Catalizate en Octave
Guía de Ejercicios Para Entregar

Daniel Millán, Nicolás Muzi,
Gabriel Rosa, Petronel Schoeman, Juan Cruz Luffi

CONICET
&
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria, UNCuyo
CONEIQ, San Rafael 5600, Argentina
1–4 Octubre de 2019

Ejercicio 1. Se desea analizar el movimiento de una partícula que tiene una trayectoria helicoidal en 3D. La posición de la partícula en el espacio, $\boldsymbol{r}(t)$, se encuentra parametrizada en función del tiempo como $\boldsymbol{r}(t) = (x(t), y(t), z(t))$, donde:

$$x(t) = \frac{t}{2}\cos(t), \quad y(t) = \frac{t}{3}\sin(t), \quad z(t) = t.$$

Mediante el empleo de un *script* resuelva los siguiente ítems en Octave:

1. Grafique el movimiento de la partícula en 3D para cada instante de tiempo t en el intervalo de tiempo comprendido entre 0 y 3π.

2. Determine la distancia $d_P(t)$ entre un punto que se desplaza sobre la trayectoria $\boldsymbol{r}(t)$ y el plano $\sin(t)\,x + \cos(t)\,y + z = 3t$. Grafique $d_P(t)$ en el intervalo $[0, 3\pi]$.

3. Genere una función anónima para calcular la rapidez de la trayectoria
$$\|\boldsymbol{r}'(t)\| = \sqrt{\left(x'(t)\right)^2 + \left(y'(t)\right)^2 + \left(z'(t)\right)^2}.$$
Grafique la rapidez en función de t.

4. Calcule la longitud de arco que describe la trayectoria en función del tiempo $t \in [0, 3\pi]$
$$L(t) = \int_0^t \|\boldsymbol{r}'(\tau)\|\, d\tau.$$
Esto lo debe realizar mediante integración numérica empleando la función `quad`.

Ayuda: emplee el *script* `tp5_trayectoria3D.m` subido a la web de la asignatura.

Ejercicio 2. Hay que separar una mezcla de benceno y tolueno en un reactor *flash*. ¿A qué temperatura deberá operarse el reactor para obtener la mayor pureza de tolueno en la fase líquida (maximizar x_T)? La presión en el reactor es de 800 mm Hg. Las unidades en la ecuación de Antoine son mm Hg y °C para presión y temperatura, respectivamente, siendo $x_B + x_T = 1$.

$$P = x_B P_{sat_B} + x_T P_{sat_T},$$
$$\log_{10}(P_{sat_B}) = 6.905 - \frac{1211}{T + 221},$$
$$\log_{10}(P_{sat_T}) = 6.953 - \frac{1344}{T + 219}.$$

Ejercicio 3. Isotermas.

Se conoce como ecuación de Van der Waals para n moles de un gas a:

$$\left(P + \frac{n^2 a}{V^2}\right)(V - nb) = nRT,$$

donde P es la presión del fluido, medido en atmósferas, V es el volumen (en litros), T es la temperatura en grados Kelvin y R (atm.l/mol.K) es la constante universal de los gases. Los valores de a y b son característicos de cada gas.

Se llaman isotermas las curvas que se obtienen al representar la ecuación de Van der Waals para una temperatura fija. Consideremos un gas que verifica la ecuación:

$$\left(P + \frac{3}{V^2}\right)(3V - 1) = 8T$$

1. Escribe un *script* que represente una gráfica con las isotermas de ese gas (P en función de V), para distintos valores de T : 0.5, 0.7, 0.9, 1.1 y 1.3. Deberás ajustar los valores de los ejes para tener una visión aceptable de todas ellas.

2. Además, cada curva debe ir con un trazo diferenciado, con el texto que indique la isoterma que se ha representado, así como el título de la gráfica y la etiqueta de los ejes. Escoge una presión constante de valor α. Dibuja la recta $p = \alpha$ conjuntamente con las isotermas. ¿Hay algún volumen a esa presión? ¿Hay más de uno? Razona la respuesta.

Ejercicio 4. Respuesta transitoria o dinámica de una red de 5 reactores químicos, ver descripción en Figura 12.3 del libro de Chapra y Canale, Capítulo 12, 5ta Ed, 2007. El ejercicio propuesto se basa en el análisis del estado transitorio desarrollado en el Capítulo 28 del mismo libro.

Mediante el empleo de un *script* resuelva los siguiente ítems en Octave:

1. El tiempo hasta el estado estacionario se caracteriza por el tiempo que tarda cada reactor en alcanzar el 90 % de la concentración en el estado estacionario, t_{90}. Estime t_{90} para cada reactor.

2. Se produce una variación de la concentración en $t = 10$min en la entrada del reactor 1 el cual se aproxima por
$$b_1(t) = 1 + \exp(-(t - 10)^2).$$
   a) Grafique el la entrada $b_1(t)$ en función del tiempo t.
   b) Determine las respuestas transitorias y grafique $c_i(t)$.

3. La carga en el reactor 3 decrece en un 25 % de forma abrupta en $t = 10$min. Luego de media hora se restablece el valor de entrada en el mezclador 3 de forma lineal y alcanzando el valor original 30 minutos mas tarde.
   a) Cree una función `tp5_carga3_rampa.m` que modele el valor en la entrada $b(t)$ en función del tiempo. Grafique $b_3(t)$.
   b) Determine las respuestas transitorias y grafique $c_i(t)$.

Ayuda: emplee el *script* `tp5_mezcladores_transitorio.m` de la web de la asignatura.

Ejercicio 5. En los envases térmicos que se ilustran en la Figura 5, el compartimiento interior está separado del medio ambiente por vacío. Hay una cubierta exterior alrededor de los envases. Esta cubierta está separada de la capa media por una capa delgada de aire. La superficie de afuera de la cubierta exterior está en contacto con el aire del ambiente.

La transferencia de calor del compartimiento interior a la capa siguiente q_1 sólo ocurre por radiación (ya que el espacio se encuentra vacío). La transferencia de calor entre la capa media y la cubierta exterior q_2 es por convección en un espacio pequeño. La transferencia de calor de la cubierta exterior hacia el aire q_3 sucede por convección natural.

$$
\begin{aligned}
q_1 &= 10^{-9}[(T_0 + 273)^4 - (T_1 + 273)^4],\\
q_2 &= 4(T_1 - T_2),\\
q_2 &= 1.3(T_2 - T_3)^{4/3}.
\end{aligned}
$$

El flujo de calor desde cada región de los envases debe ser igual, es decir, $q_1 = q_2 = q_3$.

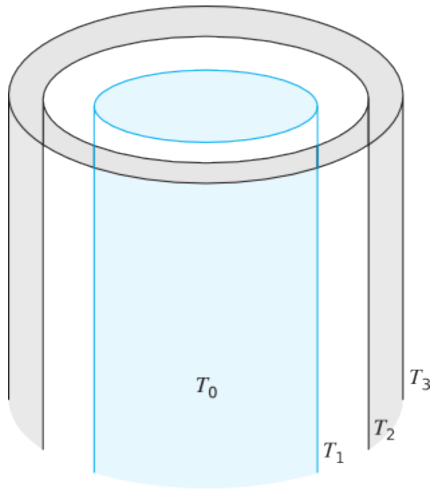

Figura 1: Envase térmico.

Mediante el empleo de un *script* en Octave encuentre las temperaturas T_1 y T_2 en estado estable. T_0 es de $90°C$ y T_3 varía en el rango $[10, 30]°C$.

Ayuda: `fsolve` es una función que resuelve un sistema de ecuaciones no-lineales del tipo $\boldsymbol{F}(\boldsymbol{x}) = \mathbf{0}$, donde $\boldsymbol{F}$ es una función vectorial y $\boldsymbol{x}$ es un vector o una matriz.