



CERRAJERIA

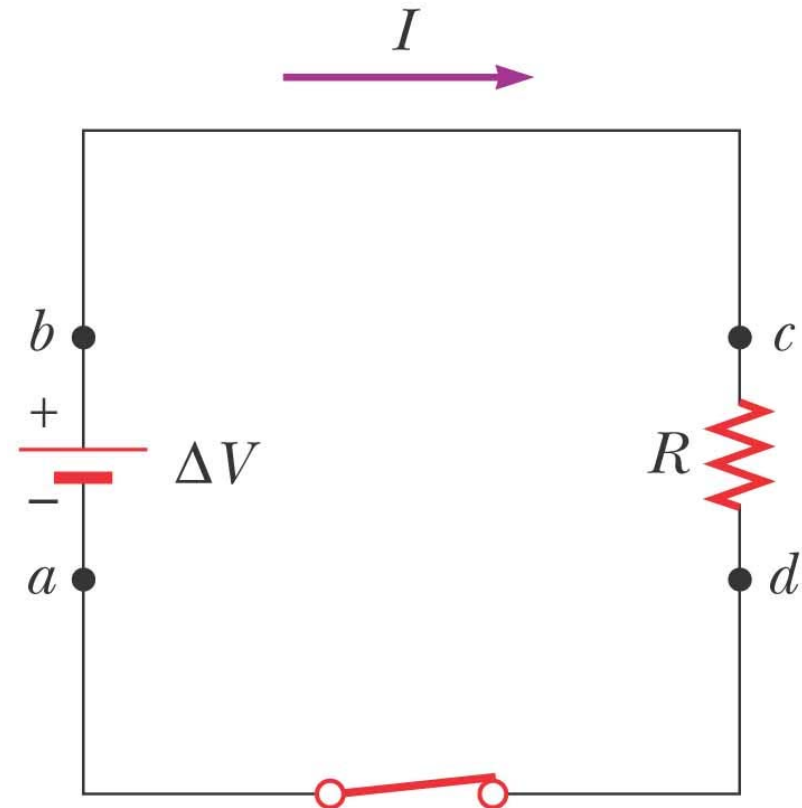
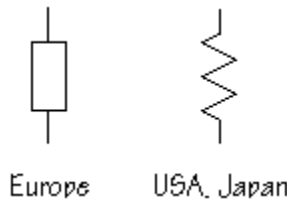
Unidad 10

Potencia eléctrica

- En general, cuando fluyen cargas positivas en el interior de un conductor, el flujo se realiza desde un potencial alto hacia un potencial bajo, en el sentido del campo eléctrico (evidentemente, los electrones cargados negativamente fluyen en sentido opuesto).
- La carga pierde así energía potencial. Esta pérdida de energía potencial supone un aumento en la energía cinética de los portadores de carga, sólo momentáneamente antes de que se transfiera a los iones o átomos de la red debido a las colisiones, activándose diferentes modos vibracionales de éstos.
- Es decir, hay un incremento de energía térmica en el conductor.

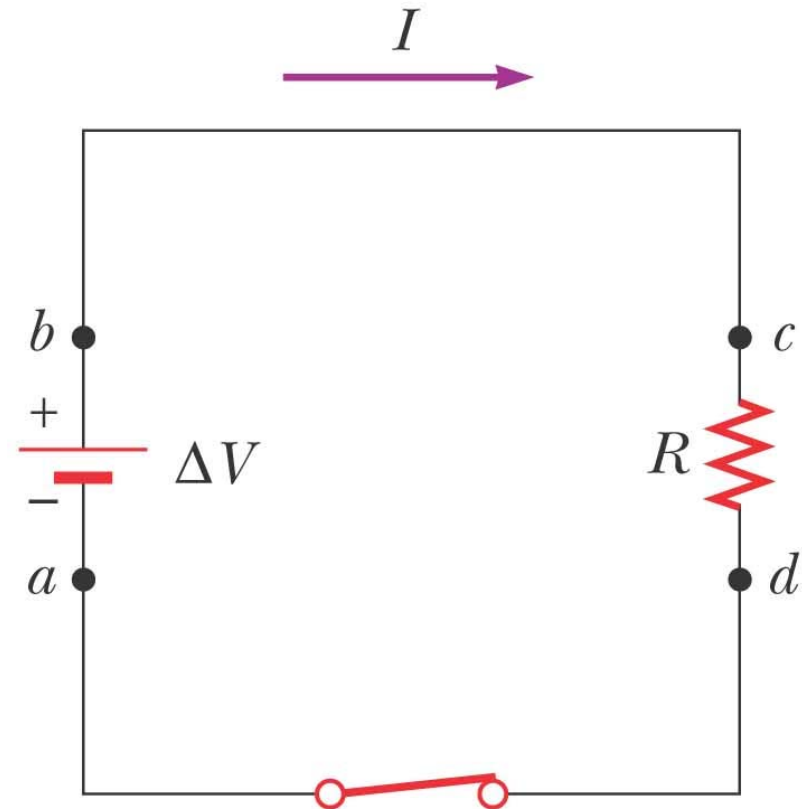
Potencia eléctrica

- En los circuitos eléctricos típicos, la energía se transfiere desde una fuente (una batería) hacia algún dispositivo o aparato.
- Entonces, es necesario establecer una expresión que permita calcular la velocidad de esta transferencia de energía.
- Primero, consideren un circuito eléctrico simple (ver figura), en el cual se considera que la energía se transfiere a un resistor.



Potencia eléctrica

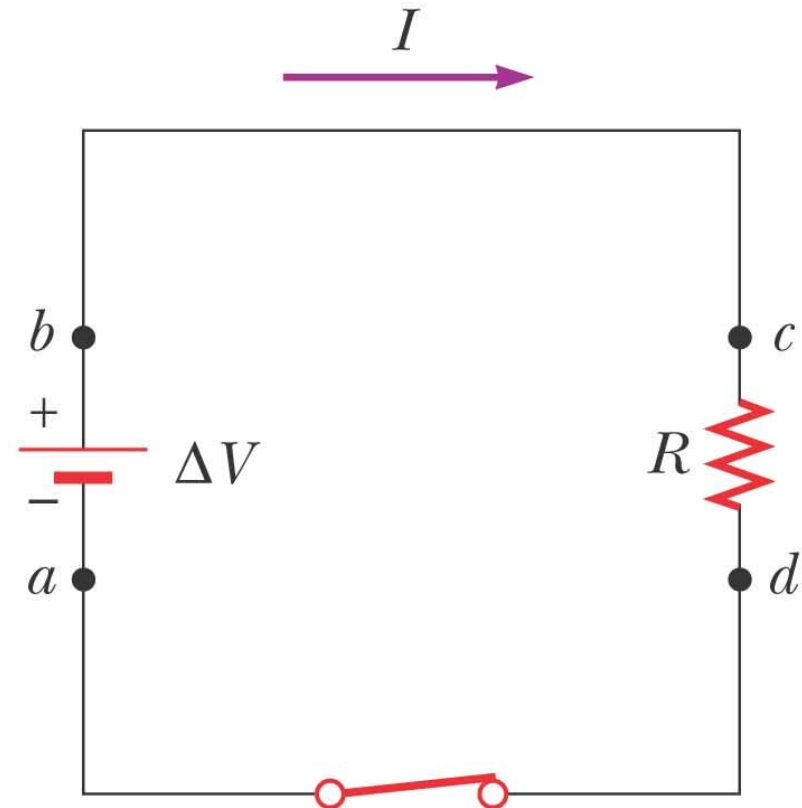
- Debido a que los alambres conectores también tienen resistencia, una parte de la energía se transfiere a los cables y otra parte al resistor.
- A menos que se señale lo contrario, se debe asumir que la resistencia de los alambres es tan pequeña en comparación con la resistencia del elemento del circuito que se puede ignorar la energía transferida a los alambres.



Potencia eléctrica

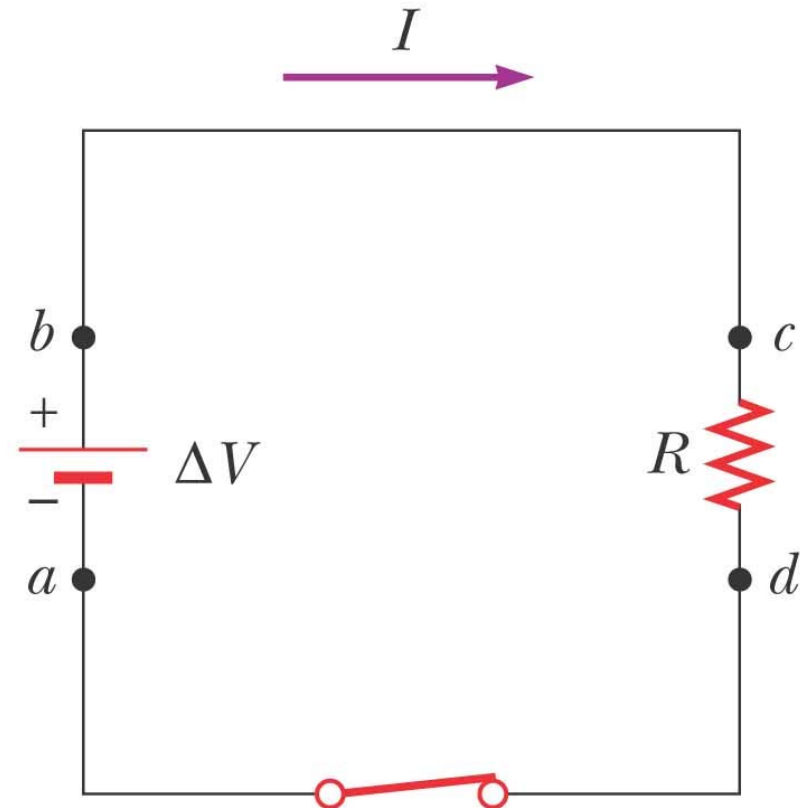
- Imaginen que van siguiendo una cantidad Q de carga positiva, que se mueve en el circuito en el sentido de las manecillas del reloj, desde el punto a , a través de la batería y el resistor, y de regreso al punto a (*i.e.* todo el circuito eléctrico es el sistema de estudio).
- Conforme la carga se mueve de a hacia b a través de la batería, la energía potencial eléctrica del sistema *aumenta*

$$\Delta U = Q\Delta V$$



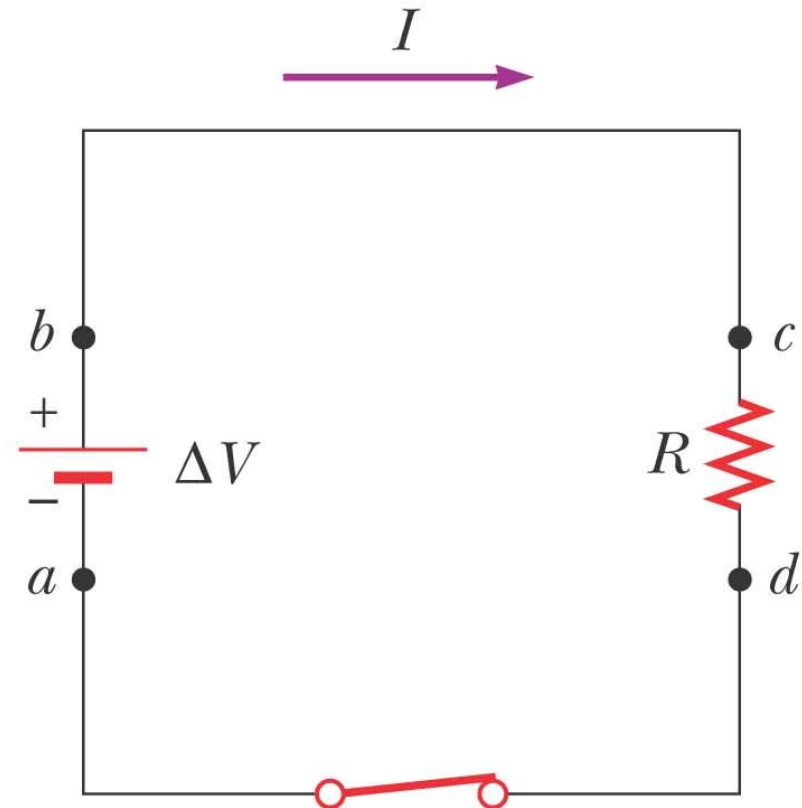
Potencia eléctrica

- Al mismo tiempo, la energía potencial química en la batería *disminuye* la misma cantidad.
- Sin embargo, conforme la carga se mueve de *c* a *d* a través del resistor, el sistema *pierde* esta energía potencial eléctrica debido a las colisiones de los electrones (portadores de carga) con los átomos presentes en el resistor.



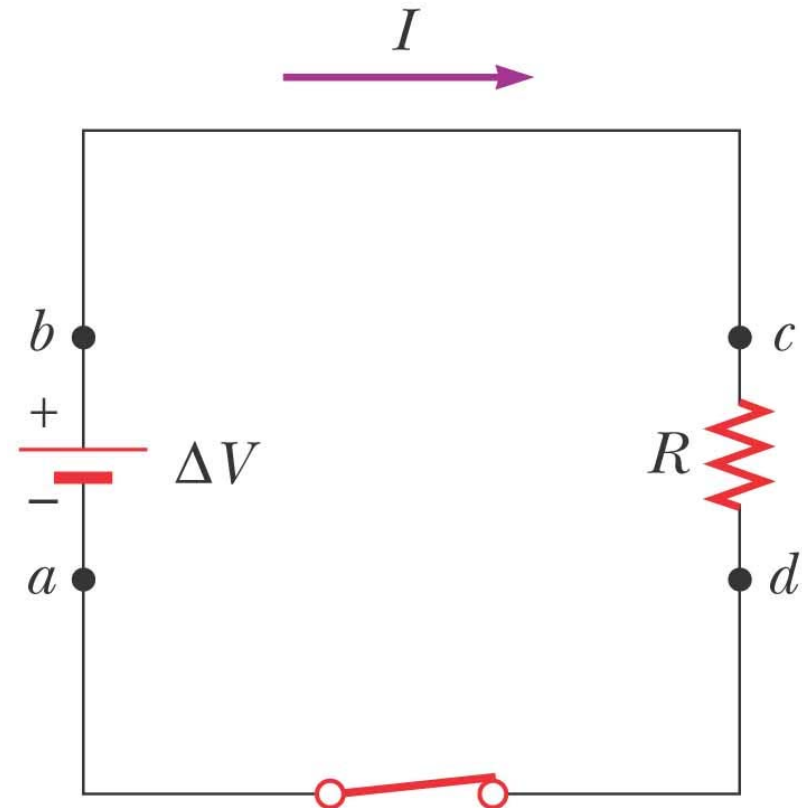
Potencia eléctrica

- En este proceso, la energía se transforma en energía interna, la cual corresponde al aumento en el movimiento vibracional de los átomos en el resistor.
- Debido a que se ha despreciado la resistencia de los alambres conectores, no ocurre ninguna transformación de energía entre las trayectorias bc y da .



Potencia eléctrica

- Cuando la carga regresa al punto a , el resultado neto es que parte de la energía química en la batería se ha transferido al resistor y ahora se encuentra en el resistor como energía interna asociada a la vibración molecular.
- Un resistor normalmente está en contacto con el aire, de tal manera que el aumento de su temperatura provoca una transferencia de energía, en forma de calor, hacia el aire.



Potencia eléctrica

- Es decir, el resistor emite radiación térmica, lo cual representa otro medio de escape para la energía.
- Después de que ha transcurrido cierto intervalo de tiempo, el resistor alcanza una temperatura constante, lo cual supone que la energía que gana desde la batería está en equilibrio con la energía que pierde mediante calor y radiación.
- Algunos artefactos, dispositivos y/o aparatos eléctricos tienen *disipadores de calor* conectados a partes del circuito eléctrico para impedir que dichas partes alcancen temperaturas altamente peligrosas.

Potencia eléctrica

- Estos disipadores de calor consisten en piezas de metal con muchas aletas.
- La alta conductividad térmica del metal permite transferir la energía rápidamente, en forma de calor, lejos del componente caliente, mientras el gran número de aletas proporciona una gran área superficial en contacto con el aire, de tal manera que la energía se puede transferir rápidamente hacia el aire, en forma de calor, mediante radiación.

Potencia eléctrica

- Consideren ahora la velocidad a la cual el sistema pierde energía potencial eléctrica conforme la carga Q pasa a través de resistor:

$$\frac{dU}{dt} = \frac{d}{dt}(Q\Delta V) = \frac{dQ}{dt}\Delta V = I\Delta V$$

donde I es la corriente en el circuito.

- El sistema recupera esta energía potencial cuando la carga pasa a través de la batería, a expensas de la energía química en la batería.

Potencia eléctrica

- La velocidad a la cual el sistema pierde energía potencial conforme la carga pasa a través del resistor es igual a la velocidad a la cual el sistema gana energía interna en el resistor.
- Entonces, la potencia eléctrica \mathcal{P} , que representa la velocidad a la cual la energía es transferida hacia el resistor, es:

$$\mathcal{P} = I\Delta V$$

- Se ha obtenido este resultado considerando que una batería transfiere energía a un resistor.

Potencia eléctrica

- Sin embargo, dicha expresión ($\mathcal{P} = I\Delta V$) se puede utilizar para calcular la potencia suministrada, mediante una fuente de voltaje, hacia cualquier dispositivo o aparato que lleva un corriente eléctrica I y que tiene una diferencia de potencial ΔV entre sus terminales.
- Utilizando el hecho que para un resistor $\Delta V = RI$, se puede expresar la potencia proporcionada al resistor de diferentes formas:

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

Potencia eléctrica

- Cuando I se expresa en amperes (A), ΔV en voltios (V), y R en ohmios (Ω), la unidad SI de la potencia eléctrica \mathcal{P} es el vatio (W), igual que para la potencia mecánica.
- Esta expresión para la pérdida de potencia eléctrica puede recordarse fácilmente teniendo en cuenta las definiciones de diferencia de potencial ΔV y corriente eléctrica I .
- La caída de potencial es la disminución de energía potencial por unidad de carga y la corriente eléctrica es la carga que fluye por unidad de tiempo.

Potencia eléctrica

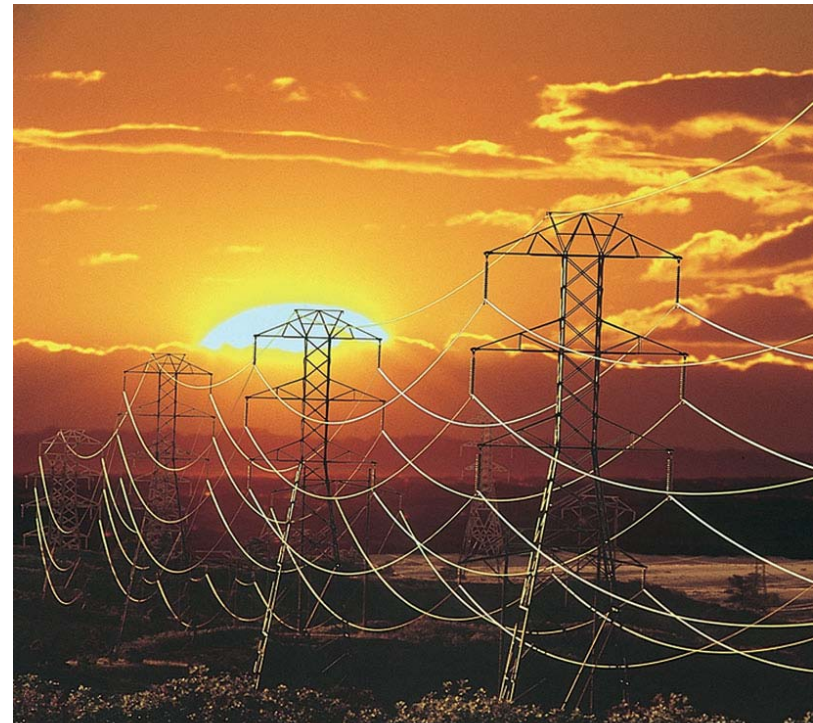
- Así, el producto ΔV por I es la energía perdida por unidad de tiempo; energía que a su vez provoca el calentamiento de un conductor
- El proceso mediante el cual la potencia eléctrica \mathcal{P} es perdida como energía interna en un conductor de resistencia R (*i.e.* energía cedida a un conductor debido al paso de la corriente eléctrica) se conoce comúnmente como *calor por efecto Joule* o, simplemente, **calor de Joule**.

Transmisión de potencia eléctrica

- Cuando se transporta energía como electricidad a través de líneas o cables de alta tensión (*power lines*), no se puede simplificar la situación considerando que los cables tienen resistencia cero.
- Las líneas de alta tensión en realidad sí tienen resistencia y, por lo tanto, se proporciona o transfiere una potencia eléctrica a dichos cables.
- Las compañías de luz buscan minimizar la potencia eléctrica que se transforma en energía interna dentro de las líneas de alta tensión con el objeto de maximizar la energía que se suministra a los consumidores.

Transmisión de potencia eléctrica

- Debido a que $\mathcal{P} = I \Delta V$, la misma cantidad de potencia eléctrica se puede transportar ya sea a altas corrientes eléctricas y bajas diferencias de potencial, o bien, a bajas corrientes eléctricas y altas diferencias de potencial.
- Las compañías de luz eligen transportar la energía a bajas corrientes eléctricas y altas diferencias de potencial debido principalmente a razones económicas.



Transmisión de potencia eléctrica

- El alambre de cobre es muy caro, por lo cual resulta más barato utilizar alambre o cables de alta resistencia (es decir, alambre con una sección transversal de área pequeña $R = \rho l/A$)
- De esta manera, en la expresión para la potencia transferida a un resistor, $\mathcal{P} = I^2 R$, la resistencia del alambre o cable está fija a un valor relativamente alto
- La pérdida de potencia o calor de Joule ($I^2 R$) se puede reducir manteniendo la corriente I tan bajo como sea posible, lo cual significa transportar la energía a alto voltaje ($\mathcal{P} = I \Delta V$)

Transmisión de potencia eléctrica

- En algunos casos, la potencia eléctrica se transporta a diferencia de potencial tan grandes como 765 kV.
- Una vez la electricidad llega a las ciudades, la diferencia de potencial usualmente se reduce a 4 kV en un dispositivo conocido como *transformador*.
- Finalmente, otro transformador baja la diferencia de potencial a 240 V ó 120 V (según el continente en el que uno viva) y así la electricidad llega a las casas.

Transmisión de potencia eléctrica

- Evidentemente, cada vez que la diferencia de potencial disminuye, la corriente eléctrica aumenta por el mismo factor y de esa manera la potencia eléctrica permanece constante ($\mathcal{P} = I\Delta V$).

Aclaraciones importantes

- Existen varios errores comunes asociados con la corriente eléctrica en un circuito.
- Uno de ellos es el hecho de que la corriente eléctrica sale de una de las terminales de la batería y se acaba al momento de pasar a través de, por ejemplo, un resistor, dejando corriente eléctrica sólo en una parte del circuito.
- La verdad es que la corriente eléctrica es la misma *en todo* el circuito.

Aclaraciones importantes

- Un error relacionado es el hecho de considerar que la corriente que sale de un resistor es menor que la que entra en dicho resistor, pues parte de la corriente se ha “utilizado”.
- Otro error es considerar que la corriente sale de ambas terminales de la batería, con direcciones opuestas, y entonces “choca” en un resistor, liberando energía de esta manera. Esto no es verdad, pues las cargas fluyen en el mismo sentido en *todos* los puntos dentro de un circuito.

Aclaraciones importantes

- Las cargas no se desplazan a través de un circuito eléctrico en poco tiempo.
- Debido a la pequeña magnitud de la velocidad de desplazamiento, le tomaría horas a un solo electrón el completar un ciclo a través de todo un circuito eléctrico.
- Sin embargo, para entender la transferencia de energía en un circuito, es útil el *imaginar* una carga moviéndose a través de todo un circuito eléctrico.

Aclaraciones importantes

- La energía no se “disipa”.
- En algunos libros se describe a la ecuación

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

como la potencia eléctrica “disipada en” un resistor, lo cual sugiere que la energía desaparece.

- La idea de *disipación* surge debido a que un resistor caliente liberará energía mediante radiación y calor, de tal manera que la energía proporcionada por la batería sale del circuito (¡no desaparece!)

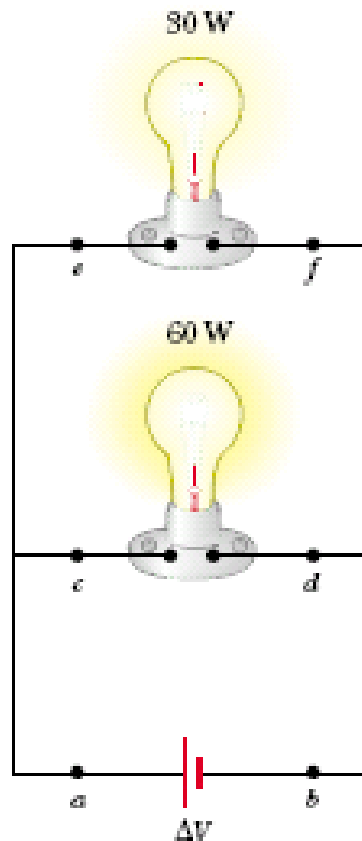
Preguntas

- La misma diferencia de potencial se aplica a dos focos (ver figura).
¿Cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera?
 - (a) El foco de 30 W lleva la mayor I y tiene la mayor R .
 - (b) El foco de 30 W lleva la mayor I , pero el foco de 60 W tiene la mayor R .
 - (c) El foco de 30 W tiene la mayor R , pero el foco de 60 W lleva la mayor I .
 - (d) El foco de 60 W lleva la mayor I y tiene la mayor R .



Preguntas

- Para los dos focos que se muestran en la siguiente figura, ordene , de mayor a menor, los valores de la corriente eléctrica I en los puntos $a \rightarrow f$.



Problemas

■ Potencia en un calentador eléctrico.

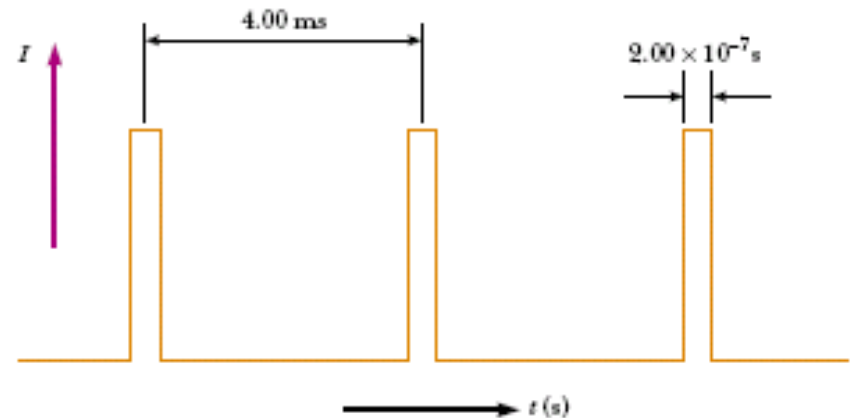
Un calentador eléctrico se puede construir aplicando una diferencia de potencial de 120 V a un alambre de Nichrome que tiene una resistencia total de $8.00\ \Omega$. Calcule la corriente eléctrica en el alambre y la potencia eléctrica (clasificación) del calentador.

¿Qué pasaría con la corriente y potencia eléctrica si se conecta el calentador a un enchufe de 240 V?

Problemas

■ Corriente en un haz de electrones.

En un cierto acelerador de partículas, los electrones salen con una energía de 40 MeV ($1 \text{ MeV} = 1.60 \times 10^{-13} \text{ J}$). Los electrones no salen como una corriente continua sino más bien como pulsos a una velocidad de 250 pulsos/s. esto corresponde a un intervalo de tiempo entre pulsos de 4.00 ms (ver figura). Cada pulso tiene una duración de 200 ns, y los electrones en el pulsos constituyen una corriente eléctrica de 250 mA. La corriente eléctrica entre los pulsos es cero.



Problemas

- (A) ¿Cuántos electrones emite el acelerador de partículas por pulso?
- (B) ¿Cuál es la corriente eléctrica promedio por pulso que emite el acelerado de partículas?
- (C) ¿Cuál es la potencia eléctrica máxima que proporciona el haz de electrones?
- (D) ¿Cuál es la potencia eléctrica promedio que proporciona el haz de electrones?