

Flujo Fanno PROBLEMAS

1) Por una tubería aislada de 150mm de diámetro fluye hidrogeno adiabáticamente. Si en una sección el número de mach es de 0,4. ¿A que distancia, corriente abajo, se conseguirá un número de mach de 0,9? Tómese f (promedio) igual a 0,015.

Datos:

D=150mm

M₁=0,4

M₂=0,9

f=0,015

¿Qué se pide?

L₁₂

Hipótesis:

Gas calóricamente perfecto

Flujo Fanno

Hidrogeno

k=1,409

R=4124,18J/(kg.K)

Ecuaciones y leyes:

$$L_{12} = L_1^* - L_2^* \quad [1]$$

$$\frac{4fL}{D} = \frac{1-M^2}{kM^2} + \frac{k+1}{2k} \ln \frac{(k+1)M^2}{2+(k-1)M^2} \quad [2]$$

Procedimiento:

a) Con datos,[2]: 4fL₁*/D, 4fL₂*/D

b) Con a),datos: L₁*, L₂*

c) Con b),[1]: L₁₂

2) Circula aire por una tubería de diámetro interno 2,5cm a una temperatura y presión de 373K y 10⁶N/m² respectivamente y a una velocidad de 100m/s. Determine: a) a partir de esta condición ¿a que longitud de tubería arribara el campo de flujo a velocidad sónica? Asuma rugosidad relativa de 0,001 y considere la viscosidad y densidad del aire a las condiciones iniciales indicadas b) Calcule la longitud de la tubería en la cual el número de mach se hace igual a 0,5; c) para la condición inicial ¿Cuál es la presión para un número de mach igual a la unidad?

Datos:

D=2,5cm

T₁=373K

P₁=10⁶N/m²

u₁=100m/s

ε/D=0,001

M₂=0,5

¿Qué se pide?

L₁*, L₁₂, P*

Hipótesis:

Gas calóricamente perfecto

Flujo Fanno

Aire

k=1,4

R=287J/(kg.K)

Ecuaciones y leyes:

$$M = \frac{u}{a} \quad [1]$$

$$a = \sqrt{kRT} \quad [2]$$

$$L_{12} = L_1^* - L_2^* \quad [3]$$

$$Re = \frac{\rho u D}{\mu} \quad [4]$$

$$P = \rho RT \quad [5]$$

TABLA: Flujo Fanno [FF]

GRAFICAS: Diagrama de Moody [DM]

Viscosidad de gases [VG]

Procedimiento:

a) Con datos,[2],[1]: a₁, M₁

b) Con datos,[VG]: μ

c) Con [5],datos: ρ

d) Con b),c),datos,[4]: Re

e) Con d),datos: f

f) Con a),e),datos,[FF]: 4fL₁*/D, P₁/P*

g) Con f),datos: L₁*

h) Con datos,[FF]: 4fL₂*/D

i) Con h): L₂

j) Con g),i): L₁₂

k) Con f),datos: P*

Dinámica de Gases – Preparaduría Docente – Flujo Fanno PROBLEMAS

3) Un flujo de oxido nitroso subsónico se desplaza por una tubería de diámetro constante de 5cm; con un $M_1=0,6$. El factor de fricción es de 0,05. La tubería atraviesa por un sistema de enfriamiento, cuya potencia es de 3kW. Si se desea que la condición aguas abajo del gas se mantengan al mismo numero de mach. ¿Cuál es la longitud de la tubería? La temperatura a la entrada del ducto es de 100°C. El flujo másico es de 5kg/s

Datos:

$D=5\text{cm}$

$M_1=0,6$

$f=0,05$

$\dot{Q}=-3\text{kW}$

$M_3=0,6$

$T_1=100^\circ\text{C}$

¿Qué se pide?

L_{12}

Hipótesis:

Gas calóricamente perfecto

Flujo Fanno y Rayleigh

Oxido nitroso

$k=1,274$

$R=188,91\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$

$C_p=879,3\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$

Ecuaciones y leyes:

$q = C_p(T_{02} - T_{01})$ [1]

$\frac{T_0}{T} = 1 + \frac{k-1}{2} M^2$ [2]

$\frac{T_0}{T_0^*} = \frac{(k+1)M^2}{(1+kM^2)^2} (2 + (k-1)M^2)$ [3]

$L_{12} = L_1^* - L_2^*$ [4]

$\frac{4\bar{f}L}{D} = \frac{1-M^2}{kM^2} + \frac{k+1}{2k} \ln \frac{(k+1)M^2}{2+(k-1)M^2}$ [5]

$q = \frac{\dot{Q}}{\dot{m}}$ [6]

TABLA: Flujo Fanno [FF]

Procedimiento:

a) Con datos,[2]: T_{01}/T_1 ; T_{01}

b) Con a),[1],datos: T_{02}

c) Con [3],datos: T_{01}/T_0^*

d) Con c),a),b): T_{02}/T_0^*

e) Con d): M_2

f) Con e),[5]: $4fL_2^*/D$, L_2^*

g) Con [5],datos: $4fL_3^*/D$, L_3^*

h) Con f),g): L_{23}

4) Un gas en condición supersónica entra en forma adiabática a un tubería con un diámetro constante de 0,1m; con un $M_1=2$. El factor de fricción promedio es 0,02. Si se produce una onda de choque normal aguas debajo de la entrada de la tubería y su el numero de mach justo antes de la onda es 1,2; determine la longitud de la tubería si el gas es a) aire y b) helio.

Datos:

$D=0,1\text{m}$

$M_1=0,2$

$f=0,02$

$M_2=1,2$

¿Qué se pide?

L_{12}

Hipótesis:

Gas calóricamente perfecto

Flujo Fanno

Aire

$k=1,4$

$R=287\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$

Helio:

$k=1,667$

$R=2077,03\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$

Ecuaciones y leyes:

$\frac{4\bar{f}L}{D} = \frac{1-M^2}{kM^2} + \frac{k+1}{2k} \ln \frac{(k+1)M^2}{2+(k-1)M^2}$ [1]

$L_{12} = L_1^* - L_2^*$ [2]

Procedimiento:

a) Con datos,[1]: $4fL_1^*/D$, $4fL_2^*/D$

b) Con a): L_1^* , L_2^*

c) Con b),[2]: L_{12}

5) Un flujo de aire supersónico con un número de mach 1,8 posee una temperatura y presión de 75°C y 150kPa respectivamente. El diámetro de la tubería es de 12cm. Determine el flujo másico. Considere $f=0,015$. Realice la grafica fanno para este flujo.

Dinámica de Gases – Preparaduría Docente – Flujo Fanno PROBLEMAS

Datos:

$$M_1=1,8$$

$$T_1=75^\circ\text{C}$$

$$P_1=150\text{kPa}$$

$$D=12\text{cm}$$

$$f=0,015$$

$$T \text{ [Asignada arbitrariamente]}$$

¿Qué se pide?

$$\dot{m}$$

Hipótesis:

Gas calóricamente perfecto

Flujo Fanno

Aire

$$k=1,4$$

$$R=287\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$$

$$C_p=1003,5\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$$

Ecuaciones y leyes:

$$T + \frac{(\rho u)^2 T^2}{2C_p \left(\frac{P^2}{R^2}\right)} = \text{constante} \quad [1]$$

$$s - s_1 = C_p \ln \frac{T}{T_1} - R \ln \frac{P}{P_1} \quad [2]$$

$$m = \rho u A \quad [3]$$

Procedimiento:

a) Con datos,[FI]: T_0/T , T_0

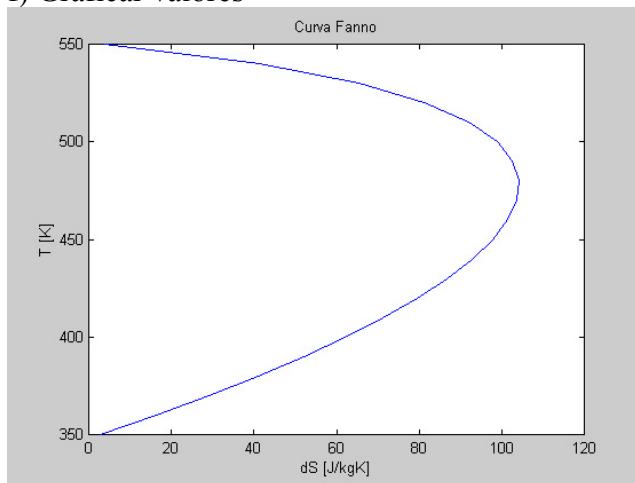
b) Con a),[1],datos: ρu

c) Con [3],b): \dot{m}

d) Con datos,[2]: P , $s-s_1$

e) Repetir d) tantos valores se desee

f) Graficar valores



Preparador: Daniel José Pulido González – Actualizado: 17-01-04

6) Considere flujo de aire a través de una tubería de diámetro 0,4ft y longitud 5ft. Las condiciones aguas arriba son $M_1=3$, $P_1=1\text{atm}$ y $T_1=300\text{K}$. Asumiendo $f=0,005$. Calcule las condiciones abajo M_2 , P_2 , T_2 y P_{02} .

Datos:

$$D=0,4\text{ft}$$

$$L_{12}=5\text{ft}$$

$$M_1=3$$

$$P_1=1\text{atm}$$

$$T_1=300\text{K}$$

$$f=0,005$$

¿Qué se pide?

$$M_2, P_2, T_2, P_{02}$$

Hipótesis:

Gas calóricamente perfecto

Flujo Fanno

Aire

$$k=1,4$$

$$R=287\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$$

Ecuaciones y leyes:

$$L_{12} = L_1 * -L_2 * \quad [1]$$

TABLAS: Flujo Fanno [FF]

Flujo Isentrópico [FI]

Procedimiento:

a) Con datos,[FF]: $4fL_1*/D$, T_1/T^* , P_1/P^* , P_{01}/P_0^*

b) Con a), datos: $4fL_2*/D$

c) Con b): M_2 , P_2/P^* , T_2/T^* , P_{02}/P_0^*

d) Con c), datos: T_2 , P_2

e) Con [FI]: P_{01}/P_1

f) Con a),b),e), datos: P_{02}

7) Con unas condiciones de $P_0=550\text{kPa}$ y $T_0=100^\circ\text{C}$ circula aire por un ducto de diámetro 5cm y de longitud 1m, luego de circular por una tobera convergente llegando a un ducto de 3cm y de longitud 1,2m, para salir del mismo a una presión de 30kPa. Utilizando el diagrama de Moody para estimar f promedio, calcule el flujo de masa a través del sistema. ¿Esta el flujo estrangulado?

Datos:

$$P_{01}=550\text{kPa}$$

$$T_{01}=100^\circ\text{C}$$

Dinámica de Gases – Preparaduría Docente – Flujo Fanno PROBLEMAS

$L_{12}=1\text{m}$
 $D_{12}=5\text{cm}$
 $L_{34}=1,2\text{m}$
 $D_{34}=3\text{cm}$
 $P_4=30\text{kPa}$

¿Qué se pide?

\dot{m}

Hipótesis:

Gas calóricamente perfecto

Flujo Fanno

Aire

$$k=1,4$$

$$R=287\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$$

Flujo Isentrópico en tobera

Ecuaciones y leyes:

$$L_{12} = L_1^* - L_2^* \quad [1]$$

$$\text{Re}_D = \frac{\rho u D}{\mu} \quad [2]$$

$$C_p T + \frac{u^2}{2} = C_p T_0 \quad [3]$$

$$P = \rho R T \quad [4]$$

TABLAS: Flujo Fanno [FF]
Flujo Isentrópico [FI]
Diagrama de Moody [DM]
Viscosidades Dinámicas [VD]

Procedimiento:

- Asumir P_1
- Con a), [FI], datos: $M_1, T_{01}/T_1$
- Con b), datos: T_1
- Con c), datos, [3]: u_1
- Con a), c), datos, [4]: ρ
- Con [VD], c): μ
- Con d), e), f), datos: Re_D
- Con g), [DM]: f
- Con b), [FF]: $4fL_1^*/D_{12}, P_1/P_{12}^*, P_{01}/P_{012}^*$
- Con i), h), datos: L_1^*
- Con datos, j), [1]: L_2^*
- Con k), datos, h), k): $M_2, P_{02}/P_{012}^*, P_2/P_{12}^*$
- Con l), i), a), datos: P_{02}, P_2
- Con l), [FI]: A_2/A^*
- Con datos, m): A_3/A^*
- Con n), [FI]: $M_3, P_3/P_{03}$
- Con o), m), hipótesis: P_{03}, P_3
- Repetir a) \rightarrow m) para L_{34}
- Obtener $\delta = P_4 - P_4'$

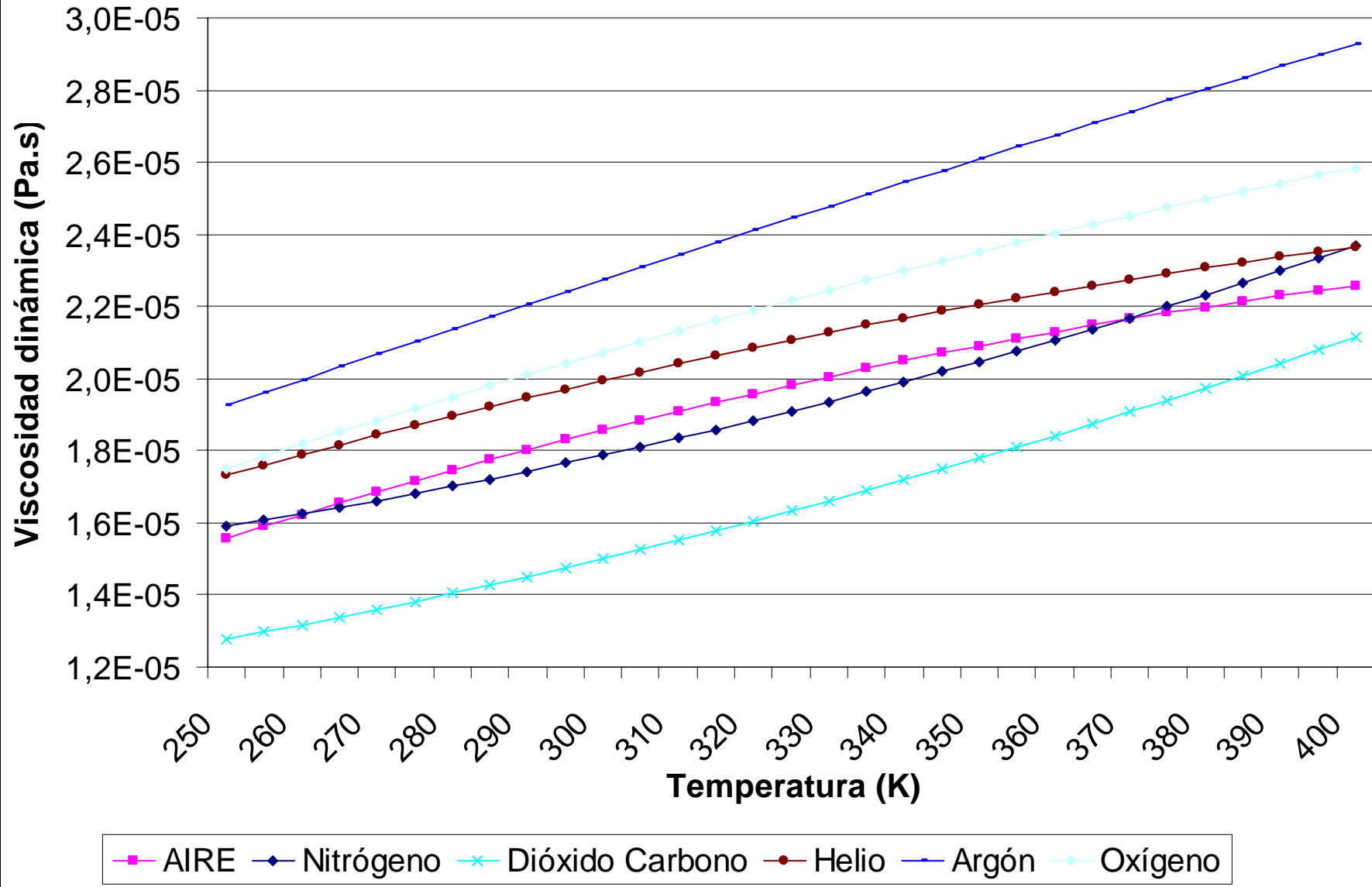
s) Repetir a) \rightarrow r) hasta $\delta \approx 0$

8) Gas natural fluye a lo largo de una tubería de 0,02m de diámetro interno y 40m de longitud. Las Condiciones a la salida de la tubería son $M_2=0,5$, $P_2=1\text{atm}$ y $T_2=270\text{K}$. Asumiendo flujo unidimensional adiabático y una tubería de acero comercial. Calcule las condiciones del gas si la tubería inicialmente se encuentra conectada a un tanque de almacenamiento.

Recomendación:

Para la realización de este problema proceda de forma análoga al ejercicio 2) obteniendo el factor de fricción promedio para toda la tubería y no solo para el inicio. Válgase de los textos y tablas necesarias para la obtención de los datos que necesita.

Viscosidades dinámicas a 101325Pa



pipe friction chart applicable to circular pipes running full

© Glasgow College of Nautical Studies Faculty of Engineering

GCNS runs distance learning courses for the
Engineering Council Graduate Diploma.

website: www.glasgow-nautical.ac.uk
e-mail: engineering@glasgow-nautical.ac.uk

