหะ เกิดจากการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าในตัวนำ เมื่อปลายทั้งสองข้างของตัวนำเกิดความต่างศักย์ไฟฟ้าในตัวนำนั้น ซึ่งในตัวนำโลหะจะอิเล็กตรอนอิสระที่เคลื่อนที่อย่างไร้ระเบียบ เรียกว่า “การเคลื่อนที่แบบบราวน์” แต่เมื่อความต่างศักย์ขึ้นระหว่างปลายของตัวนำ จะทำให้เกิดสนามไฟฟ้าภายในตัวนำนั้น ซึ่งจะทำให้อิเล็กตรอนอิสระเหล่านี้เกิดการเคลื่อนที่ในทิศทางเดียวกันด้วยความเร็วเฉลี่ยค่าหนึ่งเรียกว่า “ความเร็วลอยเลื่อน”

การวิเคราะห์หากระแสไฟฟ้าในตัวนำใดๆ สามารถคำนวณได้จากประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ผ่านพื้นที่ภาคตัดขวางของตัวนำในหนึ่งหน่วยเวลา ซึ่งโดยปกติจะพิจารณาทั้งประจุบวกและประจุลบที่เคลื่อนที่ผ่านหน้าตัดของตัวนำ และสมการที่ใช้ในการวิเคราะห์หากระแสไฟฟ้าในตัวนำใดๆ ดังนี้

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{Nq}{t} = \left(\frac{N}{V}\right)evA = nevA$$

โดยความหนาแน่นของอิเล็กตรอนอิสระจะมีค่าคงที่เสมอในวัสดุชนิดหนึ่งๆ หรือกล่าวได้อีกนัยหนึ่งว่าอัตราการไหลของกระแสไฟฟ้าจะมีค่าคงที่ นั่นคือ

$$A_1v_1 = A_2v_2$$

ผลการเรียนรู้

อธิบายการเกิดกระแสไฟฟ้าในตัวกลางและวิเคราะห์หากระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำโลหะ

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้า จำนวนประจุไฟฟ้า ขนาดของความเร็วลอยเลื่อน และภาคตัดขวางของตัวนำโลหะที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้

ด้านทักษะกระบวนการ

นักเรียนสามารถคำนวณหาค่าของปริมาณต่างๆ เมื่อกำหนดสถานการณ์มาให้ได้

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงานตามที่ได้รับมอบหมาย

สมรรถนะของนักเรียน

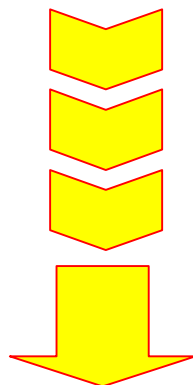
นักเรียนมีความสามารถในการคิดและแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้

การอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียน

นักเรียนสามารถอ่านและวิเคราะห์ข้อมูลที่ศึกษาได้อย่างมีเหตุผล

แบบทดสอบก่อนเรียน
เรื่อง การวิเคราะห์หากระแสไฟฟ้าในตัวนำโลหะ

เราไปทดสอบความรู้พื้นฐานของนักเรียนกันใน
แบบทดสอบก่อนเรียน
เรื่อง การวิเคราะห์หากระแสไฟฟ้าในตัวนำโลหะ
กันได้เลยนะคะ.



แบบทดสอบก่อนเรียน

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบก่อนเรียน ชุดที่ 2 เรื่อง การวิเคราะห์หากระแสไฟฟ้าในตัวนำโลหะ ใช้ทดสอบนักเรียนก่อนเรียน มีจำนวนข้อสอบ 10 ข้อ คะแนน 10 คะแนน
2. ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมายกากบาท ✕ ลงในช่องว่าง ให้ตรงกับตัวอักษร ก ข ค และ ง ที่เป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวบนกระดาษคำตอบ โดยใช้เวลาทำข้อสอบ 15 นาที

1. การที่ประจุไฟฟ้าสามารถถ่ายเทหรือเคลื่อนที่ในโลหะตัวนำได้นั้น นักเรียนคิดว่าเป็นผลมาจากสาเหตุใด
 - ก. เกิดสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอขึ้นบริเวณรอบลวดตัวนำ
 - ข. เกิดสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอบริเวณภายในของลวดตัวนำ
 - ค. เกิดความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างปลายทั้งสองข้างของลวดตัวนำ
 - ง. เกิดความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิระหว่างภายในและภายนอกของลวดตัวนำ
2. ลวดทองแดงบริสุทธิ์ก้อนหนึ่ง พบว่าเมื่อถูกนำมาแปรรูปเป็นสายไฟฟ้าจำนวน 4 เส้น ขนาดพื้นที่หน้าตัดต่างกัน แต่มีความยาวเท่ากัน เมื่อนำมาต่อกันแล้วปล่อยให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านอยากทราบว่าเกิดผลอย่างไร
 - ก. ลวดแต่ละเส้นมีจำนวนอิเล็กตรอนเคลื่อนที่ผ่านเท่ากันในแต่ละวินาที
 - ข. ลวดแต่ละเส้นมีอิเล็กตรอนอิสระที่เคลื่อนที่ผ่านด้วยความเร็วที่เท่ากัน
 - ค. ลวดแต่ละเส้นมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตามอัตราส่วนของพื้นที่หน้าตัดของลวดนั้น
 - ง. ลวดแต่ละเส้นมีความหนาแน่นของอิเล็กตรอนอิสระที่เคลื่อนที่ผ่านทุกเส้นเท่ากัน
3. ในการทดลองให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านลวดตัวนำเส้นหนึ่ง 0.16 แอมแปร์ อยากทราบว่าจะมีอิเล็กตรอนอิสระเคลื่อนที่ผ่านลวดตัวนำนี้จำนวนเท่าใด ถ้ากระแสไฟฟ้านี้ไหลผ่านลวดนี้เป็นเวลานาน 5 วินาที
 - ก. 0.5×10^{19} อนุภาค
 - ข. 1.0×10^{20} อนุภาค
 - ค. 1.6×10^{21} อนุภาค
 - ง. 3.2×10^{22} อนุภาค

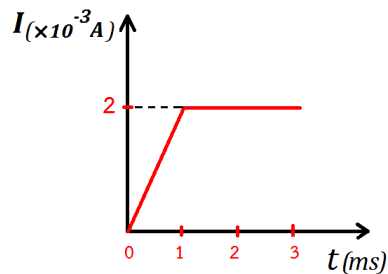
4. ประจุไฟฟ้าบวก 48 คูลอมป์และประจุไฟฟ้าลบ 24 คูลอมป์ เคลื่อนที่ผ่านตัวกลางชนิดหนึ่งที่มีพื้นที่หน้าตัด 30 ตารางมิลลิเมตร ในทิศทางสวนทางกันเป็นเวลา 8 วินาที อยากรหาว่าในช่วงเวลาดังกล่าวจะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวกลางนี้เท่าใด
- ก. 3 แอมแปร์
 ข. 8 แอมแปร์
 ค. 9 แอมแปร์
 ง. 12 แอมแปร์
5. เมื่ออิเล็กตรอนจำนวน 10^{29} อนุภาค/ลูกบาศก์เมตร เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 10^{-3} เมตร/วินาที ถ้าลวดเส้นนี้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน 16 แอมแปร์ อยากรหาว่าลวดเส้นนี้มีพื้นที่หน้าตัดเท่าใด
- ก. 10^{-2} ตารางเซนติเมตร
 ข. 10^{-1} ตารางเดซิเมตร
 ค. 10^{-3} ตารางมิลลิเมตร
 ง. 10^{-12} ตารางเมตร
6. ลวดเส้นหนึ่งมีพื้นที่หน้าตัด 0.1 ตารางเซนติเมตร และปริมาตร 1.6 ลูกบาศก์เซนติเมตร ถ้าปล่อยให้อิเล็กตรอนอิสระจำนวน 6×10^{23} อนุภาค เคลื่อนที่ผ่านลวดเส้นนี้พบว่าสามารถวัดกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นได้ 6 แอมแปร์ อยากรว่าอิเล็กตรอนอิสระเหล่านี้มีการเคลื่อนที่อย่างไร
- ก. เคลื่อนที่อย่างมีความเร่งคงตัว 1 มิลลิเมตร/วินาที²
 ข. เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว 1×10^{-5} เมตร/วินาที
 ค. เคลื่อนที่อย่างมีความหน่วงคงตัว 0.1 เดซิเมตร/วินาที²
 ง. เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว 1×10^{-2} เซนติเมตร/วินาที
7. สายไฟฟ้าเส้นหนึ่งประกอบด้วยตัวนำ 2 ชนิด ซ้อนกัน โดยเส้นในมีรัศมี r เส้นนอกมีรัศมี $2r$ ถ้าปริมาณกระแสไฟฟ้า I และความหนาแน่นของอิเล็กตรอนอิสระ n ในตัวนำทั้งสองเท่ากัน จงหาอัตราส่วนของความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนเส้นในต่อเส้นนอกเป็นเท่าใด
- ก. 1 : 3
 ข. 3 : 1
 ค. 2 : 4
 ง. 4 : 2

8. ลวดทองแดงขนาดพื้นที่หน้าตัดต่างกัน 2 เส้น เชื่อมต่อกันโดยเส้นแรก มีพื้นที่หน้าตัด 2 ตารางเซนติเมตร ส่วนเส้นที่สองมีพื้นที่หน้าตัด 1 ตารางเซนติเมตร หากพบว่าเส้นแรก อิเล็กตรอนอิสระเคลื่อนที่ผ่านด้วยความเร็วลอยเลื่อน 0.002 เมตร/วินาที เส้นที่สองจะมีความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนเหล่านี้เป็นเท่าใด

- ก. 4 มิลลิเมตร/วินาที
- ข. 0.2 เดซิเมตร/วินาที
- ค. 40 ไมโครเมตร/วินาที
- ง. 0.02 เซนติเมตร/วินาที

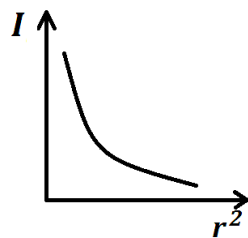
9. จากกราฟความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวนำเส้นหนึ่งกับเวลา อยากทราบว่า เมื่อเวลาผ่านไป 2 วินาที จะมีประจุไฟฟ้าไหลผ่านลวดเส้นนี้เท่าใด

- ก. 1 เดซิคูลอมบ์
- ข. 2 มิลลิคูลอมบ์
- ค. 3 ไมโครคูลอมบ์
- ง. 5 นาโนคูลอมบ์

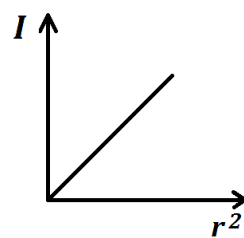


10. จากการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับรัศมีของพื้นที่หน้าตัดของลวด ตัวนำสม่ำเสมอใดๆ ที่กระแสไฟฟ้านั้นไหลผ่าน สามารถนำมาเขียนเป็นความสัมพันธ์ในรูปของกราฟตามข้อใด

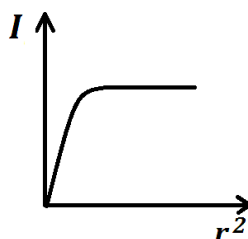
ก.



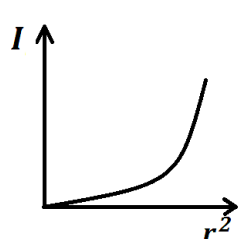
ข.



ค.



ง.



กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน
ชุดที่ 2 เรื่อง การวิเคราะห์หากระแสไฟฟ้าในตัวนำโลหะ

ชื่อ นามสกุล ชั้นม. /..... เลขที่

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน

ตัวเลือก ข้อที่	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

กระดาษคำตอบแบบทดสอบหลังเรียน

ตัวเลือก ข้อที่	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

คะแนนที่ได้/คะแนนเต็ม

...../.....10.....

คะแนนที่ได้/คะแนนเต็ม

...../.....10.....

ลงชื่อ ผู้ตรวจ

(.....)

วันที่ เดือน พ.ศ.



เรามาศึกษาหาความรู้จาก



ใบความรู้ที่ 2.1

เรื่อง การวิเคราะห์หากระแสไฟฟ้าในตัวนำโลหะ
กันได้เลยนะครับ

เรื่อง การวิเคราะห์หากระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำโลหะ

คำชี้แจง : ให้นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 2.1 อย่างละเอียด

กระแสไฟฟ้าและกระแสอิเล็กตรอน

จากความรู้เรื่องการนำไฟฟ้าของตัวนำโลหะจะ พบว่า มีเพียงอิเล็กตรอนเป็นตัวเคลื่อนที่เท่านั้น ซึ่งในปัจจุบันได้เรียกว่าเป็นกระแสอิเล็กตรอน (electron current) แต่กระแสไฟฟ้า (electric current) เมื่อคิดเทียบกับกระแสอิเล็กตรอนก็จะได้ปริมาณเท่ากัน แต่จะมีทิศทางตรงกันข้ามกัน และเมื่อเกิดความแตกต่างระหว่างพลังงานศักย์ไฟฟ้าที่ปลายสองข้างของตัวนำก็จะเกิดสนามไฟฟ้าในแท่งโลหะตัวนำนั้น แรงเนื่องจากสนามไฟฟ้าจะกระทำให้อิเล็กตรอนเกิดการเคลื่อนที่จากศักย์ไฟฟ้าต่ำไปยังศักย์ไฟฟ้าสูง ซึ่งจะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลในทิศตรงข้ามกับอิเล็กตรอนอิสระเหล่านั้น

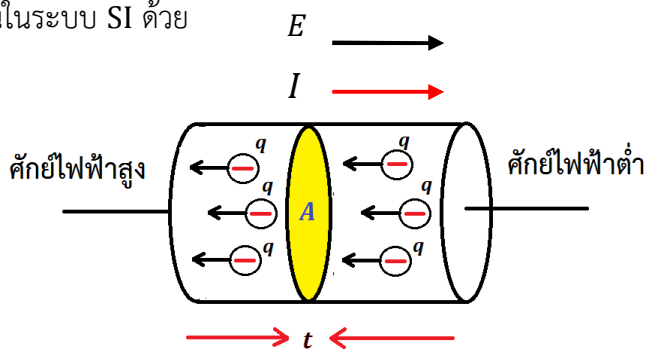
ในทางทฤษฎีถ้าสมมติว่าอิเล็กตรอนในโลหะตัวนำเคลื่อนที่อย่างอิสระภายในตัวนำได้ไม่สิ้นสุด เมื่อเกิดความต่างศักย์ระหว่างปลายของตัวนำนั้น อิเล็กตรอนจะถูกเร่งให้เคลื่อนที่เร็วขึ้นด้วยสนามไฟฟ้า ความเร็วก็ต้องมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆและกระแสไฟฟ้าก็ควรจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

แต่ในความเป็นจริงกลับไม่เป็นเช่นนั้น เพราะกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นนั้นมีค่าคงที่ เนื่องจากว่าขณะที่อิเล็กตรอนถูกเร่งด้วยสนามไฟฟ้านั้น อิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่จะเกิดการชนกับอนุภาคที่อยู่หนึ่งในอะตอมของตัวนำโลหะ ทำให้อิเล็กตรอนเหล่านั้นเกิดหยุดนิ่งหรือเคลื่อนที่ช้าลง แล้วจึงถูกเร่งให้เคลื่อนที่ใหม่ด้วยสนามไฟฟ้าอีกครั้งเป็นอย่างนี้ไปเรื่อยๆ トラบเท่าที่ที่มีความต่างศักย์ไฟฟ้าเกิดขึ้นในระหว่างปลายของตัวนำนั้น

ดังนั้น เมื่อคิดความเร็วของอิเล็กตรอนที่อยู่ในสนามไฟฟ้าภายในโลหะตัวนำ จะได้เป็นค่าเฉลี่ยของความเร็วขึ้นมาที่เราเรียกว่า **ความเร็วลอยเลื่อน (Drift velocity)** ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของอิเล็กตรอนที่มีค่าน้อยมากและความเร็วลอยเลื่อนนี้ ยังมีค่าเท่ากับความเร็วของกระแสไฟฟ้าในโลหะตัวนำนี้ด้วย

การหากระแสไฟฟ้าในตัวนำโลหะ

กระแสไฟฟ้าในตัวนำโลหะ คือ ประจุไฟฟ้าที่ผ่านภาคตัดขวางของตัวกลางนั้นในหนึ่งหน่วยเวลา ถูกเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์เป็น I มีหน่วยเป็นแอมแปร์ (Ampere) ซึ่งถือว่าเป็นหน่วยฐานในระบบ SI ด้วย



ภาพที่ 1 แสดงการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าผ่านพื้นที่หน้าตัด A ในช่วงเวลา t ใดๆ

เมื่อเราพิจารณาอนุภาคที่มีประจุจำนวน (N) ตัว ที่เคลื่อนที่ของผ่านภาคตัดขวาง (A) ของตัวกลางในเวลา (t) โดยอนุภาคแต่ละตัวมีประจุ (q) เราสามารถเขียนสมการของกระแสไฟฟ้าในตัวกลางได้ดังนี้

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{Nq}{t}$$

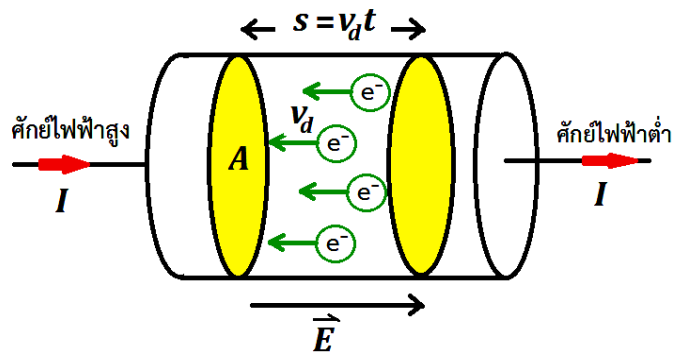
เมื่อกำหนดให้

I = ปริมาณกระแสไฟฟ้า	มีหน่วยเป็น แอมแปร์ (A)
N = จำนวนประจุไฟฟ้า	มีหน่วยเป็น ตัวหรืออนุภาค
q = ประจุไฟฟ้าของอนุภาคแต่ละตัว	มีหน่วยเป็น คูลอมบ์ (C)
Q = ประจุไฟฟ้าของอนุภาคทั้งหมด	มีหน่วยเป็น คูลอมบ์ (C)
t = เวลา	มีหน่วยเป็น วินาที (s)

สิ่งที่ควรทราบ

1. กระแสไฟฟ้า มีหน่วยเป็นคูลอมบ์ต่อวินาที หรือ แอมแปร์ เพื่อเป็นการให้เกียรติแก่ **Andre Marie Ampere** ผู้ค้นพบความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าในตัวนำ
2. กระแสไฟฟ้าเป็นปริมาณสเกลาร์ แต่การกำหนดทิศทางของกระแสไฟฟ้านั้นเป็นเพียงการบอกให้เราทราบทิศทางของกระแสจะไหลจากศักย์สูงไปยังศักย์ต่ำ
3. กระแสไฟฟ้าจะมีทิศทางเดียวกับสนามไฟฟ้า ส่วนกระแสอิเล็กตรอนจะมีทิศตรงข้ามกับสนามไฟฟ้าในตัวนำนั้น

เนื่องจากกระแสไฟฟ้าในตัวนำโลหะจะมีทิศทางตรงข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระหรือกระแสอิเล็กตรอน ถ้าเราพิจารณาในช่วงเวลา t ใดๆที่อิเล็กตรอนอิสระ e ที่เคลื่อนที่ผ่านพื้นที่หน้าตัด A จะได้จำนวนอิเล็กตรอนอิสระในตัวนำที่มีปริมาตร sA เป็น NsA และเนื่องจาก $s = v_d t$



ภาพที่ 2 แสดงการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่เคลื่อนที่ผ่านตัวนำ

ดังนั้น ประจุไฟฟ้าของอิเล็กตรอนอิสระ e ในตัวนำปริมาตร $V = v_d t A$ จะมีจำนวน $Nv_d t A$ ตัว และจะมีจำนวนประจุไฟฟ้าต่อปริมาตรเป็น $\frac{N(v_d t A)e}{V}$ ซึ่งจะสามารถหากระแสไฟฟ้าที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระที่เคลื่อนที่ผ่านลวดตัวนำนี้ในช่วงเวลา t ได้สมการ

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{Ne}{t} = \frac{N(v_d t A)e}{Vt} = nev_d A$$

เมื่อกำหนดให้

Q = ประจุทั้งหมดที่เคลื่อนที่ผ่านพื้นที่หน้าตัด A ในเวลา Δt

n = ความหนาแน่นของอิเล็กตรอนอิสระหรือ

$$n = \frac{N}{V}$$

จำนวนอิเล็กตรอน/หนึ่งหน่วยปริมาตรของตัวนำ
(อนุภาค/ m^3)

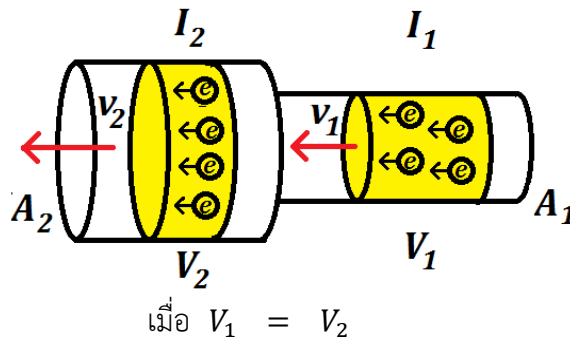
e = ประจุไฟฟ้าของอิเล็กตรอนอิสระ (C)

v = ความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระ (m/s)

A = พื้นที่ตัดขวางของเส้นลวด (m^2)

ความหนาแน่นของอิเล็กตรอน

ในการเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้าผ่านตัวนำใดๆ เราจะพบว่า ความหนาแน่นของอิเล็กตรอนอิสระ (n) ในตัวนำนั้นจะมีค่าคงที่เสมอ นั่นหมายความว่า หากลวดตัวนำชนิดหนึ่งมีพื้นที่หน้าตัดไม่สม่ำเสมอหรือมีพื้นที่หน้าตัดไม่เท่ากันตลอดทั้งเส้น เมื่ออิเล็กตรอนเคลื่อนที่ผ่านลวดเส้นนี้ อิเล็กตรอนเหล่านี้จะพยายามจัดเรียงตัวให้มีความหนาแน่น (n) เท่าเดิมในปริมาตร (V) หนึ่งๆ มีผลทำให้ความเร็วลอยเลื่อนมีค่าแตกต่างกันตามพื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำที่อิเล็กตรอนอิสระเหล่านี้เคลื่อนที่ผ่าน ซึ่งสามารถพิจารณาได้ดังนี้



ภาพที่ 3 แสดงการจัดเรียงตัวของ e ให้มีความหนาแน่นเท่ากันในปริมาตร V หนึ่งๆ

เมื่อเราพิจารณาการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระหรือการไหลของกระแสไฟฟ้า จะพบว่า

$$\text{กระแสไหลเข้า } I_1 = \text{กระแสไหลออก } I_2$$

จะได้

$$nev_1A_1 = nev_2A_2$$

เมื่อ n และ e เป็นค่าคงที่

ดังนั้น

$$v_1A_1 = v_2A_2$$

ซึ่งเมื่อเราพิจารณาจากรูปจะเห็นได้ว่า $A_1 < A_2$ และในการพิจารณาความหนาแน่นของอิเล็กตรอนอิสระหรือกระแสไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ผ่านลวดตัวนำนี้ จะทำให้เราทราบว่า

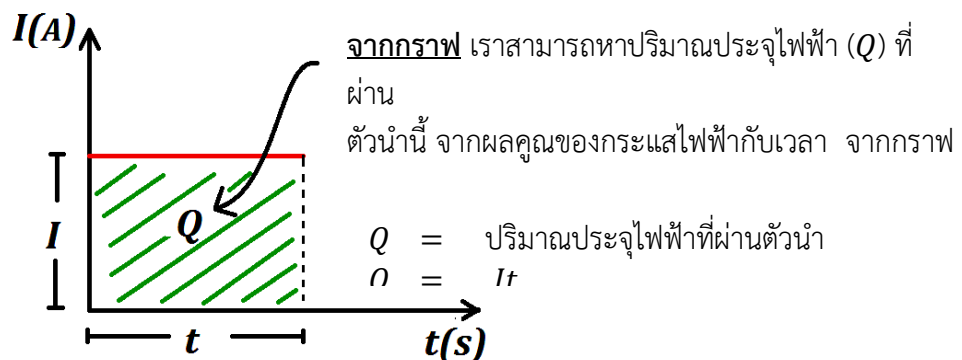
เมื่อพื้นที่หน้าตัดมีค่ามากอิเล็กตรอนอิสระจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วลอยเลื่อนที่มีค่าน้อยหรือเคลื่อนที่ได้ช้า และเมื่อพื้นที่หน้าตัดมีค่าน้อยอิเล็กตรอนอิสระจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วลอยเลื่อนที่มีค่ามากหรือเคลื่อนที่ได้เร็ว นั่นเอง

กราฟความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับเวลา

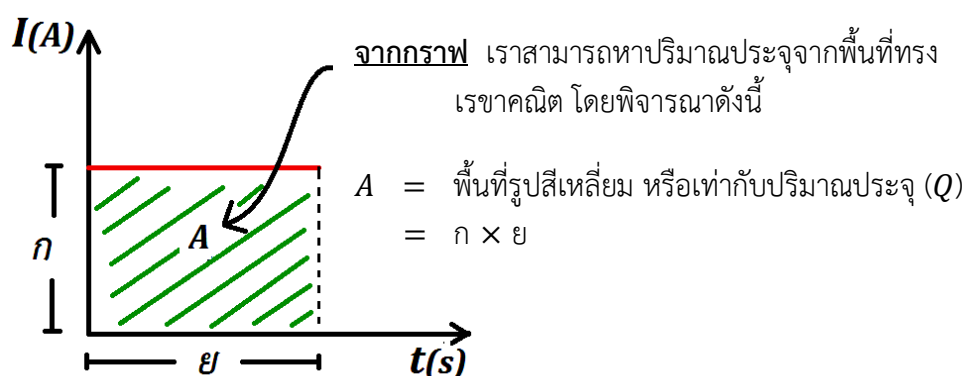
จากการพิจารณา กราฟความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับเวลาของตัวนำโลหะใดๆ ที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน เราจะพบว่า ผลคูณของกระแสไฟฟ้ากับเวลาในกราฟความสัมพันธ์นี้จะเท่ากับปริมาณประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ผ่านตัวนำนั้น ซึ่งถ้าเรานำมาพิจารณาจะสามารถแยกได้ 2 กรณี ดังนี้

กรณีที่ 1 กระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวนำมีค่าคงที่ สามารถพิจารณาค่าของประจุไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวนำนั้นได้ ดังนี้ คือ

1.1 เราสามารถหาประจุจากผลคูณของกระแสไฟฟ้ากับเวลาที่ประจุเคลื่อนที่ผ่านตัวนำ ดังกราฟ

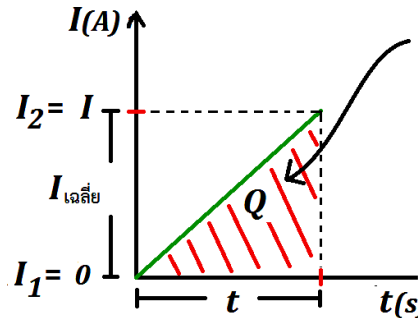


1.2 เราสามารถหาประจุไฟฟ้าที่ผ่านตัวนำจากการเปรียบเทียบจากพื้นที่รูปเรขาคณิตของกราฟ เช่น



กรณีที่ 2 กระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวนำมีค่าไม่คงที่ สามารถพิจารณาค่าของประจุไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวนำนั้นได้ ดังนี้

2.1 การหาประจุไฟฟ้า จากผลคูณของกระแสไฟฟ้าเฉลี่ยที่ผ่านตัวนำกับเวลา



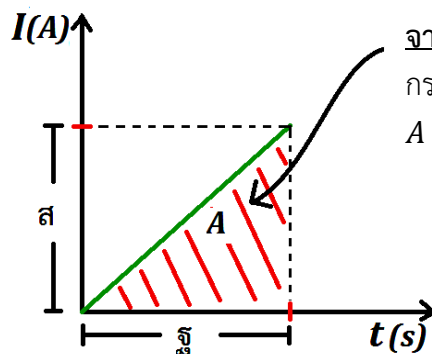
จากกราฟ เราสามารถหาปริมาณประจุไฟฟ้า (Q) ที่ผ่านตัวนำนี้ โดยพิจารณา

$Q =$ ผลคูณของกระแสเฉลี่ยกับเวลา

$$= \frac{(I_1 + I_2)t}{2}$$

$$= \frac{1}{2} \times I \times t$$

2.2 การหาประจุไฟฟ้า จากพื้นที่ใต้กราฟที่เปรียบเทียบกับพื้นที่รูปเรขาคณิตของกราฟ

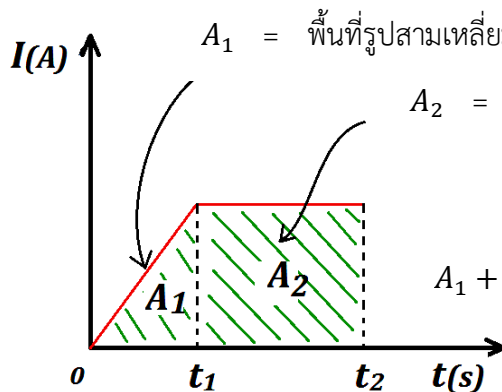


จากกราฟ เราสามารถหาปริมาณประจุจากพื้นที่กราฟรูปเรขาคณิต โดยพิจารณาดังนี้

$A =$ พื้นที่รูปสามเหลี่ยม หรือปริมาณประจุ (Q)

$$= \frac{1}{2} \times \text{ฐาน} \times \text{สูง}$$

จากการพิจารณา สรุปได้ว่า จากกราฟความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้ากับเวลา ที่มีลักษณะของกราฟเป็นรูปเรขาคณิต และเราสามารถหาค่าของประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ผ่านตัวนำใดๆ ได้จากพื้นที่ใต้กราฟของกระแสไฟฟ้ากับเวลา ตามรูปทรงเรขาคณิตของกราฟนั้น ดังนี้



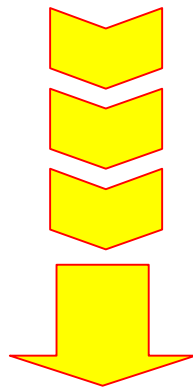
$A_1 =$ พื้นที่รูปสามเหลี่ยม หรือปริมาณประจุที่ผ่านตัวนำในเวลา t_1

$A_2 =$ พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมหรือปริมาณประจุที่ผ่านตัวนำในช่วงเวลา t_1 ถึง t_2

$A_1 + A_2 =$ ปริมาณประจุทั้งหมดที่ผ่านตัวนำนี้

ใบงานที่ 2.1 (ความรู้ความเข้าใจ)
เรื่อง การวิเคราะห์หากระแสไฟฟ้าในตัวนำโลหะ

เราไปทดสอบความรู้เพื่อวัดความเข้าใจของนักเรียนจาก
ใบงานที่ 2.1 (ความรู้ความเข้าใจ)
เรื่อง การวิเคราะห์หากระแสไฟฟ้าในตัวนำโลหะ
กันได้เลยนะครับ.



ใบงานที่ 2.1 (ความรู้ความเข้าใจ)
เรื่อง การวิเคราะห์หากระแสไฟฟ้าในตัวนำ

คำชี้แจง ให้นักเรียนเติมคำตอบหรือข้อความลงในช่องว่างให้ถูกต้องและได้ใจความที่สุด

1. นักเรียนคิดว่ากระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นได้อย่างไร และการกำหนดทิศทางของกระแสไฟฟ้า มีหลักการอย่างไร

ตอบ

2. กระแสไฟฟ้าและกระแสอิเล็กทรอนิกส์คืออะไร มีความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

ตอบ

3. จากคำกล่าวที่ว่า “กระแสไฟฟ้ามีทิศทาง” แต่เหตุใดจึงไม่จัดกระแสไฟฟ้าเป็น ปริมาณเวกเตอร์

ตอบ

4. การเคลื่อนที่แบบบราวน์ของอิเล็กตรอนคืออะไร

ตอบ

5. จากความรู้เรื่องกระแสไฟฟ้า พบว่า กระแสไฟฟ้ามีความเร็วช้ามาก แล้วทำไมเมื่อเราเปิดสวิตช์ไฟฟ้าหลอดไฟ จึงติดได้ทันที

ตอบ

.....

.....

.....

6. ทำไม เมื่อเกิดสนามไฟฟ้าในเส้นลวดตัวนำแล้วอิเล็กตรอนกลับเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเฉลี่ยที่มีค่าช้ามาก ซึ่งตามหลักความเป็นจริงแล้วอิเล็กตรอนน่าจะเคลื่อนที่อย่างมีความเร่ง

ตอบ

.....

.....

.....

7. จากความรู้ที่ได้ศึกษามา นักเรียนสามารถสรุปองค์ความรู้ในเรื่องของกระแสไฟฟ้าในตัวนำโลหะได้อย่างไรบ้าง

ตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบสรุปองค์ความรู้
เรื่อง การวิเคราะห์หากระแสไฟฟ้าในตัวนำโลหะ

1. กระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นในตัวนำโลหะ เกิดขึ้นเมื่อมี.....ระหว่างปลายของตัวนำนั้น โดยความต่างศักย์ไฟฟ้าจะทำให้เกิด.....ในตัวนำมีทิศทาง.....กับทิศทางของ.....ในตัวนำโลหะนั้น

2. กระแสไฟฟ้าในตัวนำโลหะเกิดจากการเคลื่อนที่ของ.....ในตัวนำ ซึ่งในปกติตัวนำโลหะจะมีอิเล็กตรอนอิสระที่เคลื่อนที่อย่างไร้ระเบียบ เรียกว่า “ ” แต่เมื่อมีความต่างศักย์ไฟฟ้าเกิดขึ้นจะส่งผลทำให้เกิดสนามไฟฟ้า และแรงเนื่องจาก.....ภายในตัวนำนั้น จะเร่งให้.....เหล่านี้เกิดการเคลื่อนที่ในทิศทาง.....กันด้วยความเร็วเฉลี่ยค่าหนึ่งเรียกว่า “ ” โดยกระแสไฟฟ้าและกระแสอิเล็กตรอนจะมีปริมาณ.....แต่มีทิศทาง.....กัน

3. กระแสไฟฟ้าในตัวนำโลหะ คือที่เคลื่อนที่ผ่านภาคตัดขวางของ.....นั้นในหนึ่งหน่วยเวลา ถูกเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์เป็น ***I*** มีหน่วยเป็น..... สามารถคำนวณหาค่าของกระแสไฟฟ้าได้จากสมการดังนี้

$$I = \text{---} = \text{---} = \text{---}$$

4. จากความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้ากับเวลา เป็นกราฟที่มีลักษณะเป็นรูปเรขาคณิต เราสามารถคำนวณหาค่าของประจุไฟฟ้าได้จาก.....ของความสัมพันธ์ระหว่าง.....กับเวลา



เรามาศึกษาการวิเคราะห์และแก้โจทย์ปัญหาใน



เรื่อง การฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหา
เพื่อนักเรียนจะได้ฝึกการนำทักษะทางคณิตศาสตร์
มาบูรณาการกับการแก้โจทย์วิชาฟิสิกส์กันนะคะ

เรื่อง การฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหา

การฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหา คือ การฝึกแก้โจทย์ปัญหาที่ใช้แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาที่สร้างขึ้น เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะในการคำนวณและการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาฟิสิกส์ โดยบูรณาการกระบวนการคิดศาสตร์ของโพลยา ที่เป็นวิธีการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ โดยมีลำดับขั้นตอนในการฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหา 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นตอนที่ 2 ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา
ขั้นตอนที่ 3 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นตอนที่ 4 ขั้นตรวจสอบ/สรุปคำตอบ

ในแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหานี้ จะทำให้นักเรียนมีความเข้าใจและเป็นการสร้างระบบการคิดให้กับนักเรียนได้ฝึกคิดอย่างเป็นลำดับขั้นตอน มีรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

1. **อ่านโจทย์ให้ละเอียดแล้วเขียนรูปภาพง่าย ๆ** จากที่โจทย์กำหนด
** โจทย์บ้างข้อกำหนดครูปมาให้เราสามารถวิเคราะห์จากรูปที่กำหนดได้เลย**
2. **หาว่าโจทย์บอกอะไร** แล้วเขียนตัวแปรและค่าของตัวแปรนั้น
3. **หาว่าโจทย์ต้องการอะไร** แล้วเขียนในรูปสัญลักษณ์หรือตัวแปรที่ต้องการหา

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา

4. **พิจารณาหาสมการหรือหลักการทฤษฎี** ที่มีความสัมพันธ์กับสิ่งที่โจทย์บอก และโจทย์ต้องการหา

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

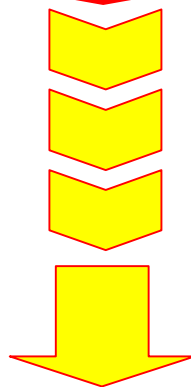
5. **แทนค่า และ แก้สมการ** โดยใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นตรวจสอบ/สรุปคำตอบ

6. **ตรวจสอบความถูกต้อง** ในขั้นตอนต่างๆ แล้ว **สรุปคำตอบ**

ตัวอย่างการแก้โจทย์ปัญหา
เรื่อง การวิเคราะห์หากระแสไฟฟ้าในตัวนำโลหะ

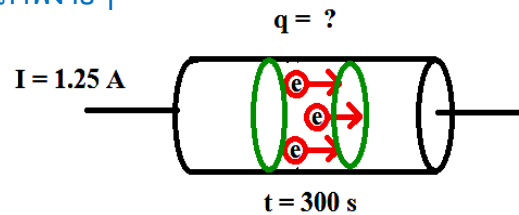
เราลองไปดูตัวอย่างการบูรณาการทักษะทางคณิตศาสตร์ ที่เรียกว่า
ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา
วิชาฟิสิกส์ กันดูนะครับ



ตัวอย่างที่ 1 ถ้ามีกระแสไฟฟ้า 1.25 แอมแปร์ ในเส้นลวดโลหะเส้นหนึ่ง ประจุไฟฟ้าทั้งหมด ที่ผ่านพื้นที่หน้าตัดของเส้นลวดโลหะเส้นนี้ในเวลา 5 นาที จะมีค่าเท่าใด

ขั้นตอนที่ 1 **ขั้นทำความเข้าใจปัญหา**

1. อ่านโจทย์ให้ละเอียดแล้ว เขียนรูปภาพง่าย ๆ
2. โจทย์บอกอะไร
 $I = 1.25 \text{ A}$
 $t = 5 \text{ min}$ หรือ 300 s
3. สิ่งที่โจทย์ต้องการหา
 $q = ?$



ขั้นตอนที่ 2 **ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา**

4. สมการที่ใช้

$$I = \frac{q}{t}$$

ขั้นตอนที่ 3 **ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา**

5. แทนค่า และ แก้สมการ โดยใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์

จากสมการข้างต้นจะได้ $q = It$

จะได้ $q = 1.25 \times 300$

ดังนั้น $q = 375 \text{ C}$

ขั้นตอนที่ 4 **ขั้นตรวจสอบ/สรุปคำตอบ**

6. ตรวจสอบ ความถูกต้องในขั้นตอนต่างๆ และสรุปคำตอบ

คำตอบ ปริมาณประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ผ่านพื้นที่หน้าตัดทั้งหมด 375 คูลอมบ์

ตัวอย่างที่ 2 ลวดตัวนำเส้นหนึ่งมีอิเล็กตรอนจำนวน 10^{20} อนุภาค/ลูกบาศก์เมตร เคลื่อนที่แบบลอยเลื่อนด้วยความเร็ว 10^{-3} เมตร/วินาที ถ้าลวดตัวนำที่มีพื้นที่หน้าตัด 10^{-6} ตารางเมตร อยากทราบว่าลวดเส้นนี้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเท่าใด

ขั้นตอนที่ 1 **ขั้นทำความเข้าใจปัญหา**

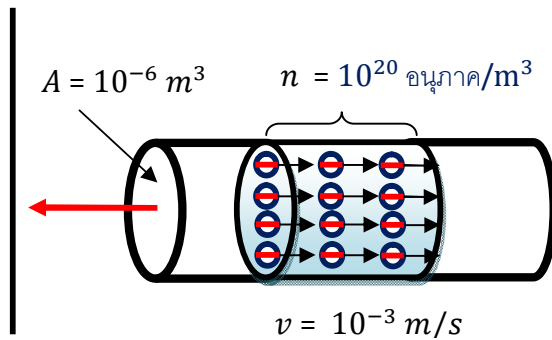
1. อ่านโจทย์ให้ละเอียดแล้วเขียนรูปภาพง่ายๆ

2. สิ่งที่โจทย์บอก

$n = 10^{20}$ อนุภาค/ m^3
 $v = 10^{-3}$ m/s
 $A = 10^{-6}$ m^2

3. สิ่งที่โจทย์ต้องการหา

$I = ?$



ขั้นตอนที่ 2 **ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา**

4. สมการที่ใช้

$$I = nevA$$

ขั้นตอนที่ 3 **ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา**

5. แทนค่า และ แก้สมการ โดยใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์

$$\text{จากสมการ } I = nevA$$

$$I = (10^{20})(1.6 \times 10^{-19})(10^{-3})(10^{-6})$$

$$I = 1.6 \times 10^{-8} A$$

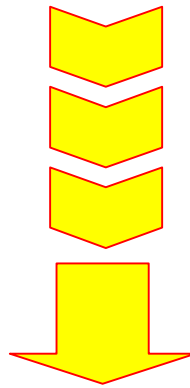
ขั้นตอนที่ 4 **ขั้นตรวจสอบ/สรุปคำตอบ**

6. ตรวจสอบ ความถูกต้องในขั้นตอนต่างๆ และสรุปคำตอบ

คำตอบ กระแสไฟฟ้าไหลผ่านเส้นลวดนี้เท่ากับ 1.6×10^{-8} แอมแปร์

แบบฝึกหัดลองทำดู
เรื่อง การวิเคราะห์หากระแสไฟฟ้าในตัวนำโลหะ

เมื่อนักเรียนมีความรู้และเข้าใจในขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาบ้างแล้วนะครับ
ในการทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบที่ต้องแสดงวิธีทำ นักเรียนสามารถทำโดยกระชับ
ขั้นตอนในการแสดงวิธีทำได้ตามความเข้าใจและความเหมาะสม เพื่อกระชับเวลาในการ
หาคำตอบได้เลยนะครับ.



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้
เน้นให้นักเรียนแสดงการคิดอย่างเป็นระบบและมีขั้นตอนที่ชัดเจน เพื่อเป็น
การฝึกให้นักเรียนมีระบบการคิดที่ยั่งยืนนะครับ

แบบฝึกหัดข้อที่ 1 ตัวกลางชนิดหนึ่งพบว่ามีประจุไฟฟ้า +40 คูลอมบ์ และ -20 คูลอมบ์ เคลื่อนที่ในตัวกลางนี้ในเวลา 5 วินาที อยากทราบว่ากระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในตัวกลางนี้ จะมีค่าเท่าใด

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์บอก

.....

.....

.....

โจทย์ต้องการหา

.....

.....

ขั้นที่ 2 ขั้ววางแผนการแก้ปัญหา

.....
.....

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

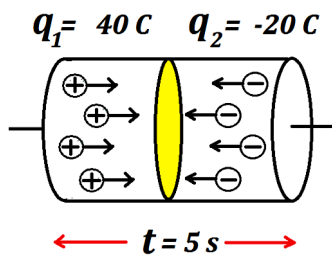
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบและสรุปคำตอบ

.....
.....

เฉลยแบบฝึกหัดข้อที่ 1 ตัวกลางชนิดหนึ่งพบว่ามีประจุไฟฟ้า +40 คุลอมบ์ และ - 20 คุลอมบ์เคลื่อนที่ในตัวกลางนี้ในเวลา 5 วินาที อยากรทราบว่าจะกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้น ในตัวกลางนี้จะมีค่าเท่าใด

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา



โจทย์บอก

$$\begin{aligned} q_1 &= 40\text{ C} \\ q_2 &= -20\text{ C} \\ t &= 5 \end{aligned}$$

โจทย์ต้องการหา

$$I = ?$$

ขั้นที่ 2 ขั้ววางแผนการแก้ปัญหา

$$I = \frac{q}{t}$$

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

เนื่องจากกระแสไฟฟ้าเกิดจากการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าซึ่งไม่ได้กำหนดว่าจะเป็นประจุบวกหรือประจุลบอย่างไรอย่างหนึ่ง จึงถือได้ว่า กระแสไฟฟ้าเกิดได้จากทั้งประจุบวกและประจุลบ นั่นเอง

จากสมการ $I = \frac{q}{t}$

จะได้ $I = \left(\frac{40+20}{5} \right)$

ดังนั้น $I = 12\text{ A}$

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบและสรุปคำตอบ

ตอบ กระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวกลางนี้ในเวลา 5 วินาที มีค่าเป็น 12 A

แบบฝึกหัดข้อที่ 2 ลวดตัวนำเส้นหนึ่งพบว่ามีการเสไฟฟ้าไหลผ่านลวดนี้ 1.6 แอมแปร์ และวัดความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนได้ 10^{-6} เมตร/วินาที ถ้าลวดตัวนำเส้นนี้มีพื้นที่หน้าตัด 10^{-2} ตารางเมตร อยากทราบว่ามีความหนาแน่นของอิเล็กตรอนอิสระในลวดนี้เป็นเท่าใด (กำหนดให้ประจุของ $e = 1.6 \times 10^{-19} C$)

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์บอก

.....

.....

.....

โจทย์ต้องการหา

.....

.....

ขั้นที่ 2 ช้วางแผนการแก้ปัญหา

.....

.....

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

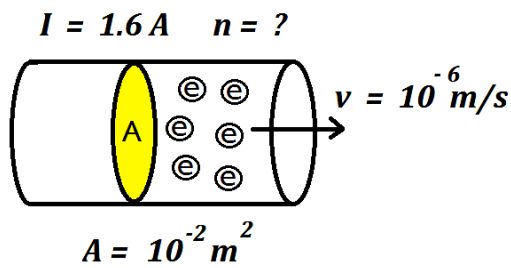
ขั้นที่ 4 ตรวจสอบและสรุปคำตอบ

.....

.....

เฉลยแบบฝึกหัดข้อที่ 2 ลวดตัวนำเส้นหนึ่ง พบว่ามีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านลวดนี้ 1.6 แอมแปร์ และวัดความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนได้ 10^{-6} เมตร/วินาที ถ้าลวดตัวนำเส้นนี้มีพื้นที่หน้าตัด 10^{-2} ตารางเมตร อยากทราบว่ามีความหนาแน่นของอิเล็กตรอนอิสระในลวดนี้เป็นเท่าใด (กำหนดให้ประจุของ $e = 1.6 \times 10^{-19} C$)

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา



โจทย์บอก

$$I = 1.6 A$$

$$v = 10^{-6} m/s$$

$$A = 10^{-2} m^2$$

$$e = 1.6 \times 10^{-19} C$$

โจทย์ต้องการหา

$$n = ?$$

ขั้นที่ 2 ขั้ววางแผนการแก้ปัญหา

สมการ

$$I = nevA$$

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

จากสมการ $n = \frac{I}{evA}$

จะได้ $n = \frac{1.6 \left(\frac{C}{s}\right)}{(1.6 \times 10^{-19} (C)) \left(10^{-6} \left(\frac{m}{s}\right)\right) (10^{-2} (m^2))}$

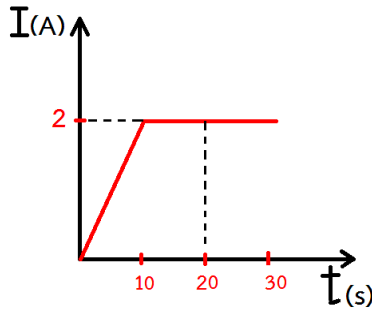
ดังนั้น $n = 10^{27}$ อนุภาค/ m^3

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบและสรุปคำตอบ

ตอบ ความหนาแน่นของอิเล็กตรอนอิสระในลวดนี้ 10^{27} อนุภาค/ m^3

แบบฝึกหัดข้อที่ 3 จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับเวลาที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่านลวดตัวนำหนึ่ง อยากทราบว่าเมื่อเวลาผ่านไป 20 วินาที จะมีประจุไฟฟ้าไหลผ่านลวดเส้นนี้เท่าใด

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา



โจทย์บอก

.....

โจทย์ต้องการหา

.....

ขั้นที่ 2 ขั้นตอนวางแผนการแก้ปัญหา

.....

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

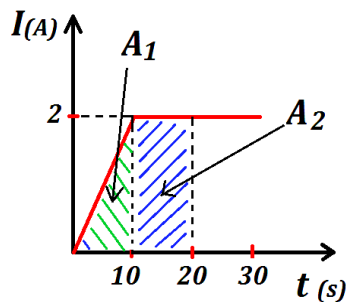
.....

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบและสรุปคำตอบ

.....

เฉลยแบบฝึกหัดข้อที่ 3 จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับเวลาที่ กระแสไฟฟ้าไหลผ่านลวดตัวนำหนึ่ง อยากทราบว่าเมื่อเวลาผ่านไป 20 วินาที จะมี ประจุไฟฟ้าไหลผ่านลวดเส้นนี้เท่าใด

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา



โจทย์บอก

A_1 = ปริมาณประจุในช่วง 10 วินาทีแรก

A_2 = ปริมาณประจุในช่วง 10 วินาทีหลัง

โจทย์ต้องการหา

ประจุไฟฟ้า Q ที่เคลื่อนที่ผ่านลวดตัวนำนี้ ในเวลา 20 วินาที หรือ $Q = A_1 + A_2$

ขั้นที่ 2 ขั้ววางแผนการแก้ปัญหา

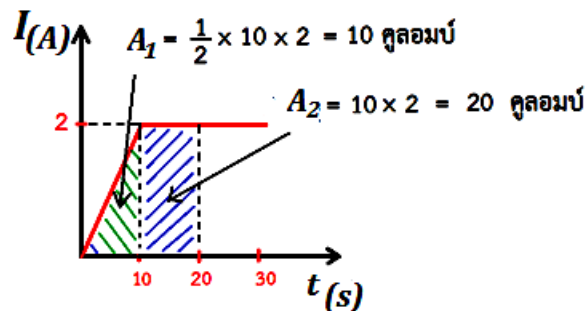
$$A_1 = \text{พื้นที่รูปสามเหลี่ยม} = \frac{1}{2} \times (\text{ฐาน}) \times \text{สูง}$$

$$A_2 = \text{พื้นที่รูปสี่เหลี่ยม} = (\text{ฐาน}) \times \text{สูง}$$

ปริมาณประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ผ่านลวดเส้นนี้ในเวลา 20 วินาที จะหาได้จาก

$$Q = \text{พื้นที่ใต้กราฟของ } A_1 + \text{พื้นที่ใต้กราฟของ } A_2$$

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา



ขั้นที่ 4 ตรวจสอบและสรุปคำตอบ

ตอบ ลวดเส้นนี้จะมีประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ผ่านในเวลา 20 วินาที เท่ากับ 30 คูลอมป์

แบบฝึกหัดข้อที่ 4 จากแบบจำลองอะตอมของโบร์ พบว่า ในอะตอมของไฮโดรเจน ประกอบด้วยโปรตอนอยู่ตรงกลางและอิเล็กตรอนวิ่งอยู่รอบๆ ถ้าอิเล็กตรอนที่วิ่งวนอยู่นั้น มีความเร็ว 0.6×10^{16} รอบ/วินาที กระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากการวิ่งของอิเล็กตรอนในแต่ละรอบควรมีค่าเป็นเท่าใด

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์บอก

.....

.....

.....

โจทย์ต้องการหา

.....

.....

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา

.....

.....

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบและสรุปคำตอบ

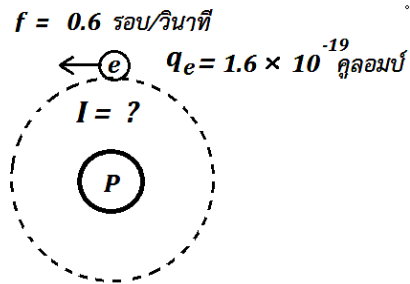
.....

.....

เฉลยแบบฝึกหัดข้อที่ 4 จากแบบจำลองอะตอมของโบร์ พบว่าในอะตอมของไฮโดรเจน ประกอบด้วยโปรตอนอยู่ตรงกลางและอิเล็กตรอนวิ่งอยู่รอบๆ ถ้าอิเล็กตรอนที่วิ่งวนอยู่นั้น มีความเร็ว 0.6×10^{16} รอบ/วินาที กระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากการวิ่งของอิเล็กตรอนในแต่ละรอบควรมีค่าเป็นเท่าใด

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์บอก



$$f = 0.6 \text{ รอบ/วินาที}$$

$$q_e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ คูลอมบ์}$$

โจทย์ต้องการหา

$$I = ?$$

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา

$$I = \frac{q}{t}$$

และ

$$T = \frac{1}{f}$$

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

จากสมการข้างต้นจะได้

$$I = \frac{q}{T}$$

จะเห็นว่าเวลาใน 1 รอบ คือ คาบของการเคลื่อนที่ นั่นเอง

$$I = \frac{1.6 \times 10^{-19} \text{ (C)}}{\frac{1}{0.6} \text{ (s)}}$$

จะได้ว่า

$$I = 1.6 \times 10^{-19} \times 0.6 \left(\frac{\text{C}}{\text{s}}\right)$$

ดังนั้น

$$I = 9.6 \times 10^{-4} \text{ A}$$

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบและสรุปคำตอบ

ตอบ กระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากการวิ่งของอิเล็กตรอนในแต่ละรอบ
 9.6×10^{-4} แอมแปร์

แบบฝึกหัดข้อที่ 5 ลวดตัวนำสองเส้นมีขนาดพื้นที่หน้าตัดต่างกัน โดยเส้นแรกมีรัศมี r ส่วนเส้นที่สองมีรัศมี $2r$ ถ้านำลวดทั้งสองมาเชื่อมต่อกันและปล่อยให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านในเส้นแรก 1 แอมแปร์ อยากรทราบว่าอัตราส่วนความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนในเส้นแรกต่อเส้นที่สองเป็นเท่าใด ทั้งนี้ความหนาแน่นของอิเล็กตรอนอิสระในตัวนำทั้งสองมีค่าเท่ากัน

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์บอก

.....

.....

.....

โจทย์ต้องการหา

.....

.....

ขั้นที่ 2 ช้่นวางแผนการแก้ปัญหา

.....

.....

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

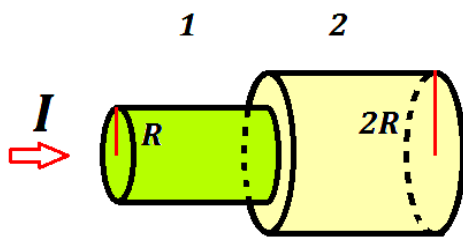
ขั้นที่ 4 ตรวจสอบและสรุปคำตอบ

.....

.....

เฉลยแบบฝึกหัดข้อที่ 5 ลวดตัวนำสองเส้นมีขนาดพื้นที่หน้าตัดต่างกัน โดยเส้นแรกมีรัศมี R ส่วนเส้นที่สองมีรัศมี $2R$ ถ้านำลวดทั้งสองมาเชื่อมต่อกันและปล่อยให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านในเส้นแรก 1 แอมแปร์ อยากรหาว่าอัตราส่วนความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนในเส้นแรกต่อเส้นที่สองเป็นเท่าใด ทั้งนี้ความหนาแน่นของอิเล็กตรอนอิสระในตัวนำทั้งสองมีค่าเท่ากัน

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา



โจทย์บอก

$$\begin{aligned} r_1 &= R \\ r_2 &= 2R \\ I_1 &= I_2 \\ n_1 &= n_2 \end{aligned}$$

โจทย์ต้องการหา

$$\frac{v_1}{v_2} = ?$$

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา

สมการ

$$I = nevA$$

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

จากกระแสที่ไหลผ่านลวดทั้งสองเส้นจะเท่ากัน

$$\begin{aligned} I_1 &= I_2 \\ n_1 ev_1 A_1 &= n_2 ev_2 A_2 \\ v_1 A_1 &= v_2 A_2 \\ \frac{v_1}{v_2} &= \frac{A_2}{A_1} \end{aligned}$$

จะได้

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\pi r_2^2}{\pi r_1^2}$$

ดังนั้น

$$\frac{v_1}{v_2} = 4 \text{ เท่า}$$

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบและสรุปคำตอบ

ตอบ อัตราส่วนความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระในลวดเส้นที่หนึ่งต่อเส้นที่สองเป็น 4 เท่า

แบบฝึกหัดข้อที่ 6. ลวดทองแดงเส้นหนึ่งมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน 1 แอมแปร์ ถ้าความหนาแน่นของอิเล็กตรอนอิสระในทองแดงเป็น 0.25×10^{28} อนุภาคต่อลูกบาศก์เมตร และลวดทองแดงมีพื้นที่หน้าตัด ตารางมิลลิเมตร อยากรหาว่าอิเล็กตรอนอิสระในทองแดงเส้นนี้มีความเร็วเท่าใด (กำหนดให้ประจุอิเล็กตรอนเป็น $1.6 \times 10^{-19} C$)

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์บอก

.....

.....

.....

โจทย์ต้องการหา

.....

.....

ขั้นที่ 2 ช้้นวางแผนการแก้ปัญหา

.....

.....

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบและสรุปคำตอบ

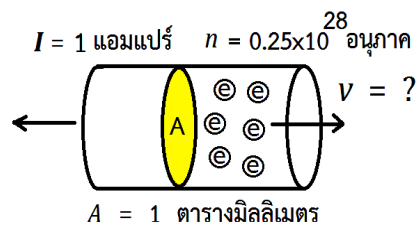
.....

.....

เฉลยแบบฝึกหัดข้อที่ 6. ลวดทองแดงเส้นหนึ่งมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน 1 แอมแปร์ ถ้าความหนาแน่นของอิเล็กตรอนอิสระในทองแดงเป็น 0.25×10^{28} อนุภาคต่อลูกบาศก์เมตร และลวดทองแดงมีพื้นที่หน้าตัด ตารางมิลลิเมตร อยากรหาว่าอิเล็กตรอนอิสระในทองแดงเส้นนี้มีความเร็วเท่าใด (กำหนดให้ประจุอิเล็กตรอนเป็น $1.6 \times 10^{-19} C$)

วิธีทำ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา



โจทย์บอก

$$I = 1 A$$

$$n = 0.25 \times 10^{28} \text{ อนุภาค}/m^3$$

$$A = 10^{-6} m^2$$

โจทย์ต้องการหา

$$v_d = ?$$

ขั้นที่ 2 ขั้ววางแผนการแก้ปัญหา

สมการ $I = nev_d A$

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

สมการ

$$v_d = \frac{I}{neA}$$

$$v_d = \frac{1 \left(\frac{C}{s}\right)}{(0.25 \times 10^{28} (m^{-3})) (1.6 \times 10^{-19} (C)) (1 \times 10^{-6} (m^2))}$$

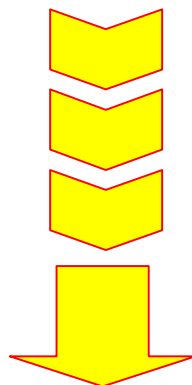
ดังนั้น $v_d = 0.25 \times 10^{-3} m/s$

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบและสรุปคำตอบ

ตอบ อิเล็กตรอนอิสระเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว $0.25 \times 10^{-3} m/s$

ใบงานที่ 2.2 (การวิเคราะห์)
เรื่อง การวิเคราะห์หากระแสไฟฟ้าในตัวนำโลหะ

เราไปทดสอบความรู้เพื่อวัดความเข้าใจและเก็บคะแนนของนักเรียนใน
ใบงานที่ 2.2 (ฝึกทักษะการคำนวณ)
เรื่อง การวิเคราะห์หากระแสไฟฟ้าในตัวนำโลหะ
กันได้เลยนะครับ.



ใบงานที่ 2.2 (การวิเคราะห์)
เรื่อง การวิเคราะห์หากระแสไฟฟ้าในตัวนำ

- *****
- คำชี้แจง** 1. ใบงานนี้เป็นสิ่งที่สร้างขึ้นมาเพื่อทดสอบความเข้าใจในกระบวนการคิดและขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งเป็นการวัดทักษะการคำนวณของนักเรียนด้วย
2. ใบงานนี้มีข้อสอบจำนวน 4 ข้อ ใช้เวลา 20 นาที เก็บคะแนน 16 คะแนน
- *****

ข้อที่ 1. ประจุบวกขนาด 120 คูลอมป์และประจุลบขนาด 60 คูลอมป์ เคลื่อนที่ผ่านตัวกลางชนิดหนึ่ง เป็นเวลา 1 นาที อยากรทราบว่าจะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวกลางนี้เท่าใด

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์บอก

.....

.....

โจทย์ต้องการหา

.....

ขั้นที่ 2 ชั้นวางแผนการแก้ปัญหา

.....

.....

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบและสรุปคำตอบ

.....

.....

ข้อที่ 2. ลวดตัวนำขนาดสม่ำเสมอเส้นหนึ่ง พบว่ามีปริมาณประจุไฟฟ้าที่ไหลผ่านพื้นที่หน้าตัดของลวด 1×10^6 คูลอมป์ ในเวลา 0.1 วินาที ถ้าขนาดของความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระในลวดเส้นนี้เป็น 5×10^{-4} เมตร/วินาที และลวดมีพื้นที่หน้าตัดเป็น 1×10^{-4} ตารางเมตร จงหาความหนาแน่นของอิเล็กตรอนอิสระในลวดนี้เป็นเท่าใด

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์บอก

.....

.....

.....

โจทย์ต้องการหา

.....

.....

ขั้นที่ 2 ขั้ววางแผนการแก้ปัญหา

.....

.....

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

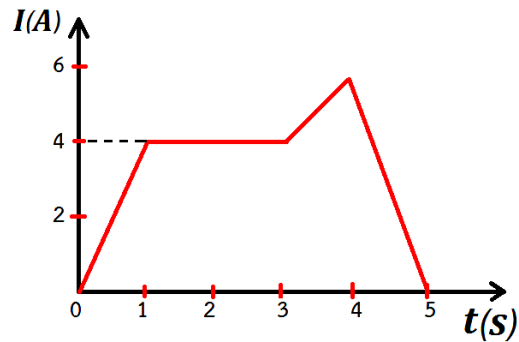
ขั้นที่ 4 ตรวจสอบและสรุปคำตอบ

.....

.....

ข้อที่ 3. จากกราฟแสดงกระแสไฟฟ้ากับเวลา อยากทราบว่าเมื่อสิ้นสุดเวลา 5 วินาที จะมีประจุไฟฟ้าไหลผ่านลวดเส้นนี้กี่คูลอมบ์

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา



ขั้นที่ 2 ขั้ววางแผนการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบและสรุปคำตอบ

.....

.....

ข้อที่ 4. สายไฟเส้นหนึ่งประกอบด้วยลวดทองแดง 2 เส้นซ้อนกันตั้งรูป โดยความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระเส้นลวดวงในต่อวงนอกเป็น 1 : 2 ถ้าปริมาณกระแสไฟฟ้าและความหนาแน่นของอิเล็กตรอนอิสระในทองแดงทั้งสองเส้นเท่ากัน จงหารัศมีของเส้นวงนอกเป็นกี่เท่ารัศมีเส้นลวดวงใน

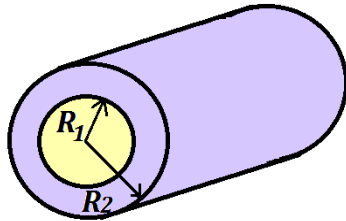
ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์บอก

.....

.....

.....



โจทย์ต้องการหา

.....

.....

ขั้นที่ 2 ขั้ววางแผนการแก้ปัญหา

.....

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

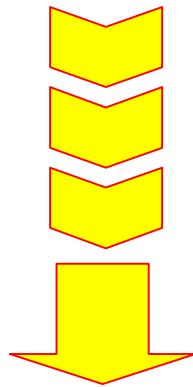
.....

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบและสรุปคำตอบ

.....

แบบทดสอบหลังเรียน
เรื่อง การวิเคราะห์หากระแสไฟฟ้าในตัวนำโลหะ

เราไปทดสอบความก้าวหน้าในการเรียนของนักเรียนใน
แบบทดสอบหลังเรียน
เรื่อง การวิเคราะห์หากระแสไฟฟ้าในตัวนำโลหะ
กันได้เลยนะคะ.



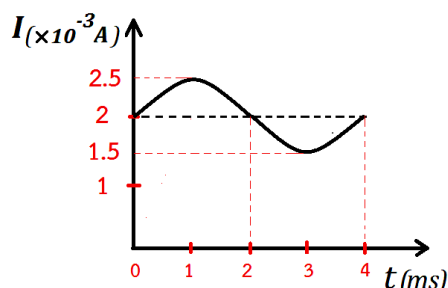
แบบทดสอบหลังเรียน

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบหลังเรียน ชุดที่ 2 เรื่อง การวิเคราะห์หากระแสไฟฟ้าในตัวนำโลหะ ใช้ทดสอบนักเรียนหลังเรียน มีจำนวนข้อสอบ 10 ข้อ คะแนนรวม 10 คะแนน
2. ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมายกากบาท X ลงในช่องว่าง ให้ตรงกับตัวอักษร ก ข ค และ ง ที่เป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวบนกระดาษคำตอบ โดยใช้เวลาทำข้อสอบ 10 นาที

1. นักเรียนคิดว่าการที่ประจุไฟฟ้าสามารถถ่ายเทหรือเคลื่อนที่ในโลหะตัวนำได้นั้น เป็นผลมาจากสาเหตุใด
 - ก. เกิดสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอขึ้นบริเวณรอบลวดตัวนำ
 - ข. เกิดความต่างศักย์ระหว่างปลายทั้งสองข้างของลวดตัวนำ
 - ค. เกิดสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอบริเวณภายนอกของลวดตัวนำ
 - ง. เกิดความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิระหว่างภายในและภายนอกของลวดตัวนำ
2. ในการทดลองให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านลวดตัวนำเส้นหนึ่ง 0.16 แอมแปร์ อยากทราบว่า จะมีอิเล็กตรอนอิสระเคลื่อนที่ผ่านลวดตัวนำนี้จำนวนเท่าใด ถ้ากระแสไฟฟ้านี้ไหลผ่านลวดนี้เป็นเวลานาน 5 วินาที
 - ก. 3.2×10^{22} อนุภาค
 - ข. 1.6×10^{21} อนุภาค
 - ค. 1.0×10^{20} อนุภาค
 - ง. 0.5×10^{19} อนุภาค
3. จากกราฟความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวนำเส้นหนึ่งกับเวลา อยากทราบว่า เมื่อเวลาผ่านไป 4 วินาที จะมีประจุไฟฟ้าไหลผ่านลวดเส้นนี้เท่าใด

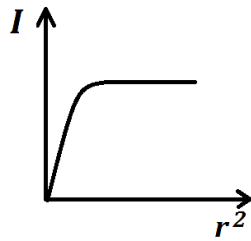
- ก. 2.5 เดซิคูลอมป์
- ข. 1.5 มิลลิคูลอมป์
- ค. 5.6 นาโนคูลอมป์
- ง. 8.0 ไมโครคูลอมป์



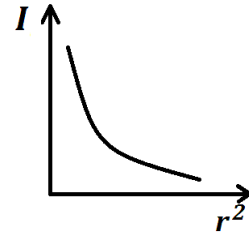
4. ลวดทองแดงบริสุทธิ์ก้อนหนึ่ง พบว่าเมื่อถูกนำมาแปรรูปเป็นสายไฟฟ้าจำนวน 4 เส้น ขนาดพื้นที่หน้าตัดต่างกัน แต่มีความยาวเท่ากัน เมื่อนำมาต่อกันแล้วปล่อยให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านอยากทราบว่า จะเกิดผลอย่างไร
- ลวดแต่ละเส้นมีอิเล็กตรอนอิสระที่เคลื่อนที่ผ่านด้วยความเร็วที่เท่ากัน
 - ลวดแต่ละเส้นมีจำนวนอิเล็กตรอนเคลื่อนที่ผ่านเท่ากันในแต่ละวินาที
 - ลวดแต่ละเส้นมีความหนาแน่นของอิเล็กตรอนอิสระที่เคลื่อนที่ผ่านทุกเส้นเท่ากัน
 - ลวดแต่ละเส้นมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตามอัตราส่วนของพื้นที่หน้าตัดของลวดนั้น

5. จากการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับรัศมีของพื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำสม่ำเสมอใดๆที่กระแสไฟฟ้านั้นไหลผ่าน สามารถนำมาเขียนเป็นความสัมพันธ์ในรูปของกราฟตามข้อใด

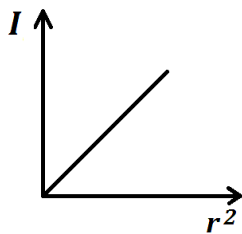
ก.



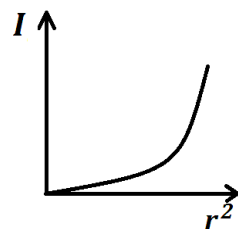
ข.



ค.



ง.



6. ประจุไฟฟ้าบวก 80 คูลอมป์และประจุไฟฟ้าลบ 20 คูลอมป์ เคลื่อนที่ผ่านตัวกลางชนิดหนึ่งที่มีพื้นที่หน้าตัด 30 ตารางมิลลิเมตร ในทิศทางสวนทางกันเป็นเวลา 10 วินาที อยากทราบว่าในช่วงเวลาดังกล่าวจะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวกลางนี้เท่าใด

- 6 แอมแปร์
- 7 แอมแปร์
- 8 แอมแปร์
- 9 แอมแปร์

7. เมื่ออิเล็กตรอนจำนวน 10^{29} อนุภาค/ลูกบาศก์เมตร เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 10^{-3} เมตร/วินาที ถ้าลวดเส้นนี้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน 16 แอมแปร์ อยากทราบว่าลวดเส้นนี้มีพื้นที่หน้าตัดเท่าใด
- 10^{-12} ตารางเมตร
 - 10^{-1} ตารางเดซิเมตร
 - 10^{-2} ตารางเซนติเมตร
 - 10^{-3} ตารางมิลลิเมตร
8. ลวดเส้นหนึ่งมีพื้นที่หน้าตัด 0.1 ตารางเซนติเมตร และปริมาตร 1.6 ลูกบาศก์เซนติเมตร ถ้าปล่อยให้อิเล็กตรอนอิสระจำนวน 6×10^{23} อนุภาค เคลื่อนที่ผ่านลวดเส้นนี้พบว่าสามารถวัดกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นได้ 6 แอมแปร์ อยากทราบว่าอิเล็กตรอนอิสระเหล่านี้มีการเคลื่อนที่อย่างไร
- เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว 1×10^{-5} เมตร/วินาที
 - เคลื่อนที่อย่างมีความเร่งคงตัว 10 มิลลิเมตร/วินาที²
 - เคลื่อนที่อย่างมีความหน่วงคงตัว 0.1 เดซิเมตร/วินาที²
 - เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว 1×10^{-2} เซนติเมตร/วินาที
9. สายไฟฟ้าเส้นหนึ่งประกอบด้วยตัวนำ 2 ชนิด ซ้อนกัน โดยเส้นในมีรัศมี r เส้นนอกมีรัศมี $3r$ ถ้าปริมาณกระแสไฟฟ้า I และความหนาแน่นของอิเล็กตรอนอิสระ n ในตัวนำทั้งสองเท่ากัน จงหาอัตราส่วนของความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนเส้นในต่อเส้นนอกเป็นเท่าใด
- 1 : 3
 - 9 : 1
 - 2 : 8
 - 7 : 1
10. ลวดทองแดงขนาดพื้นที่หน้าตัดต่างกัน 2 เส้น เชื่อมต่อกันโดยเส้นแรก มีพื้นที่หน้าตัด 2 ตารางเซนติเมตร ส่วนเส้นที่สองมีพื้นที่หน้าตัด 1 ตารางเซนติเมตร หากพบว่าเส้นแรกอิเล็กตรอนอิสระเคลื่อนที่ผ่านด้วยความเร็วลอยเลื่อน 0.002 เมตร/วินาที เส้นที่สองจะมีความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนเหล่านี้เป็นเท่าใด
- 4 มิลลิเมตร/วินาที
 - 0.2 เดซิเมตร/วินาที
 - 40 ไมโครเมตร/วินาที
 - 0.02 เซนติเมตร/วินาที