

# PROBLEMAS DE FLUIDOS Y CALOR FII

M. en C. Gilberto Mario González Boué

Diciembre de 2002

## Contenido

1. Estática de fluidos
2. Dinámica de fluidos
3. Temperatura y dilatación térmica
4. Calor y cambios de fase
5. Transferencia de calor
6. Gases ideales
7. Trabajo y primera ley de la termodinámica
8. Segunda ley de la termodinámica

## INTRODUCCIÓN

Este material didáctico contiene 110 ejercicios para resolver por los alumnos de la materia de Fluidos y Calor, FII, en el área de Ciencias e Ingeniería. Los ejercicios están estructurados de tal forma que el estudiante se pueda apoyar en el ejercicio anterior para resolver el siguiente. El objetivo es generar un cierto grado de confianza y facilidad en los estudiantes que tienen dificultades para la resolución de problemas de Fluidos y Calor. Se busca que cada ejercicio esté marcado con el grado de dificultad, estimado por el autor entre 1 y 3, donde 1 señala los ejercicios de menor grado de dificultad, mientras que 3 indica el grado de mayor dificultad para el conjunto de ejercicios del tema correspondiente. Sin embargo, en esta primera etapa, el etiquetado del grado de dificultad solo se cumple en los primeros capítulos. Se espera que en una revisión futura la marcación del grado de dificultad y la secuencia entre los ejercicios se generalice.

Otra particularidad de los ejercicios aquí presentados es que la mayoría no tiene el máximo grado de dificultad, grado 4, que presentan algunos de los libros de texto consultados, excepto 3 de ellos que son de este máximo grado y se utilizan aquí como ejemplo de cómo el estudiante puede resolverlos apoyándose en uno de nivel 3 sobre el mismo problema, el cual ha sido

previamente diseñado por el maestro. Sin embargo, en muchos de los casos si se proporcionan los elementos necesarios para poder resolver ejercicios de grado 4, sin incluir estos últimos. Los ejercicios de máximo grado, 4, son escasos en todos los libros de texto utilizados para impartir esta materia.

La mayoría de los ejercicios aquí presentados tiene un alto porcentaje de originalidad, los que no cumplen con esto son referenciados al texto del cual fueron tomados.

Algunos de los problemas representan prácticas de laboratorio, en el sentido de que el mismo ejercicio teórico se resuelve en una práctica de laboratorio diseñada ex profeso por el autor de este Problemario, lo cual le permite al estudiante participar con mayor certidumbre en la práctica que va a realizar.

Finalmente, en algunos ejercicios se incluye una sugerencia de cómo resolverlos, o los puntos importantes a considerar para facilitar su solución. Para facilitar la labor del estudiante, esta tendencia se generalizará en la siguiente revisión.

En el anexo se incluyen algunas tablas de valores de parámetros importantes para consulta en la resolución de los ejercicios que los requieran. También se generalizará la presentación de tales tablas de datos en la siguiente revisión.

## 109 PROBLEMAS DE FLUIDOS Y CALOR (FISICA II)

PROF. GILBERTO MARIO GONZALEZ BOUÉ

Diciembre 2002

### Estática de fluidos

#### Sección 1: Densidad

1. (\*1) Medio litro de alcohol pesa 3.92 N, a) Calcule su masa y b) su densidad.
2. (\*1) Un material, con geometría cilíndrica, tiene las siguientes dimensiones: diámetro  $d = 4$  pulg., altura  $h = 5$  pulg. Su peso es de 25 Kg. a) Calcule su volumen y su densidad.
3. (\*2) Un tubo de vidrio muy alto, cuyo diámetro interior es de 1.128 cm, se encuentra en posición vertical con el fondo tapado. Tiene mercurio en su interior, el cual alcanza una altura de 76 cm. Si la masa de un  $\text{cm}^3$  de mercurio es 13.7 gr. y la de  $1 \text{ cm}^3$  de agua es de 1 gr., a) ¿Qué altura de agua dentro del tubo tendría la misma masa que los 76 cm de altura de mercurio? b) ¿Cuál es el peso específico del mercurio?, c) Obtenga la relación del peso del fluido entre el área de sección transversal en el fondo del tubo, en dinas/ $\text{cm}^2$ , y compárelo con el dato del valor de la presión ambiental estándar en ese sistema de unidades. Explique que podría concluir respecto a la presión ambiental y la respuesta que obtuvo en el inciso a).
4. (\*1) Un material tiene una densidad relativa de 0.85 a) ¿Cuál es su densidad de masa en  $\text{gr}/\text{cm}^3$  y en  $\text{Kg}/\text{m}^3$ ?
5. (\*1) La masa neta de agua contenida en un recipiente completamente lleno es de 450 gr, y la de un líquido desconocido, pesado en el mismo recipiente, también completamente lleno, es de 350 gr.  
a) ¿Cuál es la densidad del fluido desconocido?.

#### Sección 2: Definición de presión ( $P = F/A$ )

6. (\*1) Se aplica una fuerza de 250 N sobre un área de  $1 \text{ cm}^2$ . Calcule la presión: a) en  $\text{N}/\text{m}^2$  y b) en atmósferas.
7. (\*1) Una persona de 75 Kg se para sobre una silla que tiene patas cilíndricas de 2 pulg. de diámetro. Si la silla pesa 4 Kg., calcule: a) El área de sección transversal de las patas de la silla que hace contacto con el piso. b) La fuerza aplicada por cada una de las patas sobre el piso. c) La presión de cada una de las patas de la silla y d) La presión total que

se hace sobre el piso.

8. (\*2) Una prensa hidráulica tiene un émbolo menor con un diámetro de 1.25 cm y un émbolo mayor con diámetro de 8 cm. Si se aplica una Fuerza  $F_1 = 150$  N sobre el émbolo menor, calcule: a) la fuerza  $F_2$  ejercida sobre el émbolo mayor, b) si el émbolo menor recorre  $h_1 = 10$  cm, ¿qué distancia recorrerá el émbolo mayor?. c) ¿cuántas veces habrá que aplicar la fuerza  $F_1$  para que el émbolo mayor alcance a subir 10 cm?
9. (\*1) En el problema 8, si se aplica una fuerza  $F_0$  a través de una palanca mecánica, con una ventaja mecánica dada por  $X_0/X_1 = 4$ , a) Calcule el valor de  $F_0$ .

### Sección 3: Presión de una columna de fluido

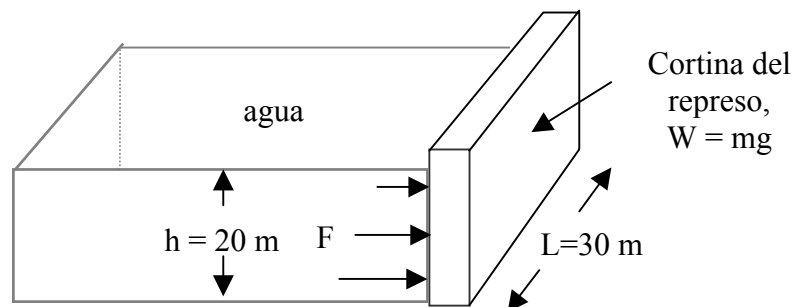
10. (\*1) Calcule la presión manométrica mínima (en Pa y en Atmosferas) que debe producir una bomba para subir agua una altura de 20 m.
11. (\*2) Un submarino que se encuentra a una profundidad de 500 m en el mar, tiene una escotilla con un área de 0.40 m<sup>2</sup>. a) Calcule la fuerza que se requiere para abrir la escotilla si esta se abre desde adentro hacia fuera. Sugerencia: recuerde que dentro del submarino la presión es la atmosférica.  
  
Nota: En este problema se combinan la presión debida a la profundidad en un fluido y la definición de presión para obtener la fuerza que debería aplicarse sobre el área de la escotilla.
12. (\*2) Un depósito cilíndrico conteniendo aceite tiene una altura de 5 m y diámetro de 4m (la densidad relativa del aceite es 0.85), y se encuentra a una altura de 10 metros sobre el nivel de una llave de paso, cuya área de apertura total es del mismo tamaño que la tubería que la une con el depósito. Si el diámetro de la tubería es de 2 pulgadas, calcule:
  - a) El volumen y el peso total del fluido en el depósito (sin considerar el fluido en la tubería).
  - b) La presión manométrica ejercida por el fluido sobre la llave cuando está cerrada.
  - c) La fuerza que ejerce el fluido sobre el área de sección transversal de la llave.

Sugerencias para resolver el problema: Convierta las unidades al sistema más conveniente, con las dimensiones del cilindro saque su volumen y con la ecuación de densidad y la ley de Newton, sacar el peso del fluido contenido en el cilindro. Con la ecuación para la presión, debida a la altura de una columna de fluido, obtener la presión a la altura solicitada. Con la ecuación de la definición de presión y el área de

sección transversal de la tubería obtener la fuerza que se ejerce sobre la llave.

#### Sección 4: Fuerza contra un represo

13. (\*2) Calcule la fuerza sobre las 4 paredes de un depósito rectangular, conteniendo agua, con dimensiones de 10m de ancho por 30m de largo por 4m de altura.
14. (\*2) a) Calcule la fuerza sobre las paredes de un depósito cilíndrico conteniendo agua, con dimensiones de 5 m de diámetro y 4 m de altura.  
b) Calcule la presión en el fondo del cilindro.  
c) Calcule el peso del fluido y divídalo entre el área del fondo del depósito y compárelo con la presión debida a la altura del fluido. Explique porque son iguales.
15. (\*2) En la figura se esquematiza un represo con una cortina de contención de 30 m de ancho la cual detiene el paso del agua de un río. Si la profundidad del agua en la presa es de 20 m, calcule:
  - i. La fuerza ejercida por el agua sobre la cortina de contención.
  - ii. Si la presa fuera construida de tal forma que la base descansa sobre la tierra del fondo, con un coeficiente de fricción entre la presa y el suelo de  $\mu_s = 0.50$ , cual será el peso mínimo,  $W$ , que debe pesar el represo para no deslizarse por el empuje del agua.
  - iii. Cual seria la respuesta de los incisos a) y b) si en lugar de un río la presa estuviera conteniendo una lamina de agua de 25 cm de espesor y del mismo ancho y altura que de la cortina del represo.



#### Sección 5: Calculo de la presión atmosférica con la altura ( $P = P_0 e^{-\rho h}$ )

16. (\*1) a) Calcule la presión atmosférica a una altura de 30 Km.  
(\*2) b) Calcule la altura a la cual la presión es 1/12 de la atmosférica.

(\*3) c) Calcule la altura máxima a la cual se podría elevar un avión para aun poder abrir una escotilla de emergencia, que se abre para adentro, y que tiene un área de  $0.70 \text{ m}^2$ , si la quiere abrir una persona que tiene una fuerza de 500 N.

Nota: obtener el valor de la diferencia de presiones dentro y fuera del avión  $\Delta P = (P - P_0)$ . Entonces, utilizando la definición de presión,  $\Delta P = F/A$ , donde  $F$  es la fuerza de la persona aplicada al área  $A$  de la escotilla, obtener una expresión que contiene a la altura buscada.

### Sección 6: Principio de Arquímedes (Flotación)

17. (\*2) Un bloque de un material pesa 200 gr. en aire y tiene un peso aparente de 150 gr. en agua, calcule:

- i. La fuerza de empuje
- ii. El volumen del cuerpo
- iii. La densidad del cuerpo.

18. (\*2) Un bloque de madera tiene 0.5 m de longitud, 0.2 m de ancho y 0.02 m de espesor. Su densidad relativa es 0.6. ¿Que volumen de plomo ha de sujetarse debajo del bloque de madera para que este se hunda en agua en calma hasta que su superficie superior quede justo al nivel del agua?.

19. (3\*) Un cuerpo metálico homogéneo, se encuentra sumergido en el agua sin tocar fondo, suspendido de una cuerda que está atada de una cámara de carro inflada, la cual flota sobre el agua. La cámara tiene un volumen de  $0.150 \text{ m}^3$  y masa de 4 Kg. Si el volumen del objeto metálico es de  $0.020 \text{ m}^3$ , calcular el peso y la densidad del mismo.

Para resolver este problema tiene que hacer dos cosas: 1º, hacer un diagrama de fuerzas y hacer el balance vectorial de las mismas. 2º, hacer una consideración sobre la posición que debería tener la cámara dentro del agua para poder resolver el problema.

20. (\*3-) Un flotador tiene un volumen de  $8000 \text{ cm}^3$  y una densidad de  $207 \text{ Kg/m}^3$ .

- a) ¿Que volumen del flotador se encuentra bajo la superficie del agua?
- b) ¿Qué fuerza hacia abajo es necesaria para sumergir el flotador por completo?

21. (\*2) Un bloque de hierro tiene masa de 300 gr y se suspende de una cuerda dentro de un recipiente conteniendo medio litro de agua. Si el recipiente pesa 120 gr y reposa sobre una balanza.

- a. ¿Cuánto registra la balanza?

- b. Desglose y explique las fuerzas que intervienen para el registro de la balanza.
22. (\*3+) El objeto metálico homogéneo, **O**, de la figura 1, está suspendido mediante una cuerda de peso despreciable, de una balanza de resorte **D** (Dinamómetro), y se encuentra sumergido en un líquido **L** contenido en el vaso **V**. La masa del vaso es de 1 Kg y la del líquido de 1.5 Kg. La balanza **D** indica  $2.45 \times 10^6$  dinas, mientras que la **B** señala 7.5 Kg. El volumen del objeto, **O**, es  $0.003 \text{ m}^3$ .
- ¿Cuál es la fuerza de empuje del líquido sobre el objeto?
  - ¿Cuál es la densidad del líquido?
  - ¿Qué indicara cada balanza si se saca el bloque, **O**, del líquido y se deja colgando fuera (figura 2).
  - Que indicará cada balanza si el objeto, **O**, se deja reposando en el fondo del vaso, **V**, figura 3.
  - Desglose y explique las fuerzas que intervienen en el registro de las balanzas en cada una de las situaciones representadas en las figuras 1), 2) y 3). Sobre todo explique que pasa con la fuerza de empuje en cada caso.

Nota: Observe que los indicadores del peso en los dibujos de las balanzas indican esquemáticamente que pasa en cada caso.

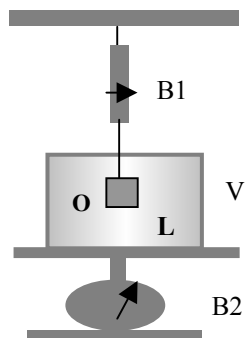


Figura 1

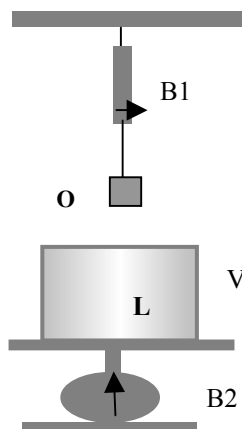


Figura 2

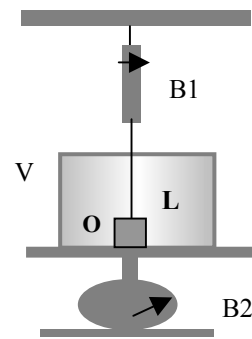


Figura 3

### Sección 7: Tensión superficial, capilaridad

23. ¿Cuanta energía se guarda en la superficie de una burbuja de jabón de 2.1 cm de radio si su tensión es de  $4.5 \times 10^{-2} \text{ N/m}^2$ ?

24. Calcule el radio de una gota de agua necesario para que haya una diferencia de presión entre el interior y la presión atmosférica de  $1 \times 10^4$  Pa.
25. Una película delgada de agua de  $80 \mu\text{m}$  de espesor se coloca entre dos placas de vidrio y forma un parche circular de  $12.0$  cm de radio. Calcule la fuerza normal requerida para separar las placas, si la tensión superficial del agua es  $0.072$  N/m.
26. Una burbuja de jabón tiene  $2''$  de diámetro. Si la tensión superficial es de  $25 \times 10^{-3}$  N.m<sup>-1</sup>, calcular la presión manométrica en la burbuja.
27. Supóngase que los tubos de xilema (conductos por donde circula la savia) de la capa externa de crecimiento activo de un árbol son cilindros uniformes, y que el ascenso de la savia se debe exclusivamente a la capilaridad, con un ángulo de contacto de  $45$  grados y una tensión superficial de  $0.005$  N.m<sup>-1</sup>. ¿Cuál es el radio máximo de los tubos de un árbol de  $20$  m de altura?. Suponga que la densidad la savia es la misma que la del agua. (Física Universitaria, Sears & Zemansky, 6ª. Ed.)

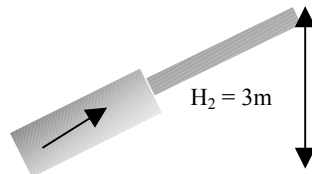
### Dinámica de Fluidos

28. Por una tubería de  $1/2$  pulgada de diámetro fluye agua con un gasto de  $8$  lt/min. a) ¿Cuál es la velocidad de descarga en cm/min y en cm/s?
29. A través de una manguera de hule de  $2$  cm de diámetro fluye agua a una velocidad de  $4$  m/s.
- a) ¿Cuál es el gasto en cm<sup>3</sup>/s, en m<sup>3</sup>/s y en lt/s?
- b) Cuando cae el chorro de agua aumenta su velocidad y, debido a esto, disminuye su diámetro ¿Que diámetro debe tener el chorro, cuando cae, si lleva una velocidad de  $20$  m/s?.
30. Una manguera de  $1/2''$  de diámetro interior, por la que circula agua, se conecta a una boquilla de  $3/16''$  de diámetro interior. Si se recolectan  $35$  lt de agua en  $5$  minutos, calcule:
- a. El gasto
  - b. La velocidad de salida del agua
  - c. La velocidad en la parte gruesa de la manguera.



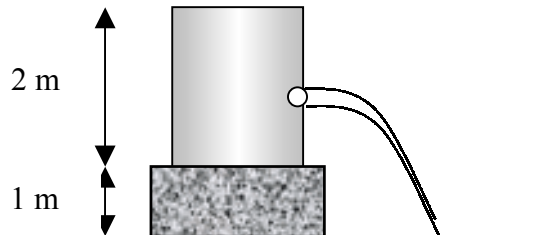
31. Una tubería tiene un diámetro de 4 pulg., y está conectada a una manguera con diámetro de  $\frac{1}{2}$  pulg. que descarga a la atmósfera a una altura de 3 m (figura) y con una rapidez de 12 lt/min. Calcular:

- La velocidad de salida del agua
- La velocidad en la parte ancha de la tubería.
- La presión manométrica en la parte ancha de la tubería



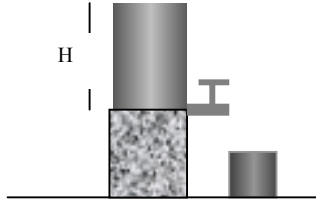
32. Un tanque conteniendo aceite con densidad relativa de 0.87, tiene un agujero en la parte media. Si el tanque tiene una altura de 2 m y se encuentra a 2 m del nivel del suelo, aplicando la ecuación de Bernoulli entre la parte de arriba del tanque y el agujero y entre el agujero y el suelo calcule:

- La velocidad del aceite en el agujero de salida
- La velocidad del chorro de aceite cuando llega al suelo.

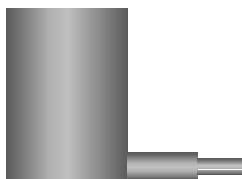


33. Un tanque cilíndrico, que tiene un diámetro de 3 m y altura  $H$ , está completamente lleno de agua. Sobre la pared, junto al fondo del tanque, se abre una llave de paso de 2.5 cm de diámetro, por donde sale agua con una velocidad de 4 m/s, calcule:

- El gasto a través de la llave.
- El tiempo en que se llenaría un tanque de 50 lt en el que descarga la llave de paso.
- La altura  $H$  del tanque



34. Un tanque cilíndrico, que tiene un diámetro de 3 m y altura,  $H$ , de 3 m, está completamente lleno de agua. Si en una pared a la altura del fondo se abre una llave de paso de  $\frac{1}{2}$  pulg. de diámetro. Calcule:
- La velocidad de salida del agua.
  - El gasto.
  - El tiempo en que se llenaría un tanque de 100 lt en el que descarga la llave de paso.
  - Si el tanque de descarga se encuentra en el suelo a una distancia de 2.5 m del fondo del tanque, calcule la velocidad que llevaría el chorro al llegar al suelo (fondo del tanque de descarga de 100 lt).
  - La distancia horizontal que alcanzaría el chorro al llegar al suelo
35. Un tanque abierto a la atmósfera, con altura de 1.5 m, tiene conectado en el fondo una tubería de 1" de diámetro, que se conecta con otra tubería de  $\frac{1}{2}$  " de diámetro (figura), la cual descarga a la presión atmosférica.
- Calcule la velocidad de descarga de la tubería
  - Calcule la velocidad del fluido en la tubería de 1".
  - Calcule la diferencia de presiones entre las partes ancha y estrecha.

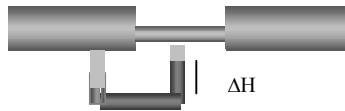


36. En el problema anterior, el mismo tanque tiene conectado un tubo de venturi, con dimensiones de 1" y  $\frac{1}{2}$  ", en sus partes anchas y estrecha, respectivamente.
- Calcule la velocidad de descarga de la tubería
  - Calcule la velocidad del fluido en la tubería de  $\frac{1}{2}$  ".
  - Calcule la diferencia de presiones entre las partes ancha y estrecha.

- d) Discuta la diferencia de resultados entre los dos problemas (8 y 9).  
 ¿Porque las presiones y velocidades son diferentes en las partes ancha y estrecha en cada problema?.

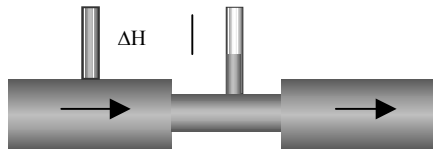


37. En determinado punto de una tubería la velocidad es de 1m/s y la presión manométrica de  $3 \times 10^5$  Pa. Calcular la presión manométrica en un segundo punto de la línea situado 20 m por debajo del primero, si la sección transversal en él es la mitad que la del primero.
38. Se bombea agua a una altura de 10 m por una tubería que tiene un diámetro de 2" en su parte conectada a la bomba y de 1" en la parte de descarga. Si se quiere descargar agua con una rapidez de 25 litros/min. Calcule la potencia de la bomba. Recuerde que ***Potencia = presión X gasto***
39. La presión arterial de cierta persona es de 130 mm y su corazón bombea un gasto de 0.45 lt/s de sangre, a) Calcule la potencia de salida del corazón en watts.
40. Un medidor de Vénturi tiene una parte estrecha cuya área es  $\frac{1}{2}$  el área en la parte ancha. Si el manómetro de mercurio conectado al tubo indica una diferencia de alturas de 10 cm, calcular:
- La diferencia de presiones entre las partes ancha y estrecha del tubo de Vénturi
  - La velocidad en ambas partes.



41. La diferencia de presión entre la conducción principal y el estrechamiento de un medidor de Venturi es de  $10^5$  Pa. Las áreas de la conducción y el estrechamiento son  $0.1 \text{ m}^2$  y  $0.005 \text{ m}^2$ , respectivamente.
- ¿Cuántos metros cúbicos de agua por segundo circulan por el tubo?

42. Por un tubo de Vénturi que tiene un diámetro de 1 pulgada por la parte ancha y  $\frac{3}{4}$  pulgada en la parte estrecha, circula agua. Si tiene conectados dos tubos manométricos que marcan una diferencia de altura de 30 cm, calcule:
- La diferencia de presiones en la tubería.
  - Las velocidades en las partes ancha y estrecha.
43. Un medidor de Venturi tiene áreas de  $30 \text{ cm}^2$  en la parte ancha y de  $10 \text{ cm}^2$  en la parte estrecha, respectivamente. Si la descarga de agua del tubo es de  $3000 \text{ cm}^3/\text{seg}$ , calcular:
- Las velocidades en las partes anchas y estrecha.
  - La diferencia de presiones entre las partes ancha y estrecha del tubo de Vénturi
  - La diferencia de alturas,  $\Delta H$ , entre las columnas de agua de los tubo conectados al Vénturi.



44. El área total de las alas de un avión es de  $80 \text{ m}^2$ . Si el avión pesa  $50,000 \text{ N}$ , calcule: a) La diferencia de presión entre las partes inferior y superior de las alas.
45. Cierta avión puede volar con un peso máximo de 50 toneladas, incluido su propio peso. Si las velocidad por arriba del fuselaje es de  $900 \text{ Km/hr}$  y de  $880 \text{ Km/hr}$  por la parte de abajo,
- calcule el área mínima del fuselaje, incluidas las alas, para que la fuerza de sustentación del avión pueda soportar este peso.
46. La velocidad del aire que pasa por la parte inferior del ala de un avión es de  $138.9 \text{ m/s}$ . ( $\rho(\text{aire}) = 1.25 \text{ Kg/m}^3$ )
- ¿Cuál será la velocidad del aire sobre la superficie superior del ala para que haya una fuerza de sustentación de  $1800 \text{ N/m}^2$ ?
  - Suponiendo una superficie del ala de  $30 \text{ m}^2$ , y un peso extra de  $100,000 \text{ N}$  ¿Cuál sería la fuerza neta resultante sobre el ala?. Diga en que dirección iría la fuerza neta resultante.

47. La ecuación de Bernoulli no toma en cuenta la viscosidad del fluido. Que efecto mostraría esta ecuación entre dos puntos distantes de una tubería si se tomara en cuenta la viscosidad. Analice y explique conceptualmente que mostraría la ecuación de Bernoulli en estas condiciones.
48. Una tubería tiene un diámetro de 1/2", fluye agua a una temperatura de 20 °C y con una velocidad de 1.5 m/s.
- ¿Cual es el No de Reynolds?
  - ¿Cual es la naturaleza del régimen?
49. Por una tubería de 2" de diámetro y 1 Km de longitud, corre agua con una temperatura de 40° y un gasto de 0.05 m<sup>3</sup>/s. Calcule la caída de presión.
50. Se bombea agua a 20 °C por un tubo horizontal liso de 15 cm de diámetro que descarga en el aire. Si la bomba mantiene una velocidad de flujo de 30 cm/s.
- ¿Cual es la naturaleza del régimen?
  - ¿Cual es la descarga en litros por segundo?
51. Por una tubería lisa de 2" de diámetro continuo y una longitud de 2500 m, se bombea agua a una temperatura de 20 °C y a una altura de 20 m. La tubería descarga en un tanque abierto a la presión atmosférica con una rapidez de 60 lt/s. Considerando que la potencia de la bomba está dada por el producto de la presión por el gasto, calcule:
- La presión manométrica de la bomba
  - La potencia de la bomba.

### Temperatura y dilatación

52. a) Obtenga las relaciones matemáticas para convertir °C a °F y °K, y viceversa.  
 b) Obtenga también una relación para °C y otra escala sugerida en clase.  
 c) Calcular ¿cuántos grados de temperatura en la escala Fahrenheit le corresponden 200 grados Celsius? ¿ y en °K?
53. Un termómetro de gas a volumen constante, con un manómetro conectado, registra una presión correspondiente a  $P_{tr} = 6.67 \times 10^3$  Pa en el punto triple del agua, ¿Qué presión indicaría si se pusiera en contacto con agua en el punto de ebullición normal?. Recuerde que en clase se utilizó la relación  $X_{tr}/T_{tr} = X_x / T_x$  para estos casos, donde X es la propiedad termométrica usada para determinar la temperatura  $T_x$ ,

correspondiente al valor de esa propiedad termométrica. También recuerde que al decir el punto triple del agua le están sugiriendo como dato la temperatura a ese punto,  $T_{tr}$ . También recuerde que esta expresión se utiliza en grados absolutos.

54. Un sólido cilíndrico de aluminio tiene 20 cm de diámetro por 20 cm de altura, si se somete a un incremento de temperatura de 50 °C, a) Calcular el incremento en la altura y el diámetro, b) Calcular el incremento en el área de las tapas y el área lateral, c) El incremento en el volumen del cilindro.
55. Un tubo de vidrio de 3mm de diámetro interior, colocado verticalmente y tapado del extremo inferior, contiene 0.4 gr de mercurio a una temperatura de 30 °C. Si la temperatura del sistema aumenta hasta 50 °C, calcule la altura,  $\Delta h$ , que subirá el mercurio al dilatarse en el interior del tubo.
- a) Primero: suponga que la dilatación del vidrio es despreciable
- b) Segundo: suponga que el tubo de vidrio si se dilata y compare el resultado con el inciso a) en porcentaje.

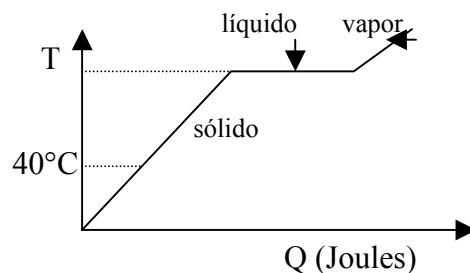
Nota: Se recomienda calcular la dilatación volumétrica del mercurio e igualarla con el mismo volumen de vidrio para obtener  $h$  bajo las dos alternativas: a) con la misma área de sección transversal del tubo sin cambio de área y b) con el área de sección transversal del tubo de vidrio dilatada.

56. Un termómetro de vidrio tiene un bulbo con volumen interno  $V_0 = 0.30 \text{ cm}^3$ , lleno de Hg y está conectado a una columna cilíndrica (capilar) de área  $A_0 = 0.0020 \text{ cm}^2$ . Si la temperatura se incrementa en  $\Delta T = 30 \text{ °C}$ , ¿cual será la altura  $\Delta h$  que subirá el mercurio por la columna del capilar. Suponga que el incremento de volumen del vidrio en este caso es despreciable con respecto al del Hg. Nota: lo que se derrame de Hg del bulbo al incrementarse la temperatura subirá por el cilindro del capilar, cuyo volumen es  $A_0 \Delta h$ , donde  $\Delta h$  es la altura que subirá el mercurio. Suponer que el área de sección transversal del capilar,  $A_0$ , no se expande al incrementarse la temperatura en una cantidad  $\Delta T$ .
57. Un agujero en una placa de Hierro tiene un diámetro de 2.997 mm, a 30°C. Si una varilla de cobre, cuyo diámetro es de 3.000 mm a la misma temperatura, a de introducirse por el agujero de la placa, a que temperatura de la varilla de cobre tendrán ambos el mismo diámetro.  $\alpha_H = 1.2 \times 10^{-5} \text{ °C}^{-1}$ ;  $\alpha_{cu} = 1.7 \times 10^{-5} \text{ °C}^{-1}$ . (La temperatura de la placa no cambia).

58. Una varilla de hierro tiene un diámetro de  $1/2''$  y una longitud de 6 m, a una temperatura de  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  durante la noche, si la temperatura durante el día aumenta a  $48\text{ }^{\circ}\text{C}$  a la intemperie a) Calcule el incremento de la barra. b) Calcule la fuerza que podría desarrollar la barra empujando al cemento en el que está embebida, suponiendo que este permanece sin expandirse (como pared rígida). Suponga que la varilla no se dobla ni se deforma. c) Explique porque en la práctica la varilla no rompe al cemento. Nota: localice el valor del módulo de Young para el hierro en la página 255 del libro de texto (Sears & Zemansky, Física Universitaria, 6ª ed.).

### Calor , calorimetría y cambios de fase

59. Un calorímetro de aluminio tiene masa  $m_C = 150\text{ gr.}$  y se introducen  $200\text{ gr.}$  de agua hirviendo. Si la temperatura del calorímetro y del agua se estabilizan a  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Se introduce en ese momento un material metálico con masa  $m_m = 100\text{ gr.}$ , y temperatura de  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ , alcanzando el sistema una temperatura final de  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ , encuentre el calor específico del material. Nota: recuerde que en este tipo de problemas se aplica un balance energético en el que la suma de los “calores” ganados y perdidos es cero, es decir  $Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$ ., lo que significa que los objetos mas calientes perderán calor y los mas fríos lo ganarán cuando alcancen la temperatura final de estabilidad térmica.
60. Calcule al cantidad de calor en Joules necesaria para fundir una tonelada de hierro, si este se encuentra inicialmente a una temperatura ambiente de  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Suponga que las perdidas de calor en el horno de fundición al medio ambiente son del 15%. Nota: Calcule la cantidad de calor para llevar el hierro desde la temperatura ambiente hasta la temperatura de fusión utilizando la formulación para intercambio de calor sin cambio de fase (pero a esta temperatura todavía no se funde) y agregue el calor necesario para fundirlo(cambio de fase sólida a líquida), utilizando para ello el calor latente de fusión del hierro y la masa del mismo que se va a fundir.



61. Se tienen 100 gr de agua a 35 °C. a) Calcule la cantidad de calor que se requiere para llevar el agua a 100°C. b) Calcule la cantidad de calor necesario para convertir el agua a 100 °C en vapor a 100 °C. c) Calcule la cantidad de calor necesario para convertir el vapor a 100°C en vapor recalentado a 110 °C. d) Calcule la cantidad de calor que hay que sacar para convertir 100 gr de vapor a 110 °C en hielo a -10 °C
62. El calor de combustión del carbón es de 11000 BTU/lb, si se utilizan 18000 BTU/hr para calentar una casa, ¿cuántas toneladas de carbón se requerirán para que el sistema opere las 24 hr. durante un mes?
63. La capacidad de los acondicionadores de aire se expresa a veces en Btu. hr<sup>-1</sup>, y en la práctica se conoce como toneladas, que es el número de toneladas de hielo que puede solidificar el aparato a partir de agua a 0°C en 24h. a) ¿Cuál es la capacidad en Btu/h de un acondicionador de aire de una tonelada? (Nota: calcule la cantidad de BTU/h que se requieren para convertir una tonelada de agua a 0°C en hielo a 0 °C). b) Exprésese en watts la capacidad de un acondicionador de aire de una tonelada. (Sears & Zemansky. 6ta ed.)
64. Una refrigeración de ventana de dos toneladas (24,000 BTU/hora) opera las 24 horas del día. Si el sistema está programado para operar en lapsos de 15 minutos y espera 10 minutos antes de arrancar nuevamente para otros 15 minutos de operación del compresor, y así sucesivamente, calcule:
- La cantidad de energía, en BTU y en Joules, que consumiría la refrigeración durante las 24 horas, operando de acuerdo con lo arriba programado.
  - Averigüe el costo del Kwatt-hora en el recibo de luz de su casa. Recuerde que un Kwatt-hora equivale a 1000Wattx3600seg o (1000J/seg)(3600seg), en Joules. O sea que convertirá los KW-hr de la CFE a Joules y calculará el costo de 1 Joule.
  - Calcule el costo de la energía consumida de acuerdo con el consumo energético del inciso a). Nota: Para un cálculo más preciso del costo de operación de una refrigeración habría que tomar en cuenta el factor de eficiencia de la misma, el cual no consideraremos en este ejercicio.



65. ¿Calcule cuánto hielo, inicialmente a  $-5^{\circ}\text{C}$ , ha de mezclarse con 200 ml de agua, que se encuentra inicialmente a  $25^{\circ}\text{C}$ , para que la temperatura final con todo el hielo fundido sea  $0^{\circ}\text{C}$ ? Puede despreciarse la capacidad calorífica del recipiente.
66. ¿En el problema anterior, 64), calcule cuánto hielo ha de mezclarse para que la temperatura final, con 60 g de hielo sin fundir, sea  $0^{\circ}\text{C}$ ? Puede despreciarse la capacidad calorífica del recipiente.
67. Un automóvil de 1600kg de masa va a  $5\text{m s}^{-1}$ . ¿Cuántas calorías se transfieren a los frenos al pararlo? (Sears & Zemansky. 6ta ed.).
68. Un esquiador desciende a velocidad constante de 50 Km/h en una colina que tiene pendiente de  $28^{\circ}$ . Si el esquiador pesa 900 N, ¿Cuánta nieve derretirá por segundo con los esquíes si el calor latente de fusión de la nieve es de  $339\text{ J/g}$ ? Desprecie pérdidas de calor al medio ambiente.
69. Calcular la potencia mecánica disipada en agua por las aspas de una licuadora, si el vaso de vidrio tiene una masa de 120 gr. El vaso contiene 300 gr de agua y se observa que la temperatura del sistema se eleva a razón de  $3^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$ . Despréciense las pérdidas del calor al entorno. De su respuesta en watts.
70. Un calorímetro de cobre, térmicamente aislado del exterior, está a una temperatura de equilibrio de  $0^{\circ}\text{C}$  con 125 gr. de agua. Si se introducen dos esferas metálicas de 500 gr. cada una, una de hierro y la otra de aluminio, con temperaturas iniciales de  $100^{\circ}\text{C}$  y  $75^{\circ}\text{C}$ , respectivamente, calcule la temperatura final.
- a) Compárense las capacidades caloríficas de volúmenes iguales de agua, cobre y plomo y diga cual material requiere mas energía para aumentar un grado de temperatura (Sears & Zemansky. 6ta ed., aumentado).
71. Una bala de plomo que se mueve con una velocidad de  $350\text{ m}\cdot\text{s}$  alcanza el blanco y queda en reposo. ¿Cuál sería la elevación de temperatura de bala si no hubiera pérdida de calor al entorno? ¿Se funde la bala? (Sears & Zemansky. 6ta ed.)
72. Para obtener el calor específico de una muestra, de un material que se encuentra a temperatura ambiente,  $27^{\circ}\text{C}$ , con un peso de 100gr., se introduce en un calorímetro que contiene 200 gr de agua inicialmente a  $0^{\circ}\text{C}$ . El calorímetro es de cobre y su masa es de 110 g. La temperatura final del calorímetro es de  $10^{\circ}\text{C}$ .
- a) Calcule el calor específico,  $C_p$ , de la muestra.

73. El calor de combustión de la gasolina es  $3.16 \times 10^7$  joules / litro. Si un motor de automóvil de 100 hp consume 42.5 litros de gasolina por hora. ¿Cuál es el rendimiento del motor? (cuanto calor se aprovecha del calor producido por la gasolina). Nota 1 hp = 746 Joules/s. Nota: Si requiere la densidad de la gasolina puede consultar el anexo.
74. La potencia eléctrica de entrada de cierto motor eléctrico es 0.5 Kw., y la potencia mecánica de salida es 0.54 hp.
- a) ¿cuál es el rendimiento del motor? (Es decir, ¿qué fracción de la potencia eléctrica se transforma en potencia mecánica?)
- b) ¿cuántas calorías se desarrollan en el motor en una hora de funcionamiento, suponiendo que toda la energía eléctrica que no se transforma en mecánica se convierte en calor? (Sears & Zemansky. 6ta ed.)
75. Una resistencia eléctrica se sumerge en agua y se disipa potencia eléctrica constante durante un minuto. Si la masa del líquido es de 1000 g y su temperatura aumenta desde 27 °C hasta 35 °C. Hállase la potencia eléctrica disipada por la resistencia en este intervalo de temperaturas.
76. Calcule la cantidad de calor necesaria para convertir 10g de hielo a  $-5^{\circ}\text{C}$  en vapor a  $100^{\circ}\text{C}$ .
77. En un calorímetro que contiene 100 g de agua a  $20^{\circ}\text{C}$  se introducen 50 g de hielo a  $-5^{\circ}\text{C}$ . El calorímetro es de cobre y tiene una masa de 125 g. Calcular la temperatura final del sistema suponiendo que no hay pérdidas de calor al medio ambiente. (El calorímetro está térmicamente aislado).
78. Si un gramo de gasolina produce 46000 J (o 46000 J/g), ¿cuántos gramos de gasolina requieren ser quemados para producir 20,000 calorías?.
79. Una lámpara de gasolina para camping emite tanta luz como una lámpara eléctrica de 25 watt. Suponiendo que el rendimiento de conversión de calor en luz es el mismo para la lámpara de gasolina que para la eléctrica (lo que no es realmente correcto), ¿cuánta gasolina consumirá la lámpara en 10h?. La combustión de un gramo de gasolina produce 46000 J (o calor de combustión,  $L_c = 46000$  J/g). Recuerde que 1 watt = 1 J/s. (Sears & Zemansky. 6ta ed.).
80. Un automóvil tiene un rendimiento de 18 km/lt. El calor de combustión es

aproximadamente  $5 \times 10^4 \text{ J.g}^{-1}$ .

- a) Si el motor tiene una eficiencia del 30%, es decir, si solo  $0.3Q_C$  del calor de combustión se convierte en trabajo mecánico útil, calcule el trabajo total que realiza el motor durante los 18 Km. del recorrido.
- b) ¿Cuál será la fuerza constante que realiza el motor en el recorrido?

## **Transferencia de calor**

### **Conductividad térmica**

81. Un extremo de una barra de hierro de 30 cm de longitud y  $4 \text{ cm}^2$  de sección transversal se coloca en un baño de hielo y agua. El otro extremo se coloca en un baño de vapor.
  - a) ¿Cuánto tiempo, en minutos, se requiere para transferir 1Kcal de calor?
82. a) ¿Cuánto calor se perderá en 6 horas, por un proceso de conducción de calor, a través de un muro de ladrillo de 3 plg de espesor, si en una de las caras de la pared la temperatura es de  $45^\circ\text{C}$  y en la otra a  $75^\circ\text{F}$ ? Las dimensiones de la pared son de 2.7 m de altura por 4 m de largo. De la respuesta en BTU/hr y en toneladas de refrigeración (1 tonelada = 12000 BTU/hr).
  - b) ¿A cuantas toneladas de enfriamiento equivale la respuesta del inciso a)?
83. Un cuarto, construido con paredes de ladrillo, tiene las siguientes dimensiones: tiene 5 m por lado y altura de 3 m. El techo tiene una losa de concreto de 15 cm de espesor y esta aislado con poli-estireno de 1 pulgada de espesor. Solo dos paredes y el techo reciben el calor exterior. Una de las paredes tiene una ventana de vidrio de 3 mm de espesor con área de  $2 \text{ m}^2$ . Si la temperatura de confort es de  $24^\circ\text{C}$  y la temperatura del exterior es de  $44^\circ\text{C}$ , calcular:
  - a) La cantidad de calor, en Joules que pasa a través de las 2 paredes expuestas al sol, la ventana y el techo.
  - b) El costo (pesos / hora) que representa extraer el calor, que penetra al cuarto, con un aparato refrigeración.  
Para el cálculo del costo de la energía consumida revise el recibo de luz que llega a su casa y anote el costo del KW-hr.
84. Un extremo de un alambre barra de hierro de 10 cm de longitud y  $1/8''$  de diámetro transfiere calor de una fuente de calor a  $45^\circ\text{C}$  al interior de una casa a través de una

pared aislada de panel W. Si la pared del interior de la casa se encuentra a una temperatura de  $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ , calcule:

- a) ¿Cuánto tiempo, en minutos, se requiere para transferir 10 Kcal. de calor?
- b) ¿Cuánto calor se transmitiría en 1 hora por cada  $\text{m}^2$  si hubiera 150 alambres de 10 cm conectados en paralelo en cada  $\text{m}^2$ ?

Averigüe cuantos alambres atraviesan por cada  $\text{m}^2$  un panel W real y el calibre y longitud de los alambres a través del panel (solo los que atraviesan, no los que se distribuyen en forma paralela al panel).

### **Gases ideales**

85. Calcule: a) el número de moles que ocupan 2lt de oxígeno a una temperatura de  $30^{\circ}\text{C}$  y presión de 3 atm. b) La masa del gas bajo esas condiciones.  
b) A partir de la ecuación general de los gases ideales, deduzca una expresión para la densidad del gas dependiente de la temperatura y la presión ( y la masa molecular del gas).  
c) Con la expresión para la densidad, obtenida en el inciso anterior, obtenga la densidad de un litro de gas oxígeno a una presión de dos atmósferas y temperatura de  $35^{\circ}\text{C}$ .
86. La presión de un gas dentro de un pistón (cilindro con émbolo), es de 1.5 atm y aumenta bajo la acción del émbolo a 4.5 atm. La temperatura inicial del gas es de  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  y la final es de  $11\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Si el volumen inicial del cilindro es de  $250\text{ cm}^3$ , a) Calcule el volumen al que se comprimiría el gas. Nota: recuerde que las ecuaciones de los gases ideales se operan con temperaturas y presiones absolutas.
87. Calcule la temperatura final que debería tener un gas que se encuentra inicialmente a  $50^{\circ}\text{C}$  y una presión de 1 atm, si su volumen se duplica a presión constante.
88. Un gas tiene un volumen de  $500\text{ cm}^3$  a una temperatura de  $30^{\circ}$  y presión atmosférica. Si su temperatura cambia a  $100^{\circ}\text{C}$  y una presión manométrica de 100 Pa., a) ¿cual será su volumen final?, b) Si se comprime a  $60\text{ cm}^3$  y se enfría hasta  $0^{\circ}\text{C}$ , calcule su presión manométrica.
89. La densidad del aire a  $0^{\circ}\text{C}$  y presión atmosférica es de  $1.3\text{ Kg/m}^3$ . Calcule su densidad a  $150\text{ }^{\circ}\text{C}$  y 5 atm de presión.
90. Un tanque de gas doméstico tiene un volumen de 20 lt y se encuentra a una

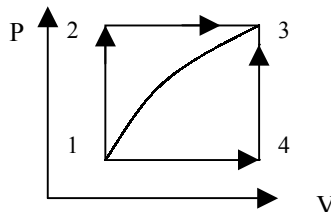
temperatura de  $30^{\circ}\text{C}$  y presión de  $200 \text{ lb/plg}^2$ . a) Si su presión disminuye a  $160 \text{ lb/plg}^2$  y el volumen y la temperatura permanecen constantes, ¿Cuánta masa de gas fue extraída del tanque.

91. El volumen de un depósito de oxígeno es de 50 Lt. Al extraer oxígeno del depósito, la lectura del manómetro desciende de  $300 \text{ lb/plg}^2$  hasta  $100 \text{ lb/plg}^2$ , y la temperatura del gas del depósito desciende de  $30^{\circ}\text{C}$  a  $10^{\circ}\text{C}$ .
- ¿Cuántos kilogramos de oxígeno había inicialmente en el depósito?
  - ¿Cuántos kilogramos se han extraído?
  - ¿Qué volumen ocuparía el oxígeno extraído del depósito a una presión de 1 atm y a una temperatura de  $20^{\circ}\text{C}$ ?

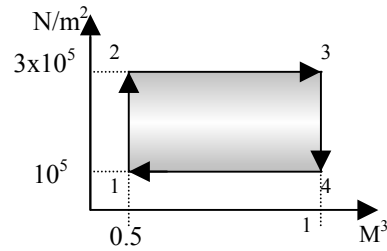
(Sears & Zemansky, Física Universitaria, 6ª ed.)

### Trabajo y primera ley de la termodinámica

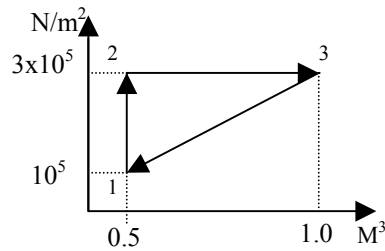
92. Un sistema realiza un proceso isobárico a  $2 \text{ atm}$ , ¿Cuánto trabajo realiza durante el proceso si el incremento de volumen es de  $0.2 \text{ Lt}$ ?
93. En un proceso isobárico se realiza un trabajo de  $270000 \text{ J}$ . Si el sistema tiene un gas ideal que ocupa un volumen de  $2000 \text{ cm}^3$  y recibe una expansión hasta  $3800 \text{ cm}^3$ , ¿cuál es la presión del sistema?.
94. Un sistema va del estado 1 al estado 3 por el camino por el camino 1-2-3, consumiendo  $100 \text{ J}$  de calor y realizando un trabajo de  $40 \text{ J}$ .
- ¿Cuánto calor entra al sistema a lo largo del camino 1-4-3 si el trabajo es de  $15 \text{ J}$ ?
  - Cuando el sistema regresa de 3 a 1, por la trayectoria punteada, el trabajo es de  $-30 \text{ J}$ . Diga si absorbe o libera calor al sistema y ¿cuánto?
  - Si  $U_1 = 10 \text{ J}$  y  $U_4 = 50 \text{ J}$ , calcule el calor absorbido en los procesos 1-4 y 4-3.



95. Un sistema realiza el ciclo termodinámico de la figura. Calcule el trabajo neto del sistema durante el ciclo 1-2-3-4-1.

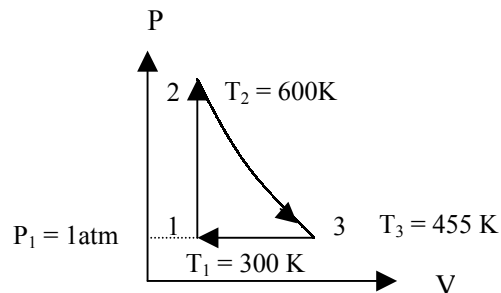


96. Un sistema realiza el ciclo termodinámico de la figura. a) Calcule el trabajo neto del sistema durante el ciclo 1-2-3-1. b) Que resultado se obtiene si se realiza el ciclo en sentido contrario (1-3-2-1).



97. Un sistema realiza 200 J de trabajo e incrementa su energía interna en 400 J, ¿Cuanto calor recibió?
98. En un proceso termodinámico la energía interna del sistema se incrementa en 400 J y se absorben 700 J de calor, a) ¿Cuanto trabajo se realizó?
99. Un pistón tiene un desplazamiento de 18cm y diámetro de 10 cm. A) Calcule el trabajo realizado utilizando la definición de trabajo ( $W = F \cdot d$ ), si tiene que vencer una fuerza de 450 N. B) Calcule el trabajo realizado por el pistón utilizando la presión y el volumen.
100. Un motor realiza un proceso adiabático en donde el vapor de combustible es diatómico e inicia el proceso a la temperatura de 300K y presión de 1 atm. Si la razón de compresión es de 15, calcule la temperatura y presión finales. (Tippens, Física, Conceptos y Aplicaciones, sexta ed.). (recuerde que  $P_1 V_1^\gamma = P_2 V_2^\gamma$  y  $T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1}$ )
101. Calcule la eficiencia de un motor que realiza 500 J de trabajo por ciclo y emite 900 J al medio ambiente.

102. Un motor tiene una eficiencia del 28 % perdiendo 400 J en cada ciclo. A) Cuanto trabajo realiza y b) ¿cuanto calor absorbe en cada ciclo?
103. Una máquina de Carnot absorbe 1200 cal durante cada ciclo cuando funciona entre 500K y 300 K. A) ¿Cuál es la eficiencia?, b) Cuanto calor es expulsado?, c) ¿cuánto trabajo se realiza en Joules, en cada ciclo? (Tippens, Física, Conceptos y Aplicaciones, sexta ed.)
104. Un refrigerador tiene un coeficiente de rendimiento de 2.0 y expulsa 600 J en cada ciclo, a) ¿Cuánto calor extrae por ciclo?
105. Una máquina de Carnot expulsa calor a una temperatura de 350 K, Si la sustancia de trabajo entra al sistema a una temperatura de 400C, cual es la eficiencia de la máquina?
106. Un refrigerador realiza un trabajo de  $1.26 \times 10^5$  J, para convertir 1Kg de agua a 20 C en hielo a  $-10$  C. a) ¿Cual es su coeficiente de rendimiento?
107. Un motor de gasolina recibe 2000 J de calor y entrega 400 J de trabajo por ciclo. El calor se obtiene de la combustión de gasolina, la cual tiene un calor de combustión de  $5 \times 10^4$  J/g. a) ¿cuál es la eficiencia térmica, b) Cuanto calor se pierde por ciclo?, c) ¿Cuánta gasolina se quema en cada ciclo?, d) Si el motor funciona a 90 ciclos/seg, ¿Cuál es la potencia de salida?. (Tippens, Física, Conceptos y Aplicaciones, sexta ed.)
108. Un motor térmico mueve 0.1 moles de un gas ideal de acuerdo con el ciclo representado en el diagrama P-V de la figura. El proceso 1-2 tiene lugar a volumen constante, el 2-3 es adiabático y el 3-1 se realiza a presión constante de 1 atm. El valor de  $\gamma$  para este gas es de  $5/3$ . (Física Universitaria, Sears y Zemansky, sexta edición).
- calcule la presión y el volumen en los puntos 1,2 y 3.
  - Calcule el trabajo neto realizado por el gas en el ciclo.



109. Un cilindro de cobre con peso de 1 lb, tiene una temperatura inicial de 212 F y se introduce en 1 lb de agua que tiene una temperatura de 32 F
- d) Calcule la temperatura final
  - e) Calcule la variación total de la entropía del sistema.
110. Una planta termoeléctrica (quema petróleo) de 250 MW eléctricos tiene una eficiencia del 40%.
1. ¿Cuánta energía térmica total produce la planta.
  2. ¿Cuánto calor por unidad de tiempo se tira al medio ambiente.
  3. Si el calor que va al medio ambiente lo recibe un río, que aumenta su temperatura en 3 C, ¿cuánta agua por segundo, minimamente llevaría el río?.
  4. Si el río tiene 50 m de ancho por 3.5 m de profundidad, calcular la velocidad del agua.



## ANEXO

Material	$\rho$ gr/cm <sup>3</sup>	$\alpha$ x10 <sup>-5</sup> (°C <sup>-1</sup> )	$\beta$ x10 <sup>-5</sup> (°C <sup>-1</sup> )	C <sub>P</sub> (J/Kg°C)	C <sub>P</sub> (cal/gr°C) BTU/lb°F	Punto de Fusión °C	L <sub>f</sub> (J/Kg)x10 <sup>3</sup> Cal/g	Punto Ebull. °C	L <sub>v</sub> J/Kgx10 <sup>3</sup> Cal/gr
Aluminio	2.7	2.4	3α	920	0.22				
Latón	8.7	1.8	“	390	0.094				
Cobre	8.89	1.7	“	390	0.093	1080	134 / 32	2870	4730/1130
Vidrio	2.6	0.3 (Pyrex)	“	840	0.20				
Oro	19.3		“	130	0.03	1063	64.5/	2660	1578/
Hierro	7.85	1.2	“	470	0.113	1538	247.6/		
Acero	7.8	1.2	“	480	0.114				
Plomo	11.3	3.0	“	130	0.031	327.3	24.5 / 5.86	1620	871 /208
Mercurio	13.7		18	140	0.033	-39	11.5 / 2.8	358	296 /71
Alcohol	0.79		111	2500	0.60	-117.3	104 / 24.9	78.5	854 /204
Gasolina	0.68		3α						
Agua	1.0		21	4186	1		334 / 80	100	2256/540
Hielo				2300	0.5	0	5.23 / 1.25		
Vapor				2000	0.48				
Glicerina			51						
Aire	0.00129								
Helio	0.000178					-269.6	-268.9		
Oxigeno	0.00143					-218.8		-183	
Concreto		0.7-1.2							