

เรื่อง ไฟฟ้า (ตอนที่ 1)

โดย อ.กมล ทองประหัวน

รร.สตรีมหาพฤฒาราม

ความต้านทานไฟฟ้าและความนำไฟฟ้า

ความต้านทานไฟฟ้า (resistance) และความนำไฟฟ้า (conductance) มีความหมายแตกต่างกัน แต่มีความสัมพันธ์กัน

ความต้านทานไฟฟ้าและความนำไฟฟ้า เป็นสมบัติของสารแต่ละชนิดที่จะยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ มากหรือน้อย

ถ้าสารโดยยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ **มาก** แสดงว่าสารนั้นมีความต้านทานไฟฟ้า **น้อย** และมีความนำไฟฟ้า **มาก**

ถ้าสารโดยยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ **น้อย** แสดงว่าสารนั้นมีความต้านทานไฟฟ้า **มาก** และมีความนำไฟฟ้า **น้อย**

ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานไฟฟ้าและความนำไฟฟ้า คือ

ความต้านทานไฟฟ้า (R) = $\frac{1}{\text{ความนำไฟฟ้า (G)}}$

หรือ $R = \frac{1}{G}$

R มีหน่วยเป็น โอห์ม (Ω) ; G มีหน่วยเป็น (Ω) หรือซีเมนส์ (S)

ตัวนำไฟฟ้า (conductor)

หมายถึง สารที่มีความต้านทานไฟฟ้าเล็กน้อย จึงยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้มาก มีความนำไฟฟ้ามาก

สารกึ่งตัวนำ (semiconductor)

หมายถึงสารที่มีลักษณะก้ำกึ่งกันระหว่างตัวนำไฟฟ้าและตัวต้านทานไฟฟ้า

ตัวนำยิ่งยวด (superconductor)

หมายถึง ตัวนำไฟฟ้าที่ไม่มีความต้านทานไฟฟ้าอยู่เลย ทำได้โดยลดอุณหภูมิของตัวนำลงถึงระดับอุณหภูมิหนึ่ง เช่น โปรท ดินุก เมื่อลดอุณหภูมิลงถึงระดับประมาณ -250 °C จะหมดความต้านทานไฟฟ้า

ตัวต้านทานไฟฟ้า (resistor)

หมายถึง สารที่มีความต้านทานไฟฟ้ามาก จึงยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้น้อย มีความนำไฟฟ้าน้อย

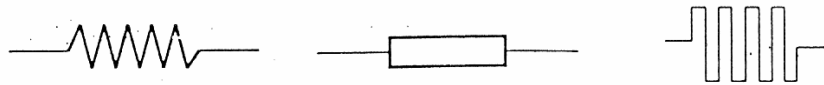
ฉนวนไฟฟ้า (insulator)

หมายถึง สารที่มีความต้านทานไฟฟ้าสูงมาก จึงไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ไม่มีความนำไฟฟ้า

ความต้านทานไฟฟ้า (Resistance : R)

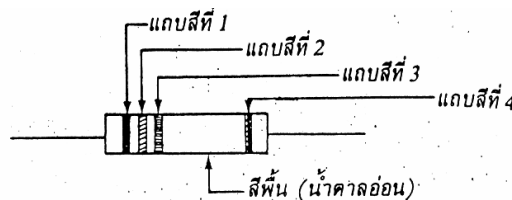
คือ ความสามารถในการต้านการไหลของกระแสไฟฟ้าของสสาร ใช้สัญลักษณ์ R หรือ r แทนค่าความต้านทานไฟฟ้า มีหน่วยในระบบ SI เป็นโอห์ม (Ω)

ตัวต้านทาน (Resistor) คือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ หรือส่วนของวงจรไฟฟ้าที่มีค่าความต้านทานอยู่ ใช้สัญลักษณ์ในวงจรไฟฟ้าเป็น



แถบสีที่คาดบนตัวความต้านทานไฟฟ้าและความหมาย

ตัวความต้านทานไฟฟ้ามีทั้งชนิดที่เปลี่ยนค่าได้และเปลี่ยนค่าไม่ได้ (มีค่าคงที่) ตัวความต้านทานไฟฟ้าที่เราพบเห็นบ่อย ๆ หรือใช้งานกันทั่ว ๆ ไป มีรูปร่างลักษณะเป็นทรงกระบอกมีสีพื้นเป็นสีน้ำตาลอ่อน และมีขนาดเล็ก ทำมาจากผงคาร์บอนอัดแน่น ที่ปลายทั้งสองมีลวดโลหะยื่นออกมาเป็นตัวความต้านทานไฟฟ้าที่มีค่าคงที่ และบอกค่าความต้านทานไฟฟ้าด้วยแถบสีต่าง ๆ ดังรูป



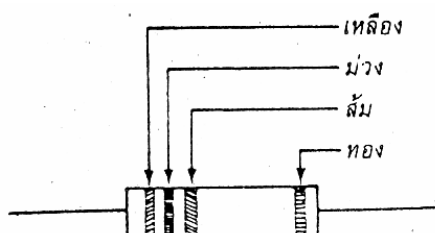
แถบสีที่ 1	บอกเลขตัวที่ 1
แถบสีที่ 2	บอกเลขตัวที่ 2
แถบสีที่ 3	บอกเลขยกกำลังของฐาน 10 ที่ตามหลังเลข 2 ตัวแรก
แถบสีที่ 4	จะเป็นสีทองหรือสีเงิน เป็นค่าที่บอกให้ทราบถึงความผิดพลาดของค่าความต้านทาน

เป็นเปอร์เซ็นต์ คือ สีทอง = 5% สีเงิน = 10%

แถบสีของความต้านทานไฟฟ้า มีดังนี้

สีดำ	หมายถึง	0	สีฟ้า	หมายถึง	6
สีน้ำตาล	หมายถึง	1	สีม่วง	หมายถึง	7
สีแดง	หมายถึง	2	สีเทา	หมายถึง	8
สีส้ม	หมายถึง	3	สีขาว	หมายถึง	9
สีเหลือง	หมายถึง	4	สีทอง*	หมายถึง	±5%
สีเขียว	หมายถึง	5	สีเงิน*	หมายถึง	±10%

ตัวอย่างที่ 1 จงหาค่าความต้านทานไฟฟ้าของตัวความต้านทานนี้

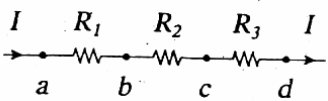


การต่อความต้านทานไฟฟ้าแบบต่างๆ

ถ้าเอาความต้านทานหลายๆตัวมาต่อให้ทำงานร่วมกัน เราสามารถจะต่อได้ 3 วิธีด้วยกัน คือ แบบอนุกรมหรือแบบเรียงลำดับ แบบขนาน และแบบผสม

การต่อความต้านทานแบบอนุกรม

คือ การนำเอาความต้านทานหลายๆ ตัวมาต่อกัน โดยให้ปลายของความต้านทานตัวหนึ่งต่อกับปลายของความต้านทานอีกตัวหนึ่งต่อกันไปเรื่อยๆ ตามลำดับ

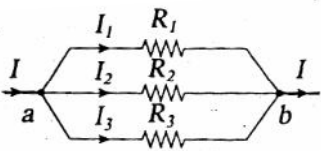


จากรูป จะได้

$$R_{\text{รวม}} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

การต่อความต้านทานแบบขนาน

คือ การนำเอาความต้านทานหลายๆ ตัวมาต่อกัน โดยให้ปลายข้างหนึ่งของความต้านทานทุกๆ ตัวต่อรวมกันที่จุดๆ หนึ่ง ส่วนปลายอีกข้างหนึ่งก็ต่อรวมกันที่จุดอีกจุดหนึ่ง



จากรูป จะได้

$$\frac{1}{R_{\text{รวม}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

การต่อความต้านทานแบบผสม

คือ การนำเอาความต้านทานหลายๆ ตัวมาต่อกัน ซึ่งมีทั้งการต่อแบบอนุกรมและแบบขนานอยู่ในวงจรเดียวกัน การหาความต้านทานรวมต้องอาศัยจากการหาความต้านทานรวมแบบอนุกรมและแบบขนานร่วมกัน โดยดูว่าช่วงใดต่อแบบอนุกรมก็คิดแบบอนุกรม ช่วงใดต่อแบบขนานก็คิดแบบขนาน แล้วจึงรวมความต้านทานในตอนท้ายตามลักษณะของวงจรว่าเป็นแบบใด หรือที่เราเรียกกันทั่วไปว่า **การยุบวงจร** นั่นเอง

การดูว่าตัวความต้านทานต่อกันแบบใดนั้นให้ดูกระแสไฟฟ้าที่ไหล ถ้าไหลต่อกันไปก็แสดงว่าต่อกัน **แบบอนุกรม** ถ้ามีตอนใดที่กระแสไฟฟ้าแยกไหลก็แสดงว่าต่อกัน **แบบขนาน**

แบบฝึกหัดการรวมความต้านทาน

1. จงหาค่า

1.1 R_{AB} =

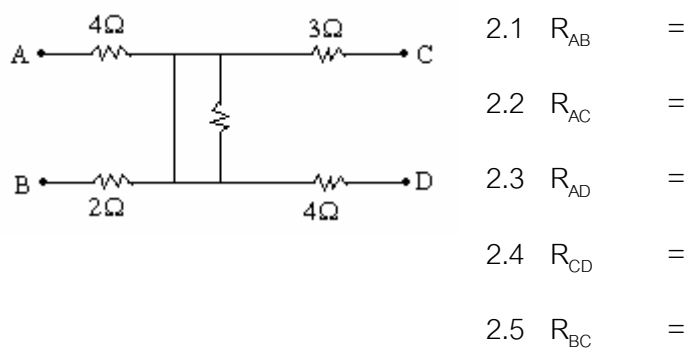
1.2 R_{AC} =

1.3 R_{AD} =

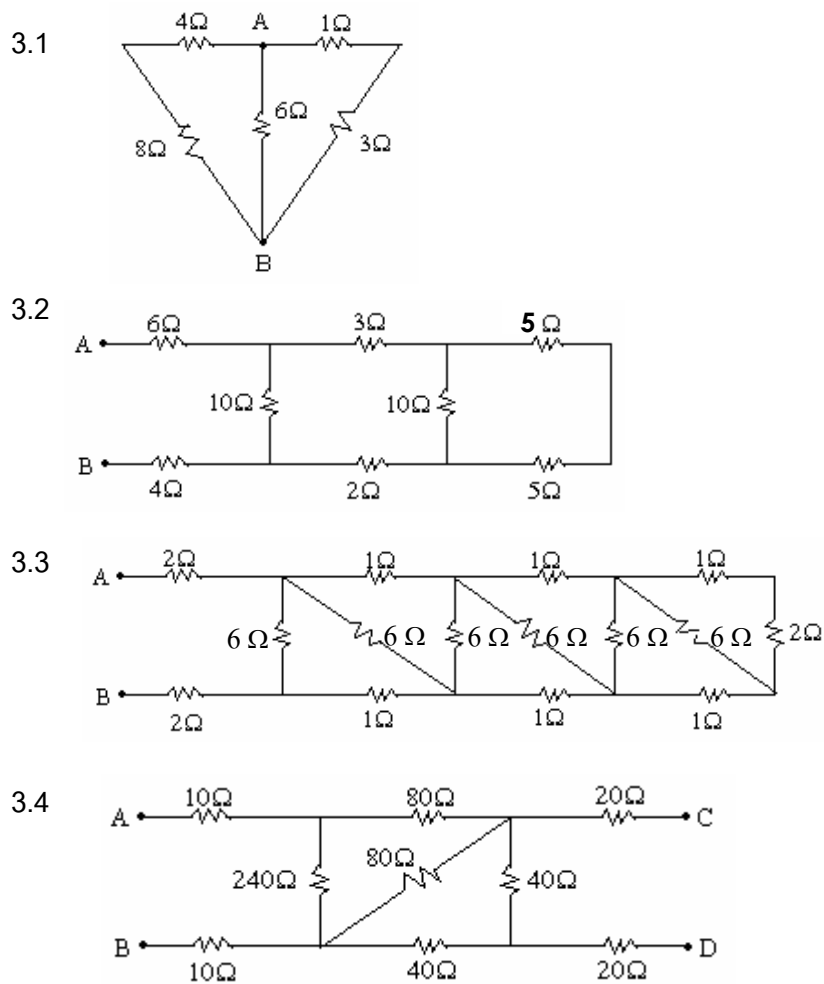
1.4 R_{CD} =

1.5 R_{BC} =

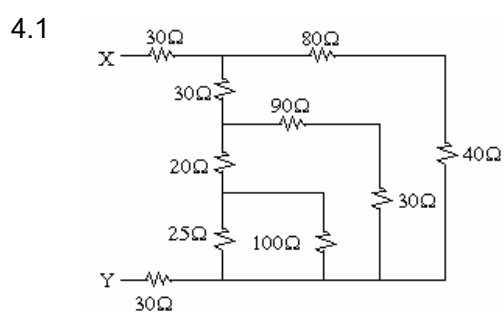
2. จงหาค่า



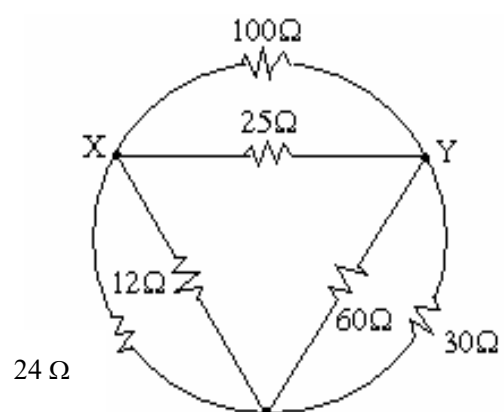
3. จงหาค่า R_{AB}



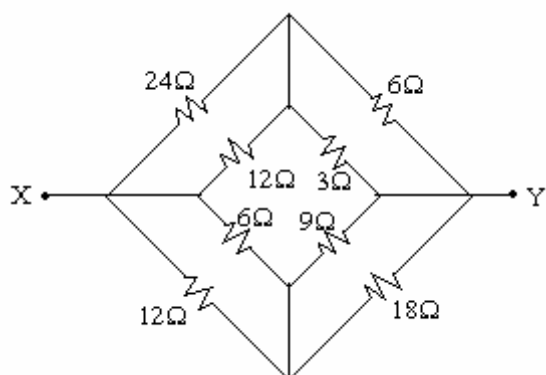
4. จงหาค่า R_{xy}



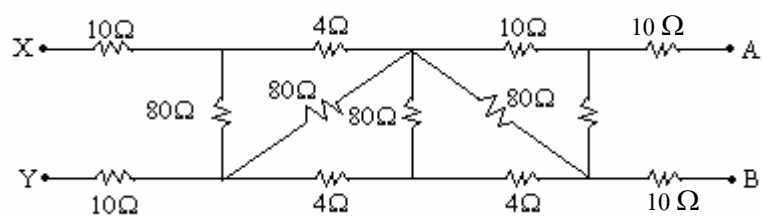
4.2



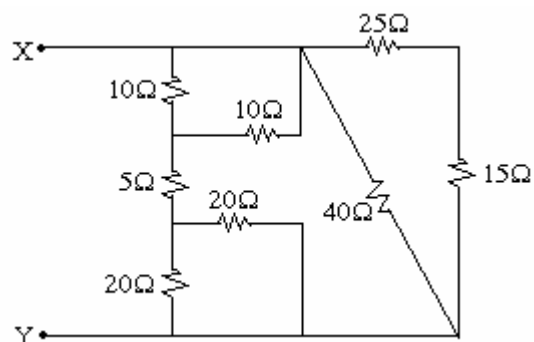
4.3



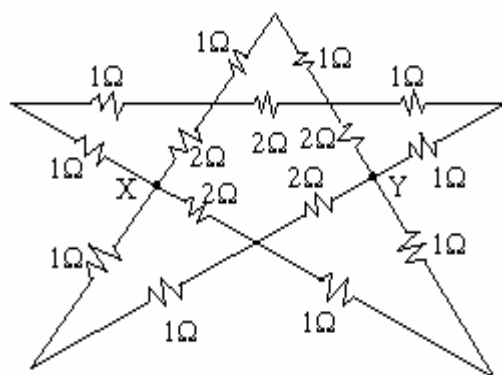
4.4



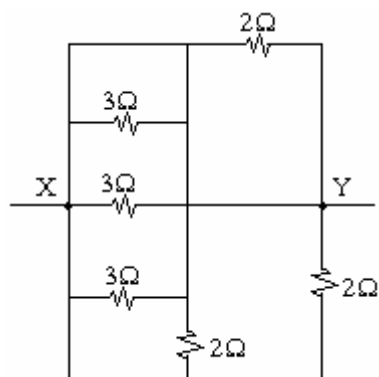
4.5



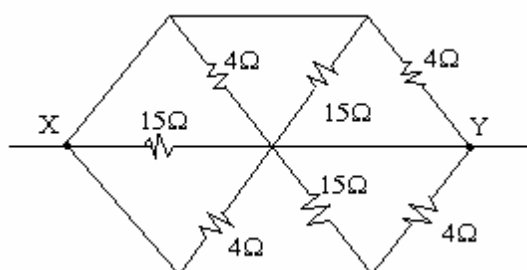
4.6



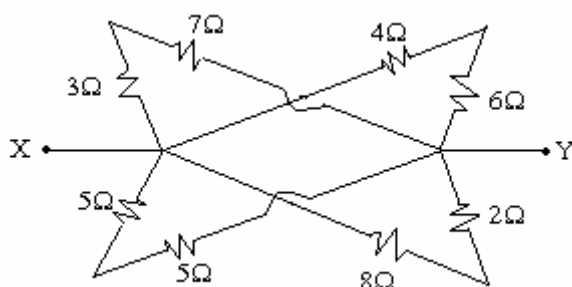
4.7



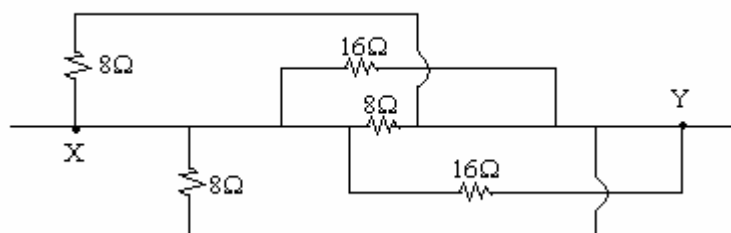
4.8



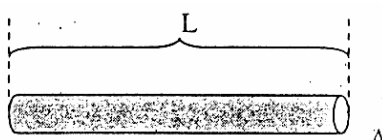
4.9



4.10



ความต้านทานของเส้นลวดโลหะตัวนำ (ที่มีขนาดสม่ำเสมอและมีอุณหภูมิคงที่)



จากรูป เป็นเส้นลวดโลหะตัวนำชนิดหนึ่งที่มีขนาดสม่ำเสมอ ยาว L มีพื้นที่หน้าตัด A และมีอุณหภูมิคงที่ค่าหนึ่ง มีค่าความต้านทานเป็น R โดยค่าความต้านทานของเส้นลวดโลหะตัวจะขึ้นอยู่กับ

1. $(R \propto L)$
2. $(R \propto \frac{1}{A})$

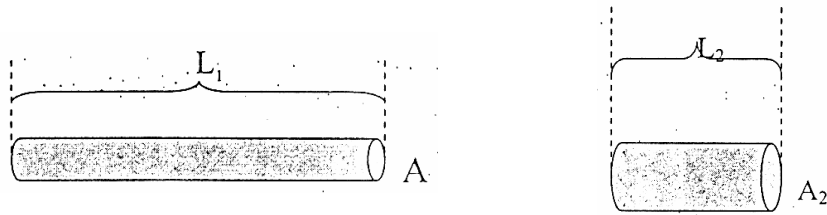
จะได้ความสัมพันธ์ระหว่าง R L และ A เป็น $R \propto \frac{L}{A}$

และจะได้สูตรคำนวณเป็น

$$R = \frac{\rho L}{A}$$

- เมื่อ R คือ ความต้านทานของเส้นลวดโลหะตัวนำ (Ω)
 ρ คือ สภาพต้านทานไฟฟ้าของเส้นลวดโลหะตัวนำ (Ωm)
 (โดย ρ เป็นค่าคงที่เฉพาะตัวของสสารที่ทำให้เส้นลวดโลหะ)
 L คือ ความยาวของเส้นลวดโลหะตัวนำ (m)
 A คือ พื้นที่หน้าตัดของเส้นลวดโลหะตัวนำ (m^2)

การ เปรียบเทียบเส้นลวด 2 เส้น



เส้นลวดที่ 1 มีความต้านทาน R_1 มีสภาพความต้านทาน ρ_1 มีความยาวเป็น L_1 และพื้นที่หน้าตัดเป็น A_1

$$R_1 = \frac{\rho_1 L_1}{A_1}$$

เส้นลวดที่ 2 มีความต้านทาน R_2 มีสภาพความต้านทาน ρ_2 มีความยาวเป็น L_2 และพื้นที่หน้าตัดเป็น A_2

$$R_2 = \frac{\rho_2 L_2}{A_2}$$

เมื่อนำค่าความต้านทานมาเปรียบเทียบกันจะได้เป็น

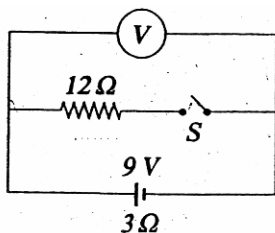
$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2} \cdot \frac{L_1}{L_2} \cdot \frac{A_2}{A_1}$$

- ลวดเส้นหนึ่งขนาดสม่ำเสมอ ยาว 10 เมตร มีความต้านทาน 40 โอห์ม ถ้าตัดออกเป็น 2 ท่อน ท่อนแรก ยาว 8 เมตร ท่อนที่ 2 ยาว 2 เมตร ท่อนแรกและท่อนที่ 2 มีความต้านทานท่อนละกี่โอห์มตามลำดับ
 ก. 320 , 80 ข. 3.2 , 0.8 ค. 32 , 8 ง. 3.2 , 8
- ลวด C และ B สองเส้นยาวเท่ากัน และมีพื้นที่หน้าตัดเท่ากัน ถ้า $\rho_C = 2\rho_B$ จงหาความต้านทานของ C จะเป็นกี่เท่าของ B
 ก. 16 ข. 8 ค. 4 ง. 2
- ลวดต้านทานเส้นหนึ่งยาว 2 เมตร มีความต้านทาน 100 โอห์ม ถ้านำมาตัดให้ยาวเพียง 0.75 ของความ ยาวเดิม ลวดที่ถูกตัดจะมีความต้านทานเท่าใด
 ก. 75 โอห์ม ข. 100 โอห์ม ค. 150 โอห์ม ง. 133.33 โอห์ม

7. แบตเตอรี่มีความต้านทานภายในน้อยมาก เมื่อต่อเป็นวงจรกับความต้านทาน 15Ω พบว่าความต่างศักย์ระหว่างปลายทั้งสองของความต้านทานนี้มีค่า 30 โวลต์ ถ้าใช้แอมมิเตอร์ความต้านทาน 5Ω มาต่อในวงจรเพื่อวัดค่ากระแสไฟฟ้าในวงจร ค่าที่ได้จะผิดไปจากเดิมกี่แอมแปร์

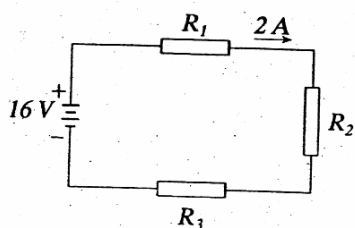
- ก. 0.5 ข. 1.0 ค. 1.5 ง. 2.0

8. วงจรตามรูป เมื่อกดสวิตช์ S ค่าที่อ่านได้จากโวลต์มิเตอร์ V จะเป็นตามข้อใด



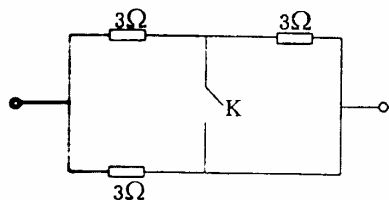
- ก. เพิ่มขึ้น 7.2 โวลต์ ข. ลดลง 7.2 โวลต์ ค. เพิ่มขึ้น 1.8 โวลต์ ง. ลดลง 1.8 โวลต์

9. จากวงจรเขียนสมการได้เป็น $2R_1 + 2R_2 + 2R_3 = 16$ ข้อความต่อไปนี้ ข้อใดไม่เป็นจริง



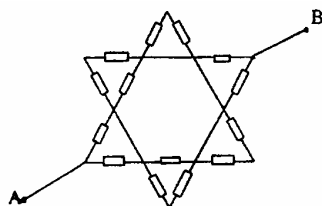
- ก. $R_1 = 2, R_2 = 4, R_3 = 2$
 ข. $R_1 = 3, R_2 = 1, R_3 = 4$
 ค. $R_1 = 4, R_2 = 1, R_3 = 2$
 ง. $R_1 = 4, R_2 = 4, R_3 = 0$

10. จงหาความต้านทานรวมของวงจร เมื่อ K เปิดกับ K ปิด จะต่างกันกี่โอห์ม



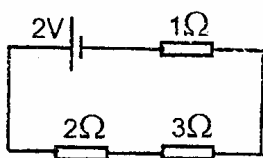
- ก. 0.5Ω
 ข. 2.5Ω
 ค. 3.0Ω
 ง. 3.5Ω

11. ความต้านทานตัวละ 3Ω นำมาต่อกันเป็นดังรูป จงหาความต้านทานรวมระหว่างปลาย AB



- ก. 1.5Ω
 ข. 3Ω
 ค. 4Ω
 ง. 5Ω

12. วงจรไฟฟ้า ดังรูปถ้าเซลล์ไฟฟ้าไม่มีความต้านทานภายใน ความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างปลายของตัวต้านทาน 3 โอห์ม มีค่าเท่าใด



- ก. $1/3\text{ V}$ ข. $1/2\text{ V}$ ค. 1 V ง. $6/5\text{ V}$