

Problema resuelto N° 1 (Fuente Enunciado: IES VICTORIA KENT.ACL. Resolución: A. Zaragoza López)

1. Una bombilla lleva la inscripción 60 W, 220 V. Calcula: a) La intensidad de la corriente que circula por ella; b) la energía que consume en un día expresada en Julios y en kW-h.

Resolución

Datos: $P = 60 \text{ W}$, $\Delta V = 220 \text{ V}$

a)

La bombilla consume una potencia de 60 W y sabemos que la potencia viene dada por la ecuación:

$$P = I^2 \cdot R$$

$$60 \text{ W} = I^2 \cdot R \quad (1)$$

La ley de Ohm nos dice que:

$$I = (V_A - V_B) / R$$

Podemos despejar R:

$$R = (V_A - V_B) / I$$

y esta expresión de R la llevamos a la ecuación (1):

$$60 \text{ W} = I^2 \cdot (V_A - V_B) / I \rightarrow 60 \text{ W} = I \cdot 220 \text{ V}$$

$$I = 60 \text{ W} / 220 \text{ V} = 0,27 \text{ A}$$

b)

La energía de la corriente eléctrica viene dada por la ecuación:

$$W = I^2 \cdot R \cdot t \quad (1)$$

El tiempo que está encendida es de un día. Pero para llevar el tiempo a la ecuación anterior el tiempo debe venir es segundos:

Por el factor de conversión:

$$24 \text{ h} \cdot 3600 \text{ s} / 1 \text{ h} = 86400 \text{ s}$$

PROBLEMAS Y EJERCICIOS RESUELTOS SOBRE LA LEY DE JOULE

Recordemos:

$$R = (V_A - V_B) / I \rightarrow R = 220 \text{ V} / 0,27 \text{ A} = 814,8 \Omega$$

Si nos vamos a la ecuación (1):

$$W = (0,27 \text{ A})^2 \cdot 814,8 \Omega \cdot 86400 \text{ s} = 5132066,68 \text{ Julios}$$

Sabemos que potencia equivale:

$$P = W / t ; W = P \cdot t$$

El Kw . h es, según la ecuación anterior, una unidad de trabajo.

La potencia viene dada por la ecuación:

$$P = W / t = 5,13 \cdot 10^6 \text{ J} / 3600 \text{ s} = 1425,57 \text{ W} \cdot 1 \text{ Kw} / 1000 \text{ W} = \\ = 1,425 \text{ Kw}$$

Hemos establecido que:

$$W = P \cdot t = 1,425 \text{ Kw} \cdot 1 \text{ H} = 1,425 \text{ Kw} \cdot h$$

También podemos abordar este último cálculo estableciendo la relación entre el Kw-h y el Julio. Ambas magnitudes son unidades de energía. Veamos:

$$1 \text{ Kw} \cdot h \cdot 1000 \text{ w} / 1 \text{ Kw} \cdot 3600 \text{ s} / 1 \text{ h} = 36 \cdot 10^5 \text{ w} \cdot \text{s} = \\ \downarrow \\ \text{J} / \text{s}$$

$$= 36 \cdot 10^5 (\text{J} / \text{s}) \cdot \text{s} = 36 \cdot 10^5 \text{ Julios}$$

Podemos establecer que:

$$1 \text{ Kw-h} / 36 \cdot 10^5 \text{ J}$$

Luego los Julios iniciales equivalen a:

$$5132066,68 \text{ Julios} \cdot 1 \text{ Kw-h} / 36 \cdot 10^5 \text{ Julios} = 1,425 \text{ Kw-h}$$

Ejercicio resuelto N° 2 (Fuente Enunciado: IES VICTORIA KENT.ACL. Resolución: A. Zaragoza López)

Un radiador tiene una potencia de 2000 W y funciona a 220 V.

Calcula: a) La intensidad de la corriente que circula por el radiador; b) la energía disipada en 30 minutos; c) si esta energía se invierte en calentar 20 L de agua que están a 4 °C, ¿hasta qué temperatura podremos calentar el agua?. $C_e = 4180 \text{ J/kgK}$

Resolución

Datos: $P = 2000 \text{ w}$; $(V_A - V_B) = 220 \text{ V}$

a)

Recordemos que la potencia viene expresada por la ecuación:

$$P = I^2 \cdot R \quad (1)$$

Ohm nos dice:

$$I = (V_A - V_B) / R \quad (2)$$

Despejamos de (2) la R:

$$R = (V_A - V_B) / I$$

Llevamos el valor de la R a la ecuación (1):

$$2000 \text{ w} = I^2 \cdot (V_A - V_B) / I ; \quad 2000 \text{ w} = I \cdot 220 \text{ V}$$

$$I = 2000 \text{ w} / 220 \text{ V} = 9,09 \text{ A}$$

b)

$$E_{\text{disipada}} = I^2 \cdot R \cdot t$$

Debemos conocer la “R”. En el apartado anterior se demostró que:

$$R = (V_A - V_B) / I ; \quad R = 220 \text{ V} / 9,09 \text{ A} = 24,2 \Omega$$

Luego:

$$30 \text{ min} \cdot 60 \text{ s} / 1 \text{ min} = 1800 \text{ s}$$

PROBLEMAS Y EJERCICIOS RESUELTOS SOBRE LA LEY DE JOULE

$$E_{disipada} = (9,09 \text{ A})^2 \cdot 24,2 \Omega \cdot 1800 \text{ s} = 3599280,036 \text{ J}$$

c)

La energía del apartado anterior se transforma en calor y dicho calor lo utilizamos para calentar 20 L de agua. El calor ganado por el agua es directamente proporcional a la masa de agua, al incremento de temperatura siendo el coeficiente de proporcionalidad el llamado calor específico que depende únicamente de la sustancia a calentar. Su expresión viene dada por:

$$Q_{ganado} = C_e \cdot m \cdot (t_f - t_o)$$

Si utilizamos la densidad del agua podemos conocer la masa de agua equivalente a los 20 L de la misma:

$$d = m / V \rightarrow m = d \cdot V$$

$$d_{\text{agua}} = 1 \text{ gr} / \text{cm}^3$$

$$20 \text{ L} \cdot 1000 \text{ cm}^3 / 1 \text{ L} = 20000 \text{ cm}^3$$

Por tanto:

$$m = (1 \text{ gr} / \text{cm}^3) \cdot 20000 \text{ cm}^3 = 20000 \text{ g} \cdot 1 \text{ Kg} / 1000 \text{ g} = 20 \text{ Kg}$$

Nos vamos a la ecuación:

$$Q_{ganado} = C_e \cdot m \cdot (t_f - t_o) ; 3,59 \cdot 10^6 \text{ J} = 4180 \text{ J/kgK} \cdot 20 \text{ Kg} (t_f - 4)$$

$$3,59 \cdot 10^6 \text{ J} = 83600 \text{ J} / ^\circ\text{C} (t_f - 4)$$

$$3,59 \cdot 10^6 \text{ J} = 83600 \text{ J} / ^\circ\text{C} t_f - 334400 \text{ J} / ^\circ\text{C}$$

$$3,59 \cdot 10^6 \text{ J} \cdot ^\circ\text{C} = 83600 \text{ J} t_f - 334400 \text{ J} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$3,59 \cdot 10^6 \cdot ^\circ\text{C} + 334400 \cdot ^\circ\text{C} = 83600 t_f ; t_f = 46,94 ^\circ\text{C}$$

NOTA:

En las tablas del calor específico las unidades vienen dadas en J / Kg.K pero suponemos que los grados Kelvin son grados centígrados (°C).

Ejercicio resuelto N° 3 (Fuente Enunciado: IES VICTORIA KENT.ACL. Resolución: A. Zaragoza López)

Una plancha de 600 W se conecta a un enchufe de 125 V. Calcula:

a) La intensidad de la corriente que circula por la plancha; b) la cantidad de calor que desprende la plancha en 5 minutos.

Resolución

Datos: $P = 600 \text{ W}$; $V_A - V_B = 125 \text{ V}$

Sabemos que:

$$P = I^2 \cdot R \quad (1)$$

Ohm nos dice:

$$I = (V_A - V_B) / R \rightarrow R = (V_A - V_B) / I$$

Si llevamos R a la ecuación (1):

$$600 \text{ W} = I^2 \cdot (V_A - V_B) / I ; 600 \text{ W} = I \cdot (V_A - V_B)$$

$$I = 600 \text{ W} / 125 \text{ V} = 4,8 \text{ A}$$

b)

La energía disipada depende de la intensidad de corriente, de la resistencia por donde pasa la corriente y el tiempo que esté funcionando la plancha:

$$E_{\text{disipada}} = I^2 \cdot R \cdot t \quad (1)$$

$$t = 5 \text{ min} \cdot 60 \text{ s} / \text{min} = 300 \text{ s}$$

La resistencia la podemos conocer por la ecuación:

$$R = (V_A - V_B) / I ; R = 125 \text{ V} / 4,8 \text{ A} = 26,04 \Omega$$

Si nos vamos a la ecuación (1):

$$E_{disipada} = (4,8 \text{ A})^2 \cdot 26,04 \Omega \cdot 300 \text{ s} = 179988,48 \text{ J}$$

Ejercicio resuelto N° 4 (Fuente Enunciado: IES VICTORIA KENT.ACL. Resolución: A. Zaragoza López)

Calentamos un cazo eléctrico con 600 mL de agua durante 5 minutos empleando una corriente de 110 V, la intensidad de la corriente es de 2,5 A. a) ¿Qué energía eléctrica hemos suministrado?; b) suponiendo que la temperatura del agua pasó de 10 °C a 35°C, ¿qué energía aprovechó el cazo?; c) ¿cuál ha sido el rendimiento?. $C_e = 4180 \text{ J/kgK}$.

Resolución

Datos: $V_{ol} = 600 \text{ ml}$; $t = 5 \text{ min}$; $(V_A - V_B) = 110 \text{ V}$; $I = 2,5 \text{ A}$

a)

$$E_{eléctrica} = I^2 \cdot R \cdot t \quad (1)$$

$$T = 5 \text{ min} \cdot 60 \text{ s} / 1 \text{ min} = 300 \text{ s}$$

Por la ley de Ohm:

$$R = (V_A - V_B) / I ; R = 110 \text{ V} / 2,5 \text{ A} = 44 \Omega$$

Nos vamos a la ecuación (1):

$$E_{eléctrica} = (2,5 \text{ A})^2 \cdot 44 \Omega \cdot 300 \text{ s} = 82500 \text{ J}$$

b)

$$\Delta t = t_f - t_o = 35 - 10 = 25 \text{ °C}$$

Esta elevación de temperatura necesita un aporte de energía:

$$E_{ganada} = C_e \cdot m \cdot \Delta t$$

PROBLEMAS Y EJERCICIOS RESUELTOS SOBRE LA LEY DE JOULE

La masa de agua la calcularemos en función de la densidad de la misma:

$$d = m / V ; m = d \cdot V ; m = 1 \text{ g / cm}^3 \cdot 600 \text{ cm}^3$$

Recordar que:

$$1 \text{ cm}^3 = 1 \text{ ml}$$

Según la ecuación anterior:

$$m_{H_2O} = 600 \text{ g} = 600 \text{ g} \cdot 1 \text{ Kg} / 1000 \text{ g} = 0,6 \text{ Kg}$$

Podemos aplicar la ecuación que se estableció:

$$E_{ganada} = C_e \cdot m \cdot \Delta t = 4180 \text{ J / Kg} \cdot \text{K} \cdot 0,6 \text{ Kg} \cdot 25 \text{ }^\circ\text{C} = 62700 \text{ J}$$

c)

Al cazo se le aportó 82500 J y de ellos solo utilizó 62700 J.

No me guata utilizar la “regla de tres” pero en este caso es más fácil explicarnos el resultado:

$$\text{Si } 82500 \text{ J} \text{ ----- } 100 \%$$

$$\text{Los } 62700 \text{ J} \text{ ----- } x$$

$$x = 62700 \text{ J} \cdot 100 \% / 82500 \text{ J} = 76 \%$$

Ejercicio resuelto N° 5 (Fuente Enunciado: IES VICTORIA KENT.ACL. Resolución: A. Zaragoza López)

Una bombilla de 100 W está conectada a 220 V. Calcula: a) La intensidad de la corriente que circula por ella; b) el valor de su resistencia; c) la energía que consume en un mes si está encendida 5 horas al día.

Resolución

Datos: $P = 100 \text{ W}$; $(V_A - V_B) = 220 \text{ V}$; $t = 31 \text{ días} \cdot 5 \text{ h / día} = 155 \text{ h}$

a)

Recordemos que la potencia viene expresada por la ecuación:

$$P = I^2 \cdot R \quad (1)$$

PROBLEMAS Y EJERCICIOS RESUELTOS SOBRE LA LEY DE JOULE

Ohm nos decía que:

$$I = (V_A - V_B) / R \quad (2)$$

De la ecuación (2) podemos despejar “R”:

$$R = (V_A - V_B) / I$$

Podemos llevar el valor de la “R” a la ecuación (1):

$$P = I^2 \cdot (V_A - V_B) / I ; \quad P = I \cdot (V_A - V_B) \quad (3)$$

De la ecuación (3) podemos despejar la Intensidad:

$$I = P / (V_A - V_B) \quad (4)$$

Podemos llevar a la ecuación (4) los datos numéricos:

$$I = 100 \text{ W} / 220 \text{ V} = 0,45 \text{ A}$$

b)

El valor de la resistencia lo calcularemos mediante la ecuación:

$$R = (V_A - V_B) / I ; \quad R = 220 \text{ V} / 0,45 \text{ A} = 488,9 \Omega$$

c)

La energía consumida viene dada por la expresión:

$$E_{\text{consumida}} = I^2 \cdot R \cdot t$$

$$E_{\text{consumida}} = (0,45 \text{ A})^2 \cdot 488,9 \Omega \cdot 155 \text{ h} = 15345,35 \text{ J}$$

Ejercicio resuelto N° 6 (Fuente Enunciado: IES VICTORIA KENT.ACL. Resolución: A. Zaragoza López)

Un hornillo eléctrico consiste en una resistencia de 22 ohmios conectada a una diferencia de potencial de 220 V. Calcula: a) La energía consumida cada minuto de funcionamiento; b) Si el 80% de la energía transformada se utiliza para calentar 5 L de agua de 20°C a 100°C ¿Cuánto tiempo tiene que estar funcionando el hornillo?

Ce= 4180 J/kgK.

SOL: a) 132000 J; b) 15,8 min

Resolución

PROBLEMAS Y EJERCICIOS RESUELTOS SOBRE LA LEY DE JOULE

Datos: $R = 22 \Omega$; $(V_A - V_B) = 220 \text{ V}$
 $t = 1 \text{ min} \cdot 60 \text{ s} / 1 \text{ min} = 60 \text{ s}$

a)

La energía consumida viene determinada por la ecuación:

$$E_{\text{consumida}} = I^2 \cdot R \cdot t \quad (1)$$

Debemos conocer la intensidad de corriente y para ello Ohm tiene mucho que decir:

$$I = (V_A - V_B) / R ; I = 220 \text{ V} / 22 \Omega = 10 \text{ A}$$

Llevamos los datos a la ecuación (1):

$$E_{\text{consumida}} = (10 \text{ A})^2 \cdot 22 \Omega \cdot 60 \text{ s} = 132000 \text{ J}$$

b)

Para calentar una masa de agua de 20°C a 100°C necesitamos una energía que debe ser proporcionada por la resistencia del hornillo:

$m_{\text{agua}} = 5 \text{ Kg}$ \rightarrow Esta masa de agua podéis obtenerla saiendo que la densidad del agua es $d = 1 \text{ g} / \text{cm}^3$.

$$\Delta t = t_f - t_o = 100 - 20 = 80^\circ\text{C}$$

$$Q = 4180 \text{ J} / \text{Kg} \cdot \text{K} \cdot 5 \text{ Kg} \cdot 80^\circ\text{C} = 1672000 \text{ J}$$

Esta energía debe ser proporcionada por el generador y viene dada por la ecuación:

$$E_{\text{consumida}} = I^2 \cdot R \cdot t$$

Pero tal como está planteada supondría el 100% de transformación.

En nuestro caso solo se utiliza el 80%. El 80% de:

$$E_{\text{consumida}} = I^2 \cdot R \cdot t$$

Procederemos de la siguiente forma:

$$\begin{array}{l} \text{El 100\% ----- } I^2 \cdot R \cdot t \text{ Julios} \\ \text{El 80 \% ----- } x \end{array}$$

$$x = I^2 \cdot R \cdot t \cdot 80 / 100 \text{ J}$$

$$I^2 \cdot R \cdot t \cdot 80 / 100 \text{ J} = 1672000 \text{ J}$$

$$(10 \text{ A})^2 \cdot 22 \Omega \cdot t \cdot 80 / 100 \text{ J} = 1672000 \text{ J}$$

$$1760 \cdot t \cdot \text{J} = 1672000 \text{ J} ; t = 950 \text{ s}$$

$$t = 950 \text{ s} \cdot 1 \text{ min} / 60 \text{ s} = 15,8 \text{ min}$$

Ejercicio resuelto N° 7 (Fuente Enunciado: IES VICTORIA KENT.ACL. Resolución: A. Zaragoza López)

Un calentador eléctrico conectado a una línea de 220 V ha calentado en 15 min 2,5 L de agua, haciendo que la temperatura pase de 15 °C a 60°C. Calcula la potencia del calentador sin tener en cuenta las posibles pérdidas.

$$C_e = 4180 \text{ J/kgK}$$

Resolución

$$\text{Datos: } (V_A - V_B) = 220 \text{ V} ; t = 15 \text{ min} \cdot 60 \text{ s} / 1 \text{ min} = 900 \text{ s}$$

$$V_{\text{agua}} = 2,5 \text{ L} ; \Delta t = (t_f - t_o) = 60 - 15 = 45^\circ\text{C}$$

La potencia del calentador viene dada por la ecuación:

$$P = I^2 \cdot R$$

Para calentar un volumen de agua de 2,5 L de 15°C a 60°C necesita una energía:

$$W = C_e \cdot m \cdot \Delta t$$

PROBLEMAS Y EJERCICIOS RESUELTOS SOBRE LA LEY DE JOULE

Sabiendo que la densidad del agua es 1 g / cm^3 podéis llegar fácilmente a la conclusión que la masa de agua es de 2,5 Kg:

$$d = m / V ; m = d \cdot V ; m_{H_2O} = 1 \text{ g / cm}^3 \cdot 2,5 \text{ L} \cdot 1000 \text{ cm}^3 / 1 \text{ L} = \\ = 2500 \text{ g} \cdot 1 \text{ Kg} / 1000 \text{ g} = 2,5 \text{ Kg}$$

$$W = 4180 \text{ J / Kg} \cdot \text{K} \cdot 2,5 \text{ Kg} \cdot 45 \text{ }^\circ\text{C} = 470250 \text{ J}$$

Esta energía es proporcionada por la corriente eléctrica y que viene dada por la ecuación:

$$W = I^2 \cdot R \cdot t$$

Podemos establecer la igualdad:

$$I^2 \cdot R \cdot t = 470250 \text{ J}$$

Si llevamos el tiempo a la derecha de la ecuación:

$$I^2 \cdot R = 470250 \text{ J} / t$$

El miembro de la izquierda es concretamente la Potencia del calentador y por lo tanto:

$$P = I^2 \cdot R = 470250 \text{ J} / 900 \text{ s} = 522,5 \text{ W}$$

Ejercicio resuelto N° 8 (Fuente Enunciado: IES VICTORIA KENT.ACL. Resolución: A. Zaragoza López)

Introduciendo un calentador de inmersión de 500 W y 110 V en 1,5 L de agua a $10 \text{ }^\circ\text{C}$ se observa que ésta empieza a hervir al cabo de 25 min. Calcula: a) La energía eléctrica gastada; b) la energía útil obtenida por calentamiento del agua; c) el rendimiento del calentador. $C_e = 4180 \text{ J/kgK}$

Resolución

Datos: $P = 500 \text{ W}$; $(V_A - V_B) = 110 \text{ V}$; $V_{H_2O} = 1,5 \text{ L}$

$t_o = 10^\circ\text{C}$; t_f (temperatura de ebullición del agua = $100 \text{ }^\circ\text{C}$)

PROBLEMAS Y EJERCICIOS RESUELTOS SOBRE LA LEY DE JOULE

$$\Delta t = (t_f - t_o) = 100 - 10 = 90^\circ\text{C}$$

$$t = 25 \text{ min} \cdot 60 \text{ s} / 1 \text{ min} = 1500 \text{ s}$$

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = d \cdot V = 1 \text{ g/cm}^3 \cdot 1,5 \text{ L} \cdot 1000 \text{ cm}^3 / 1 \text{ L} = 1500 \text{ g} = \\ = 1500 \text{ g} \cdot 1 \text{ Kg} / 1000 \text{ g} = 1,5 \text{ Kg}$$

a)

La energía eléctrica gastada obedece a la ecuación:

$$W = I^2 \cdot R \cdot t \quad (1)$$

Debemos conocer la intensidad de corriente y la resistencia del calentador.

Recordar que:

$$P = I^2 \cdot R \quad (2)$$

Que Ohm dice:

$$R = (V_A - V_B) / I \quad (3)$$

Llevamos "R" a la ecuación (2):

$$P = I^2 \cdot (V_A - V_B) / I = I \cdot (V_A - V_B)$$

$$500 \text{ W} = I \cdot 110 \text{ V} ; \quad I = 4,54 \text{ A}$$

Si nos vamos a la ecuación (3):

$$R = 110 \text{ V} / 4,54 \text{ A} = 24,23 \Omega$$

Ya podemos irnos a la ecuación (1):

$$W = (4,54 \text{ A})^2 \cdot 24,23 \Omega \cdot 1500 \text{ s} = 749128,6 \text{ J}$$

b)

La energía eléctrica gastada en calentar el agua es:

$$W = C_e \cdot m \cdot \Delta t$$

$$W = 4180 \text{ J/Kg} \cdot \text{K} \cdot 1,5 \text{ Kg} \cdot 90^\circ\text{C} = 564300 \text{ J}$$

c)

Al calentador le llegan 749128,6 J pero solo gasta 564300 J. Estos datos nos dicen que el calentador no trabaja al 100%. Calculemos el rendimiento del calentador:

$$100 J_{\text{reales}} \cdot 564300 J_{\text{útiles}} / 749128,6 J_{\text{reales}} = 75,3 \%$$

