

Cuestiones  1 8 1

1 ¿ Qué es la intensidad de una corriente eléctrica ?



Es el cociente entre la carga que atraviesa un conductor y el tiempo.



2 ¿ Por qué la intensidad de corriente es una magnitud fundamental ?



Porque así se ha establecido por convenio, ya que el resto de magnitudes eléctricas pueden derivarse de ella.



3 Desde un punto de vista físico, ¿ tiene importancia el que el sentido de la corriente (hacia potenciales decrecientes) y el sentido en que se mueven los electrones en la corriente continua (hacia potenciales crecientes) sean distintos ?



No, porque ese sentido es otro de los convenios internacionalmente aceptados, sabiendo todos que el movimiento real de las cargas ocurre en sentido contrario.



Cuestiones  1 8 3

1 Calcula la resistencia de un alambre de cobre de 5 m de longitud y 1 mm de diámetro, si la resistividad del cobre es de $1,72 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$.



Longitud = $l = 5 \text{ m}$

Diámetro = $d = 1\text{mm} = 10^{-3} \text{ m} \Rightarrow \text{Radio} = d/2 = r = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}$

Resistividad = $\rho = 1,72 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$

Antes de aplicar la fórmula que nos proporciona la resistencia hemos de calcular la superficie de la sección circular del cable : $S = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot (0,5 \cdot 10^{-3})^2 = 7,85 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2$.

$$R = \rho \frac{l}{S} = 1.72 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m \frac{5 \text{ m}}{7,85 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2} = 0,11 \Omega$$



2 ¿Qué resistencia ofrece una plancha eléctrica al paso de la corriente si al conectarla a 220 V es recorrida por una intensidad de 8 A ?



$\Delta V = 220V$
 $I = 8A$

Para calcular la resistencia aplicamos la ley de Ohm :

$$I = \frac{\Delta V}{R} \Leftrightarrow R = \frac{\Delta V}{I} = \frac{220V}{8A} = 27,5 \Omega$$



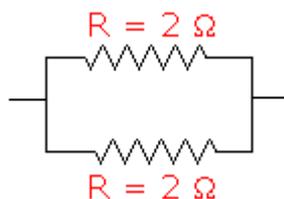
Cuestiones 1 8 4

1 Indica cómo asociarías resistencias de 2 Ω cada una para obtener una resistencia de 1, 3, 4, 5 y 6 ohm, respectivamente. Señala en cada caso el número mínimo de resistencias que necesitas para conseguirlo.



◆ Resistencia del conjunto R = 1 Ω

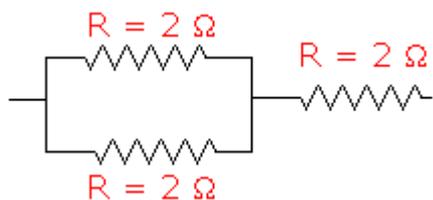
Necesitamos asociar 2 resistencias en paralelo:



$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Leftrightarrow R = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = \frac{1}{\frac{1}{R} + \frac{1}{R}} = \frac{1}{\frac{2}{R}} = \frac{R}{2} = \frac{2\Omega}{2} = 1\Omega$$

◆ Resistencia del conjunto R = 3 Ω

Se necesitan tres resistencias, dos en paralelo y una tercera en serie con el paralelo :



R_p = resistencia del paralelo formado por dos resistencias iguales de $R = 2 \Omega$ cada una = 1Ω (según hemos visto en el apartado anterior.

Resistencia del conjunto = $R_p + R = 1 + 2 = 3 \Omega$.

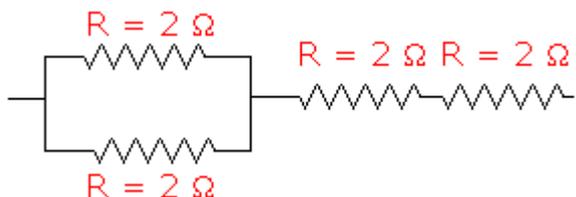
◆ Resistencia del conjunto R = 4 Ω



Necesitamos asociar 2 resistencias en serie:

Resistencia de la serie = $R_s = R_1 + R_2 = 2R = 4 \Omega$.

◆ Resistencia del conjunto $R = 5 \Omega$.



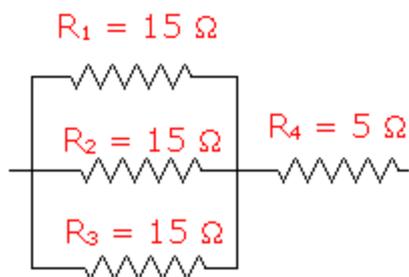
Necesitamos asociar 4 resistencias, dos en paralelo y las otras dos en serie con el conjunto del paralelo :

$R = R_p + 2R = 1 + 4 = 5 \Omega$.



Cuestiones 1 3 5

2 Calcula la resistencia equivalente a un circuito formado por tres resistencias de 15Ω , unidas en paralelo, si ese conjunto está unido, a su vez, a otra resistencia de 5Ω en serie.



La resistencia equivalente del conjunto es :

$R = \text{Resistencia del paralelo} + R_4 =$

$R = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} + R_4 = \frac{1}{\frac{1}{15} + \frac{1}{15} + \frac{1}{15}} + 5 = \frac{1}{\frac{3}{15}} + 5 = \frac{1}{\frac{1}{5}} + 5 = 10 \Omega$



3 Si al conjunto anterior le aplicamos una d.d.p. de 100 V , ¿ qué intensidad recorre cada resistencia ?



$\Delta V = 100 \text{ V}$

La intensidad que recorre el conjunto es : $I = \frac{\Delta V}{R} = \frac{100 \text{ V}}{10 \Omega} = 10 \text{ A}$, que es, por tanto la intensidad que pasa por la resistencia R_4 .

Para calcular la resistencia que atraviesa cada una de las resistencias del paralelo, como son iguales dividimos la intensidad del conjunto por 3 :

$i_1 = i_2 = i_3 = \frac{I}{3} = \frac{10}{3} = 3,3 \text{ A}$

Cuestiones  1 8 6

1 Calcula la energía que consume un calentador de agua que tiene una potencia de 500 W, si lo conectamos durante 5 horas a 220 V.



$$P = 550 \text{ W}$$

$$t = 5 \text{ hr} = 5 \cdot 3\,600 = 18\,000 \text{ s.}$$

$$\Delta V = 220 \text{ V.}$$

$$\text{Como : } P = \frac{W}{t} \Leftrightarrow W = P \cdot t = 550 \text{ W} \cdot 18\,000 \text{ s} = 9\,900\,000 \text{ J} = 9\,900 \text{ kJ.}$$



2 ¿Qué resistencia tiene el calentador de la cuestión anterior? ¿Qué intensidad circula por él cuando está conectado?



$$\text{Como } W = \Delta V \cdot I \cdot t \Leftrightarrow I = \frac{W}{\Delta V \cdot t} = \frac{9\,900\,000}{220 \cdot 18\,000} = 2,5 \text{ A}$$

La resistencia la podemos hallar aplicando la ley de Ohm :

$$I = \frac{\Delta V}{R} \Leftrightarrow R = \frac{\Delta V}{I} = \frac{220 \text{ V}}{2,5 \text{ A}} = 88 \Omega$$



3 ¿Cuánto tardará en calentar, hasta 80 °C, 50 litros de agua que se encuentran a 20 °C?



Masa de agua = $m = 10 \text{ kg}$ (ya para el agua $1 \text{ l} = 1 \text{ kg}$)

calor específico del agua = $c = 4\,180 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$

Temperatura inicial = $T_1 = 20 + 273 = 293 \text{ K}$

Temperatura final = $T_2 = 80 + 273 = 353 \text{ K}$

D.d.p. = 220 V

$I = 2,5 \text{ A}$

La energía que se necesita para calentar esos 50 l de agua la proporciona la resistencia eléctrica :

$$m \cdot c \cdot (T_2 - T_1) = \Delta V \cdot I \cdot t \Leftrightarrow t = \frac{m \cdot c \cdot (T_2 - T_1)}{\Delta V \cdot I} = \frac{50 \cdot 4180 \cdot (353 - 293)}{220 \cdot 2,5} = 22\,800 \text{ s} = 6 \text{ hr } 20 \text{ min}$$



Cuestiones 187

1 Las pilas cuadradas de 4,5 V son, en realidad, tres pilas unidas entre sí. Desmonta cuidadosamente una pila de 4,5 V (¡que no sea alcalina !) y localiza las tres pilas que la forman. ¿Cómo están unidas estas pilas entre sí? ¿Qué d.d.p. debe tener cada una de ellas? Cuando acabes de estudiar la pila eléctrica, no olvides depositarla en un contenedor de los que existen para ello.



Están unidas en serie, es decir el polo negativo de una con el positivo de la siguiente y así sucesivamente.

Cada una ha de tener una d.d.p. de 1,5 V para que el conjunto de las tres tenga una d.d.p = 3 · 1,5 V = 4,5 V.



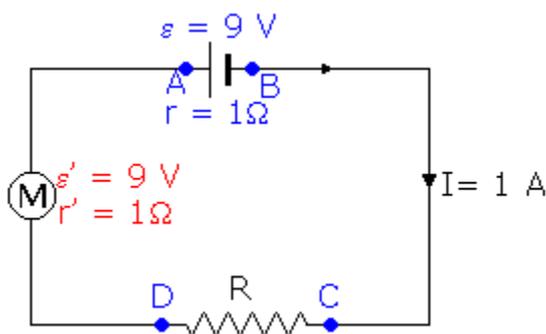
Cuestiones 188

1 Dibuja un circuito formado por un generador cuya f.e.m. es de 9 V y un motor de f.c.e.m. 6 V. En el circuito existe, además, una bombilla conectada en serie.

Si la resistencia interna del generador y del motor es de 1 Ω y la intensidad que circula 1 A, ¿cuál es la resistencia de la bombilla?



- F.e.m. = $\varepsilon = 9 \text{ V}$.
- Resistencia interna en el generador = $r = 1 \Omega$.
- F.c.e.m. = $\varepsilon' = 9 \text{ V}$.
- Resistencia interna del motor = $r' = 1 \Omega$.
- Intensidad del circuito = $I = 1 \text{ A}$



Si aplicamos al circuito la ley de Ohm generalizada, podemos, después despejar, la resistencia (R) de la bombilla :

$$I = \frac{\varepsilon - \varepsilon'}{R + r + r'} \Leftrightarrow R = \frac{\varepsilon - \varepsilon'}{I} - r - r' = \frac{9 - 6}{1} - 1 - 1 = 1 \Omega$$



2 En el circuito anterior, calcula la d.d.p. entre los extremos del generador y entre los extremos de la bombilla .



Entre los extremos del generador la única caída de potencial es la debido al consumo en la resistencia interna :

$$V_{AB} = \varepsilon - rI = 9 - 1 \cdot 1 = 8 \text{ V.}$$

Entre los extremos de la bombilla la d.d.p. es la consumida por su resistencia R, que podemos hallar de dos formas :

1 Directamente como $V_{CD} = I \cdot R = 1 \cdot 1 = 1 \text{ V.}$

2 Por diferencia a la f.em. las tensiones consumidas :

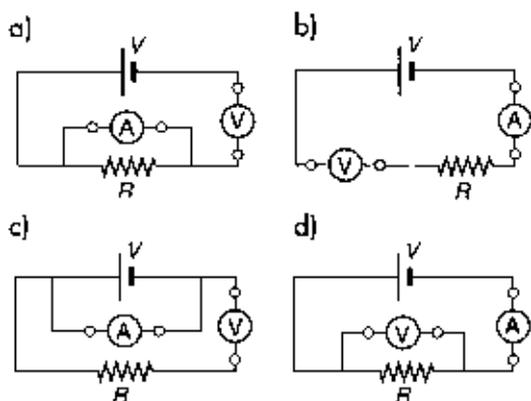
$$\varepsilon = \varepsilon' + I \cdot r + I \cdot r' + V_{CD} \Rightarrow V_{CD} = \varepsilon - \varepsilon' - I \cdot r - I \cdot r' = 9 - 6 - 1 - 1 = 1 \text{ V.}$$



ACTIVIDADES DE LA UNIDAD

Cuestiones 184

1 Para medir el valor de una resistencia, R, se montan los cuatro circuitos que se indican, con los correspondientes voltímetro (V) y amperímetro (A). ¿Cuál de los cuatro permitirá una correcta determinación de la resistencia ?



El amperímetro debe ir en serie para medir la intensidad que atraviesa la resistencia, y el voltímetro en paralelo para medir la d.d.p. entre los extremos de la resistencia, el único circuito que cumple las dos condiciones es el del apartado d)



2 En algunos libros de texto se pueden leer expresiones como: «...calcula la corriente que consume el aparato...». ¿Qué puedes decir al respecto ?



Que el aparato no consume corriente, la corriente circula a través de él, lo que un aparato eléctrico consume es energía.



3 Para convertir un miliamperímetro en voltímetro, debemos conectar una resistencia:

- a) Pequeña en paralelo.
- b) Pequeña en serie.
- c) Grande en paralelo.
- d) Grande en serie.



Para convertir un miliamperímetro en voltímetro hay que añadirle una resistencia grande en paralelo, con la que se desea medir, y en serie, con su circuito interno, para que la resistencia equivalente sea prácticamente igual a la que se desea medir (en paralelo cada resistencia individual contribuye con la inversa de su valor y al ser este grande la contribución del voltímetro a la resistencia equivalente será despreciable en comparación con la que se desea medir) para que la corriente que se desvía sea despreciable.



4 ¿ Por qué no se electrocutan los pájaros que se posan sobre un cable de alta tensión ?



Porque al posarse se ponen en contacto con un sólo cable, y el circuito no se cierra, para que se electrocutaran tenían que tocar los dos cables a la vez, cerrando el circuito y haciendo que la corriente se atravesase su cuerpo electrocutándolos.



5 Laura manosea la batería de la moto que Juan acaba de recargar.

-No toques -dice Juan-, te va a dar corriente.

-No importa - responde Laura -. Es de 12 voltios ; no hay peligro.

-Eso no es cierto - responde Juan -. No es la d.d.p. lo que cuenta, sino la carga acumulada en la batería; casi medio millón de culombios. ¡No es como una pila de linterna!

¿ Quién tiene razón ?

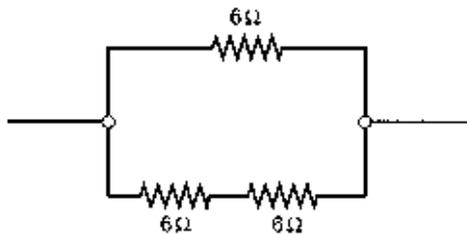


Creo que la razón la tiene Laura, ya que aunque la batería tenga medio millón de culombios, depende del tiempo en que se descarguen, es decir el cociente entre la carga y el tiempo que es la intensidad de la corriente (alta) lo que puede producir graves daños en el cuerpo humano.



EJERCICIOS

6 La resistencia equivalente al circuito de la figura es, expresada en ohm:



- a) 2 b) 4 c) 4,5 d) 6



La resistencia equivalente al conjunto de las dos resistencias en serie es :

$$R_s = R_1 + R_2 = 6 + 6 = 12 \Omega$$

Y la equivalente del conjunto total al estar la tercera en paralelo con la serie :

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_s} + \frac{1}{R_3} \Leftrightarrow R = \frac{1}{\frac{1}{R_s} + \frac{1}{R_3}} = \frac{1}{\frac{1}{12} + \frac{1}{6}} = \frac{1}{\frac{1+2}{12}} = \frac{12}{3} = 4\Omega$$

Luego la respuesta correcta es la del apartado b).



7 Una estufa lleva la siguiente inscripción: 200 V, 1.000 W. La resistencia que corresponde a esa estufa, expresada en ohm, es:

- a) 0,2 b) 5 c) 40 d) 50



D.d.p. = ΔV = 200 V
Potencia = P = 1 000 W

Como :

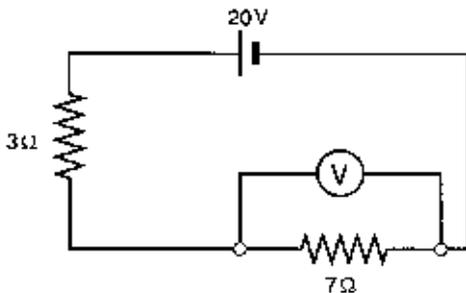
$$P = \Delta V \cdot I = \frac{(\Delta V)^2}{R} \Leftrightarrow R = \frac{(\Delta V)^2}{P} = \frac{200^2}{1000} = \frac{40000}{1000} = 40 \Omega$$

la respuesta correcta es la c) .



8 El voltímetro de la figura mostrará una lectura en volt igual a:

- a) 2 b) 6 c) 14 d) 20



Si no tenemos en cuenta la resistencia interna de la batería, la intensidad que recorre el circuito es, según la ley de Ohm, :

$$i = \frac{\epsilon}{R_1 + R_2} = \frac{20}{3 + 7} = \frac{20}{10} = 2 \text{ A}$$

Y la d.d.p. que marcará el voltímetro será :

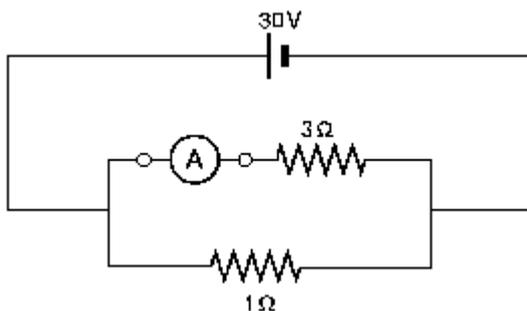
$$\Delta V = i \cdot R = 2 \cdot 7 = 14 \text{ Volt}$$

La respuesta correcta es la c) .



9 El amperímetro de la figura mostrará una lectura en ampére igual a:

- a) 7,5 b) 10 c) 30 d) 40



Hallamos primero la resistencia equivalente del conjunto de dos resistencias en paralelo :

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Leftrightarrow R = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = \frac{1}{\frac{1}{3} + 1} = \frac{1}{\frac{4}{3}} = \frac{3}{4} \Omega$$

Ahora la intensidad de la corriente que circula por el circuito :

$$i = \frac{\epsilon}{R} = \frac{30}{3/4} = 40 \text{ A}$$

Esta intensidad al llegar al paralelo se dividirá en dos intensidades que cumplen :

$$\left. \begin{array}{l} i = i_1 + i_2 \\ i_1 \cdot R_1 = i_2 \cdot R_2 \end{array} \right\} \Leftrightarrow \left. \begin{array}{l} i_1 + i_2 = 40 \\ 3i_1 = i_2 \end{array} \right\} \Leftrightarrow i_1 + 3i_1 = 40 \Leftrightarrow 4i_1 = 40 \Leftrightarrow i_1 = 40/4 = 10 \text{ A}$$

Siendo i_1 e i_2 las intensidades que recorren las ramas primera y segunda, ya que la suma ha de ser el total (primera ecuación) y la diferencia de potencial es la misma entre las dos ramas (segunda ecuación).

La respuesta correcta es la del apartado b).



10 Las dimensiones de cuatro alambres de cobre se exponen a continuación. ¿ Qué alambre presenta menor resistencia eléctrica ? Justifica la respuesta.

	Sección (mm ²)	Longitud (m)
a)	3	10
b)	3	20
c)	6	10
d)	6	20



La resistencia de un conductor es directamente proporcional a su longitud e inversamente proporcional a la sección del cable, luego, aunque podíamos calcular la resistencia de estos cuatro, vamos a razonar :

De las dos parejas de la misma sección tendrán menor resistencia los que tengan menor longitud el a) y el c) y de estos dos tendrá menor resistencia aquel cuya sección sea mayor (inversamente proporcional), es decir el del apartado c).



11 Cuando una resistencia de 100 Ω se conecta a los terminales de una batería de 220 V, el número de coulomb que atraviesan la resistencia en 10 segundos es:

- a) 0,22
- b) 5,5
- c) 22
- d) 550



$\Delta V = 220 \text{ V}$
 $R = 100 \Omega$
 $t = 10 \text{ s}$

Como : $i = \frac{\Delta V}{R} = \frac{Q}{t}$, despejando $Q = t \cdot \frac{\Delta V}{R} = 10 \cdot \frac{220}{100} = 22 \text{ C}$, el c) .



PROBLEMAS

12 La instalación eléctrica de una casa de campo antigua está alimentada por un motor alternador que proporciona una d.d.p. de 110 V. Queréis reemplazar una bombilla de 25 W que se ha fundido, pero tan sólo tenéis bombillas que funcionan a 220 V.

No hay problema: podemos utilizar una bombilla de 220 V y 100 W, ya que la potencia disipada es, para una resistencia dada, proporcional al cuadrado de la d.d.p., y, por tanto, una bombilla de 25 W que funcione a 110 V tiene la misma resistencia interna que una bombilla de 100 W que funcione a 220 V. Por tanto, si alimentamos esta última a 110 V, obtendremos el mismo resultado que con una de 110 V y 25 W.

a) ¿ Es cierto este razonamiento ?

b) Calcula la potencia consumida y la intensidad luminosa que proporciona una bombilla de 220 V-100 W cuando se conecta a 110 V. Compara el resultado con el que corresponde a una bombilla de 110 V y 25 W.

c) Realiza el estudio energético integral (calor y trabajo) de la bombilla.



a) No, la resistencia interna de la bombilla es constante (depende de los materiales con sea fabricada) y no depende de la tensión o potencia de conexión, en función de ella se fijan las potencias y tensiones a que puede funcionar sin fundirse, luego la incandescencia del filamento no será la adecuada al conectarla a 110 V ya que necesita 220 V y no tendrá la misma luminosidad.

b)

$$\diamond \Delta V_1 = 220 \text{ V}, P = 100 \text{ W}$$

Hallamos la resistencia de la bombilla :

$$P = \frac{(\Delta V_1)^2}{R} \Leftrightarrow R = \frac{(\Delta V_1)^2}{P} = \frac{220^2}{100} = 484 \Omega$$

Si la conectamos a una d.d.p. de $\Delta V_2 = 110 \text{ V}$, la potencia consumida será :

$$P = \frac{(\Delta V_2)^2}{R} = \frac{110^2}{484} = 25 \text{ W}$$

y la intensidad de la corriente (no la luminosa) que por ella circula :

$$I = \frac{\Delta V_2}{R} = \frac{110}{484} = 0,23 \text{ A}$$

$$\diamond \Delta V_1 = 110 \text{ V}, P = 25 \text{ W}$$

Hallamos la resistencia de la bombilla :

$$P = \frac{(\Delta V_1)^2}{R} \Leftrightarrow R = \frac{(\Delta V_1)^2}{P} = \frac{110^2}{25} = 484 \Omega$$

Si la conectamos a una d.d.p. de $\Delta V_2 = 110 \text{ V}$, la potencia consumida será :

$$P = \frac{(\Delta V_2)^2}{R} = \frac{110^2}{484} = 25 \text{ W}$$

y la intensidad de la corriente (no la luminosa) que por ella circula :

$$I = \frac{\Delta V_2}{R} = \frac{110}{484} = 0,23 \text{ A}$$

c) Esta bombilla de 220V - 100 W, conectada a la red de 110 V, consume una energía por hora :

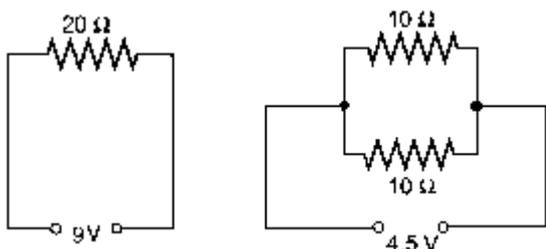
$$W = P \cdot t = 25 \text{ W} \cdot 3600 \text{ s} = 90\,000 \text{ J} = 90 \text{ kJ.}$$



1 3 Tenemos un circuito elemental, como el de la figura, formado por una resistencia de 20Ω , conectada a una d.d.p. de 9 V.

Sustituimos ahora la resistencia por otras dos de 10Ω , conectadas en paralelo, y aplicamos al conjunto una d.d.p. de 4,5 V.

Compara la cantidad de calor que desprenderán las dos resistencias por efecto joule, en relación al que desprendía una sola resistencia de 20Ω .



Si partimos de un tiempo $t = 1 \text{ s}$

$$Q = \frac{V^2}{R} \cdot t = \frac{9^2}{20} \cdot 1 = 4,05 \text{ J}$$

En el caso del conjunto en paralelo, hemos de hallar la resistencia equivalente

del conjunto :

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Leftrightarrow R = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = \frac{1}{\frac{1}{10} + \frac{1}{10}} = \frac{1}{\frac{2}{10}} = \frac{10}{2} = 5 \Omega$$

El calor generado por el conjuntos es:

$$Q = \frac{V^2}{R} \cdot t = \frac{4,5^2}{5} \cdot 1 = 4,05 \text{ J} , \text{ el mismo calor que la anterior.}$$



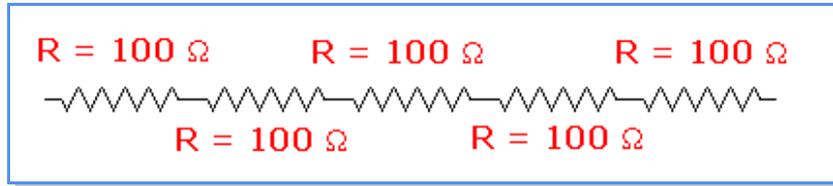
1 4 Supón que tienes varias resistencias de 100Ω cada una. Señala cómo las conectarías para tener una resistencia de:

- a) 500Ω . b) 25Ω . c) 125Ω . d) 350Ω .

Utiliza en cada caso el menor número de resistencias posible.



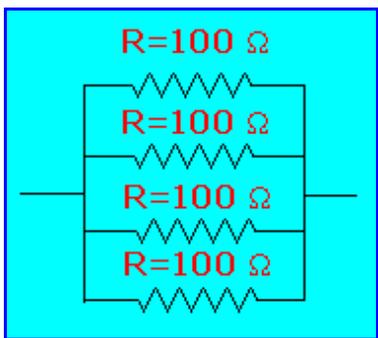
a) Necesitarías conectar 5 resistencias de 100 Ω en serie.



La resistencia equivalente del conjunto es :

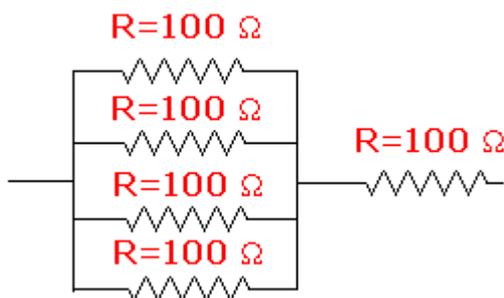
$$R_e = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 = 5 R = 5 \cdot 100 = 500 \Omega.$$

b) Para que el conjunto tenga 25 Ω, necesitamos cuatro resistencias en paralelo :



$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} = \frac{4}{R} \Rightarrow R_e = \frac{R}{4} = \frac{100}{4} = 25 \Omega$$

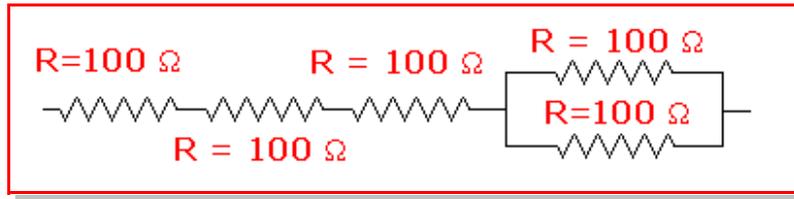
c) Para que la resistencia equivalente sea de 125 Ω, necesitamos sumar una de 100 Ω al conjunto anterior, es decir 5 en total, cuatro en paralelo y la quinta en serie con el paralelo.



R_p = resistencia equivalente de cuatro resistencias individuales de 100 Ω asociadas en paralelo = 25 Ω, que se ha calculado en el apartado anterior.

$$R_e = R_p + R = 25 + 100 = 125 \Omega.$$

d) Para tener una resistencia equivalente de 350 Ω, necesitamos conectar 5 resistencias de 100 Ω, tres en serie y las otras dos en paralelo con la serie.



Hallamos primero la resistencia equivalente del conjunto de las dos resistencias en paralelo :

$$\frac{1}{R_p} = \frac{2}{R} \Rightarrow R_p = \frac{R}{2} = \frac{100}{2} = 50 \Omega$$

Si ahora sumamos las tres en serie y este conjunto en paralelo tenemos la resistencia buscada :

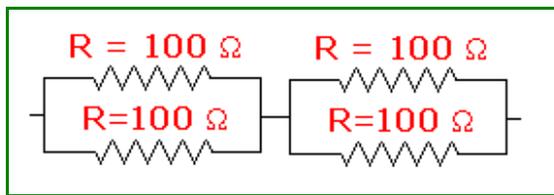
$$R_e = 3R + R_p = 3 \cdot 100 + 50 = 350 \Omega$$



15 Cada una de las resistencias del problema anterior soporta una potencia de 1 W. ¿ Cómo debemos conectar las resistencias para tener una combinación cuya resistencia equivalente siga siendo de 100 Ω,, pero admita una potencia de 4 W ?



Debemos conectar cuatro en paralelo dos a dos :



La resistencia equivalente de cada conjunto en paralelo, es como hemos calculado en el último apartado del problema anterior :

$$R_p = 50 \Omega$$

Por tanto el conjunto de los dos paralelos tendrán una resistencia de

$$R_e = 2 R_p = 2 \cdot 50 = 100 \Omega$$

Como cada resistencia consume 1 W las cuatro consumirá 4 W de potencia.



16 Una cinta de luces de adorno para un árbol de navidad está formada por 22 bombillas unidas en serie, cada una de ellas con las siguientes características: 10 V-2,5 W.

Calcula la intensidad que recorre el circuito cuando conectamos las bombillas a la red (220 V).



Hallamos primero la resistencia de cada una de las bombillas ($P = 2,5 \text{ W}$, $V = 10 \text{ V}$) :

$$P = \frac{V^2}{R} \Leftrightarrow R = \frac{V^2}{P} = \frac{10^2}{2,5} = 40 \Omega$$

Al montar un circuito de 22 en serie la resistencia equivalente del circuito será la suma de las 22 resistencias individuales :

$$R_e = 22 \cdot R = 22 \cdot 40 \Omega = 880 \Omega.$$

Si este circuito lo conectamos a una red que proporciona una d.d.p. de $\Delta V = 220 \text{ V}$, la intensidad que recorre el circuito es, aplicando la ley de Ohm:

$$I = \frac{\Delta V}{R_e} = \frac{220 \text{ V}}{880 \Omega} = 0,25 \text{ A}$$

