Pontificia Universidad Católica de Chile
FIS1523 - Termodinámica

# Ayudantía Termodinámica n.7

Profesor: Francisco Castillo
Ayudante: Alessandro Santoni - asantoni@uc.cl
Viernes 13 de Mayo de 2022

---

## Problema 1

Una cantidad de agua saturada a la temperatura de $350°C$ se calienta a presión constante hasta que su volumen es el doble. Determinar la temperatura final usando:

a) La ecuación de los gases ideales

b) Los graficos de compresibilidad

c) Las tablas de vapor sobrecalentado

## Problema 2

El Refrigerante 134-a a presión de $160\,psia$ tiene un volumen especifico de $0.3479\,ft^3/lbm$. Determinar la temperatura del refrigerante con:

I) Ecuación de los gases ideales

II) Ecuación de van de Waals

III) Tablas del refrigerante

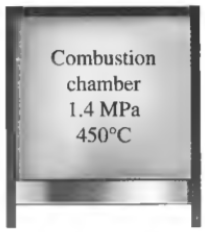
## Problema 3

En un dia de verano, cuando la temperatura del aire es de $35°C$ y la humedad relativa es de 70%, una persona compra una lata de bebida supuestamente "fria". El dueño de la tienda afirma que la temperatura de la bebida es menor a $10°C$. Sin embargo, la lata de bebida no parece ser tan fría porque no se nota condensación en la superficie externa de la lata.

A) Es posible que el dueño este diciendo la verdad?

# Problema 4

1. La combustión en un motor de gasolina se puede aproximar como una adición de calor a volumen constante. Antes de la combustión al interior del motor hay una mezcla de aire y combustible mientras despues estan los gases de combustión, que aproximamos como gas ideal. Suponemos que la presión inicial es $1.4\,MPa$, la temperatura inicial es de $450°C$ y al final $1600°C$. Determinar la presión al final de la combustión.




2. La combustión en un motor Diesel se prede modelar como un proceso a presión constante, con aire en el cilindro antes y despues de la combustión. Suponemos una temperatura inicial de $950\,K$, un volumen inicial de $75\,cm^3$ y final de $150\,cm^3$. El motor opera con una relación aire-combustible 22 ($22\,kg$ de aire por cada $kg$ de combustible). Determinar la temperatura final despues del proceso.



P1) Primero observamos de la tabla A-1 del CENGEL algunas propiedades del agua:

$R = 0.4615 \ kPa \cdot m^3/kg \cdot K$ , $T_{cr} = 647.1 \ K$ , $P_{cr} = 22.06 \ MPa$

a) De la ecuación de gases ideales: $PV = nRT$
en la transformación $1 \to 2$ a presión constante encontramos

$$P_1 = P_2 \Rightarrow nR\frac{T_1}{V_1} = nR\frac{T_2}{V_2} \ ; \ \frac{T_1}{V_1} = \frac{T_2}{V_2}$$

implicando

$$T_2 = T_1\left(\frac{V_2}{V_1}\right) = T_1\left(\frac{2V_1}{V_1}\right) = 2T_1 = 2(273+350)K = 1246K$$

b) La presión del agua es la presión de saturación del agua a temperatura 350°C (Tabla A-4E)

$$P_{sat}^{350°C} = 1,65 \times 10^7 \ Pa$$

Ahora ocupando los graficos de compresibilidad encontramos (Fig. A-15 CENGEL)

$$T_{R1} = \frac{T_1}{T_{cr}} = \frac{623\,K}{647.1\,K} = 0.963$$

$$P_{R1} = \frac{P_1}{P_{cr}} = \frac{1.65 \times 10^7\,Pa}{22.06 \times 10^6\,Pa} = 0.749$$

$$\Big\} \quad Z_1 = 0.593, \quad \nu_{R1} = 0.75$$

Gracias a los cuales en el estado final tendremos:

$$P_{R2} = P_{R1} = 0.749$$

$$\nu_{R2} = 2\nu_{R1} = 1.50$$

$$\Big\} \quad Z_2 = 0.88$$

Que implica: $\left( P_{cr}\,\nu_{cr} = P_{cr}\,\frac{\nu_2}{\nu_{R2}} = R\,T_{cr} \right)$

$$T_2 = \frac{P_2 \nu_2}{R Z_2} = \frac{P_2}{Z_2} \cdot \nu_{R2}\,\frac{T_{cr}}{P_{cr}} =$$

$$= \frac{1.65 \times 10^7\,Pa}{0.88} \cdot \frac{(1.50)(647.1\,K)}{2.21 \times 10^7\,Pa} = 826\,K$$

c) De la tabla de vapor saturado ($x=1$) se encuentra que (TABLA A-4)

$$\nu_g^{350°C} = 0.0088\ m^3/kg = \nu_1\,, \quad P_{sat}^{350°C} = 16{,}529\ MPa$$

Desde los cuales, ocupando una tabla de vapor sobrecalentado, obtenemos: (TABLA A-6)

$$\left.\begin{aligned} P_2 &= P_1 = 16,529\ MPa \\ v_2 &= 2v_1 = 0.0176\ m^3/kg \end{aligned}\right\} \quad T_2 \sim 475\,^{\circ}C \sim 750\,K$$

(P2) Dende la TABLA A-1E encontramos por el refrigerante 134-a

$R = 0.1052\ psia \cdot ft^3/lbm \cdot R$, $T_{cr} = 673.6R$, $P_{cr} = 588.7\ psia$

a) A partir de la ecuacion de los gases ideales:

$$T = \frac{Pv}{R} = \frac{(160\ psia)(0.3479\ ft^3/lbm)}{(0.1502\ psia \cdot ft^3/lbm \cdot R)} = 529R$$

b) Hay que determinar las constantes de van der Waals

$$a = \frac{27R^2T_{CR}^2}{64P_{CR}} = \frac{27\,(0.1052\ psia \cdot ft^3/lbm \cdot R)^2 \cdot (673.6R)^2}{64 \cdot (588.7\ psia)} =$$

$$= 3.591\ ft^6 \cdot psia/lbm^2$$

$$b = \frac{RT_{CR}}{8P_{CR}} = \frac{(0.1052\ psia\, ft^3/(lbm \cdot R))(673.6R)}{8 \cdot 588.7\ psia} = 0.015\ ft^3/lbm$$

La ecuación de van der Waals es:

$$\left(P + \frac{a}{v^2}\right)(v - b) = RT$$

Donde la cual

$$T = \frac{1}{R}\left(P + \frac{a}{v^2}\right)(v - b) =$$

$$= \frac{1}{0.1052}\left(160 + \frac{3.591}{(0.3479)^2}\right)(0.3479 - 0.0150)R = 600R$$

c) De la tabla de Refigerante sobrecalentada (A-13E) encontramos

$$\left.\begin{array}{l} P = 160\ psia \\ v = 0.3479\ ft^3/lbm \end{array}\right\} \quad T = 160°F = 620R$$

(P3) La presión de saturación del agua a 35°C es de 5.629 kPa (TABLA A-4)

↓

La presión de vapor del aire se encuentra entonces gracias a fracción de humedad $\phi = 0.7$

$$P_{vap} = \phi P_{sat}^{35°C} = 0.7(5.629\ kPa) = 3.940\ kPa$$

La temperatura de saturación que corresponde a esta nueva presión es

$$T_{sat}^{3.940\ kPa} = 28.7\ °C$$

↓

Esto significa que el vapor en el aire condensa a una temperatura menor a 28.7°C

Entonces, la non presencia de condensación en la lata implica que el dueño este mintiendo, la temperatura de la lata tiene que ser $> 28.7\ °C$

P4)

a) Tenemos en el texto todos los datos necesarios para el calculo. Asumimos que el contenido del cilindro es aproximado por las propiedades del aire. ⇒ GAS IDEAL

Siendo la transformación a volumen constante

$$V = cost \propto \frac{T}{P} \Rightarrow \frac{T_1}{P_1} = \frac{T_2}{P_2}$$

Donde la cual:

$$P_2 = \frac{T_2}{T_1} P_1 = \frac{(1600+273)K}{(450+273)K} (1400 kPa) = 3627 kPa$$

b) Las condiciones iniciales son especificadas en el texto y vamos a suponer que el contenido del cilindro es aproximado por las propiedades del aire. → GAS IDEAL

La relación entre masa inicial y final es

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{AF}{AF+1} = \frac{22}{22+1} = \frac{22}{23}$$

Ahora aunando la ley de los gases ideales y el hecho que la presión es constante

$$P = cost \propto m T/V \Rightarrow m_1 T_1/V_1 = m_2 T_2/V_2$$

$$\Rightarrow T_2 = \frac{m_1}{m_2}\frac{V_2}{V_1} T_1 = \frac{22}{23}\left(\frac{150\,cm^3}{75\,cm^3}\right)(950K) = 1817$$