

■ Actividades de comprobación

- 3.1.** Para un sistema cerrado, el primer principio de la termodinámica o principio de conservación de la energía se expresa:
- $W = \Delta E$.
 - $E_{\text{cinética}} + E_{\text{potencial}} = 0$.
 - $E_{\text{cinética}} + E_{\text{potencial}} = \text{constante}$.
 - $\Delta E_{\text{cinética}} + \Delta E_{\text{potencial}} + \Delta U = W + Q$.
- 3.2.** Podríamos definir el calor como:
- Una forma de transmitir energía entre diferentes cuerpos.
 - La temperatura que tiene un cuerpo.
 - Un fluido que pasa de los cuerpos calientes a los cuerpos fríos.
 - Una forma de medir la energía que almacena un cuerpo.
- 3.3.** El primer principio de la termodinámica dice que, cuando un cuerpo absorbe calor:
- Se convierte íntegramente en trabajo.
 - Parte se convierte en trabajo y parte, en energía interna.
 - Siempre se convierte íntegramente en un incremento de energía interna.
 - Se cede íntegramente al exterior.
- 3.4.** El trabajo realizado sobre un objeto al trasladarlo 6 m por aplicación de una fuerza de 2 N en la dirección del desplazamiento es:
- De 12 J.
 - De 12 N.
 - De 3 J.
 - De 3 N.
- 3.5.** El calor que recibimos del Sol se transmite por:
- Radiación.
 - Conducción.
 - Convección.
 - Ninguna de las respuestas es correcta.
- 3.6.** El calor, cuando funciona el aire acondicionado, se transmite por:
- Radiación.
 - Conducción.
 - Convección.
 - Ninguna de las respuestas es correcta.
- 3.7.** El calor que recibe una cazuela de un fuego eléctrico es por:
- Radiación.
 - Conducción.
 - Convección.
 - Ninguna de las respuestas es correcta.
- 3.8.** El calor del agua de la piscina que se enfría durante la noche se transmite por:
- Radiación.
 - Conducción.
 - Convección.
 - Ninguna de las respuestas es correcta.
- 3.9.** Cuando un sistema termodinámico puede intercambiar energía, pero no materia con el exterior, puede definirse desde el punto de vista termodinámico como:
- Un sistema cerrado.
 - Un sistema intercambiador de energía.
 - Un sistema abierto.
 - Un sistema aislado.
- 3.10.** ¿Cuál es la afirmación correcta? El calor puede transferirse de tres formas:
- La conducción es la transferencia de calor a través de un objeto sólido: es lo que ocurre cuando el asa de una taza se calienta, aunque el líquido no esté en contacto directo con ella.
 - La convección se produce por el intercambio de moléculas frías y calientes: es la causa de que el agua de una cazuela se caliente uniformemente, aunque solo su parte inferior esté en contacto con el foco de calor.
 - La radiación es la transferencia de calor por radiación electromagnética: es el principal mecanismo por el que un fuego calienta un recinto.
 - La conducción es energía emitida por los cuerpos: es el principal motivo por el que una pared oscura absorbe más calor que una clara.

■ Actividades de aplicación

- 3.11.** Define los tres mecanismos o modos de transmisión del calor indicando sus características fundamentales.
- 3.12.** Un radiador por el que circula vapor trabaja con una temperatura superficial de 85 °C. Su área superficial efectiva es de 1,2 m² y su emisividad es 1. Indica cuánto calor (en kcal/h) será radiado a una habitación cuya temperatura media es de 22 °C.
- 3.13.** Durante el invierno, las superficies interior y exterior de una ventana de vidrio de 0,5 cm de espesor y de 2 m x 2 m están a 10 y a 3 °C, respectivamente. Si la conductividad térmica del vidrio es de 0,78 W/(m x °C). Determina:
- La pérdida de calor por conducción en kJ durante un periodo de 5 h.
 - La pérdida de calor por conducción en kJ durante un periodo de 5 h si el vidrio tuviera un espesor de 1 cm.
 - La resistencia térmica por conducción, la resistencia térmica interna y la conductividad térmica.
- 3.14.** Una pared vertical de un local se compone de:
- Enlucido cemento exterior: $e_1 = 2,5$ cm; $\lambda_1 = 1,15$ W/m x °C.
 - Ladrillo hueco: $e_2 = 20$ cm; $\lambda_2 = 0,5$ W/m x °C.
 - Poliuretano: $e_3 = 14$ cm; $\lambda_3 = 0,03$ W/m x °C.
 - Enlucido de cemento interior: $e_4 = 3$ cm; $\lambda_4 = 1,15$ W/m x °C.
 - Sus dimensiones son: 6 m x 4 m y la temperatura interior es de 22 °C y la exterior de 3 °C.
- Sabiendo esto, calcula: la resistencia térmica total del muro, el coeficiente total de transmisión del calor y la velocidad de transmisión del calor para el muro.
- 3.15.** El muro de una cámara frigorífica de conservación de productos congelados de dimensiones 4 m x 3 m consta de:
- Revoco de cemento de 2 cm de espesor ($\lambda_1 = 0,8$ kcal/h x m x °C).
 - Ladrillo macizo de 1 pie ($\lambda_2 = 0,6$ kcal/h x m x °C).
 - Corcho expandido ($\lambda_3 = 0,05$ kcal/h x m x °C).
 - Ladrillo hueco de 7 cm de espesor ($\lambda_4 = 1,1$ kcal/h x m x °C).
 - Revoco de cemento de 2 cm de espesor ($\lambda_5 = 0,8$ kcal/h x m x °C).
- La temperatura del aire interior de la cámara es de -25 °C y la del aire exterior de 30 °C. Si las pérdidas de calor del muro de la cámara han de ser inferiores a 60 kcal/h, determina: el coeficiente total de transmisión de calor y el espesor de aislamiento (corcho) que debe colocarse.
- Los coeficientes superficiales de transmisión de calor exterior e interior son 20 y 12 kcal/h x m² x °C, respectivamente.
- 3.16.** Calcula cuántas kcal/h se perderán por conducción a través de una puerta de roble ($\lambda = 0,5$ W/(m x °C)) de 40 mm de espesor, 90 cm de ancho y 210 cm de altura si la temperatura de la superficie interior es de 25 °C y la temperatura de la superficie exterior de -5 °C.
- 3.17.** Un tubo de cobre de 10 m por el que circula vapor saturado a 150 °C tiene un diámetro interior de 12 cm y exterior de 15 cm. Está ubicado en el interior de un local a 28 °C y se sabe que, en la parte exterior del tubo, hay una coquilla que actúa de aislante de 3 cm de espesor. Compara la pérdida de calor a través del tubo sin aislar y si después le colocamos un aislante. Dato: la conductividad térmica del tubo es de 0,4 W/m x K y la del aislante es de 0,30 W/m x K.
- 3.18.** Una grúa con un motor de 10 CV eleva 1.000 kg de hierro hasta una altura de 50 m del suelo en 2 min.
- Expresa la potencia del motor en vatios.
 - Establece qué trabajo realiza el motor.
- 3.19.** Calcula el trabajo que realiza el motor de un ascensor en una atracción para subir 906 kg, teniendo en cuenta la masa del ascensor y la de los pasajeros, hasta una altura de 42 m. Averigua la potencia desarrollada por el motor si tarda en subir 28 s.
- 3.20.** Indica cómo se aplica la primera ley de la termodinámica a cada uno de los elementos básicos de una máquina frigorífica. Ten en cuenta la cantidad de calor y el trabajo de cada elemento.
- 3.21.** En un laboratorio, se lleva a cabo una combustión quemando una mezcla de gasolina y de oxígeno en una probeta de volumen constante sumergida en agua. Durante la combustión, se observa que la temperatura del agua aumenta.
- Razona si existe transferencia de calor.
 - Indica si se efectúa algún trabajo y justifica tu respuesta.
 - Deduce el signo de la variación de la energía.

Actividades de ampliación

3.22. LIDER es un programa informático que permite cumplir con la exigencia de Limitación de Demanda Energética establecida en el Documento Básico de la Habitabilidad y Energía del Código Técnico de la Edificación (CTE-HE1). Este programa está diseñado para verificar las exigencias del CTE y, para ello, se realiza una descripción geométrica, constructiva y operacional de los edificios.

El programa puede descargarse a través de la página web: <http://www.codigotecnico.org/web>.

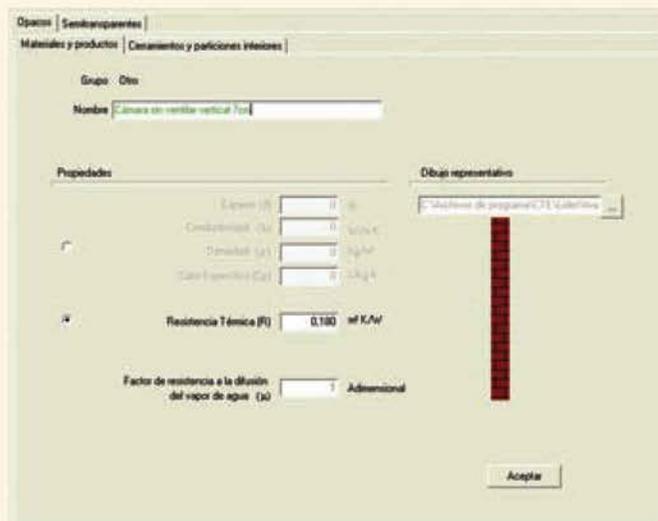


Figura 3.16. Cámara de aire sin ventilación vertical de 7 cm

Realiza la siguiente actividad: tenemos una fachada de obra vista compuesta por los siguientes materiales:

- $\frac{1}{2}$ pie LM métrico o catalán 40 mm < $G < 50$ mm cuyo espesor es de 0,13 m y su resistencia térmica es de 0,30 m² K/W.
- Poliuretano proyectado cuyo espesor es de 0,03 m y su resistencia térmica es de 0,50 m² K/W.
- Cámara sin ventilar vertical de 7 cm cuyo espesor es de 0,07 m y su resistencia térmica es de 0,18 m² K/W.
- Tabique de LH sencillo (40 mm < espesor < 60 mm) cuyo espesor es de 0,04 m y su resistencia térmica es de 0,44 m² K/W.
- Enlucido de yeso < 1.000 cuyo espesor es de 0,01 m y su resistencia térmica es de 0,40 m² K/W.

Determina el coeficiente total de transmisión de calor o transmitancia térmica (U) a partir de los cálculos descritos en el tema y el programa LIDER. Comprueba que, en ambos casos, el resultado es el mismo.

3.23. El aire transmite calor por convección, lo que reduce su capacidad de aislamiento. Por esta razón, se utilizan como aislamiento térmico materiales porosos o fibrosos, capaces de impedir el paso del aire y de retenerlo en el interior de celdillas más o menos estancas. Esto explica por qué, aunque la madera es mejor aislante que el vidrio, suele emplearse fibra de vidrio (material fibroso) para aislar construcciones de madera.

Realiza la siguiente actividad: busca en internet otros materiales aislantes y compara sus coeficientes de conductividad térmica. Señala cuáles serán mejores aislantes: los que tienen un coeficiente alto o los que lo tienen bajo.

3.24. En el reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas, se nos indica qué recipientes, intercambiadores o tuberías y accesorios que trabajen a temperaturas por debajo de 15 °C deberán estar protegidos mediante aislamiento térmico.

También se indica que el aislamiento deberá estar protegido mediante una barrera de vapor, aplicada en la parte exterior del aislante, excepto cuando la permeabilidad del aislante sea suficientemente baja como para garantizar una protección equivalente.

A partir de la información anterior, realiza la siguiente actividad:

Calcula a qué temperatura deberá estar la barrera de vapor si sabemos que esta hace de aislante de una tubería de acero de 10 cm de diámetro interior, 2 cm de espesor y 1 m de longitud por la que circula un fluido a 10 °C, en caso de querer limitar la pérdida de calor a 240 KW. Toma el valor de conductividad térmica del acero de la Tabla 3.3.

3.25. Las cámaras frigoríficas deberán ser diseñadas para mantener en condiciones adecuadas el producto que contienen. Para alcanzar este objetivo, existe una gran diferencia de temperatura entre el interior y el exterior de la misma, por ello se aislarán térmicamente con materiales como el poliestireno expandido, poliestireno extruido, espuma rígida de poliuretano, espumas fenólicas, vidrio celular, corcho expandido, paneles sándwich aislante con recubrimiento metálico o paneles sándwich de poliuretano inyectado. Además, para garantizar la minimización del impacto ambiental, la potencia calorífica que atravesará las paredes será inferior a 8 W/m² para temperaturas positivas (productos frescos) y de 6 W/m² para cámaras con temperatura negativa (productos congelados).

A partir de la información anterior, realiza la siguiente actividad:

Calcula el espesor mínimo de una cámara frigorífica de 2 m^2 de superficie para conservar guisantes congelados a una temperatura de $-18 \text{ }^\circ\text{C}$. Ten en cuenta que la temperatura exterior es de $22 \text{ }^\circ\text{C}$ y que la conductividad térmica de las paredes de la cámara es de $0,02 \text{ W/m} \times \text{K}$.

- 3.26.** En un local refrigerado cuyas dimensiones son 4 m de ancho y 6 m de largo, se desea mantener una temperatura de $13 \text{ }^\circ\text{C}$. Dado que ésta temperatura es inferior a la del ambiente ($25 \text{ }^\circ\text{C}$), el local deberá estar aislado con criterios de optimizar los costes de inversión y consumo eléctrico. El aislamiento se selecciona y dimensiona para conseguir un flujo térmico inferior a 15 W/m^2 (para temperaturas de diseño entre 7 y $20 \text{ }^\circ\text{C}$), de acuerdo con la normativa. Compara el espesor mínimo necesario de aislamiento si se aísla térmicamente con alguno de los siguientes materiales:

Poliestireno expandido. ($\lambda_1 = 0,038 \text{ w /m} \times \text{k}$)

Poliestireno extruido. ($\lambda_2 = 0,034 \text{ W/mK}$)

Espuma rígida de poliuretano. ($\lambda_3 = 0,024 \text{ W/mK}$)

Espumas fenólicas. ($\lambda_4 = 0.02 \text{ w/m K}$)

Vidrio celular. ($\lambda_5 = 0,042 \text{ W/mK}$)

Corcho expandido. ($\lambda_6 = 0,039 \text{ W /mk}$)

Paneles sándwich aislante con recubrimiento metálico. ($\lambda_7 = 0,0375 \text{ W/ mk}$)

Paneles sándwich de poliuretano inyectado. ($\lambda_8 = 0.024 \text{ W/mk}$)

- 3.27.** La puerta isoterma de una cámara frigorífica, cuya superficie es 30 m^2 , lleva dispositivos que permiten su apertura manual desde dentro sin necesidad de llave, aunque desde el exterior se pueda cerrar con llave, de forma que cumple con la normativa. Se desea incorporar a la misma dispositivos de calentamiento, ya que la temperatura interna es inferior a $-5 \text{ }^\circ\text{C}$. Los dispositivos de calentamiento (protegidos mediante un diferencial sensible al contacto de las personas) se pondrán en marcha siempre que funcione la cámara por debajo de dicha temperatura, sin interponer interruptores que puedan impedirlo.

El aislamiento de la puerta se ha de seleccionar en coherencia con el aislamiento de las paredes. De forma que su resistencia térmica será al menos el 70% del valor de la resistencia térmica de la pared salvo si la diferencia entre el interior de la cámara y el exterior de la puerta sea igual o inferior a 10 K , en cuyo caso será del 50% .

Responde a las siguientes cuestiones:

- Indica qué tipo de dispositivos de calentamiento se deberán instalar.
- Calcula el valor mínimo de espesor del poliestireno expandido. ($\lambda = 0,038 \text{ w /m} \times \text{k}$) que actúa de aislamiento de la cámara cuyas paredes tienen una resistencia térmica de $0,67 \text{ }^\circ\text{C/W}$.