

แนวตอบกิจกรรม

แนวตอบกิจกรรม 3.1

- 1) กระแสไฟฟ้ามีทิศทางไหลออกจากขั้วบวกไปยังขั้วลบ ส่วนกระแสอิเล็กตรอนไหลจากขั้วลบไปยังขั้วบวก
- 2) ไฟฟ้ากระแสตรงไหลในทิศทางเดียวตลอด ส่วนไฟฟ้ากระแสสลับไหลกลับทางไป-มาในวงจรตลอดเวลา

แนวตอบกิจกรรม 3.2

- 1) $I = nevA = Q/t$
 $= 90/75 \times 60 = 0.02 \text{ A}$ ตอบ
 $v = I/neA = 0.02 / (5.8 \times 10^{26}) (1.6 \times 10^{-19}) (3.14 \times 0.25 \times 10^{-6})$
 $= 2.74 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ ตอบ
- 2) $Q = It = ne = 1 \times 10 \times 60 = 600 \text{ C}$
 $n = Q/e = 600 / 1.6 \times 10^{-19} = 3.75 \times 10^{21}$ อนุภาค ตอบ

แนวตอบกิจกรรม 3.3

- 1) แนวคิด $I = V/R = 2.0 / 700$ แอมแปร์
 $I = 2.8 \times 10^{-3} \text{ A}$ ตอบ

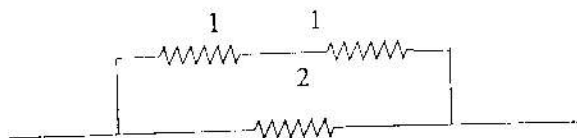
- 2) อูณหภูมิต่ำ

แนวตอบกิจกรรม 3.4

- 1) จาก $R = \rho l/a = (1.7 \times 10^{-8})(20) / (0.2 \times 0.2 \times 3.14 \times 10^{-6}) = 2.7 \Omega$
- 2) จาก $l = Ra/\rho = (1)(0.2 \times 0.2 \times 3.14 \times 10^{-6}) / (1.7 \times 10^{-8})$
 $= 7.3 \text{ m}$

แนวตอบกิจกรรม 3.5

- ก) เปลี่ยนรูปใหม่เพื่อให้ดูง่าย



ความต้านทาน 1 โอห์ม 2 ตัวที่อยู่สายบนต่อขนานกันได้ความต้านทานรวม = 2 โอห์ม

ความต้านทาน 2 โอห์มที่ได้ต่อขนานกันกับความต้านทาน 2 โอห์มที่อยู่สายล่าง

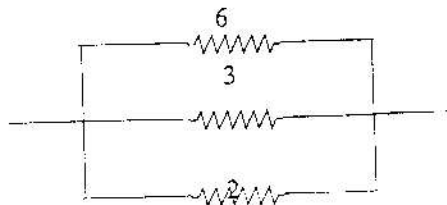
หาความต้านทานรวมจาก

$$1/R = 1/R_1 + 1/R_2$$

$$1/R = 1/2 + 1/2 = 1$$

$$R = 1 \text{ โอห์ม} \quad \text{ตอบ}$$

ข) เปลี่ยนรูปใหม่เป็น



ความต้านทานทั้ง 3 ตัวต่อกันแบบขนาน

$$\text{จาก } 1/R = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$$

$$1/R = 1/6 + 1/3 + 1/2 = (1+2+3)/6 = 1$$

$$R = 1 \text{ โอห์ม}$$

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน

1. ง 2. ก 3. ง 4. ข 5. ก 6. ง 7. ข 8. ก 9. ก 10. ค
11. ค 12. ค 13. ก 14. ข 15. ข 16. ค 17. ข 18. ค 19. ก 20. ข

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

1. ข 2. ก 3. ข 4. ข 5. ค 6. ง 7. ง 8. ก 9. ค 10. ค
11. ค 12. ค 13. ก 14. ข 15. ง 16. ค 17. ข 18. ก 19. ก 20. ง

แบบประเมินผลตนเองก่อนเรียนหน่วยที่ 3

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวแล้วทำเครื่องหมาย x ลงใน

กระดาษคำตอบให้ตรงกับข้อที่นักเรียนเลือก

1. กระแสไฟฟ้าเกิดจากการเคลื่อนที่ของสิ่งใด

ก. อิเลคตรอน

ข. โปรตอน

ค. นิวตรอน

ง. ประจุไฟฟ้า

2. ทิศทางของกระแสไฟฟ้ากำหนดตามทิศทางของสิ่งใด

ก. ประจุบวก

ข. ประจุลบ

ค. ประจุไฟฟ้า

ง. ขั้วของเซลล์

3. ลวดความต้านทานมีประจุไฟฟ้าผ่าน 180 คูลอมบ์/นาทิจะเกิดกระแสไฟฟ้ากี่แอมแปร์

ก. 180

ข. 60

ค. 30

ง. 3

4. หลอดไฟฟ้าหลอดหนึ่งต้องการกระแส 0.25 A ถ้าเปิดหลอดไฟนี้เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ถ้ากระแสไฟฟ้าที่ใช้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง จำนวนประจุไฟฟ้าที่ผ่านหลอดไฟนี้เป็นกี่คูลอมบ์

ก. 0.25 C

ข. 15 C

ค. 900 C

ง. 21600 C

5. ลวดเส้นหนึ่งมีพื้นที่หน้าตัด 1 cm^2 มีกระแสไฟฟ้า 2 A ถ้าต่อเส้นลวดนี้เข้ากับเส้นลวดที่มีพื้นที่หน้าตัด 0.05 cm^2 ถ้าส่วนแรกมีกระแสไฟฟ้าผ่านเท่าเดิม กระแสไฟฟ้าส่วนหลังซึ่งเล็กกว่ามีค่ากี่แอมแปร์

ก. 2 A

ข. 1 A

ค. 0.5 A

ง. 0.25 A

6. ลวดเส้นหนึ่งมีกระแสไฟฟ้าผ่าน 1 แอมแปร์ ถ้ากระแสไฟฟ้านี้ผ่านอยู่เป็นเวลานาน 10 นาทีจะมีอิเล็กตรอนผ่านเป็นจำนวนกี่อนุภาค (กำหนดประจุของอิเล็กตรอน $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$)

ก. 10

ข. 600

ค. 6.25×10^{19}

ง. 3.75×10^{21}

7. เส้นลวดทองแดงมีจำนวนอิเล็กตรอน 8.5×10^{28} อนุภาคต่อลูกบาศก์เมตร ถ้าเส้นลวดนี้มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 ตารางมิลลิเมตร มีกระแสผ่าน 15 แอมแปร์ อิเล็กตรอนในเส้นลวดนี้มีอัตราเร็วลอยเลื่อนเป็นกี่เมตร/วินาที

ก. 8.5×10^{-4}

ข. 1.1×10^{-4}

ค. 1.1×10^{-3}

ง. 8.5×10^{-2}

8. ความต้านทานของตัวนำไม่ได้ขึ้นอยู่กับปริมาณใด

ก. มวล

ข. ความยาว

ค. พื้นที่หน้าตัด

ง. สภาพต้านทาน

9. ลวดเส้นหนึ่งมีความต้านทาน R ลวดอีกเส้นหนึ่งทำด้วยโลหะชนิดเดียวกันยาวเท่ากันแต่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเป็นสองเท่า จะมีความต้านทานเท่าใด

ก. $R/4$

ข. $R/2$

ค. $2R$

ง. $4R$

10. ความยาวและพื้นที่หน้าตัดของเส้นลวดทองแดงถูกัดต่อไปนี้ทำให้เส้นลวดมีปริมาตรเท่ากัน แต่เส้นใดที่ให้ความต้านทานน้อยที่สุด

ก. L และ A

ข. $2L$ และ $A/2$

ค. $L/2$ และ $2A$

ด. ความต้านทานเท่ากันทุกข้อเพราะลวดมีปริมาตรเท่ากัน

11. เมื่ออุณหภูมิของลวดทองแดงเพิ่มขึ้น ความต้านทานของลวดจะเป็นอย่างไร

ก. ลดลง

ข. เท่าเดิม

ค. เพิ่มขึ้น

ง. เป็นไปได้ทุกข้อขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่เพิ่ม

12. ขดลวดของลำโพงเสียงอันหนึ่งมีค่าความต้านทาน 8.0Ω ถ้ามีกระแสไฟฟ้า

0.80 A ไหลผ่าน ความต่างศักย์ที่ปลายขดลวดของลำโพงเป็นเท่าใด

ก. 0.1 V

ข. 5.1 V

ค. 6.4 V

ง. 10 V

13. ตัวต้านทานขนาด 10Ω กับ 30Ω นำมาต่ออนุกรมกันแล้วต่อเข้ากับความต่างศักย์ 20 V

กระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทาน 10Ω มีค่าเท่าใด

ก. 0.5 A

ข. 0.67 A

ค. 1 A

ง. 2 A

14. จากข้อ 13 ความต่างศักย์ที่คร่อมความต้านทาน 10Ω มีค่าเท่าใด

ก. 5 V

ข. 10 V

ค. 15 V

ง. 20 V

15. เมื่อนำความต้านทาน $10\ \Omega$ และ $30\ \Omega$ มาต่ออนุกรมกันความต้านทานรวมมีค่าเท่าใด
 ก. $0.13\ \Omega$ ข. $7.5\ \Omega$
 ค. $20\ \Omega$ ง. 40
16. ถ้าต่อกลุ่มความต้านทานในข้อ 15 เข้ากับความต่างศักย์ $20\ \text{V}$ กระแสที่ผ่านความต้านทาน $10\ \Omega$ มีค่าเท่าใด
 ก. $0.5\ \text{A}$ ข. $1\ \text{A}$
 ค. $2.0\ \text{A}$ ง. $2.67\ \text{A}$
17. เมื่อนำความต้านทาน $2\ \Omega$ 3 ตัวมาต่อกันความต้านทานรวมในข้อใดที่ไม่สามารถเป็นไปได้
 ก. $0.67\ \Omega$ ข. $1.5\ \Omega$
 ค. $3\ \Omega$ ง. $6\ \Omega$
18. ตัวต้านทาน 2 ตัวเหมือนกันเมื่อนำมาต่อขนานกันได้ความต้านทานรวม $2\ \Omega$ ถ้านำความต้านทาน 2 ตัวนี้มาต่อกันแบบอนุกรมจะได้ความต้านทานรวมเท่าใด
 ก. $2\ \Omega$ ข. $4\ \Omega$
 ค. $8\ \Omega$ ง. $16\ \Omega$
19. ความต้านทาน $6\ \Omega$ 4 ตัวนำมาต่อกันแบบอนุกรม เมื่อนำความต้านทานกลุ่มนี้มาต่อกับความต่างศักย์ $12\ \text{V}$ กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านความต้านทานแต่ละตัวมีค่าเท่าใด
 ก. $0.5\ \text{A}$ ข. $2\ \text{A}$
 ค. $8\ \text{A}$ ง. $18\ \text{A}$
20. ความต้านทานในข้อ 19 เมื่อนำมาต่อกันแบบขนานกันแล้วต่อเข้ากับไฟ $12\ \text{V}$ กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านความต้านทานแต่ละตัวมีค่าเท่าใด
 ก. $0.5\ \text{A}$ ข. $2\ \text{A}$
 ค. $8\ \text{A}$ ง. $18\ \text{A}$

กระดาษคำตอบสำหรับแบบประเมินผลตนเองก่อนเรียนหน่วยที่ 3

ข้อ	ก	ข	ค	ง	ข้อ	ก	ข	ค	ง
1					16				
2					17				
3					18				
4					19				
5					20				
6					21				
7					22				
8					23				
9					24				
10					25				
11					26				
12					27				
13					28				
14					29				
15					30				

(โปรดตรวจคำตอบกับเฉลยในเอกสารการสอน)

□□□□□□□□ □ 023 □□□□□□□□ 3

กระดาษคำตอบกิจกรรม 3.1

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

กระดาษคำตอบกิจกรรม 3.2

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

กระดาษคำตอบกิจกรรม 3.3

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

กระดาษคำตอบกิจกรรม 3.4

□□□□□□□□ □ 023 □□□□□□□□ 3

2

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

กระดาษคำตอบกิจกรรม 3.5

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบประเมินผลตนเองหลังเรียนหน่วยที่ 3

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวแล้วทำเครื่องหมาย x ลงใน
กระดาษคำตอบให้ตรงกับข้อที่นักเรียนเลือก

- กระแสไฟฟ้าเกิดจากการเคลื่อนที่ของสิ่งใด

ก. นิวตรอน	ข. ประจุไฟฟ้า
ค. อิเล็กตรอน	ง. โปรตอน
- ทิศทางของกระแสไฟฟ้ากำหนดตามทิศทางของสิ่งใด

ก. ประจุบวก	ข. ประจุลบ
ค. ประจุไฟฟ้า	ง. ขั้วของเซลล์
- ลวดความต้านทานมีประจุไฟฟ้าผ่าน 180 คูลอมป์/นาที จะเกิดกระแสไฟฟ้า
กี่แอมแปร์

ก. 30	ข. 3
ค. 180	ง. 60
- หลอดไฟฟ้าหลอดหนึ่งต้องการกระแส 0.25 A ถ้าเปิดหลอดไฟนี้เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ถ้ากระแสไฟ
ฟ้าที่ใช้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง จำนวนประจุไฟฟ้าที่ผ่านหลอดไฟฟ้านี้เป็นกี่คูลอมป์

ก. 0.25 C	ข. 15 C
ค. 900 C	ง. 21600 C
- ลวดเส้นหนึ่งมีพื้นที่หน้าตัด 1 cm^2 มีกระแสไฟฟ้า 2 A ถ้าต่อเส้นลวดนี้เข้ากับเส้นลวดที่มีพื้นที่
หน้าตัด 0.05 cm^2 ถ้าส่วนแรกมีกระแสไฟฟ้าผ่านเท่าเดิม กระแสไฟฟ้าส่วนหลังซึ่งเล็กกว่ามีค่ากี่
แอมแปร์

ก. 0.5 A	ข. 0.25 A
ค. 2 A	ง. 1 A
- ลวดเส้นหนึ่งมีกระแสไฟฟ้าผ่าน 1 แอมแปร์ ถ้ากระแสไฟฟ้านี้ผ่านอยู่เป็นเวลานาน 10 นาทีจะมี
อิเล็กตรอนผ่านเป็นจำนวนกี่อนุภาค (กำหนดประจุของอิเล็กตรอน $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$)

ก. 10	ข. 600
ค. 6.25×10^{19}	ง. 3.75×10^{21}

□□□□□□□□ □ 023 □□□□□□□□ 3

7. เส้นลวดทองแดงมีจำนวนอิเล็กตรอน 8.5×10^{28} อนุภาคต่อลูกบาศก์เมตร ถ้าเส้นลวดนี้มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 ตารางมิลลิเมตร มีกระแสผ่าน 15 แอมแปร์ อิเล็กตรอนในเส้นลวดนี้มีอัตราเร็วลอยเลื่อนเป็นกี่เมตร/วินาที

ก. 1.1×10^{-3}

ข. 8.5×10^{-2}

ค. 8.5×10^{-4}

ง. 1.1×10^{-4}

8. ความต้านทานของตัวนำไม่ได้ขึ้นอยู่กับปริมาณใด

ก. มวล

ข. ความยาว

ค. พื้นที่หน้าตัด

ง. สภาพต้านทาน

9. ลวดเส้นหนึ่งมีความต้านทาน R ลวดอีกเส้นหนึ่งทำด้วยโลหะชนิดเดียวกันยาวเท่ากันแต่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเป็นสองเท่า จะมีความต้านทานเท่าใด

ก. $2R$

ข. $4R$

ค. $R/4$

ง. $R/2$

10. ความยาวและพื้นที่หน้าตัดของเส้นลวดทองแดงคู่ใดต่อไปนี้ทำให้เส้นลวดมีปริมาตรเท่ากัน แต่เส้นใดที่ให้ความต้านทานน้อยที่สุด

ก. L และ A

ข. $2L$ และ $A/2$

ค. $L/2$ และ $2A$

ก. ความต้านทานเท่ากันทุกข้อเพราะลวดมีปริมาตรเท่ากัน

11. เมื่ออุณหภูมิของลวดทองแดงเพิ่มขึ้น ความต้านทานของลวดจะเป็นอย่างไร

ก. ลดลง

ข. เท่าเดิม

ค. เพิ่มขึ้น

ง. เป็นไปได้ทุกข้อขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่เพิ่ม

12. ขดลวดของลำโพงเสียงอันหนึ่งมีค่าความต้านทาน 8.0Ω ถ้ามีกระแสไฟฟ้า 0.80 A ไหลผ่าน ความต่างศักย์ที่ปลายขดลวดของลำโพงเป็นเท่าใด

ก. 0.1 V

ข. 5.1 V

ค. 6.4 V

ง. 10 V

13. ตัวต้านทานขนาด 10Ω กับ 30Ω นำมาต่ออนุกรมกันแล้วต่อเข้ากับความต่างศักย์ 20 V กระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทาน 10Ω มีค่าเท่าใด

ก. 0.5 A

ข. 0.67 A

ค. 1 A

ง. 2 A

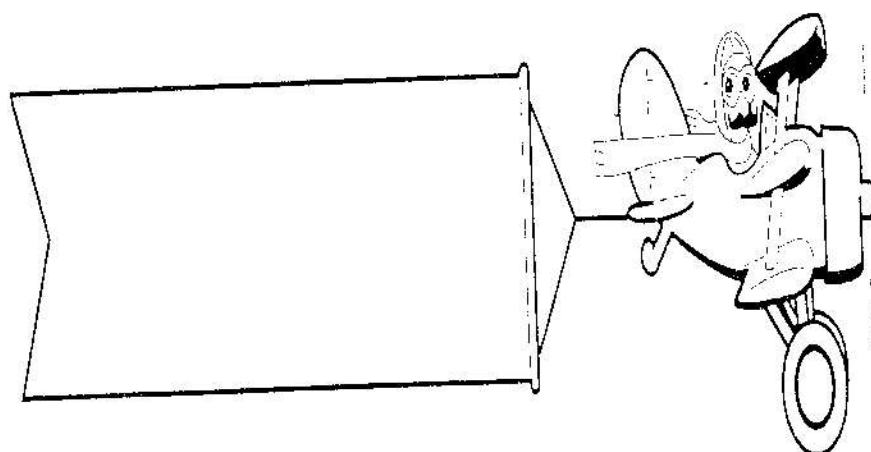
3 -

กระดาษคำตอบสำหรับแบบประเมินผลตนเองหลังเรียนหน่วยที่ 3

ข้อ	ก	ข	ค	ง	ข้อ	ก	ข	ค	ง
1					16				
2					17				
3					18				
4					19				
5					20				
6					21				
7					22				
8					23				
9					24				
10					25				
11					26				
12					27				
13					28				
14					29				
15					30				

(โปรดตรวจคำตอบกับเฉลยในเอกสารการสอน)

เอกสารการสอน
หน่วยที่ 4
เรื่อง
แรงเคลื่อนไฟฟ้ากับความต่างศักย์ไฟฟ้า



จัดทำโดย

นายสุรจิตร ศรีรักษ์
อาจารย์ 2 ระดับ 7 โรงเรียนชัยภูมิภักดีชุมพล

สารบัญหน่วยที่ 4

เรื่อง	หน้า
คำแนะนำในการศึกษาด้วยตนเอง	223
แผนการสอนประจำหน่วยที่ 4	224
แรงเคลื่อนไฟฟ้ากับความต่างศักย์ไฟฟ้า	225
การต่อเซลล์ไฟฟ้า	227
การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม	227
การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน	228
การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม	229
ความต่างศักย์ไฟฟ้าสำหรับจุดๆใดๆในวงจร	230
แนวตอบกิจกรรม	233
เฉลยแบบประเมินผลตนเอง	234
แบบประเมินผลตนเองก่อนเรียน	235
แบบฝึกปฏิบัติ 2.023 หน่วยที่ 4	239
แบบประเมินผลตนเองหลังเรียน	240

คำแนะนำในการศึกษาด้วยตนเอง

1. นักเรียนศึกษาแผนการสอนประจำหน่วยให้เข้าใจ
2. ทำแบบประเมินผลก่อนเรียนและตรวจสอบกับคำเฉลย
3. ศึกษาเนื้อเรื่องและทำกิจกรรมลงในแบบฝึกปฏิบัติลงในสมุดกิจกรรม
4. ตรวจสอบการทำกิจกรรมกับแนวการตอบที่อยู่ท้ายเอกสาร
5. ทำแบบประเมินผลหลังเรียนและตรวจสอบกับคำเฉลย



แผนการสอนประจำหน่วยที่ 4

วิชา ว 023 ฟิสิกส์

เรื่อง แรงเคลื่อนไฟฟ้ากับความต่างศักย์ไฟฟ้า

แนวคิด

1. แรงเคลื่อนไฟฟ้าเป็นความต่างศักย์ระหว่างขั้วของเซลล์เมื่อไม่มีกระแสไหลในวงจร
2. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมจะได้ความต้านทานรวมสูงขึ้น
3. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนานแรงเคลื่อนไฟฟ้ารวมเท่ากับแรงเคลื่อนของแต่ละเซลล์
4. ความต่างศักย์ระหว่างขั้วของเซลล์หาได้จากหลักของพลังงาน

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อนักเรียนศึกษาหน่วยที่ 4 จบแล้วนักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับแรงเคลื่อนไฟฟ้ากับความต่างศักย์ไฟฟ้าได้ โดย

1. บอกความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์ไฟฟ้าและแรงเคลื่อนไฟฟ้าได้
2. นำสมการความสัมพันธ์ไปหาค่าที่เกี่ยวข้องได้
3. อธิบายเกี่ยวกับแรงเคลื่อนไฟฟ้ารวมเมื่อต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบต่างๆ ได้

กิจกรรมการเรียนรู้

ให้นักเรียนดำเนินการศึกษาเรียงตามลำดับขั้นดังนี้

1. ทำแบบประเมินผลตนเองก่อนเรียนหน่วยที่ 3
2. ศึกษาเอกสารการสอนหน่วยที่ 4
3. ทำกิจกรรมตามที่ได้รับมอบหมายจากเอกสารการสอน
4. ทำแบบประเมินผลตนเองหลังเรียน

การประเมินผล

1. ประเมินจากแบบประเมินผลตนเองก่อนเรียนและหลังเรียน
2. ประเมินจากการทำกิจกรรมในแบบฝึกปฏิบัติ
3. ประเมินผลจากการสอบประจำภาคเรียน

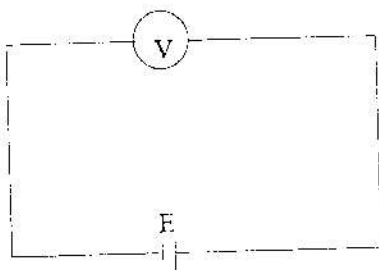
เอกสารการสอนวิชา ฟิสิกส์ ว 023

หน่วยที่ 4

เรื่อง แรงเคลื่อนไฟฟ้ากับความต่างศักย์ไฟฟ้า

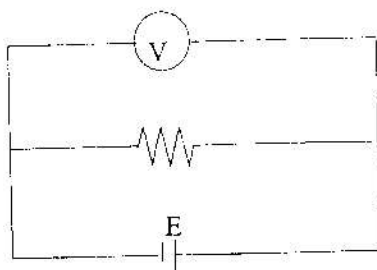
แรงเคลื่อนไฟฟ้ากับความต่างศักย์ไฟฟ้า

แรงเคลื่อนไฟฟ้า (E) เป็นความสามารถของแหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่จะจ่ายพลังงานให้แก่ประจุไฟฟ้า 1 คูลอมป์ จึงมีหน่วยเป็นจูล/คูลอมป์หรือโวลต์นั่นเอง เช่น ถ่านไฟฉายหรือเซลล์แห้งมีแรงเคลื่อนไฟฟ้า 1.5 โวลต์ มีความหมายว่าทุกประจุ 1 คูลอมป์ที่เคลื่อนที่ผ่านแหล่งกำเนิดไฟฟ้านี้จะได้รับพลังงาน 1.5 จูล เพื่อนำพลังงานไฟฟ้าไปใช้กับวงจรภายนอกหรือเครื่องใช้ไฟฟ้า เพื่อเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานรูปอื่น แรงเคลื่อนไฟฟ้าสามารถวัดได้โดยการใช้โวลต์มิเตอร์วัดที่ขั้วของแหล่งกำเนิดไฟฟ้าในขณะที่ยังไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลออกสู่วงจรภายนอก ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 การวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้าของเซลล์

ความต่างศักย์ไฟฟ้า เป็นการวัดศักย์ไฟฟ้าระหว่างจุดคู่ใด ๆ ที่อยู่ในวงจรไฟฟ้า ดังนั้นการวัดความต่างศักย์ระหว่างจุดคู่ใด ๆ จำเป็นต้องมีกระแสไฟฟ้าไหลหรืออยู่ในลักษณะวงจรปิด ความต่างศักย์มีหน่วยเป็นโวลต์เช่นเดียวกับแรงเคลื่อนไฟฟ้า และใช้โวลต์มิเตอร์เป็นเครื่องมือวัด การวัดความต่างศักย์แสดงดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 การวัดความต่างศักย์ในวงจร

โดยสรุปอาจกล่าวได้ว่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าก็คือความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างขั้วของเซลล์
เมื่อยังไม่มีกระแสไหลในวงจร

พิจารณากรณีที่มิกระแสไฟฟ้าไหลในวงจร

ให้ E เป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้า

V เป็นความต่างศักย์

I เป็นกระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร

R เป็นความต้านทานภายนอก

r เป็นความต้านทานภายในเซลล์

การที่ความต่างศักย์ระหว่างขั้วของเซลล์ตอนที่มิกระแสไฟฟ้าไหลและไม่มิกระแสไหลมีค่าไม่เท่ากัน โดยตอนที่มิกระแสไหลความต่างศักย์ระหว่างขั้วของเซลล์จะมีค่าต่ำลง เหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะภายในเซลล์มีความต้านทานซึ่งเรียกว่า ความต้านทานภายใน เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรประจุไฟฟ้า Q ที่เคลื่อนที่ในวงจรจะได้รับพลังงานจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้าเท่ากับ QE พลังงานจำนวนนี้ไปใช้กับความต้านทานภายนอกที่มีความต่างศักย์ V_R เท่ากับ QV_R ที่เหลือไปใช้กับความต้านทานภายในคือ QV_r เขียนเป็นสมการแสดงถึงความเท่ากันของพลังงานได้ว่า

$$QE = QV_R + QV_r$$

$$E = V_R + V_r$$

$$\text{หรือ } E = IR + Ir = I(R + r)$$

$$I = E/(R + r) = \sum E / \sum R$$

$$\text{หรือ } E = V + Ir$$

$$Ir = E - V$$

ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแรงเคลื่อนที่ลดลงนำไปใช้กับความต้านทานภายใน

ตัวอย่างที่ 4.1

เซลล์ไฟฟ้าอันหนึ่งมีแรงเคลื่อน 2.0 V เมื่อต่อวงจรไฟฟ้าพบว่าวัดความต่างศักย์ระหว่างขั้วของเซลล์วัดได้ 1.8 V และวัดกระแสไฟฟ้าได้ 0.5 A จงหาความต้านทานภายในเซลล์ไฟฟ้านี้

วิธีทำ

$$Ir = E - V = 2.0 - 1.8 = 0.2 \text{ V}$$

$$r = 0.2/I = 0.2/0.5 = 0.4 \text{ โอห์ม} \quad \text{ตอบ}$$

ตัวอย่างที่ 4.2

เซลล์ไฟฟ้าอันหนึ่งมีแรงเคลื่อน 1.5 V และมีความต้านทานภายใน 0.2 โอห์ม ต่อเข้ากับหลอดไฟที่มีความต้านทาน 2 โอห์ม จงหา

- ก. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านไส้หลอด
- ข. ความต่างศักย์ระหว่างขั้วของเซลล์

วิธีทำ

ก. จาก $I = E/(R + r) = 1.5/(2 + 0.2) = 0.68 \text{ A}$ ตอบ

ข. จาก $V - IR = 0.68 \times 2 = 1.36 \text{ V}$ ตอบ

กิจกรรม 4.1

- 1) แรงเคลื่อนไฟฟ้ากับความต่างศักย์ไฟฟ้าเหมือนและแตกต่างกันอย่างไร
- 2) แบตเตอรี่อันหนึ่งมีแรงเคลื่อนไฟฟ้า 6.0 V และมีความต้านทานภายใน 0.5Ω จงหาความต่างศักย์ที่คร่อมตัวต้านทาน 1Ω และ 10Ω ที่นำมาต่อระหว่างขั้วของแบตเตอรี่อันนี้
(ในนักเรียนตอบลงในสมุดกิจกรรม หน่วยที่ 4 ส่วนที่ 2)

การต่อเซลล์ไฟฟ้า

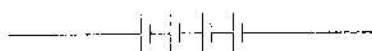
การต่อเซลล์ไฟฟ้ามี 3 แบบ คือ

1. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม
2. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน
3. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม

การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม

เป็นการนำเซลล์มาต่อกันโดยขั้วบวกของเซลล์หนึ่งต่อเข้ากับขั้วลบของเซลล์ถัดไป ดังรูปที่

4.3



รูปที่ 4.3 การต่อเซลล์แบบอนุกรม

เมื่อต่อเซลล์แบบอนุกรมได้ผลดังนี้

ถ้าแต่ละเซลล์มีแรงเคลื่อนและความต้านทานภายในเท่ากัน คือแรงเคลื่อนเท่ากับ E และ ความต้านทานภายในเท่ากับ r

1. แรงเคลื่อนไฟฟ้ารวม เท่ากับผลรวมของแรงเคลื่อนไฟฟ้าแต่ละเซลล์

$$\sum E = E_1 + E_2 + E_3 + E_4$$

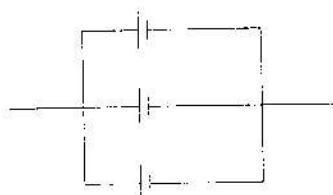
2. ความต้านทานภายในรวม เท่ากับผลบวกของความต้านทานแต่ละเซลล์

$$\sum r = r_1 + r_2 + r_3 + r_4$$

3. ความต้านทานรวมทั้งวงจร เท่ากับผลรวมของความต้านทานภายนอกและความต้านทานภายใน

การต่อเซลล์แบบขนาน

เป็นการต่อเซลล์โดยนำขั้วบวกของแต่ละเซลล์เข้าด้วยกัน และขั้วลบของแต่ละเซลล์เข้าด้วยกัน จากนั้น จึงต่อออกไปยังวงจรภายนอก ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 การต่อเซลล์แบบขนาน

เมื่อต่อเซลล์แบบขนานได้ผลดังนี้

1. แรงเคลื่อนไฟฟ้ารวม เท่ากับแรงเคลื่อนไฟฟ้าแต่ละเซลล์

$$\sum E = E$$

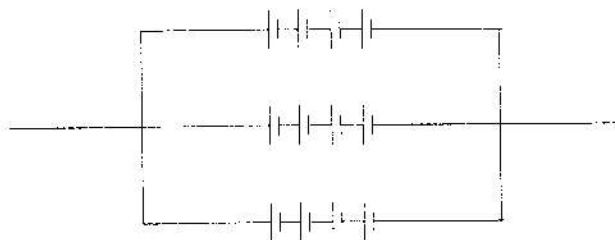
2. ความต้านทานภายในรวม หาได้จากการรวมความต้านทานแบบขนาน

เช่น ถ้าแต่ละเซลล์มีความต้านทานภายในเท่ากัน เมื่อนำมาต่อกันจำนวน n เซลล์

$$\sum r = r/n$$

การต่อเซลล์แบบผสม

เป็นการต่อเซลล์ที่มีทั้งแบบอนุกรมและแบบขนานอยู่ในวงจรเดียวกัน ดังรูปที่ 4.5



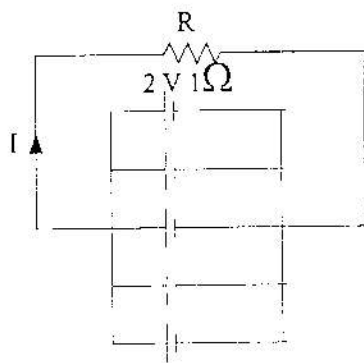
รูปที่ 4.5 การต่อเซลล์แบบผสม 3 แถวๆ ละ 4 เซลล์

ผลที่ได้รับเป็นดังนี้

1. แรงเคลื่อนไฟฟ้ารวมเท่ากับ แรงเคลื่อนไฟฟ้าของเซลล์แต่ละแถว
2. ความต้านทานภายในรวม หาโดยใช้หลักการรวมความต้านทาน

ตัวอย่างที่ 4.3 เซลล์ไฟฟ้าขนาด $2\text{ V } 1\ \Omega$ จำนวน 5 เซลล์ ต่อขนานกันไว้แล้วต่อกับความต้านทานภายนอกขนาดหนึ่ง ปรากฏว่ากระแสไฟฟ้ามีค่า 0.2 A จงหาค่าความต้านทานภายนอกนั้น

วิธีทำ



$$\text{จาก } I = \sum E / \sum R$$

$$0.2 = 2 / (R + 1/5)$$

$$R = (2/0.2) - (1/5) = 9.8\ \Omega \quad \text{ตอบ}$$

กิจกรรม 4.2

เซลล์ไฟฟ้าขนาด 1.5 V 2Ω จำนวน 4 เซลล์ ต่ออนุกรมกันไว้กับความต้านทาน 4Ω จง

หา

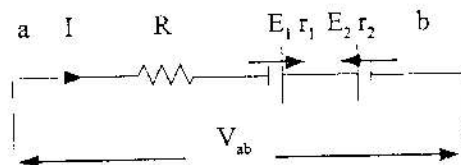
ก. มีกระแสไหลผ่านความต้านทานเท่าใด

ข. ความต่างศักย์ที่ปลายความต้านทานเป็นเท่าใด

(ให้นักเรียนตอบลงในสมุดกิจกรรม ส่วนที่ 2)

ความต่างศักย์ไฟฟ้าสำหรับจุดใดๆในวงจร

พิจารณาส่วนของวงจรที่ประกอบด้วยเซลล์ 2 เซลล์ที่ต่อกลับข้ามกัน และความต้านทาน R โดยส่วนของวงจรนี้ต่อเข้ากับความต่างศักย์ V_{ab}



รูปที่ 4.6 ส่วนของวงจรที่นำมาพิจารณา

E_1 แรงเคลื่อนไฟฟ้าของเซลล์ที่ 1

r_1 ความต้านทานภายในของเซลล์ที่ 1

E_2 แรงเคลื่อนไฟฟ้าของเซลล์ที่ 2

r_2 ความต้านทานภายในของเซลล์ที่ 2

ให้กระแสไฟฟ้าที่ไหลจาก a ไป b มีทิศทางเป็นบวก

จากหลักพลังงานได้ว่า

พลังงานไฟฟ้าที่จ่าย = พลังงานไฟฟ้าที่ใช้

$$V_{ab}It + E_1It + (-E_2)It = I^2Rt + I^2r_1t + I^2r_2t$$

$$V_{ab} + E_1 - E_2 = I(R + r_1 + r_2)$$

$$V_{ab} = I(R + r_1 + r_2) - (E_1 - E_2)$$

$$V_{ab} = \sum IR - \sum E$$

จะเห็นได้ว่าความต่างศักย์ไฟฟ้าบนส่วนของวงจรเท่ากับผลรวมทางพีชคณิตของ กระแสไฟฟ้าคูณความต้านทาน ลบด้วยผลรวมทางพีชคณิตของแรงเคลื่อนไฟฟ้า หลักในการใช้ สูตรจึงเป็นดังนี้

เมื่อ V_{ab} = ความต่างศักย์ระหว่างจุด a และ b โดยคิดจากจุด a ไป b

$\sum IR$ = ผลรวมของ IR และ Ir ระหว่าง ab

$\sum E$ = ผลรวมของ E ทุกเซลล์ระหว่าง ab

1. ใช้สูตรความต่างศักย์ระหว่างจุด ab คือ $V_{ab} = \sum IR - \sum E$

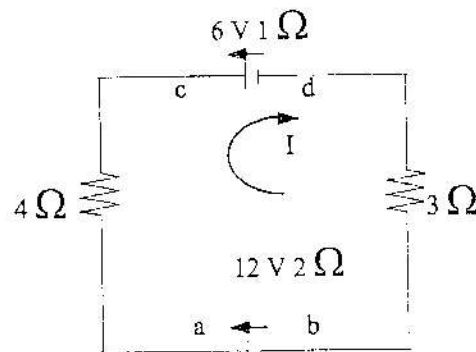
2. การกำหนดเครื่องหมาย + หรือ - ในการแทนค่าสูตรเป็นดังนี้

ก. I ตามทิศ ab เป็น + ทวนทิศ ab เป็นลบ

ข. แรงเคลื่อนไฟฟ้า E ปกติมีทิศทางออกจากขั้วลบผ่านเซลล์ไปยังขั้วบวก เซลล์ใดเคลื่อน

ทิศ ab เป็น + แต่ถ้าทวนทิศ ab เป็นลบ

ตัวอย่างที่ 4.4 จากรูป จงหาความต่างศักย์ระหว่างขั้วของเซลล์แต่ละเซลล์



วิธีทำ

$$\begin{aligned} \text{จาก } I &= \sum E / \sum R \\ &= (12 - 6) / (4 + 3 + 2 + 1) = 0.6 \text{ A} \end{aligned}$$

$$\text{จาก } V_{ab} = \sum IR - \sum E$$

เมื่อ I ตามทิศ ab เป็น + ทวน ab เป็น -

E ตามทิศ ab เป็น + ทวน ab เป็น -

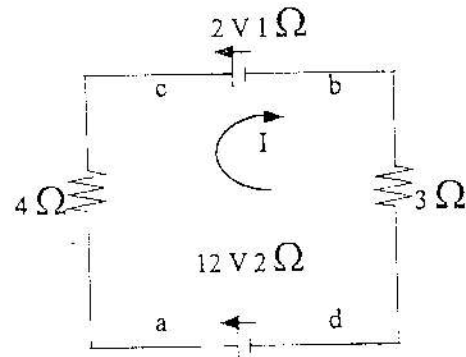
สำหรับแบตเตอรี่ 12 V

$$\begin{aligned} V_{ab} &= \sum IR - \sum E = (-0.6)(2) - (-12) \\ &= 12 - 1.2 = 10.8 \text{ V} \quad \text{ตอบ} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{cd} &= \sum IR - \sum E = (0.6)(1) - (-6) \\ &= 0.6 + 6 = 6.6 \text{ V} \quad \text{ตอบ} \end{aligned}$$

กิจกรรม 4.3

จากรูป จงหาความต่างศักย์ระหว่าง a b และ c d



(ให้นักเรียนตอบลงในสมุดกิจกรรม ส่วนที่ 2)

แนวตอบกิจกรรม

แนวตอบกิจกรรมที่ 4.1

1) หน่วยเหมือนกันคือโวลท์ ต่างกันคือแรงเคลื่อนไฟฟ้าเป็นความสามารถในการจ่ายพลังงานของเซลล์ขณะที่ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจร ความต่างศักย์เป็นการวัดศักย์ไฟฟ้า 2 จุด ในวงจร

2) สำหรับความต้านทาน 1Ω

$$I = E/(R + r) = 6.0/(1 + 0.5) = 4.0 \text{ A}$$

$$V = IR = 4.0 \times 1 = 4.0 \text{ V} \quad \text{ตอบ}$$

สำหรับความต้านทาน 10Ω

$$I = E/(R + r) = 6.0/(10 + 0.5) = 0.6 \text{ A}$$

$$V = IR = 0.6 \times 10 = 6.0 \text{ V} \quad \text{ตอบ}$$

แนวตอบกิจกรรม 4.2

$$\text{ก. จาก } I = \sum E / \sum R$$

$$= 6/12 = 0.5 \text{ A} \quad \text{ตอบ}$$

$$\text{ข. จาก } V = IR = 0.5 \times 4 = 2 \text{ V} \quad \text{ตอบ}$$

แนวตอบกิจกรรม 4.3

$$\text{จาก } I = \sum E / \sum R$$

$$= (12 - 2)/(4 + 3 + 2 + 1) = 1.0 \text{ A}$$

$$\text{จาก } V_{ab} = \sum IR - \sum E$$

เมื่อ I ตามทิศ ab เป็น + ทวน ab เป็น -

E ตามทิศ ab เป็น + ทวน ab เป็น -

สำหรับแบตเตอรี่ 12 V

$$V_{ab} (\text{ผ่าน } 2 \text{ V}) = \sum IR - \sum E = (4+1)(1) - (-2)$$

$$= 7 \text{ V} \quad \text{ตอบ}$$

$$V_{cd} (\text{ผ่าน } 12 \text{ V}) = \sum IR - \sum E = (2+4)(-1) - (-12)$$

$$= 6 \text{ V} \quad \text{ตอบ}$$

เฉลยแบบประเมินผลตนเองก่อนเรียน

1. ง 2. ง 3. ก 4. ง 5. ค 6. ข 7. ก 8. ค 9. ง 10. ก 11. ค 12. ข 13. ก 14. ก
15. ก

เฉลยแบบประเมินผลตนเองหลังเรียน

1. ง 2. ง 3. ข 4. ง 5. ค 6. ง 7. ค 8. ค 9. ข 10. ก 11. ก 12. ง 13. ค 14. ก
15. ค

แบบประเมินผลตนเองก่อนเรียนหน่วยที่ 4

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวแล้วทำเครื่องหมาย x ลงใน
กระดาษคำตอบให้ตรงกับข้อที่นักเรียนเลือก

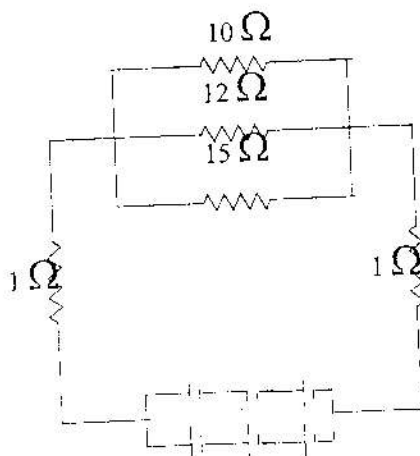
- ความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างขั้วของเซลล์ไฟฟ้า จะมีค่าเท่ากับแรงเคลื่อนไฟฟ้าของเซลล์ในกรณีใด
 - เมื่อเซลล์สองเซลล์ขนาดต่างกันต่อกลับขั้วกัน
 - เมื่อไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเซลล์นั้น
 - เมื่อเซลล์มีความต้านทานน้อยมากจนถือว่าเป็นศูนย์
 - ถูกข้อ ข และ ค
- ถ้าต่อเซลล์ 3 เซลล์แบบอนุกรม โดยแต่ละเซลล์มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเท่ากับ E และความต้านทานภายใน r แต่มีเซลล์หนึ่งต่อกลับขั้วในวงจร ถ้าตอบข้อใดดีที่สุด
 - แรงเคลื่อนไฟฟ้ารวมเท่ากับ E
 - แรงเคลื่อนไฟฟ้ารวมเท่ากับ $2E$
 - ความต้านทานภายในเท่ากับ $3r$
 - ถูกข้อ ก และ ค
- ในวงจรไฟฟ้ากรณีใดควรต่อเซลล์แบบอนุกรมแทนที่จะต่อแบบขนาน
 - เมื่อต้องใช้แรงเคลื่อนไฟฟ้าสูง
 - เมื่อต้องการเพิ่มความต้านทานให้สูงขึ้น
 - เมื่อต้องการใช้แรงเคลื่อนไฟฟ้าต่ำ
 - เมื่อต้องการลดความต้านทานภายในลง
- ในวงจรไฟฟ้ากรณีใดควรต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนานแทนที่จะต่อแบบอนุกรม
 - เมื่อต้องใช้แรงเคลื่อนไฟฟ้าสูง
 - เมื่อต้องการเพิ่มความต้านทานให้สูงขึ้น
 - เมื่อต้องการใช้แรงเคลื่อนไฟฟ้าต่ำ
 - เมื่อต้องการลดความต้านทานภายในลง
- แบตเตอรี่ขนาด 50 V เมื่อต่อเข้ากับความต้านทาน $10\ \Omega$ พบว่ามีกระแสไหลในวงจร 4.5 A ความต้านทานภายในของแบตเตอรี่มีค่าเท่าใด

ก. $0\ \Omega$	ข. $0.5\ \Omega$
ค. $1.1\ \Omega$	ง. $5\ \Omega$

□□□□□□□□ □ 023 □□□□□□□□ 4

4 -

ใช้ภาพวงจรต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 6-10



จากวงจรเป็นเซลล์ 6 เซลล์ต่างมีขนาด 1.5 V 2Ω ต่อเข้ากับหลอดความต้านทาน 5 ตัว

6. กระแสไฟฟ้าในวงจรมีค่าเท่าใด

ก. 0.25 A

ข. 0.5 A

ค. 0.75 A

ง. 1.0 A

7. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านเซลล์แต่ละแถวมีค่าเท่าใด

ก. 0.25 A

ข. 0.5 A

ค. 0.75 A

ง. 1.0 A

8. ความต่างศักย์ที่คร่อมความต้านทาน 10Ω มีค่าเท่าใด

ก. 1.0 V

ข. 1.5 V

ค. 2.0 V

ง. 2.5 V

9. ความต่างศักย์ที่ขั้วของแบตเตอรี่มีค่าเท่าใด

ก. 1.0 V

ข. 1.5 V

ค. 2.0 V

ง. 3.0 V

10. กระแสไฟฟ้าที่ผ่านความต้านทาน 15Ω มีค่าเท่าใด

ก. 0.13 A

ข. 0.18 A

ค. 0.25 A

ง. 0.34 A

11. เซลล์ไฟฟ้าขนาด 2.0 V 0.5Ω จำนวน 3 เซลล์ต่ออนุกรมกัน แล้วต่อเป็นวงจรกับความต้านทาน 6Ω

จะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านวงจรเท่าใด

ก. 0.30 A

ข. 0.33 A

ค. 0.80 A

ง. 0.92 A

□□□□□□□□ □ 023 □□□□□□□□ 4

4 -

12. เซลล์ไฟฟ้าขนาด 2.0 V $1\ \Omega$ จำนวน 2 เซลล์ต่อขนานกัน แล้วต่อเป็นวงจรกับความต้านทาน $3.5\ \Omega$ จะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านวงจรเท่าใด

ก. 0.25 A

ข. 0.50 A

ค. 0.44 A

ง. 0.57 A

13. ถ่านไฟฉาย 6 ก้อน มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าก้อนละ 1.5 V มีความต้านทานภายในก้อนละ $2\ \Omega$ นำมาต่อผสม 2 แถว ๆ ละ 3 ก้อน แล้วต่อเป็นวงจรกับหลอดไฟที่มีความต้านทาน $3\ \Omega$ จะมีกระแสไฟฟ้าผ่านหลอดเท่าใด

ก. 0.75 A

ข. 0.6 A

ค. 0.45 A

ง. 0.5 A

14. เซลล์ไฟฟ้าขนาด 2.0 V $0.5\ \Omega$ จำนวน 3 เซลล์ต่ออนุกรมกันแต่มีเซลล์หนึ่งกลับขั้ว แล้วต่อเป็นวงจรกับความต้านทาน $2.5\ \Omega$ จะมีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรเท่าใด

ก. 0.5 A

ข. 0.67 A

ค. 1.1 A

ง. 1.5 A

15. เซลล์ไฟฟ้าขนาด 2.0 V $4\ \Omega$ จำนวน 2 เซลล์ต่อขนานกัน แล้วต่อเป็นวงจรกับความต้านทาน $5\ \Omega$ และ $3\ \Omega$ ซึ่งต่อขนานกันจะมีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรเท่าใด

ก. 0.5 A

ข. 0.40 A

ค. 0.30 A

ง. 0.20 A

□□□□□□□□ □ 023 □□□□□□□□ 4

4 -

กระดาษคำตอบสำหรับแบบประเมินผลตนเองก่อนเรียนหน่วยที่ 4

ข้อ	ก	ข	ค	ง	ข้อ	ก	ข	ค	ง
1					16				
2					17				
3					18				
4					19				
5					20				
6					21				
7					22				
8					23				
9					24				
10					25				
11					26				
12					27				
13					28				
14					29				
15					30				

(โปรดตรวจคำตอบกับเฉลยในเอกสารการสอน)

□□□□□□□□ □ 023 □□□□□□□□ 4

4 -

กระดานคำตอบกิจกรรม 4.1

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

กระดานคำตอบกิจกรรม 4.2

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

กระดานคำตอบกิจกรรม 4.3

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบประเมินผลตนเองหลังเรียนหน่วยที่ 4

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวแล้วทำเครื่องหมาย x ลงใน
กระดานคำตอบให้ตรงกับข้อที่นักเรียนเลือก

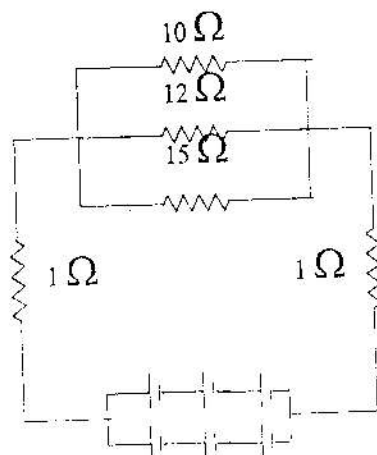
1. ความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างขั้วของเซลล์ไฟฟ้า จะมีค่าเท่ากับแรงเคลื่อนไฟฟ้าของเซลล์ในกรณีใด
 - ก. เมื่อเซลล์สองเซลล์ขนาดต่างกันต่อกลับขั้วกัน
 - ข. เมื่อไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเซลล์นั้น
 - ค. เมื่อเซลล์มีความต้านทานน้อยมากจนถือว่าเป็นศูนย์
 - ง. ถูกข้อ ข และ ค
2. ถ้าต่อเซลล์ 3 เซลล์แบบอนุกรม โดยแต่ละเซลล์มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเท่ากับ E และความต้านทานภายใน r แต่มีเซลล์หนึ่งต่อกลับขั้วในวงจร คำตอบข้อใดดีที่สุด
 - ก. แรงเคลื่อนไฟฟ้ารวมเท่ากับ E
 - ข. แรงเคลื่อนไฟฟ้ารวมเท่ากับ $2E$
 - ค. ความต้านทานภายในเท่ากับ $3r$
 - ง. ถูกข้อ ก และ ค
3. ในวงจรไฟฟ้ากรณีใดควรต่อเซลล์แบบอนุกรมแทนที่จะต่อแบบขนาน
 - ก. เมื่อต้องการเพิ่มความต้านทานให้สูงขึ้น
 - ข. เมื่อต้องใช้แรงเคลื่อนไฟฟ้าสูง
 - ค. เมื่อต้องการใช้แรงเคลื่อนไฟฟ้าต่ำ
 - ง. เมื่อต้องการลดความต้านทานภายในลง
4. ในวงจรไฟฟ้ากรณีใดควรต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนานแทนที่จะต่อแบบอนุกรม
 - ก. เมื่อต้องใช้แรงเคลื่อนไฟฟ้าสูง
 - ข. เมื่อต้องการเพิ่มความต้านทานให้สูงขึ้น
 - ง. เมื่อต้องการลดความต้านทานภายในลง
 - ค. เมื่อต้องการใช้แรงเคลื่อนไฟฟ้าต่ำ
5. แบตเตอรี่ขนาด 50 V เมื่อต่อเข้ากับความต้านทาน $10\ \Omega$ พบว่ามีกระแสไหลในวงจร 4.5 A ความต้านทานภายในของแบตเตอรี่มีค่าเท่าใด

ก. $0\ \Omega$	ข. $0.5\ \Omega$
ค. $1.1\ \Omega$	ง. $5\ \Omega$

□□□□□□□□ □ 023 □□□□□□□□ 4

4 -

ใช้ภาพวงจรต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 6-10



จากวงจรเป็นเซลล์ 6 เซลล์ต่างมีขนาด 1.5 V 2Ω ต่อเข้ากับความต้านทาน 5 ตัว

6. กระแสไฟฟ้าในวงจรมีค่าเท่าใด

ก. 0.75 A ข. 1.0 A

ค. 0.25 A ง. 0.5 A

7. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านเซลล์แต่ละแถวมีค่าเท่าใด

ก. 0.75 A ข. 1.0 A

ค. 0.25 A ง. 0.5 A

8. ความต่างศักย์ที่คร่อมความต้านทาน 10Ω มีค่าเท่าใด

ก. 1.0 V ข. 1.5 V

ค. 2.0 V ง. 2.5 V

9. ความต่างศักย์ที่ขั้วของแบตเตอรี่มีค่าเท่าใด

ก. 2.0 V ข. 3.0 V

ค. 1.0 V ง. 1.5 V

10. กระแสไฟฟ้าที่ผ่านความต้านทาน 15Ω มีค่าเท่าใด

ก. 0.13 A ข. 0.18 A

ค. 0.25 A ง. 0.34 A

11. เซลล์ไฟฟ้าขนาด 2.0 V 0.5Ω จำนวน 3 เซลล์ต่ออนุกรมกัน แล้วต่อเป็นวงจรกับความต้านทาน 6Ω จะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านวงจรเท่าใด

ก. 0.80 A ข. 0.92 A

ค. 0.30 A ง. 0.33 A

4 -

12. เซลล์ไฟฟ้าขนาด 2.0 V 1 Ω จำนวน 2 เซลล์ต่อขนานกัน แล้วต่อเป็นวงจรกับความต้านทาน 3.5 Ω จะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านวงจรเท่าใด

- | | |
|-----------|-----------|
| ก. 0.44 A | ข. 0.57 A |
| ค. 0.25 A | ง. 0.50 A |

13. ถ่านไฟฉาย 6 ก้อน มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าก้อนละ 1.5 V มีความต้านทานภายในก้อนละ 2 Ω นำมาต่อผสม 2 แถว ๆ ละ 3 ก้อน แล้วต่อเป็นวงจรกับหลอดไฟที่มีความต้านทาน 3 Ω จะมีกระแสไฟฟ้าผ่านหลอดเท่าใด

- | | |
|-----------|----------|
| ก. 0.45 A | ข. 0.5 A |
| ค. 0.75 A | ง. 0.6 A |

14. เซลล์ไฟฟ้าขนาด 2.0 V 0.5 Ω จำนวน 3 เซลล์ต่ออนุกรมกันแต่มีเซลล์หนึ่งกลับขั้ว แล้วต่อเป็นวงจรกับความต้านทาน 2.5 Ω จะมีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรเท่าใด

- | | |
|----------|-----------|
| ก. 0.5 A | ข. 0.67 A |
| ค. 1.1 A | ง. 1.5 A |

15. เซลล์ไฟฟ้าขนาด 2.0 V 4 Ω จำนวน 2 เซลล์ต่อขนานกัน แล้วต่อเป็นวงจรกับความต้านทาน 5 Ω และ 3 Ω ซึ่งต่อขนานกันจะมีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรเท่าใด

- | | |
|-----------|-----------|
| ก. 0.30 A | ข. 0.20 A |
| ค. 0.5 A | ง. 0.40 A |

4 -

กระดาษคำตอบสำหรับแบบประเมินผลตนเองหลังเรียนหน่วยที่ 4

ข้อ	ก	ข	ค	ง	ข้อ	ก	ข	ค	ง
1					16				
2					17				
3					18				
4					19				
5					20				
6					21				
7					22				
8					23				
9					24				
10					25				
11					26				
12					27				
13					28				
14					29				
15					30				

(โปรดตรวจคำตอบกับเฉลยในเอกสารการสอน)

หนังสือราชการ



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น โทร. 2584

ที่ ทม 0510/ 2 416

วันที่ 31 ตุลาคม พ.ศ. 2540

เรื่อง ขออนุญาตแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณะบดีคณะศึกษาศาสตร์

ด้วย นายสุรจิตร์ ศรีรักษ์ นักศึกษาปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “ การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่สอนโดยใช้ชุดการสอนรายบุคคลกับการสอนปกติ “ ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้จำเป็นต้องให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและพิจารณาเนื้อหาของ แบบสอบถาม ซึ่งเป็นเครื่องมือในการทำวิจัยก่อนที่จะนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อทำวิทยานิพนธ์ ในการนี้บัณฑิตวิทยาลัยพิจารณาเห็นแล้วว่า คร.วชิระ อินทร์อุดม เป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอแต่งตั้งเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบและพิจารณาเนื้อหาของเครื่องมือดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา บัณฑิตวิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

(รองศาสตราจารย์สุรจิตร์ ทวีมสุข)
รักษาราชการแทนรองคณบดีฝ่ายวิชาการ
ปฏิบัติราชการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



โรงเรียนมัธยมศึกษา	246
วันที่ 31/10	
วันที่ 19 เดือน พ.ย. พ.ศ. 40	
เวลา 9.30 น.	

ที่ ทม 0510/ ๑41๒๖

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น
อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

วันที่ 31 ตุลาคม พ.ศ. 2540

เรื่อง ขออนุญาตแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนชัยภูมิภักดิ์ชุมพล

ด้วย นายสุรจิตร ศรีรักษ์ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชา เทคโนโลยีการ
ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง " การเปรียบเทียบ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ที่สอนโดยใช้ชุดการสอนราย
บุคคลกับการสอนปกติ" ซึ่งในการศึกษาในครั้งนี้จำเป็นต้องให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ
และพิจารณาเนื้อหาของ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้าสถิต
ซึ่งเป็นเครื่องมือในการทำวิจัยก่อนที่จะนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อทำวิทยานิพนธ์
ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยพิจารณาเห็นแล้วว่า ดร.พิชัย ละแนนชัย เป็นผู้มีความรู้ความ
สามารถ และมีประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอแต่งตั้งเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบ
และพิจารณาเนื้อหาของเครื่องมือดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา บัณฑิตวิทยาลัย หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับ
ความอนุเคราะห์และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

เรียน ผู้อำนวยการ
บัณฑิตวิทยาลัย ดร. รศ. รศ. รศ. รศ. รศ.
ศาสตราจารย์ ดร. รศ. รศ. รศ. รศ. รศ.
รองศาสตราจารย์ รศ. รศ. รศ. รศ. รศ.
- เพื่อโปรดพิจารณา
- ตามระเบียบ

ขอแสดงความนับถือ

— ทม

— สอ

15 พ.ค. 40

(รองศาสตราจารย์ ดร. รศ. รศ. รศ. รศ. รศ.)

รองศาสตราจารย์ ดร. รศ. รศ. รศ. รศ. รศ.

รองศาสตราจารย์ ดร. รศ. รศ. รศ. รศ. รศ.

โทร. (043) 236903



วันที่	3309	เลขที่	247
วันที่	17	เดือน	พ.ค. 40
เวลา	9.20 น.		

ที่ ทม 0510/ 24163

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น

อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

วันที่ 31 ตุลาคม พ.ศ. 2540

เรื่อง ขออนุญาตแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนชัยภูมิภักดีชุมพล

ด้วย นายสุรจิตร ศรีรักษ์ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชา เทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง " การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ที่สอนโดยใช้ชุดการสอนรายบุคคลกับการสอนปกติ" ซึ่งในการศึกษาในครั้งนี้จำเป็นต้องให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและพิจารณาเนื้อหาของ รูปแบบชุดการสอนรายบุคคล และแผนการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ซึ่งเป็นเครื่องมือในการทำวิจัยก่อนที่จะนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อทำวิทยานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยพิจารณาเห็นแล้วว่า นายพรทัศน์ ภูษา เป็นผู้มีความรู้ความสามารถ และมีประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอแต่งตั้งเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบและพิจารณาเนื้อหาของเครื่องมือดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา บัณฑิตวิทยาลัย หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับ

ความอนุเคราะห์และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

1/5/40 ผอ.สวทศ

1/5/40 ผอ.สวทศ ส.ร. ทอ//ตบต

ผอ.สวทศ 1/5/40 ผอ.สวทศ ส.ร. ทอ//ตบต

ผอ.สวทศ 1/5/40 ผอ.สวทศ ส.ร. ทอ//ตบต

1/5/40 ผอ.สวทศ ส.ร. ทอ//ตบต

1/5/40 ผอ.สวทศ ส.ร. ทอ//ตบต

โทร. (043) 236903

ขอแสดงความนับถือ

- ททว
- ออว

(รองศาสตราจารย์ ดร. วิเชียร วัฒนชัย)

ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

1/5/40

1/5/40



โรงเรียนมัธยมศึกษา		248
วันที่ 33/11	หน้า 1	หน้า 40
วันที่ 9/10	หน้า 1	หน้า 40

ที่ ทม 0510/2.4/163

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น
อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

วันที่ 31 ตุลาคม พ.ศ. 2540

เรื่อง ขออนุญาตแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนชัยภูมิภักดีชุมพล

ด้วย นายสุรจิตร ศรีรักษ์ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชา เทคโนโลยีการ
ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น ดำรงทำวิทยานิพนธ์เรื่อง " การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ที่สอนโดยใช้ชุดการสอนราย
บุคคลกับการสอนปกติ" ซึ่งในการศึกษาในครั้งนี้จำเป็นต้องให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ
และพิจารณาเนื้อหาของ ชุดการสอนรายบุคคล วิชาฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ซึ่งเป็น
เครื่องมือในการทำวิจัยก่อนที่จะนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อทำวิทยานิพนธ์ ในการนี้
บัณฑิตวิทยาลัยพิจารณาเห็นแล้วว่า นางสาวสงวนศรี ภักดียานวรรณ์ เป็นผู้มีความรู้
ความสามารถ และมีประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอแต่งตั้งเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจ
สอบและพิจารณาเนื้อหาของเครื่องมือดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา บัณฑิตวิทยาลัย หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะจะได้รับ

ความอนุเคราะห์และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ
อ. สงวนศรี / ผอ. ชัยภูมิภักดีชุมพล
กรม อ. สงวนศรี / ผอ. ชัยภูมิภักดีชุมพล
- 1/10/10 อ. สงวนศรี
- 10/10/10 อ. สงวนศรี

ขอแสดงความนับถือ

- ทพ
- ออ

(Signature)

(Signature)
18/10/40

โทร. (043) 236903

(ของ...)
...
...
...