**EXAMEN: FIS1523 - Termodinámica**

Facultad de Física
Pontificia Universidad Católica de Chile
Prof. Mario Favre
Primer Semestre 2009

| P1 | P2 | P3 | N |
|---|---|---|---|
| | | | |

Nombre:

- No desprenda ninguna hoja del cuadernillo.
- No se permite el uso de *teléfonos celulares*, ni la consulta de apuntes.
- Incluya su nombre completo al comienzo de todas las hojas del examen.
- Si utiliza lapiz de grafito, **perderá la posibilidad de reclamar errores de corrección.**
- Encuadre y señale claramente aquello que no debe ser considerado en la evaluación (por ejemplo cálculos erróneos, sondeo de resultados, etc.). Todo aquello que usted escriba y no anule explicitamente podría ser evaluado.
- El profesor no se hace responsable de las respuestas que los ayudantes puedan dar a sus consultas durante el examen.

**Tiempo para responder: 120 minutos.**

**Tanto en las relaciones siguientes, como en todos los problemas planteados en la interrogación, se asume que los cambios de energía cinética y potencial son despreciables.**

Dilatación térmica:

$$L(T) = L_0\,[1 + \alpha(T - T_0)]$$
$$V(T) = V_0\,[1 + \beta(T - T_0)]$$

Transferencia de calor y cambio de temperatura:

$$\Delta Q = mc\Delta T$$

Transferencia de Calor por conducción en medio de londitud $x$ y diferencia de temperatura $\Delta T$ entre los extremos:

$$H = -kA\,(\Delta T/X)$$

Transferencia de Calor por convección desde una superficie $(s)$ a un fluído $(f)$:

$$H = hA(T_f - T_s)$$

Transferencia neta de Calor por radiación de un objeto a temperatura $T_o$ a un medio encerrado por superficies a temperatura $T_m$:

$$H = \sigma e A \left(T_o^4 - T_m^4\right)$$

Si $\Delta T = (T_m - T_0) << T_m$, entonces una buena aproximación es

$$H \approx 4\sigma e A T_o^3 \Delta T$$

donde $e$ es la emisividad y $\sigma = 5.669{\cdot}10^{-8}$ W/m$^2{\cdot}$K$^4$ es la constante de Stefan-Boltzman.

Cambios de estado:

$$\Delta Q_f = mL_f$$
$$\Delta Q_v = mL_v$$

Ecuación de Estado de gases ideales:

$$Pv = \mathcal{R}T$$

con $\mathcal{R} = R/M_m$, siendo R = 8.314 $J/mol \cdot K$ y $M_m$ la masa molecular del gas respectivo.

Trabajo realizado por un gas al cambiar del estado $A$ al estado $B$:

$$W_{AB} = \int_A^B PdV$$

Eficiencia de un ciclo termodinámico:

$$\eta = 1 - \frac{|Q_{in}|}{Q_{out}}$$

donde $Q_{in}$ y $Q_{out}$ representan respectivamente los flujos netos de calor cedido y absorbido por el sistema durante un ciclo.

Coeficiente de Funcionamiento de un Refrigerador:

$$CDF = \frac{1}{|Q_c|/|Q_f| - 1}$$

donde $Q_f$ es el calor absorbido de medio a temperatura $T_f$ y $Q_c$ es el calor cedido a medio a temperatura $T_c$, con $T_f < T_c$.

Considerando un volumen control, la Primera Ley de la Termodinámica en proceso estacionario reversible se escribe como:

$$q + h_e = h_s + w$$

donde $q$, $h$ y $w$ son los valores específicos de flujo de calor, trabajo realizado por el sistema, y variación de entalpía, respectivamente. Los subíndices $e$ y $s$ se refieren a valores de entrada y salida del volumen control, respectivamente.

Considerando un volumen control, la Segunda Ley de la Termodinámica en proceso estacionario reversible se escribe como:

$$\dot{m}\left(s_s - s_e\right) = \sum_{v.c.} \frac{\dot{Q}_{v.c.}}{T} + \dot{S}_{gen}$$

Flujo de calor en un proceso de volumen constante:

$$\Delta q = c_v \Delta T$$

Flujo de calor en un proceso de presión constante:

$$\Delta q = c_p \Delta T$$

donde $c_v = C_v/M_m$ y $c_p = C_p/M_m$ son los calores específicos a volumen y presión constante, respectivamente.

Indice adiabático:

$$\gamma = c_p/c_v$$

En un proceso adiabático reversible se cumple

$$s_s = s_e$$

$$w = h_e - h_s = -\int_e^s v dP$$

En un proceso isotérmico reversible se cumple

$$T\left(s_s - s_e\right) = h_s - h_e - \int_e^s v dP$$

En un proceso adiabático realizado por un gas ideal se cumple:

$$P v^{\gamma} = cte$$

Nombre:

# Problema 1

Una tubería horizontal de cobre, de diámetro 5 cm, se mantiene a 50°C en una sala grande, donde el aire y las paredes están a 20°C. La emisividad del cobre es 0.78 y el coeficiente de transferencia de calor por convección para la tubería es 6.5 $W/m^2 \cdot °C$.

(a) Encuentre la pérdida de calor de la tubería por unidad de longitud.

(b) Estime la temperatura a la cual la tubería pierde la misma cantidad de calor por radiación que por convección, manteniéndose la pieza y paredes a 20°C.

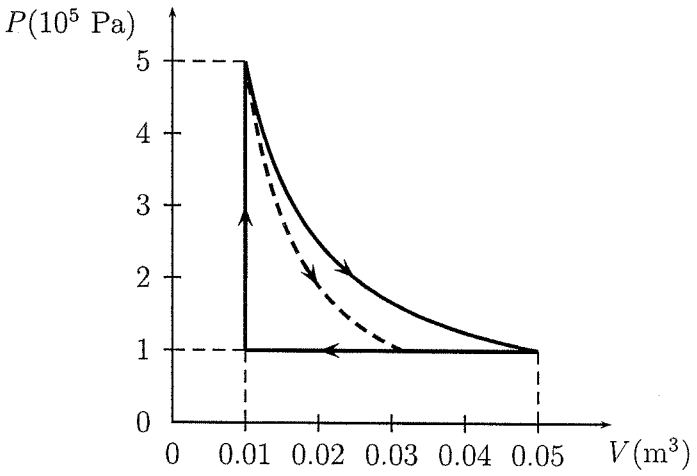
Nombre:

# Problema 2

Considere el ciclo termodinámico que realiza un mol de aire, descrito en el gráfico $PvsV$ que muestra la figura. Adicionalmente a los tramos a presión y volumen constante, el ciclo puede completarse con la línea curva contínua, que corresponde a un proceso isotérmico, o la segmentada, que corresponde a un proceso adiabático.

(a) Encuentre el trabajo hecho por el gas en ambos casos.

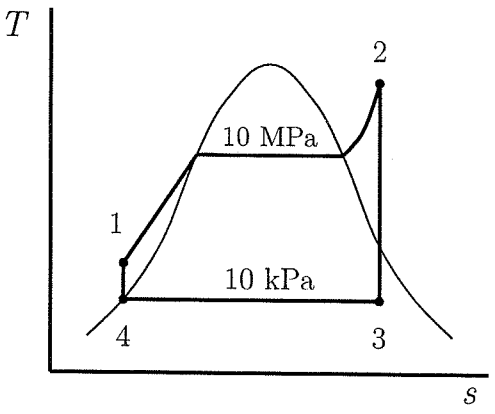
(b) Encuentre la eficiencia del ciclo para ambos casos, línea contínua y línea segmentada.



Nombre:

# Problema 3

El gráfico $TvsS$ describe un ciclo de Rankine operando con vapor de agua, en que la máxima temperatura es 700°C.




(a) Los componentes básicos de una máquina que opera con un ciclo de Rankine son la turbina, la bomba, el condensador y la caldera. Indique entre qué par de estados, etiquetados por los números respectivos del gráfico, se ubica cada uno de estos componentes y describa el proceso que en él ocurre.

(b) Encuentre el trabajo desarrollado por la turbina y la energía que debe entregarse a la bomba en cada ciclo. Exprese sus resultados en kJ/kg.

(c) Encuentre la eficiencia del ciclo.

Datos de tablas para agua y vapor de agua.

| | | entalpía (kJ/kg) | | entropía(kJ/kg·K) | |
|---|---|---|---|---|---|
| P(kPa) | T(°C) | $h_f$ | $h_g$ | $s_f$ | $s_g$ |
| 10 | 45.8 | 191.8 | 2584.6 | 0.6491 | 8.1570 |

| P(MPa) | T(°C) | $h$(kJ/kg) | $s$(kJ/kg·K) |
|---|---|---|---|
| 10 | 700 | 3870.5 | 7.1687 |