300 W. ¿Cuál es la que tiene la resistencia mayor y cuánto vale? Contesta la misma pregunta pero para la de resistencia menor.

Si las conectáramos a una corriente de 125 V, ¿qué magnitudes físicas cambiarían? ¿Lucirían más o menos?

Solución:

Como $P = V\,I$ y $V = I\,R \Rightarrow P = \dfrac{V^2}{R}$, de donde $R = \dfrac{V^2}{P}$, por lo que tendrá mayor resistencia la de menor potencia: $R = \dfrac{V^2}{P} = \dfrac{(220\ \text{V})^2}{25\ \text{W}} = 1{,}9 \cdot 10^3\ \Omega$

y la menor será $R = \dfrac{V^2}{P} = \dfrac{(220\ \text{V})^2}{300\ \text{W}} = 1{,}6 \cdot 10^2\ \Omega$

Al conectarla a una diferencia de potencial menor no varía la resistencia, al ser debida a la propia constitución interna de la bombilla. Como V varía sin hacerlo R, la potencia varía, ya que hay una fórmula que relaciona directamente las tres magnitudes. Lo mismo ocurre para I.

Al disminuir V sin variar R, el valor de la potencia disminuye, por lo que las bombillas lucirían menos. En el caso contrario las bombillas lucirían más, pero a costa de emitir más energía de la que deberían, y por eso se funden rápidamente.

Actividad de ampliación pág. 369

Conectamos una batería de fem ε = 12 V y resistencia interna r = 0,65 Ω a un circuito de iluminación donde colocamos en paralelo 4 bombillas que marcan 12 V y 40 W.

a) **¿Qué valor tiene la resistencia equivalente del circuito sin tener en cuenta la batería?**

b) **¿Qué intensidad real recorre el circuito?**

c) **¿Cuál es la diferencia de potencial real que existe entre los bornes de cada bombilla?**

d) **¿Qué potencia real disipa cada bombilla?**

e) **¿Cuántas calorías desprende la batería si está en funcionamiento 3 horas?**

Solución:

a) $R_1 = \dfrac{V^2}{P} = \dfrac{(12\ \text{V})^2}{40\ \text{W}} = 3{,}6\ \Omega$

Como son 4 bombillas de la misma resistencia:

$$R_T = \frac{R_1\,R_2\,R_3\,R_4}{4\,R_2\,R_3\,R_4} = \frac{R_1}{4} = 3{,}6\ \Omega/4 = 0{,}9\ \Omega$$

b) Aplicando la Ley de Ohm generalizada:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} = \frac{12\ \text{V}}{0{,}65\ \Omega + 0{,}9\ \Omega} = 7{,}7\ \text{A}$$

c) Por cada bombilla pasa la cuarta parte de la intensidad total, por lo que

$$V = I\,R = \frac{7{,}7\ \text{A}}{4} \cdot 3{,}6\ \Omega = 6{,}9\ \text{V}$$

d) $P = V\,I = 6{,}9\ \text{V} \cdot \dfrac{7{,}7\ \text{A}}{4} = 13{,}3\ \text{W}$

e) $E = P\,t = R\,I^2\,t = 0{,}65\ \Omega \cdot (7{,}7\ \text{A})^2 \cdot 3\ \text{h} \cdot 3\,600\ \text{s/h} =$

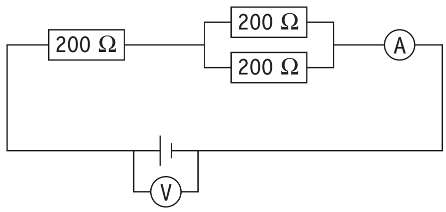
$= 4{,}2 \cdot 10^5\ \text{J} \cdot 0{,}24\ \text{cal/J} = 100\ \text{kcal}$

Es aproximadamente la cantidad de calor necesaria para llevar 1 L de agua desde el punto de fusión al de ebullición.

Evaluación

1. Dibuja un circuito que contenga dos resistencias de 200 Ω en paralelo entre ellas, que se encuentran en serie con otra resistencia de 200 Ω, donde haya un voltímetro que mida la diferencia de potencial total del circuito (marcado con la letra V) y un amperímetro (marcado con la letra A) que mida la intensidad de corriente total que circula por el circuito. Si la fuente de alimentación es corriente continua de 14 V, calcula la resistencia equivalente del circuito y la intensidad que marcaría el amperímetro.

Solución:



La resistencia equivalente de las dos resistencias en paralelo vale:

$$R_{eq} = \frac{200\ \Omega \cdot 200\ \Omega}{200\ \Omega + 200\ \Omega} = 100\ \Omega$$

La resistencia total será por tanto:

$$R_T = 100\ \Omega + 200\ \Omega = 300\ \Omega$$

La intensidad se saca de la Ley de Ohm, $V = I\,R$, de donde

$I = 14\ \text{V}/300\ \Omega = 0{,}047\ \text{A}$.

2. Calcula los minutos que debe estar en funcionamiento una resistencia de 2000 Ω para que desprenda una cantidad de calor de 5000 cal cuando se conecta a una fuente de alimentación que suministra 220 V.

Solución:

La Ley de Ohm nos permite saber la intensidad que es:

$$V = I\,R,\ \text{de donde}\ I = 220\ \text{V}/2\,000\ \Omega = 0{,}11\ \text{A}$$

La Ley de Joule nos dice que la energía disipada por una resistencia es igual a

$$Q = 0{,}24\,R\,I^2\,t$$

de donde podemos despejar el tiempo:

$$t = \frac{Q}{0{,}24\,R\,I^2} = \frac{5\,000\ \text{cal}}{0{,}24 \cdot 2\,000\ \Omega \cdot (0{,}11\ \text{A})^2} = 860\ \text{s} \cdot \frac{1\ \text{minuto}}{60\ \text{s}} =$$

$$= 14{,}33\ \text{minutos}$$

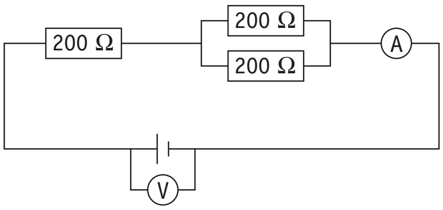
3. Calcula la carga eléctrica que deben tener dos esferas igualmente cargadas para que su fuerza de repulsión cuando se encuentran a 10 cm de distancia una de otra sea de 22,5 N.

Datos: **K = 9 · 10⁹ N m² C⁻².**

Evaluación

1. Dibuja un circuito que contenga dos resistencias de 200 Ω en paralelo entre ellas, que se encuentran en serie con otra resistencia de 200 Ω, donde haya un voltímetro que mida la diferencia de potencial total del circuito (marcado con la letra V) y un amperímetro (marcado con la letra A) que mida la intensidad de corriente total que circula por el circuito. Si la fuente de alimentación es corriente continua de 14 V, calcula la resistencia equivalente del circuito y la intensidad que marcaría el amperímetro.

Solución:



La resistencia equivalente de las dos resistencias en paralelo vale:

$$R_{eq} = \frac{200\ \Omega \cdot 200\ \Omega}{200\ \Omega + 200\ \Omega} = 100\ \Omega$$

La resistencia total será por tanto:

$$R_T = 100\ \Omega + 200\ \Omega = 300\ \Omega$$

La intensidad se saca de la Ley de Ohm, $V = I\,R$, de donde $I = 14\ \text{V}/300\ \Omega = 0{,}047$ A.

2. Calcula los minutos que debe estar en funcionamiento una resistencia de 2 000 Ω para que desprenda una cantidad de calor de 5 000 cal cuando se conecta a una fuente de alimentación que suministra 220 V.

Solución:

La Ley de Ohm nos permite saber la intensidad que es:

$$V = I\,R,\ \text{de donde } I = 220\ \text{V}/2\,000\ \Omega = 0{,}11\ \text{A}$$

La Ley de Joule nos dice que la energía disipada por una resistencia es igual a

$$Q = 0{,}24\ R\,I^2\,t$$

de donde podemos despejar el tiempo:

$$t = \frac{Q}{0{,}24\ R\,I^2} = \frac{5\,000\ \text{cal}}{0{,}24 \cdot 2\,000\ \Omega \cdot (0{,}11\ \text{A})^2} = 860\ \text{s} \cdot \frac{1\ \text{minuto}}{60\ \text{s}} = 14{,}33\ \text{minutos}$$

3. Calcula la carga eléctrica que deben tener dos esferas igualmente cargadas para que su fuerza de repulsión cuando se encuentran a 10 cm de distancia una de otra sea de 22,5 N.

***Datos:* K = 9 · 10⁹ N m² C⁻².**

Solución:

Aplicando la Ley de Coulomb y despejando la carga:

$$F = \text{K}\,\frac{Q\,q}{d^2} \Leftrightarrow q^2 = \frac{F\,d^2}{\text{K}} \Leftrightarrow q = \sqrt{\frac{F\,d^2}{\text{K}}} = \sqrt{\frac{22{,}5\ \text{N} \cdot (0{,}1\ \text{m})^2}{9 \cdot 10^9\ \text{N m}^2\ \text{C}^{-2}}} = 5 \cdot 10^{-6}\ \text{C} = 5\ \mu\text{C}$$

4. Una carga crea un potencial de 630 V a una distancia *r* de su centro. En ese mismo punto, el campo eléctrico alcanza un valor de 7 000 N C⁻¹. ¿Qué valor tiene la carga? Si en ese punto colocamos una carga de –3 μC, ¿qué fuerza actuará sobre ella?

Solución:

Como el potencial es $V = \text{K}\frac{Q}{d}$ y el campo es igual a $E = \text{K}\frac{Q}{d^2}$, si despejamos d de la primera ecuación y lo sustituimos en la segunda, nos queda:

$$d = \text{K}\frac{Q}{V}; \quad E = \text{K}\frac{Q}{d^2} = \text{K}\frac{Q}{\left(\text{K}\frac{Q}{V}\right)^2} = \frac{\text{K}\,Q}{\text{K}^2\frac{Q^2}{V^2}} = \frac{V^2}{\text{K}\,Q}$$

$$Q = \frac{V^2}{\text{K}\,E} = \frac{(630\ \text{V})^2}{9 \cdot 10^9\ \text{N m}^2\ \text{C}^{-2} \cdot 7\,000\ \text{N C}^{-1}} = 6{,}3 \cdot 10^{-9}\ \text{C}$$

(Se puede solucionar hallando d, pero esta forma no depende de valores previamente calculados por nosotros, sino sólo de datos.)

Para calcular la fuerza, no hay nada más que comparar $F = \text{K}\frac{Q\,q}{d^2}$ con $E = \text{K}\frac{Q}{d^2}$ para obtener $F = q\,E = -3 \cdot 10^{-6}\ \text{C} \cdot 7\,000\ \text{N C}^{-1} = -2{,}1 \cdot 10^{-2}\ \text{N}$, fuerza que por ser negativa es atractiva.

5. Una pila es capaz de generar una fem de 1,5 V. Si la resistencia interna de la pila es de 5 Ω y la conectamos a un circuito que tiene una resistencia total de 230 Ω, ¿qué intensidad circulará por el circuito? ¿Cuál será la diferencia de potencial entre los bornes de la pila? ¿Cuánto calor desprenderá la pila en un minuto?

Solución:

La Ley de Ohm generalizada nos dice que $\varepsilon = I\,(R + r)$, por lo que la intensidad que circula por el circuito será

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} = \frac{1{,}5\ \text{V}}{230\ \Omega + 5\ \Omega} = \frac{1{,}5\ \text{V}}{235\ \Omega} = 6{,}4 \cdot 10^{-3}\ \text{A} = 6{,}4\ \text{mA}$$

La diferencia de potencial entre los bornes de la pila vendrá dada por

$$V = I\,R = 6{,}4 \cdot 10^{-3}\ \text{A} \cdot 230\ \Omega = 1{,}47\ \text{V}$$

La cantidad de calor desprendido por la pila será

$$Q = 0{,}24\ R\,I^2\,t = 0{,}24 \cdot 5\ \Omega \cdot (6{,}4 \cdot 10^{-3}\ \text{A})^2 \cdot 60\ \text{s} = 0{,}003\ \text{J} = 3\ \text{mJ}$$