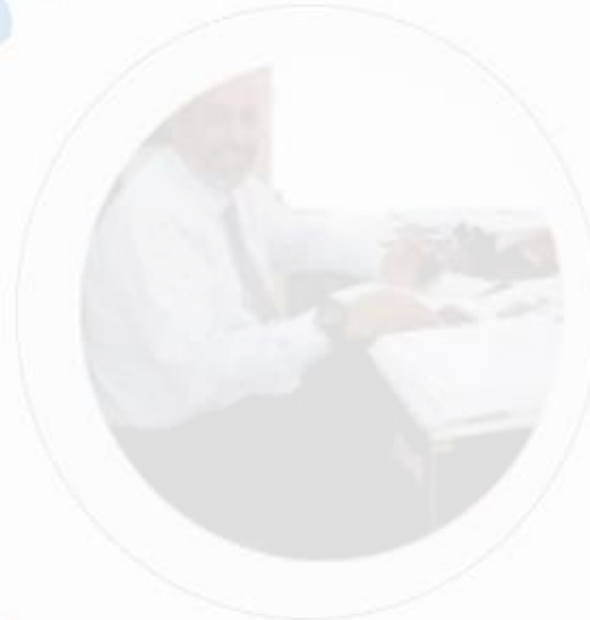


## قناة لحظات فيزيائية

## الصف 12 متقدم



5.7 Energy and Power in Electric Circuits – الدوائر الكهربائية – الطاقة والقدرة في الدوائر الكهربائية

(إثرائي: نقل الطاقة عبر التيار المستمر عالي الجهد ص: 135-137 For Enrichment: High-Voltage Direct Current Power Transmission p: 135-137)

الطاقة والقدرة في الدوائر الكهربائية

Energy and Power in Electric Circuits

5.7

الأستاذ: - محمد عبدالعاطي ياسين

Model SG620

2 0-240V ~ 50Hz

Patented Reg Design Applied

Made in

DO NOT IMMERSE IN ANY LIQUID

2000W



مادلالة :  $2000\text{ W}$  what a sign

The device consumes  $2000\text{ J}$  per second

يستهلك الجهاز  $2000\text{ J}$  في الثانية الواحدة

القدرة power : الطاقة المستهلكة في الثانية الواحدة Energy consumed per second

معدل استهلاك الطاقة  
energy feeding rate

$$P = \frac{dU}{dt} = \frac{q}{dt} \frac{dV}{dt}$$

القدرة  $P$

$$P = I \Delta V = I^2 R = \frac{\Delta V^2}{R}$$

$$W = \frac{J}{s} = kg \cdot m^2 \cdot s^{-3}$$

واط  $W$

وحدة قياس القدرة :

power unit:



### EXAMPLE 5.5

### Temperature Dependence of a Light Bulb's Resistance

A 100-W light bulb is connected in series to a source of emf with  $V_{\text{emf}} = 100 \text{ V}$ . When the light bulb is lit, the temperature of its tungsten filament is  $2520^\circ\text{C}$ .

### مثال 5.5

### التأثير الحراري لمقاومة المصباح الكهربائي

مصباح كهربائي قدرته 100 W متصل على التوالي بمصدر قوة دافعة كهربائية  $V_{\text{emf}} = 100 \text{ V}$ . عند إضاءة المصباح الكهربائي، تبلغ درجة حرارة فتيل التنجستن  $2520^\circ\text{C}$ .

مامقاومة فتيل المصباح عند درجة الحرارة 2520

$$P = \frac{\Delta V^2}{R} \quad R = \frac{\Delta V^2}{P} = \frac{100^2}{100} = 100 \Omega$$

## SOLVED PROBLEM 5.4

### Size of Wire for a Power Line

#### PROBLEM

Imagine you are designing the HVDC power line from the Itaipú Dam on the Paraná River in Brazil and Paraguay to the city of São Paulo in Brazil. The power line is 800 km long and transmits 6300 MW of power at a potential difference of 1.20 MV. (Figure 5.22 shows an HVDC line.)

The electric company requires that no more than 25% of the power be lost in transmission. If the line consists of one wire made out of copper and having a circular cross section, what is the minimum diameter of the wire?

تخيّل أنك تصمّم خط نقل الطاقة عبر التيار المستمر عالي الجهد من سد إيتابيو على نهر البارانا في البرازيل وباراجواي إلى مدينة ساو باولو في البرازيل. يبلغ طول خط الطاقة 800 km وينقل طاقة 6300 MW بفرق جهد يبلغ 1.20 MV. (يوضّح الشكل 5.22 خط تيار مستمر عالي الجهد). تتطلب شركة الطاقة الكهربائية ألا يُفقد أكثر من 25% من الطاقة أثناء نقلها. إذا كان الخط يتكون من سلك واحد مصنوع من النحاس وله مقطع عرضي دائري، فما أصغر قطر للسلك؟

$$i = \frac{P_{sent}}{\Delta V_{sent}} = \frac{6300 \times 10^6}{1.20 \times 10^6} = 5250 \text{ A}$$

$$P_{lost} = 25\% \times 6300 = 1575 \text{ MW}$$

$$P_{lost} = i^2 R$$

$$1575 \times 10^6 = (5250)^2 R$$

$$R = 57.1 \Omega$$

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

$$57.1 = \frac{(1.72 \times 10^{-8}) (800 \times 10^3)}{\pi (r)^2}$$

$$r = 8.76 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$d = 2r = 0.0175 \text{ m} = 1.75 \text{ cm}$$

Residential energy costs: **تكاليف استهلاك الطاقة في المنازل :**

The unit of measure for energy consumed in electricity bills: ***KWh***

**وحدة قياس الطاقة المستهلكة في فواتير الكهرباء: *KWh***

$$1 \text{ kWh} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$$

$$\text{التكلفة} = E \text{ (KWh)} \times \text{سعر KWh}$$

$$\text{التكلفة} = P \text{ (KW)} \times t \text{ (h)} \times \text{سعر KWh}$$

فيما يلي جزء من فاتورة الكهرباء لأحد المنازل، وظف البيانات الواردة فيه ثم أجب عما يليه.

| تفاصيل الاستهلاك |            |                         |                         |                           |                       |                |            |
|------------------|------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------|----------------|------------|
| الخدمة           | رقم العداد | القراءة السابقة<br>kW.h | القراءة الحالية<br>kW.h | كمية<br>الإستهلاك<br>kW.h | سعر kW.h<br>( فلساً ) | فترة الاستهلاك |            |
|                  |            |                         |                         |                           |                       | من             | إلى        |
| الكهرباء         | 11452895   | 140650                  | 143650                  | .....                     | 15                    | 2013/10/15     | 2013/11/14 |

• ما كمية الطاقة الكهربائية المستهلكة عن الفترة المشار إليها في الفاتورة؟

$$143650 - 140650 = 3000 \text{ KWh}$$

• احسب كلفة الاستهلاك لهذه الفترة الزمنية.

$$\text{سعر KWh} \times E (\text{KWh}) = \text{التكلفة}$$

$$450 \text{ AED} = 45000 \text{ فلس} = 15 \times 3000 = \text{التكلفة}$$

يَتَّصِلُ مِصْبَاحُ شَارِعٍ بِجَنْطٍ  $220\text{ V}$ . يَسْحَبُ الْمِصْبَاحُ تَيَّارًا كَهْرَبَائِيًّا  $1.2\text{ A}$ . كَمْ يُكَلِّفُ تَشْغِيلُ الْمِصْبَاحِ **8** سَاعَةً فِي الْيَوْمِ بِالْدُولَارَاتِ إِذَا كَانَ سِعْرُ  $1\text{ kWh}$  هُوَ  $\$0.25$ ؟

$$P = IV = 1.2 \times 220 = 260\text{ W}$$

$$\text{سعر } kWh \times E (KWh) = \text{التكلفة}$$

$$\text{دولار } 0.53 = \text{سعر } kWh \times 0.25 \times 8(KWh) \times \frac{260}{10^3} = \text{التكلفة}$$



$$\frac{6300 \times 10^6}{1.20 \times 10^6} = 5250\text{ A}$$

يَجِبُ أَنْ يَرْفَعَ السَّخَّانُ الكَهْرَبَائِيُّ أَثْنَاءَ تَوْصِيلِهِ بِمَقْبَسِ 220 V دَرَجَةَ حَرَارَةِ 2.5 kg مِنَ الْمَاءِ مِنْ دَرَجَةِ حَرَارَةِ °C 14 إِلَى °C 75 خِلَالَ 5 دَقَائِقَ. مَا مُقَاوِمَةُ السَّخَّانِ

الكَهْرَبَائِيُّ؟

الْحَرَارَةُ النُّوعِيَّةُ لِلْمَاءِ °C 4200 J/kg .



أَوَّلًا، أَوْجِدْ كَمِّيَّةَ الطَّاقَةِ اللَّازِمَةَ لِتَسْخِينِ الْمَاءِ:

$$Q = mc \Delta T$$

$$Q = 2.5 \text{ kg} \times 4200 \text{ J/kg } ^\circ\text{C} \times (75 ^\circ\text{C} - 14 ^\circ\text{C})$$

$$Q = 6.4 \times 10^5 \text{ J}$$

ثَانِيًا، أَوْجِدْ قُدْرَةَ السَّخَّانِ الكَهْرَبَائِيِّ:

$$P = \frac{Q}{\Delta t}$$

$$P = \frac{6.4 \times 10^5 \text{ J}}{5.0 \times 60 \text{ s}}$$

$$P = 2100 \text{ W}$$

$$P = \frac{\Delta V^2}{R}$$

$$R = \frac{\Delta V^2}{P} = \frac{220^2}{2100} = 23 \Omega$$

**5.58** How much money will a homeowner owe an electric company if he turns on a 100.00 W incandescent light bulb and leaves it on for an entire year? (Assume that the cost of electricity is \$0.12000/kWh and that the light bulb lasts that long.) The same amount of light can be provided by a 26.000 W compact fluorescent light bulb. What would it cost the homeowner to leave one of those on for a year?

**5.58** كم من المال يلزم صاحب بيت سدايه لشركة الكهرباء إذا قام بتشغيل مصباح ضوئي متوهج بقدرة 100.00 W وتركه مُضاءً لمدة عام كامل؟ (افترض أنَّ تكلفة الكهرباء تساوي 0.12000 AED/kWh وأنَّ المصباح قد ظل مُضاءً هذه المدة). يمكن أن ينتج مصباح فلوري صغير بقدرة 26.000 W كمية الضوء نفسها. كم ستكون التكلفة على صاحب المنزل إذا ترك مصباحًا كهذا مُضاءً لمدة عام؟

$$\text{التكلفة} = P \text{ (KW)} \times t \text{ (h)} \times \text{سعر KWh}$$

$$\text{التكلفة} = \frac{100.00}{1000} \times 24 \times 365 \times 0.12 = 105 \text{ AED}$$

$$\text{التكلفة} = \frac{26}{1000} \times 24 \times 365 \times 0.12 = 27.3 \text{ AED}$$

## سطوع المصابيح :

يعتمد سطوع المصابيح على قدرة المصباح ( معدل تحول الطاقة )

التوصيل على التوالي ( عند ثبات شدة التيار ) :

يتناسب السطوع طردياً مع المقاومة ( طردياً مع فرق الجهد )  $P = i \Delta V = i^2 R$

التوصيل على التوازي ( عند ثبات فرق الجهد ) :

يتناسب السطوع عكسياً مع المقاومة ( طردياً مع شدة التيار )  $P = i \Delta V = \frac{\Delta V^2}{R}$

الدوائر المركبة على التوالي والتوازي :

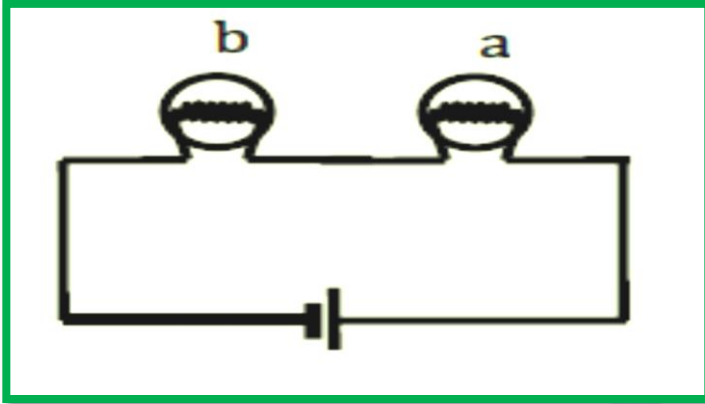
يتناسب السطوع طردياً مع التيار ( طردياً مع فرق الجهد )  $P = i \Delta V$

في الشكل المقابل :

إذا علمت أن :  $R_a > R_b$

قارن بين درجة سطوع المصباحين ؟

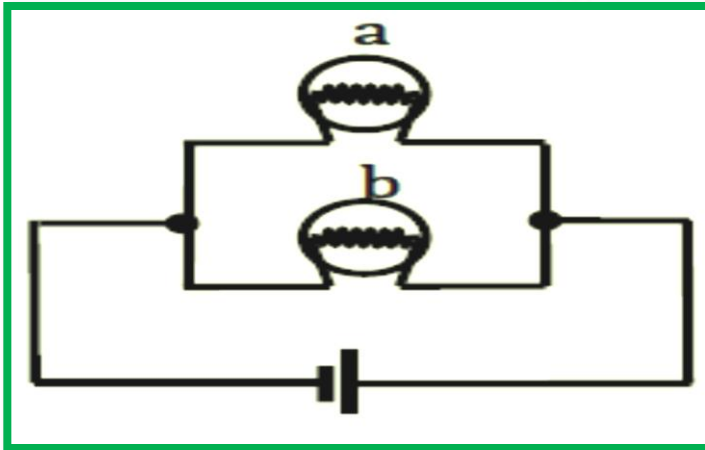
سطوع a أكبر من سطوع b



إذا تم توصيل نفس المصباحين على التوازي كما بالشكل .

قارن بين درجة سطوع المصباحين ؟

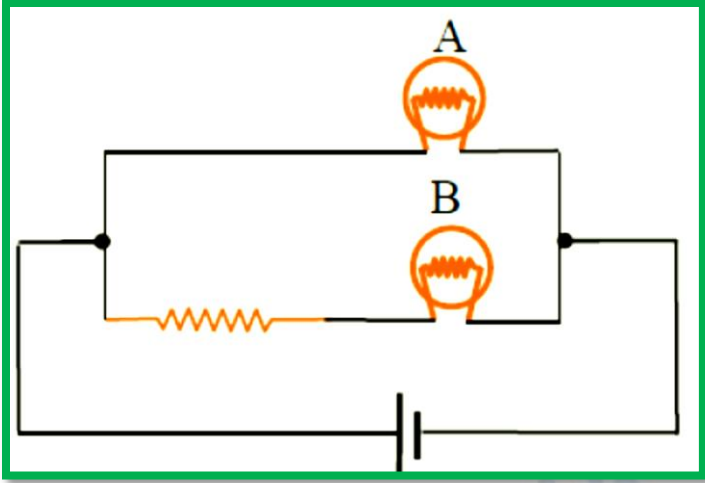
سطوع b أكبر من سطوع a



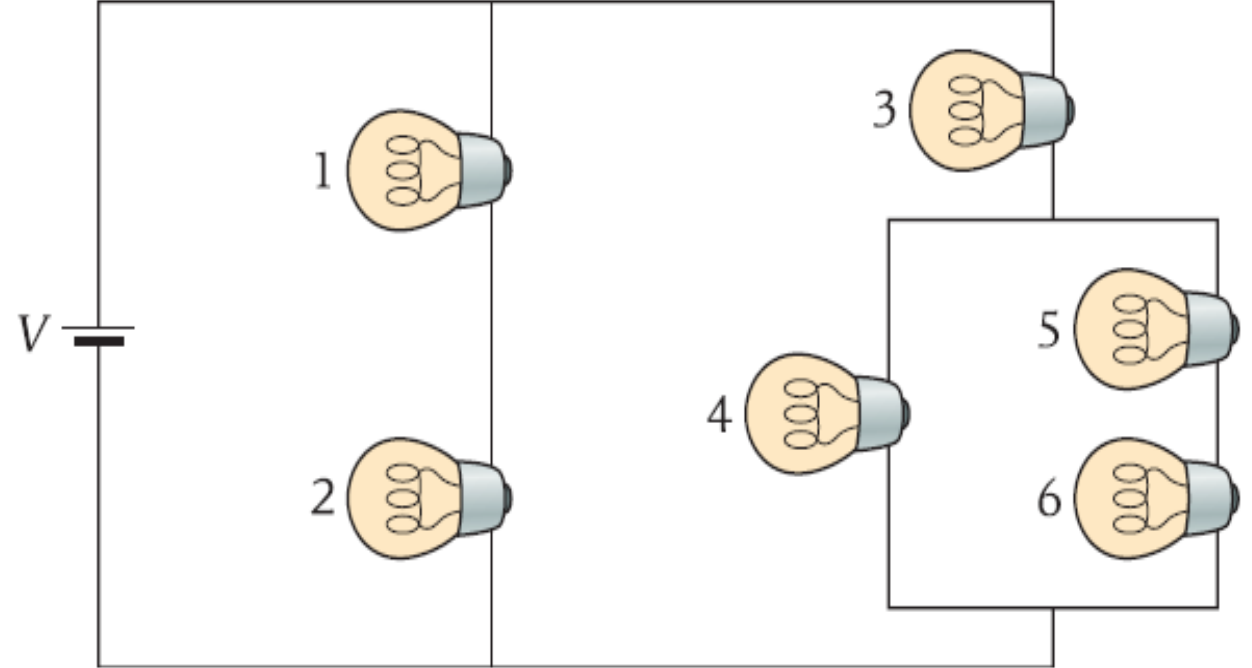
في الشكل المقابل :

إذا علمت أن المصباحين A و B متماثلين  
قارن بين درجة سطوع المصباحين ؟

سطوع A أكبر من سطوع B



5.26 رتب سطوع المصابيح الضوئية الستة المتطابقة في الدائرة الموضحة في الشكل.  
يمكن معاملة كل مصباح ضوئي كمقاوم متطابق له مقاومة  $R$ .



$$3 > 1 = 2 > 4 > 5 = 6$$

# 5

## التيار والمقاومة

حلول أسئلة الاختيارات



5.1 If the current through a resistor is increased by a factor of 2, how does this affect the power that is dissipated?

- a) It decreases by a factor of 4.
- b) It increases by a factor of 2.
- c) It decreases by a factor of 8.
- d) It increases by a factor of 4.

5.2 You make a parallel connection between two resistors, resistor A having a very large resistance and resistor B having a very small resistance. The equivalent resistance for this combination will be

- a) slightly greater than the resistance of resistor A.
- b) slightly less than the resistance of resistor A.
- c) slightly greater than the resistance of resistor B.
- d) slightly less than the resistance of resistor B.

5.1 إذا زاد مقدار التيار خلال المقاوم بمعامل 2، فإلى أي مدى سيؤثر ذلك على القدرة المبذودة؟

- (e) تقل بمعامل 4.
- (b) تزيد بمعامل 2.
- (c) تقل بمعامل 8.
- (d) تزيد بمعامل 4.

5.2 تقوم بتوصيل مقاومين على التوازي، المقاوم A له مقاومة كبيرة جدًا والمقاوم B له مقاومة صغيرة جدًا. ستكون المقاومة المكافئة لهذه المجموعة

- (a) أكبر بقليل من مقاومة المقاوم A.
- (b) أقل بقليل من مقاومة المقاوم A.
- (c) أكبر بقليل من مقاومة المقاوم B.
- (d) أقل بقليل من مقاومة المقاوم B.

5.3 Two cylindrical wires, 1 and 2, made of the same material, have the same resistance. If the length of wire 2 is twice that of wire 1, what is the ratio of their cross-sectional areas,  $A_1$  and  $A_2$ ?

a)  $A_1/A_2 = 2$

c)  $A_1/A_2 = 0.5$

b)  $A_1/A_2 = 4$

d)  $A_1/A_2 = 0.25$

5.3 سلكان أسطوانيان، 1 و 2 مصنوعان من المادة نفسها، ولهما المقاومة نفسها. إذا كان طول السلك 2 ضعف طول السلك 1، فما نسبة مساحة المقطع العرضي لكل منهما،  $A_1$  و  $A_2$ ؟

a)  $A_1/A_2 = 2$

c)  $A_1/A_2 = 0.5$

b)  $A_1/A_2 = 4$

d)  $A_1/A_2 = 0.25$

5.4 All three light bulbs in the circuit shown in the figure are identical. Which of the three shines the brightest?

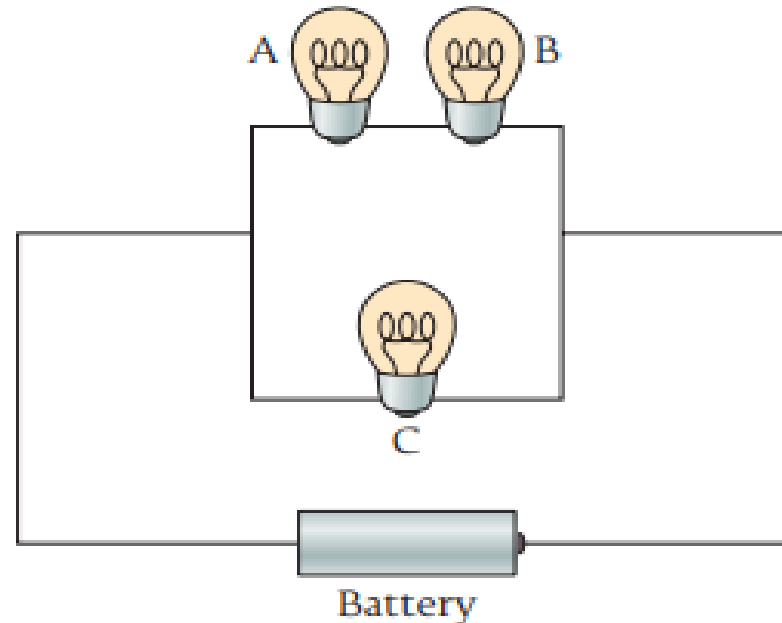
a) A

b) B

c) C

d) A and B

e) All three are equally bright.



5.4 المصابيح الضوئية الثلاثة في الدائرة الكهربائية الموضحة في الشكل كلها متطابقة. أي المصابيح الثلاثة يضيء بشكل أكثر سطوعاً؟

A (a)

B (b)

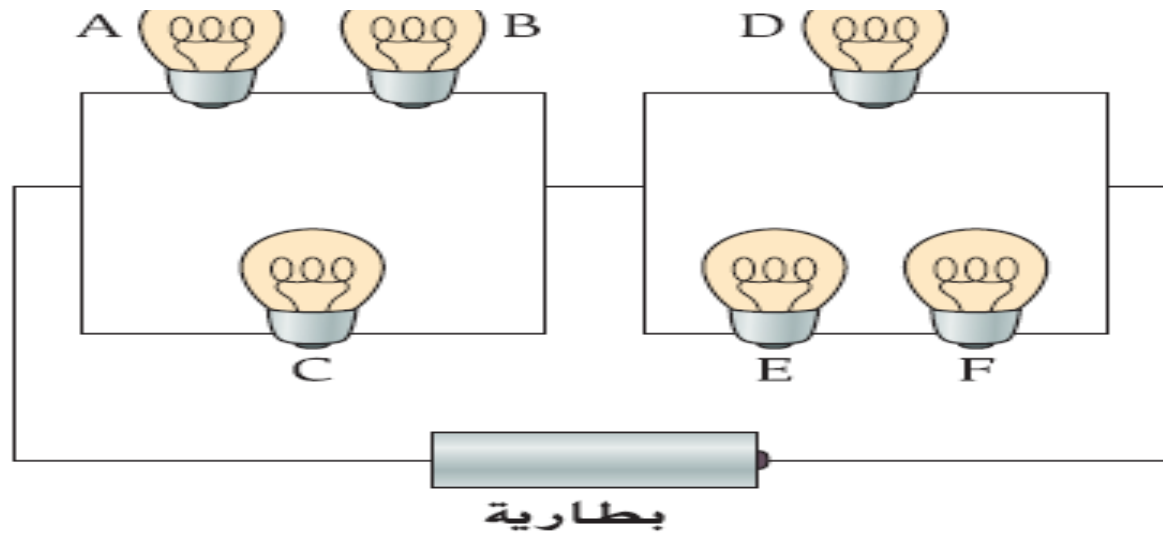
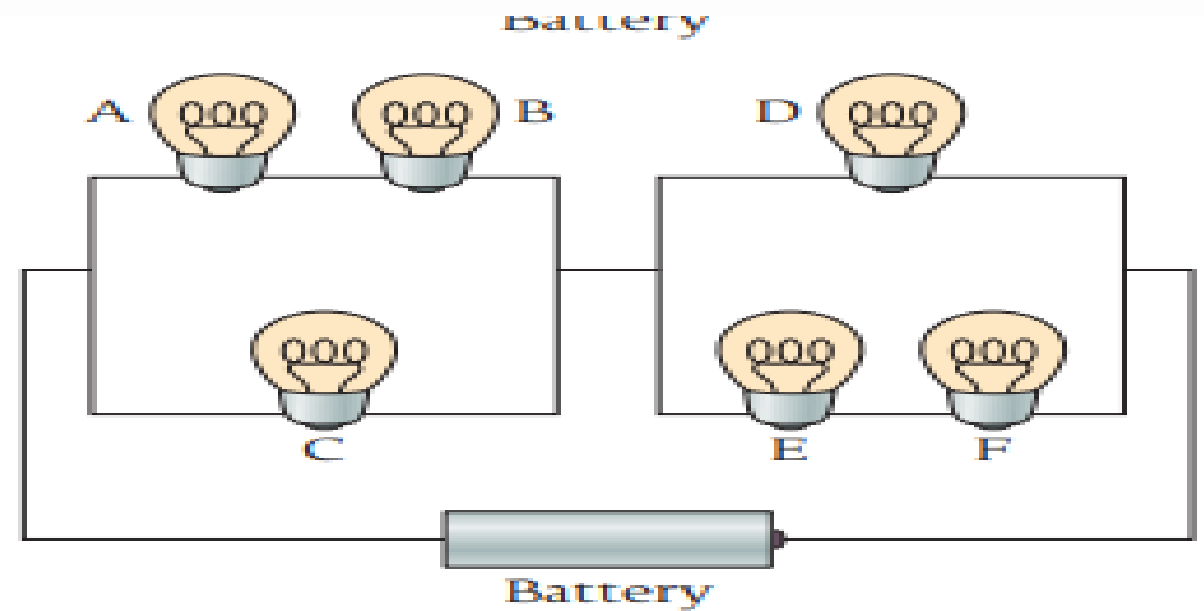
C (c)

B و A (d)

(e) يتساوى الثلاثة في السطوع.

5.5 All of the six light bulbs in the circuit shown in the figure are identical. Which ordering correctly expresses the relative brightness of the bulbs? (Hint: The more current flowing through a light bulb, the brighter it is!)

- a)  $A = B > C = D > E = F$
- b)  $A = B = E = F > C = D$
- c)  $C = D > A = B = E = F$**
- d)  $A = B = C = D = E = F$



5.5 المصابيح الضوئية الستة في الدائرة الكهربائية الموضحة في الشكل كلها متطابقة. ما الترتيب الذي يعبر بشكل صحيح عن السطوع النسبي للمصابيح؟ (ملاحظة: كلما زاد التيار المتدفق خلال المصباح الضوئي، زاد سطوعه!)

- a)  $A = B > C = D > E = F$
- b)  $A = B = E = F > C = D$
- c)  $C = D > A = B = E = F$
- d)  $A = B = C = D = E = F$

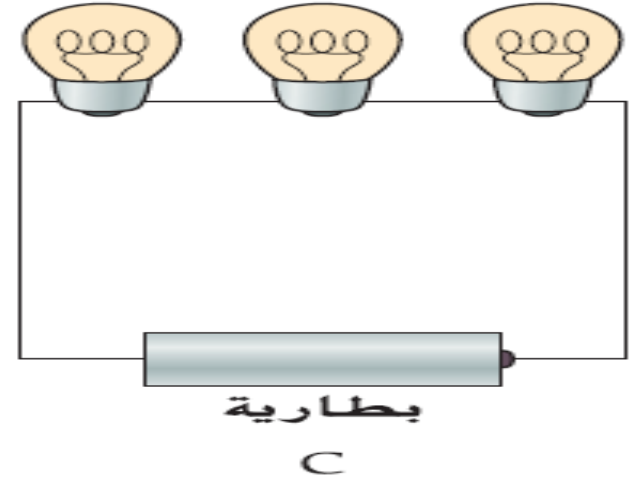
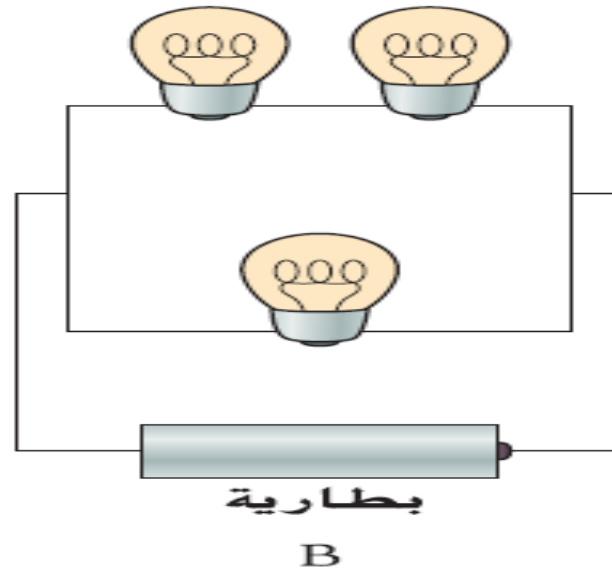
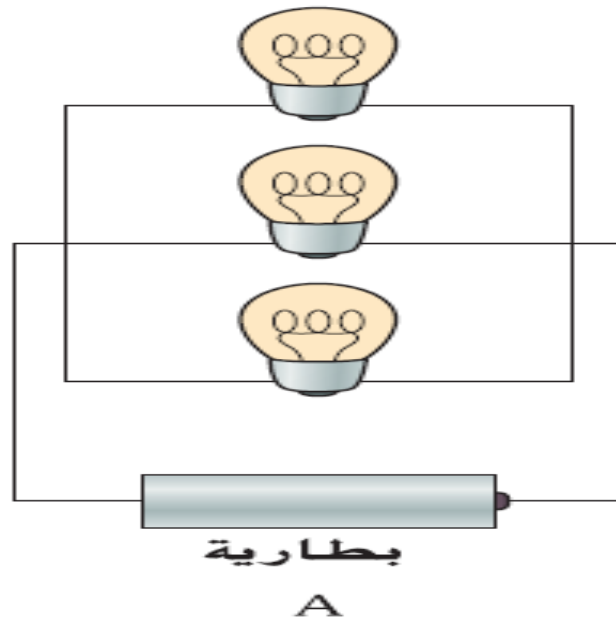
**5.6** Which of the arrangements of three identical light bulbs shown in the figure draws the most current from the battery?

- a) A
- b) B
- c) C
- d) All three draw equal current.
- e) A and C are tied for drawing the most current.

**5.6** أي من ترتيبات المصابيح الضوئية الثلاثة المتطابقة الموضحة في الشكل يسحب مقدار التيار الأكبر من البطارية؟

- (d) يسحب الثلاثة تيارًا متساويًا.
- (e) يتعادل A و C في سحب أكبر تيار.

A (a)  
B (b)  
C (c)



5.7 Which of the arrangements of three identical light bulbs shown in the figure has the highest resistance?

- a) A                      d) All three have equal resistance.  
b) B                      e) A and C are tied for having the highest resistance.  
c) C

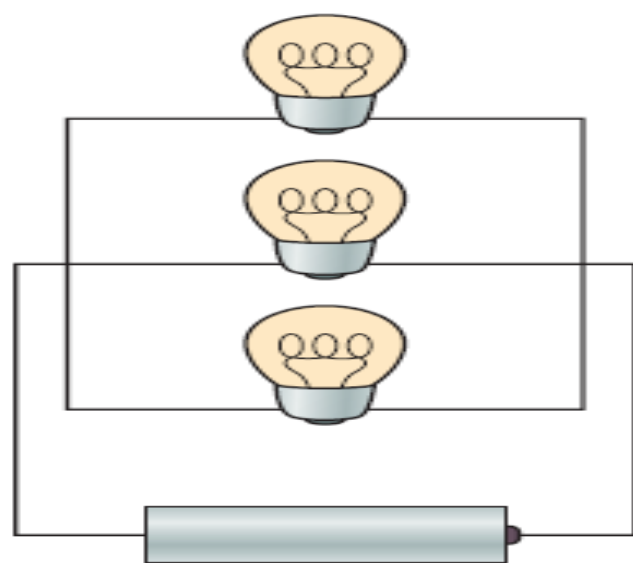
5.7 أي من ترتيبات المصابيح الضوئية الثلاثة المتطابقة الموضحة في الشكل له المقاومة الأعلى؟

- (d) الثلاثة لهم المقاومة نفسها.  
(e) يتعادل A و C في أنَّ لهما أعلى مقاومة.

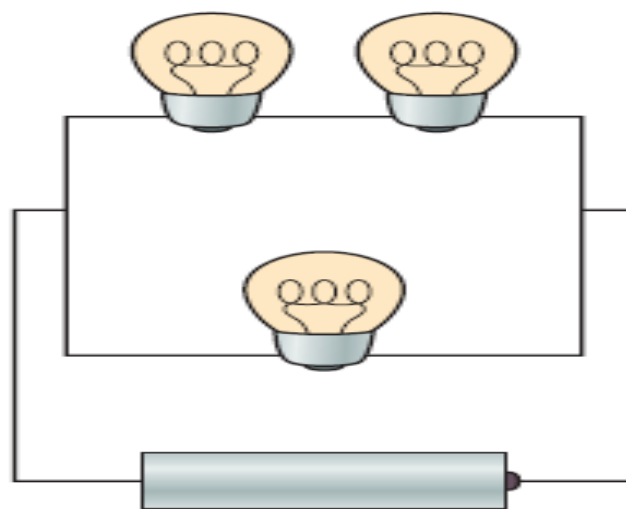
A (a)

B (b)

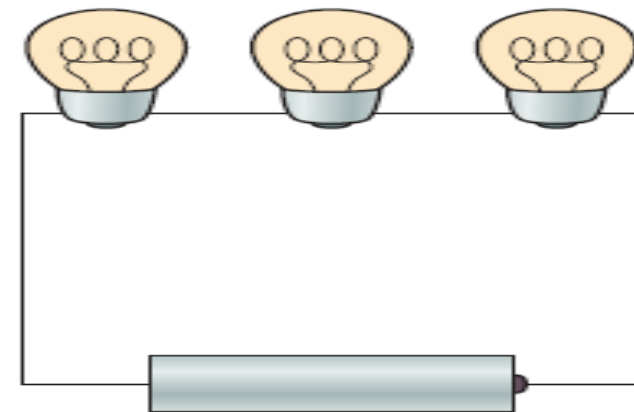
C (c)



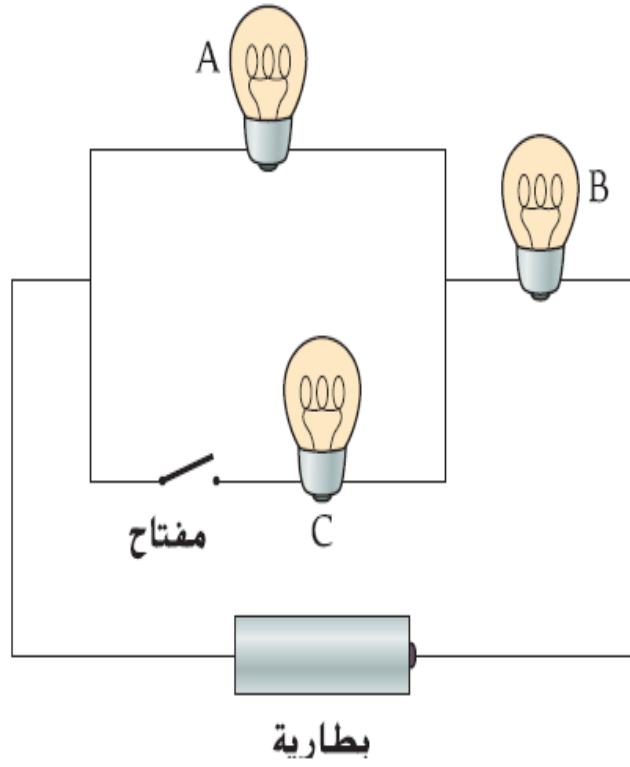
A



B



C

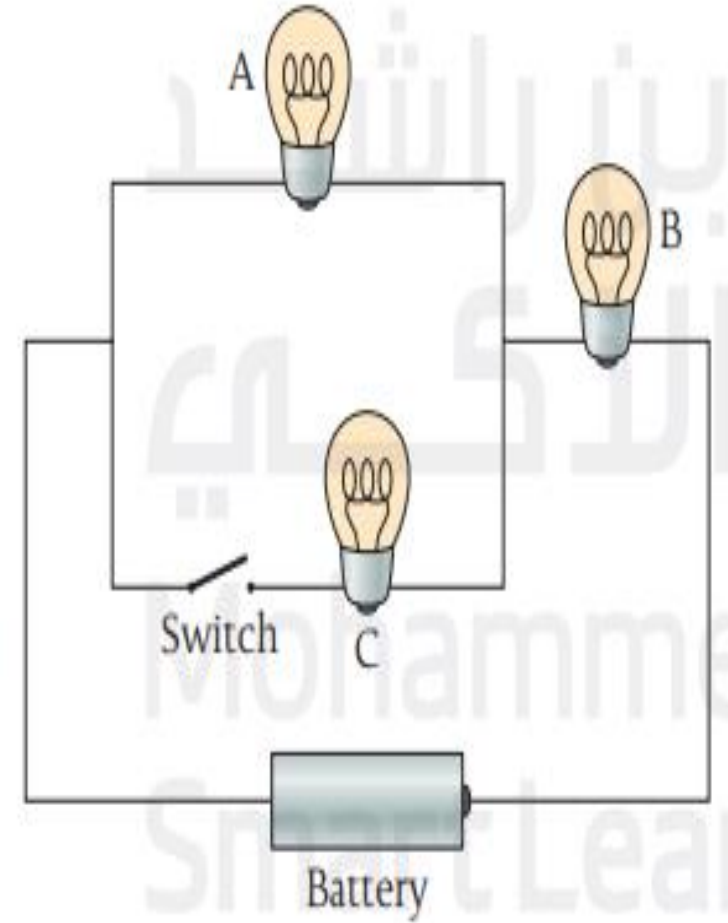


**5.8** ثلاثة مصابيح ضوئية متطابقة متصلة كما هو موضح في الشكل. في البداية يكون المفتاح مغلقاً. عندما يكون المفتاح مفتوحاً (كما هو مبين في الشكل)، ينطفئ المصباح C. ماذا يحدث للمصابحين A و B؟

- (a) يصبح المصباح A أكثر سطوعاً، ويصبح المصباح B أقل سطوعاً.  
 (b) يصبح كلا المصباحين A و B أكثر سطوعاً.  
 (c) يصبح كلا المصباحين A و B أقل سطوعاً.  
 (d) يصبح المصباح A أقل سطوعاً، ويصبح المصباح B أكثر سطوعاً.

**5.8** Three identical light bulbs are connected as shown in the figure. Initially the switch is closed. When the switch is opened (as shown in the figure), bulb C goes off. What happens to bulbs A and B?

- a) Bulb A gets brighter, and bulb B gets dimmer.  
 b) Both bulbs A and B get brighter.  
 c) Both bulbs A and B get dimmer.  
 d) Bulb A gets dimmer, and bulb B gets brighter.



5.7 أي من ترتيبات المصابيح الضوئية الثلاثة المتطابقة الموضحة في الشكل له المقاومة الأعلى؟

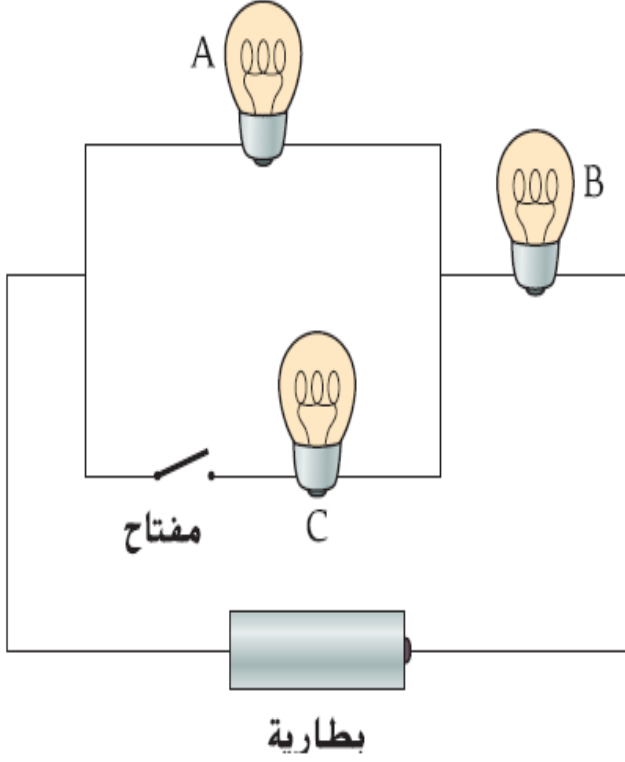
(d) الثلاثة لهم المقاومة نفسها.

(e) يتعادل A و C في أنّ لهما أعلى مقاومة.

A (a)

B (b)

C (c)



5.8 ثلاثة مصابيح ضوئية متطابقة متصلة كما هو موضح في الشكل. في البداية يكون المفتاح مغلقاً. عندما يكون المفتاح مفتوحاً (كما هو مبين في الشكل)، ينطفئ المصباح C. ماذا يحدث للمصابحين A و B؟

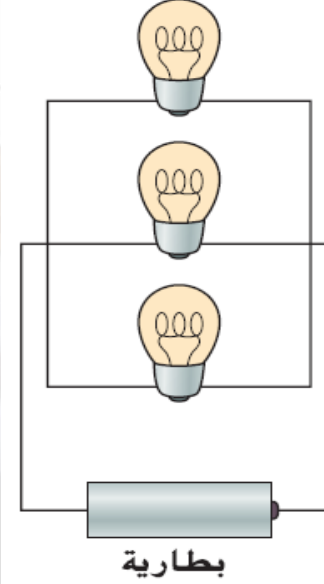
(a) يصبح المصباح A أكثر سطوعاً،

ويصبح المصباح B أقل سطوعاً.

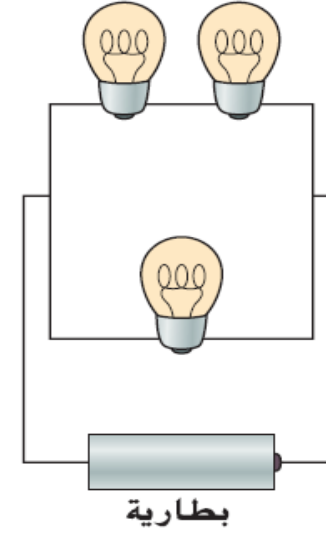
(b) يصبح كلا المصباحين A و B أكثر سطوعاً.

(c) يصبح كلا المصباحين A و B أقل سطوعاً.

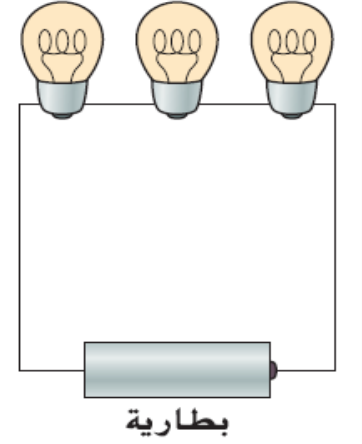
(d) يصبح المصباح A أقل سطوعاً، ويصبح المصباح B أكثر سطوعاً.



A



B



C

**5.9** Which of the following wires has the largest current flowing through it?

- a) a 1 m long copper wire of diameter 1 mm connected to a 10-V battery
- b) a 0.5-m long copper wire of diameter 0.5 mm connected to a 5-V battery
- c) a 2-m long copper wire of diameter 2 mm connected to a 20-V battery
- d) a 1 m long copper wire of diameter 0.5 mm connected to a 5-V battery
- e) All of the wires have the same current flowing through them.

**5.9** أي الأسلاك التالية يتدفق عبره تيار أكبر؟

- (a) سلك نحاسي طوله 1 m وقطره 1 mm متصل ببطارية 10 V
- (b) سلك نحاسي طوله 0.5 m وقطره 0.5 mm متصل ببطارية 5 V
- (c) سلك نحاسي طوله 2 m وقطره 2 mm متصل ببطارية 20 V
- (d) سلك نحاسي طوله 1 m وقطره 0.5 mm متصل ببطارية 5 V
- (e) يتدفق التيار نفسه عبر كل الأسلاك.

**5.10** Ohm's Law states that the potential difference across a device is equal to

- a) the current flowing through the device times the resistance of the device.
- b) the current flowing through the device divided by the resistance of the device.
- c) the resistance of the device divided by the current flowing through the device.
- d) the current flowing through the device times the cross-sectional area of the device.
- e) the current flowing through the device times the length of the device.

**5.10** ينص قانون أوم على أن فرق الجهد عبر جهاز ما يساوي

- (a) التيار المتدفق عبر الجهاز مضروباً في مقاومة الجهاز.
- (b) التيار المتدفق عبر الجهاز مقسوماً على مقاومة الجهاز.
- (c) مقاومة الجهاز مقسومة على التيار المتدفق عبر الجهاز.
- (d) التيار المتدفق عبر الجهاز مضروباً في مساحة المقطع العرضي للجهاز.
- (e) التيار المتدفق عبر الجهاز مضروباً في طول الجهاز.

**5.11** A constant electric field is maintained inside a semiconductor. As the temperature is lowered, the magnitude of the current density inside the semiconductor

- a) increases.
- b) stays the same.
- c) decreases.
- d) may increase or decrease.

**5.12** Which of the following is an incorrect statement?

- a) The currents through electronic devices connected in series are equal.
- b) The potential drops across electronic devices connected in parallel are equal.
- c) More current flows across the smaller resistance when two resistors are connected in parallel.
- d) More current flows across the smaller resistance when two resistors are connected in series.

**5.11** مجال كهربائي ثابت محفوظ داخل شبه موصل ما. كلما انخفضت درجة الحرارة، فإن مقدار كثافة التيار داخل شبه الموصل

- (a) تزيد.
- (b) تظل كما هي.
- (c) تقل.
- (d) ربما تقل أو تزيد.

**5.12** أي العبارات التالية غير صحيحة؟

- (a) يكون التيار المتدفق عبر أجهزة إلكترونية متصلة على التوالي متساوياً.
- (b) يكون التيار المتدفق عبر أجهزة إلكترونية متصلة على التوازي متساوياً.
- (c) يتدفق المزيد من التيار عبر المقاومة الأصغر عند توصيل مقاومات على التوازي.
- (d) يتدفق المزيد من التيار عبر المقاومة الأصغر عند توصيل مقاومات على التوالي.

5.13 تم توصيل بطاريات متطابقة بالمصباح الضوئي نفسه بثلاثة ترتيبات مختلفة كما هو مبين في الشكل. افترض أن البطاريات ليست لها مقاومة داخلية. بأي ترتيب سيكون المصباح الكهربائي أكثر سطوعاً؟

(d) سيكون للمصباح السطوع نفسه في الترتيبات الثلاثة.

(e) لن يضيئ المصباح في أي من الترتيبات.

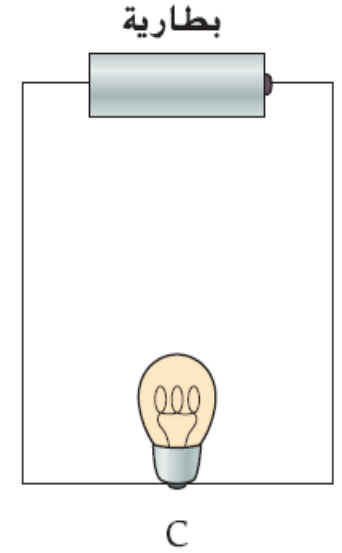
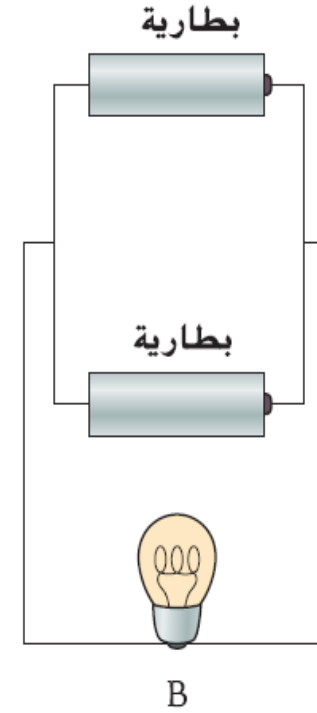
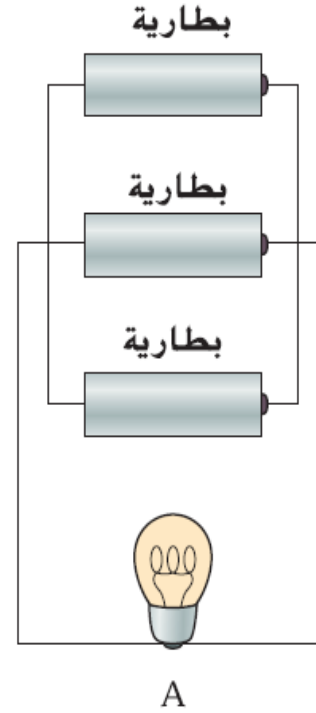
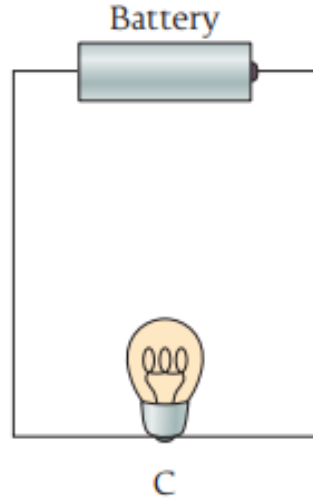
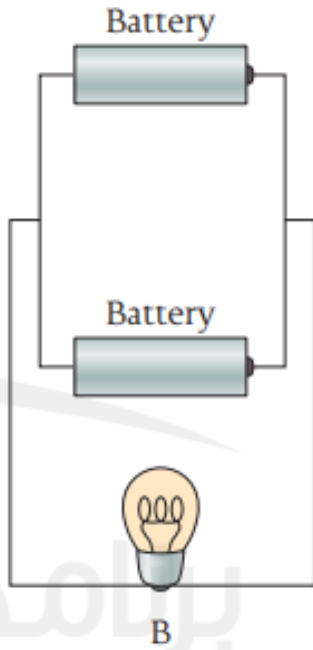
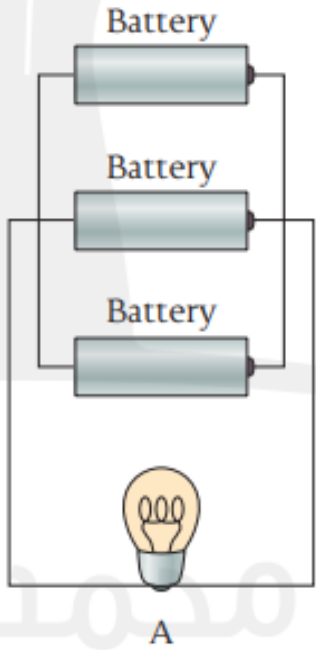
A (a)

B (b)

C (c)

5.13 Identical batteries are connected in three different arrangements to the same light bulb as shown in the figure. Assume that the batteries have no internal resistance. In which arrangement will the light bulb shine the brightest?

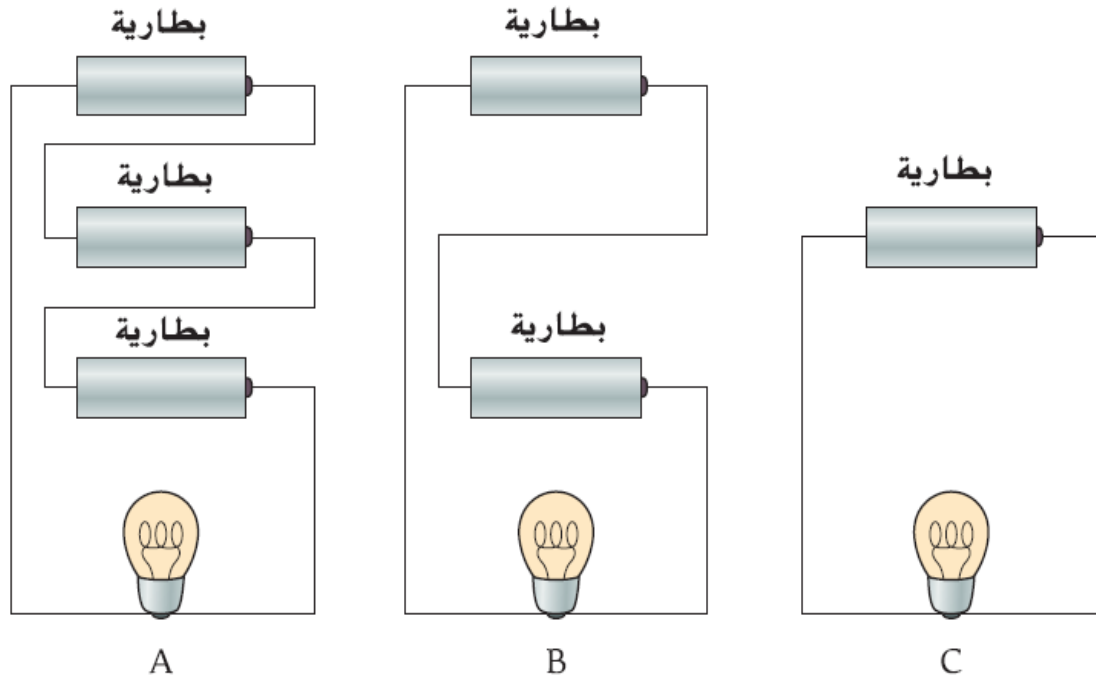
- a) A d) The bulb will have the same brightness in all three arrangements.  
b) B e) The bulb will not light in any of the arrangements.  
c) C



5.14 تم توصيل بطاريات متطابقة بالمصباح الضوئي نفسه بثلاثة ترتيبات مختلفة كما هو مبين في الشكل. افترض أنَّ البطاريات ليست لها مقاومة داخلية. بأي ترتيب سيكون المصباح الكهربائي أكثر سطوعاً؟

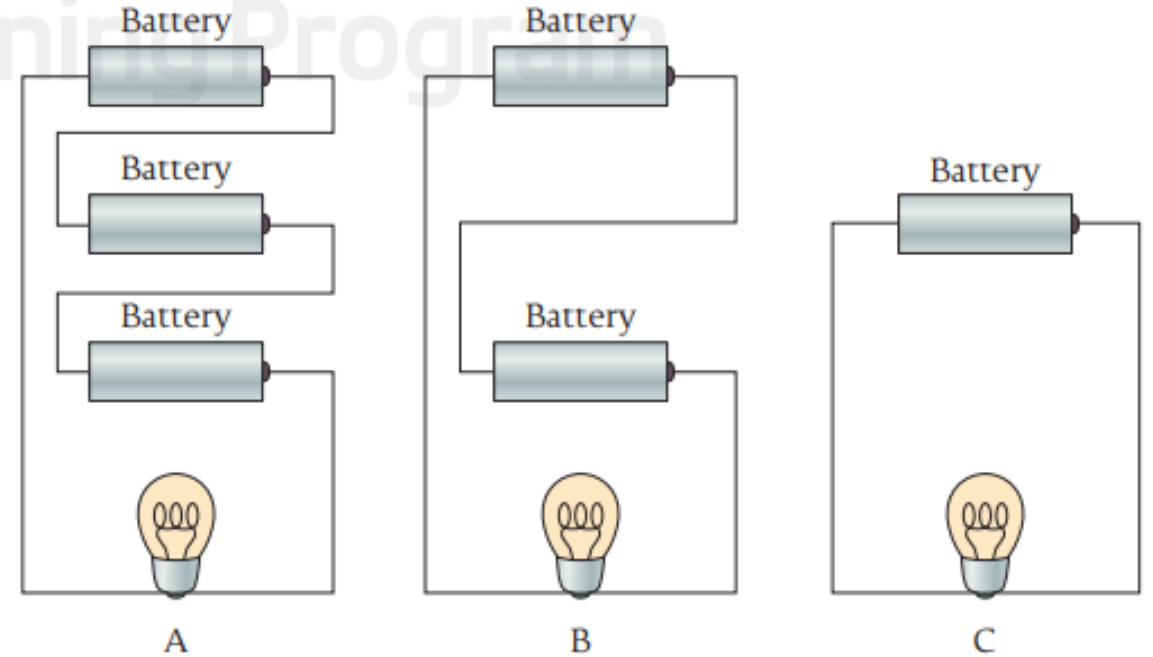
- (d) سيكون للمصباح السطوع نفسه في الترتيبات الثلاثة.  
(e) لن يضيئ المصباح في أي من الترتيبات.

A (a)  
B (b)  
C (c)



5.14 Identical batteries are connected in three different arrangements to the same light bulb as shown in the figure. Assume that the batteries have no internal resistance. In which arrangement will the light bulb shine the brightest?

- a) A      d) The bulb will have the same brightness in all three arrangements.  
b) B  
c) C      e) The bulb will not light in any of the arrangements.



# 5

## التيار والمقاومة

تمارين على القدرة في الدوائر  
الكهربائية



**5.55** A voltage spike causes the line voltage in a home to jump rapidly from 110. V to 150. V. What is the percentage increase in the power output of a 100.-W tungsten-filament incandescent light bulb during this spike, assuming that the bulb's resistance remains constant?

**5.55** تتسبب نبضة فولتية في ارتفاع الجهد الخطي في منزل ما سريعاً من 110 V إلى 150 V، ما النسبة المئوية للزيادة في خرج القدرة لمصباح متوهج يعمل بفتيل التنغستين وتبلغ قدرته 100 W أثناء تلك النبضة، مع افتراض أن مقاومة المصباح تظل ثابتة؟

$$P = \frac{\Delta V^2}{R}$$
$$R = \frac{\Delta V^2}{P}$$
$$R = \frac{110^2}{100} = 121 \Omega$$
$$P_2 = \frac{150^2}{121} = 186 W$$
$$\frac{P_2 - P_1}{P_1} \times 100 = \frac{186 - 100}{100} \times 100 = 86\%$$

**5.56** A thundercloud similar to the one described in Example 24.3 produces a lightning bolt that strikes a radio tower. If the lightning bolt transfers 5.00 C of charge in about 0.100 ms and the potential remains constant at 70.0 MV, find (a) the average current, (b) the average power, (c) the total energy, and (d) the effective resistance of the air during the lightning strike.

**5.56** أنتجت سحابة رعدية مشابهة للسحابة الموضحة في المثال 24.3 صاعقة برق ضربت برج لاسلكي. إذا نقلت صاعقة البرق شحنة قدرها 5.00 C في غضون 0.100 ms وبقي الجهد ثابتاً عند 70.0 MV، أوجد (a) متوسط التيار (b) ومتوسط القدرة (c) وإجمالي الطاقة (d) ومقاومة الهواء الفعالة أثناء ضرب البرق للبرج.

$$a) \ i = \frac{q}{t} = \frac{5.00}{0.100 \times 10^{-3}} = 5.00 \times 10^4 A$$

$$b) \ P = i\Delta V = 5.00 \times 10^4 \times 70.0 \times 10^6 = 3.50 \times 10^{12} W$$

$$c) \ E = P t = 3.50 \times 10^{12} \times 0.100 \times 10^{-3} = 3.50 \times 10^8 J$$

$$d) \ R = \frac{\Delta V}{i} = \frac{70.0 \times 10^6}{5.00 \times 10^4} = 1400 \ \Omega$$

**5.57** A hair dryer consumes 1600. W of power and operates at 110. V. (Assume that the current is DC. In fact, these are root-mean-square values of AC quantities, but the calculation is not affected.

- a) Will the hair dryer trip a circuit breaker designed to interrupt the circuit if the current exceeds 15.0 A?
- b) What is the resistance of the hair dryer when it is operating?

**5.57** يستهلك مجفف شعر 1600 W من القدرة ويعمل بجهد 110 V. (افترض أنَّ التيار مستمر، في الواقع، تمثل هذه القيم جذر متوسط المربع لكميات التيار المتردد، ولكن الحساب لن يتأثر.

(a) هل سيقوم مجفف الشعر بفصل قاطع التيار المصمم لقطع الدائرة في حال تجاوز التيار 15.0 A؟

(b) ما مقاومة مجفف الشعر أثناء تشغيله؟

$$a) \ i = \frac{P}{\Delta V} = \frac{1600}{110} = 14.55 \text{ A}$$

$$b) \ R = \frac{\Delta V}{i} = \frac{110}{14.55} = 7.56 \ \Omega$$

**5.59** Three resistors are connected across a battery as shown in the figure.

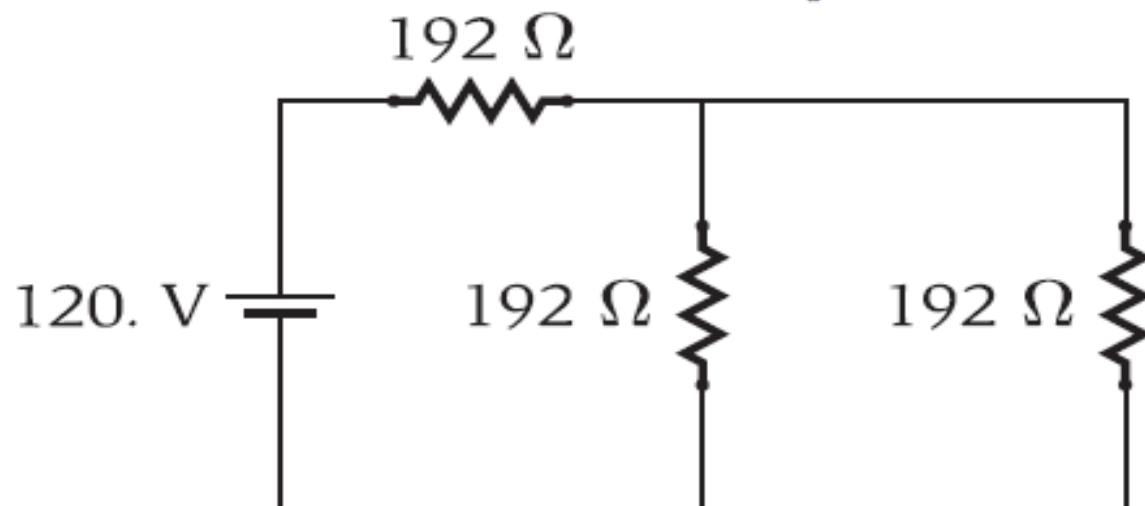
a) How much power is dissipated across the three resistors?

**5.59** تم توصيل ثلاث مقاومات ببطارية كما هو مبين في الشكل.

(a) ما القدرة المبذّدة في المقاومات الثلاثة؟

(b) حدد انخفاض الجهد عبر كل مقاوم.

b) Determine the potential drop across each resistor.



$$R_{eq} = 192 + \left( \frac{1}{192} + \frac{1}{192} \right)^{-1} = 288 \, \Omega$$

$$a) P = \frac{\Delta V^2}{R_{eq}} = \frac{120^2}{288} = 50 \, W$$

$$b) i = \frac{V_{emf}}{R_{eq}} = \frac{120}{288} = 0.417 \, A$$

$$\Delta V_1 = iR_1 = 0.417 \times 192 = 80.0 \, V$$

$$\Delta V_2 = \Delta V_2 = i_2 R_2 = \frac{0.417}{2} \times 192 = 40.0 \, V$$

**5.60** Suppose an AAA battery is able to supply 625 mAh before its potential drops below 1.50 V. How long will it be able to supply power to a 5.00 W bulb before the potential drops below 1.50 V?

**5.60** افترض أنَّ بطارية AAA قادرة على تزويد 625 mAh قبل هبوط جهدتها عن 1.50 V، ما المدة التي ستكون البطارية قادرة خلالها على تزويد مصباح بقوة 5.00 W بالطاقة قبل انخفاض جهدتها عن 1.50 V؟

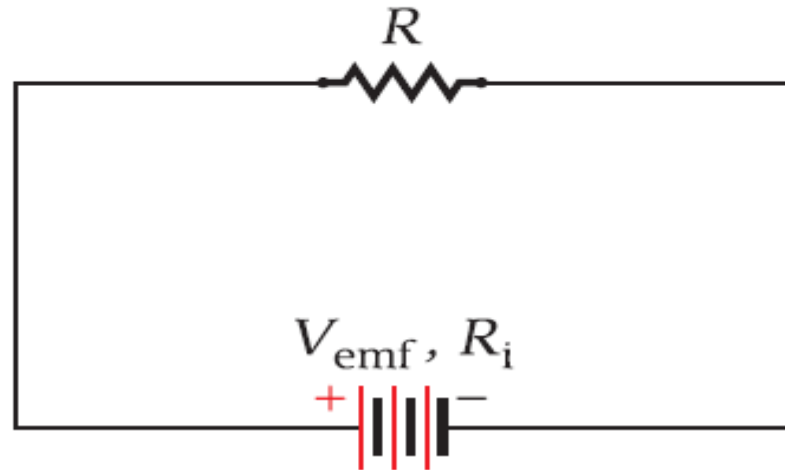
$$i = \frac{P}{\Delta V} = \frac{5.00}{1.50} = 3.33 \text{ A}$$

$$t = \frac{q}{i} = \frac{625 \times 10^{-3} \times 3600}{3.33} = 676 \text{ s} = 11.3 \text{ min}$$

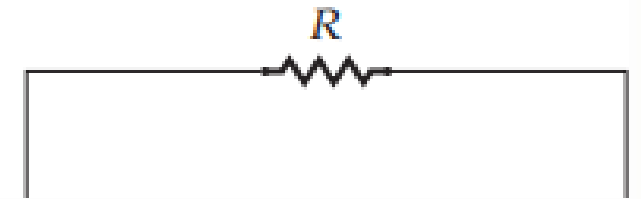
**5.61•** أثبت أنَّ القدرة المزودة إلى الدائرة المبينة في الشكل بواسطة بطارية مقاومتها الداخلية  $R_i$  تبلغ أقصى قيمة لها عندما تكون مقاومة المقاوم  $R$ ، في الدائرة متساوية مع  $R_i$ . حدد القدرة المزودة إلى  $R$ ، للتدريب،

احسب الطاقة المبددة بواسطة بطارية  $12.0 \text{ V}$  مقاومتها الداخلية  $2.00 \Omega$  عندما تكون  $R = 1.00 \Omega$

و  $R = 2.00 \Omega$  و  $R = 3.00 \Omega$ .



**•5.61** Show that the power supplied to the circuit in the figure by the battery with internal resistance  $R_i$  is maximum when the resistance of the resistor in the circuit,  $R$ , is equal to  $R_i$ . Determine the power supplied to  $R$ . For practice, calculate the power dissipated by a  $12.0 \text{ V}$  battery with an internal resistance of  $2.00 \Omega$  when  $R = 1.00 \Omega$ ,  $R = 2.00 \Omega$ , and  $R = 3.00 \Omega$ .



$$P = i^2 R \quad : \quad i = \frac{V_{emf}}{R + R_i}$$

$$P_1 = \left( \frac{12.0}{1.00 + 2.00} \right)^2 \times 1.00 = 16.0 \text{ W}$$

$$P_2 = \left( \frac{12.0}{2.00 + 2.00} \right)^2 \times 3.00 = 18.0 \text{ W}$$

$$P_2 = \left( \frac{12.0}{3.00 + 2.00} \right)^2 \times 1.00 = 17.28$$

•5.62 A water heater consisting of a metal coil that is connected across the terminals of a 15.0 V power supply is able to heat 250 mL of water from room

temperature to boiling point in 45.0 s. What is the resistance of the coil?

5.62• يمكن لسخان ماء يحتوى على ملف متصل بأطراف مصدر قدرة 15.0 V تسخين 250 mL من الماء من درجة حرارة الغرفة إلى درجة الغليان في غضون 45.0 s، ما مقاومة الملف؟

$$c = 4186 \text{ J/kg} \cdot \text{C}$$

$$Q = mC \Delta T$$

$$E = Q = mC \Delta T = 0.250 \times 4186 \times (100 - 20) = 8.37 \times 10^4 \text{ J}$$

$$P = \frac{E}{t} = \frac{8.37 \times 10^4}{45.0} = 1.86 \times 10^3 \text{ W}$$

$$R = \frac{\Delta V^2}{P} = \frac{15.0^2}{1.86 \times 10^3} = 0.121 \Omega$$

$$a) R = \frac{\rho l}{A}$$

$$R = \frac{1.69 \times 10^{-8} \times 0.75}{\pi \left( \frac{0.500 \times 10^{-3}}{2} \right)^2} = 0.0646 \Omega$$

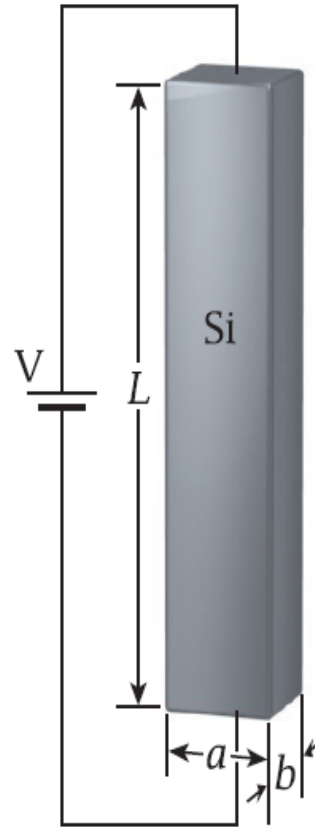
$$b) i = \frac{\Delta V}{R_{eq}}$$

$$i = \frac{0.500}{0.0646 + 50.0} = 9.99 \times 10^{-3} A$$

$$c) R = \frac{\rho l}{A}$$

$$50.0 = \frac{8.70 \times 10^{-4} \times 0.15}{2.00 \times 10^{-3} \times b}$$

$$b = 1.31 \times 10^{-3} m = 1.31 mm$$



• **5.63** تم تزويد فرق الجهد  $V = 0.500 V$  عبر كتلة من السليكون مقاومتها النوعية  $8.70 \cdot 10^{-4} \Omega m$ . كما هو مبين بالشكل، أبعاد كتلة السليكون هي: العرض  $a = 2.00 mm$  والطول  $L = 15.0 cm$ . ومقاومة كتلة السليكون تساوي  $50.0 \Omega$ . وكثافة حاملات الشحنة تبلغ  $1.23 \times 10^{23} m^{-3}$ . افترض أن كثافة التيار منتظمة داخل الكتلة وأن التيار يتدفق داخل السليكون طبقاً لقانون أوم. يبلغ الطول الإجمالي لسلك نحاسي موجود في الدائرة  $75.0 cm$  وقطره  $0.500 mm$  وتبلغ المقاومة النوعية النحاس  $1.69 \times 10^{-8} \Omega m$ .

- ما مقاومة،  $R_w$ ، للسلك النحاسي؟
- ما اتجاه التيار الكهربائي،  $i$ ، ومقداره داخل الكتلة؟
- ما سُمك الكتلة،  $b$ ؟
- في المتوسط، كم يستغرق مرور إلكترون من أحد طرفي الكتلة إلى الطرف الآخر؟
- ما مقدار القدرة،  $P$ ، المبذوة بواسطة الكتلة؟
- في أي صورة من صور الطاقة تظهر هذه القدرة المبذوة؟

$$d) v_d = \frac{J}{ne} = \frac{L}{t}$$

$$t = \frac{Lne}{J} = \frac{LneA}{i}$$

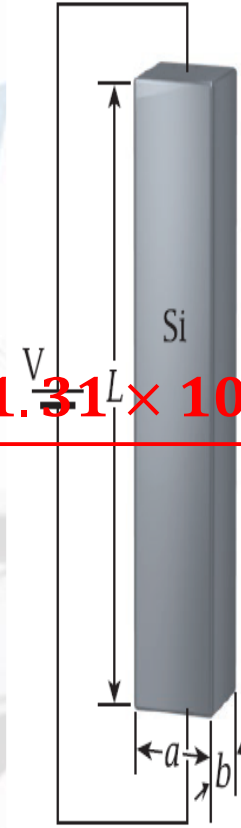
$$t = \frac{(0.15)(1.23 \times 10^{23})(1.6 \times 10^{-19})(2.00 \times 10^{-3} \times 1.31 \times 10^{-3})}{9.99 \times 10^{-3}}$$

$$t = 0.774 \text{ s}$$

$$e) P = i^2 R$$

$$P = (9.99 \times 10^{-3})^2 \times 50.0 = 4.99 \times 10^{-3} \text{ W}$$

f) حرارة



- 5.63. تم تزويد فرق الجهد  $V = 0.500 \text{ V}$  عبر كتلة من السيليكون مقاومتها النوعية  $8.70 \cdot 10^{-4} \Omega \text{ m}$ . كما هو مبين بالشكل، أبعاد كتلة السيليكون هي: العرض  $a = 2.00 \text{ mm}$  والطول  $L = 15.0 \text{ cm}$ . ومقاومة كتلة السيليكون تساوي  $50.0 \Omega$ . وكثافة حاملات الشحنة تبلغ  $1.23 \times 10^{23} \text{ m}^{-3}$ .
- افتراض أن كثافة التيار منتظمة داخل الكتلة وأن التيار يتدفق داخل السيليكون طبقاً لقانون أوم. يبلغ الطول الإجمالي لسلك نحاسي موجود في الدائرة  $75.0 \text{ cm}$  وقطره  $0.500 \text{ mm}$  وتبلغ المقاومة النوعية النحاس  $1.69 \times 10^{-8} \Omega \text{ m}$ .
- ما مقاومة،  $R_w$ ، للسلك النحاسي؟
  - ما اتجاه التيار الكهربائي،  $i$ ، ومقداره داخل الكتلة؟
  - ما سُمك الكتلة،  $b$ ؟
  - في المتوسط، كم يستغرق مرور إلكترون من أحد طرفي الكتلة إلى الطرف الآخر؟
  - ما مقدار القدرة،  $P$ ، المبذوة بواسطة الكتلة؟
  - في أي صورة من صور الطاقة تظهر هذه القدرة المبذودة؟