

FLUJO RAYLEIGH PROBLEMAS

1) Circula aire en condiciones de Flujo Rayleigh a través de una tubería de sección constante con las siguientes propiedades: $T_0=288\text{K}$, $T_1=285,71\text{K}$, $P_1=101335\text{Pa}$. Determine los correspondientes valores de temperatura y cambio de entropía para varios niveles de presión, menor a la existente y grafique la correspondiente curva Rayleigh.

Datos:

$$T_0=288\text{K}$$

$$T_1=285,71\text{K}$$

$$P_1=101335\text{Pa}$$

P [Asignada arbitrariamente]

¿Qué se pide?

$$T=f(P), s_2-s_1=f(T)$$

Hipótesis:

Gas calóricamente perfecto

Flujo Rayleigh

Aire

$$k=1,4$$

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

Ecuaciones y leyes:

$$P + (\rho u)^2 \frac{RT}{P} = \text{constante} \quad [1]$$

$$s_2 - s_1 = C_p \ln \frac{T}{T_1} - R \ln \frac{P}{P_1} \quad [2]$$

$$CP = \frac{kR}{k-1} \quad [3]$$

TABLA: Flujo Isentrópico [FI]

Procedimiento:

a) Con [FI]: P_0/P_1

b) Con a): P_0

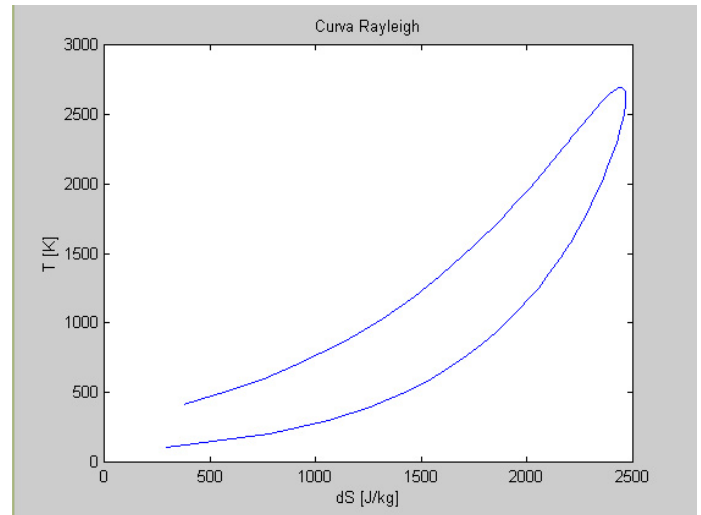
c) Con b), datos, [1]: $(\rho u)^2$

d) Con c), datos, [1]: T

e) Con d), [3], [2], datos: s_2-s_1

f) Repetir d) → e) tantos valores se desee

g) Graficar valores



2) ¿Cuánto calor específico se necesita para incrementar el número de Mach inicial de 0,3 a un número de Mach de 0,7 en un ducto de área constante si no se tiene en cuenta la fricción? La temperatura a $M=0,3$ es 70°C , b) Si $P_1=2 \cdot 10^5\text{Pa}$ ¿Cuál es el cambio en la presión de estancamiento? Suponga que el calor específico constante es $C_p=1,0865\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$

Datos:

$$M_1=0,3$$

$$M_2=0,7$$

$$T_1=70^\circ\text{C}$$

$$P_1=2 \cdot 10^5\text{Pa}$$

$$C_p=1,0865\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$$

¿Qué se pide?

$$q, \Delta P_0$$

Hipótesis:

Gas calóricamente perfecto

Flujo Rayleigh

Aire

$$k=1,4$$

Ecuaciones y leyes:

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

TABLA: Flujo Isentrópico [FI]
Flujo Rayleigh [FR]

Procedimiento:

a) Con datos, [FR]: T_1/T^* , T_2/T^*

Dinámica de Gases – Preparaduría Docente – Flujo Rayleigh PROBLEMAS

b) con a), datos: T^* , T_2

c) Con b), datos, [FI]: T_{01}/T_1 , T_{02}/T_2

d) Con c), datos, b): T_{01} , T_{02}

e) Con d), datos, [1]: q

f) Con [FI],[FR]: P_{01}/P_1 , P_{01}/P_0^*

g) Con f): P_{01}

h) Con [FI],[FR]: P_{02}/P_2 , P_{02}/P_0^*

i) Con h): P_{02}

j) Con g),h): ΔP_0

3) Circula aire a través de una tubería de sección constante con una velocidad de $u_1=450\text{m/s}$, $P_1=170\text{kPa}$ y $T_1=243,03\text{K}$ y se le adiciona calor en la cantidad de $20,33\text{kJ/kg}$. Determine: a) propiedades u_2 , T_2 y P_2 sin que exista onda de choque, b) máxima cantidad de calor que puede ser adicionado al flujo, c) los cambios posibles a realizar a la entrada del ducto para incrementar el calor a 30kJ/kg , d) ¿En que forma se ve afectado el flujo de masa por unidad de área con el cambio realizado en la pregunta anterior, e) de existir una onda de choque normal para la condición inicial ¿Cuánto calor se podría adicionar? f) Indique en una curva Rayleigh todas las propiedades calculadas.

Datos:

$u_1=450\text{m/s}$

$P_1=170\text{kPa}$

$T_1=243,03\text{K}$

$q=20,33\text{kJ/kg}$

$q_{\text{OTRO}}=30\text{kJ/kg}$

¿Qué se pide?

U_2 , T_2 , P_2 , q_{MAX}

Hipótesis:

Gas calóricamente perfecto

Flujo Rayleigh

Aire

$k=1,4$

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

Ecuaciones y leyes:

$$a = \sqrt{kRT} \quad [1]$$

$$M = \frac{u}{a} \quad [2]$$

$$q = C_p \cdot (T_{02} - T_{01}) \quad [3]$$

$$C_p = \frac{kR}{k-1} \quad [4]$$

TABLA: Flujo Isentrópico [FI]
Choque Normal [CH]
Flujo Rayleigh [FR]

Procedimiento:

a) Con datos, [1]: a

b) Con datos, [2], a): M_2

c) Con b), datos, [FI],[FR]: T_{01}/T_1 , T_1/T^* , P_1/P^* , T_{01}/T_0^*

d) Con datos, [4],[3]: T_{02}

e) Con d): M_2

f) Con e): T_2/T^* , P_2/P^*

g) Con f): T_2 , P_2

h) Con g), [1]: a_2 ; con [2]: u_2

i) Con c), [3]: q^*

j) Cambios

k) Análisis j)

l) con [CH], datos: T_2/T_1 , P_2/P_1 , ρ_2/ρ_1 , M_2

m) Con l): u_2 , P_2 , T_2

n) Con [FI]: T_{02}/T_2

o) Con [FR]: T_{02}/T_2

p) Con o), [3]: q

4) Un flujo estrangulado de aire en un ducto de área constante tiene un número de mach inicial de 0,3 con una temperatura de 60°C . Determine: a) ¿Cuál es el calor agregado por unidad de masa? b) ¿Cuál es la temperatura de salida? c) ¿Cuál es la máxima temperatura en el flujo? Suponga que $C_p=1,0865\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ y que no existe fricción.

Datos:

$M_1=0,3$

$T_1=60^\circ\text{C}$

$C_p=1,0865\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$

¿Qué se pide?

q , T^* , T_{MAX}

Hipótesis:

Gas calóricamente perfecto

Flujo Rayleigh

Aire

$k=1,4$

T_{MAX} se produce en $M=\sqrt{1/k}$

Dinámica de Gases – Preparaduría Docente – Flujo Rayleigh PROBLEMAS

Ecuaciones y leyes:

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

TABLAS: Flujo Rayleigh [FR]
Flujo Isentrópico [FI]

Procedimiento:

- Con datos,[FI]: T_{01}
- Con datos,a),[FR]: T_0^*
- Con a),b),datos,[1]: q
- Con [FI],b): T^*
- Con hipótesis,[FR]: T_{MAX}

5) Una mezcla de aire combustible, la cual se puede aproximar a considerar como aire, entra al ducto de la cámara de combustión a una velocidad $u_1=75\text{m/s}$, $P_1=150\text{kPa}$ y $T_1=300\text{K}$. La adición de calor por el efecto de la combustión es de 900kJ/kg de mezcla. Calcule: a) las propiedades después de la combustión (u_2 , P_2 , T_2), b) la cantidad de calor adicionado con el cual se logre un flujo sónico, c) ¿Qué pasaría si se incrementa el flujo de calor a 1400kJ/kg , manteniendo fijas la presión y la temperatura de estancamiento? ¿Cuál sería el correspondiente flujo de masa? d) indique las propiedades calculadas en una grafica Rayleigh.

Datos:

$u_1=75\text{m/s}$
 $P_1=150\text{kPa}$
 $T_1=300\text{K}$
 $q=900\text{kJ/kg}$

¿Qué se pide?

u_2 , T_2 , P_2 , q_{SONICO} , \dot{m}

Hipótesis:

Gas calóricamente perfecto
Flujo Rayleigh
Aire

$k=1,4$
 $R=287\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$
 $C_p=1005\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$

Ecuaciones y leyes:

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

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

$$M = \frac{u}{a} \quad [3]$$

$$\dot{m} = \rho u A \quad [4]$$

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

TABLAS: Flujo Isentropico [FI]
Flujo Rayleigh [FR]

Procedimiento:

- Con datos,[2]: a
- Con datos,[3],a): M_1
- Con b),datos,[FI]: T_{01}
- Con c),datos,[1]: T_{02}
- Con b),[FR]: T_{01}/T_0^* , P_1/P^* , T_1/T^* , ρ_1/ρ^*
- Con e),c): T_0^*
- Con d),f): M_2
- Con g), [FR]: T_2/T^* , P_2/P^*
- Con h),e): P_2 , T_2
- Con i),[2]: a_2
- Con j),[3],g): u_2
- Con f),c),[1]: q_{SONICO}
- Con 5),datos: ρ_1
- Con m),e): ρ^*
- Con e),datos: T^*
- Con ñ),[2],[3]: u^*
- Con n),o),[4]: \dot{m}

6) Entra aire a un ducto en condición subsónica $1,2\text{kg/s}$. Si se le adicionan 650kW de calor las propiedades del flujo en condición de estrangulamiento es de $P=95\text{kPa}$ y $T=700\text{K}$. Calcule: a) la velocidad y b) la presión de estancamiento en sección 1.

Datos:

$\dot{m}=1,2\text{kg/s}$
 $\dot{Q}=650\text{kW}$
 $P_2=95\text{kPa}$
 $T_2=700\text{K}$

¿Qué se pide?

u_1 , P_{01}

Hipótesis:

Gas calóricamente perfecto
Flujo Rayleigh
Aire

$k=1,4$

$$C_p=1005\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$$

$$C_p=1005\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$$

Ecuaciones y leyes:

$$q = \frac{\dot{Q}}{\dot{m}} \quad [1]$$

$$M = \frac{u}{a} \quad [2]$$

$$a = \sqrt{kRT} \quad [3]$$

$$q = C_p \cdot (T_{02} - T_{01}) \quad [4]$$

$$C_p = \frac{kR}{k-1} \quad [5]$$

Procedimiento:

- Con datos,[FI]: P_{02} , T_{02}
- Con datos,[1]: q
- Con a),b),datos,[4]: T_{01}
- Con a),c),[FR]: M_1
- Con d),c),[FI]: T_1
- Con e),[3],datos: a_1
- Con d),f),[2]: u_1
- Con d),a),[FR]: P_{01}

7) En un ducto de gran longitud que tiene un área constante, el aire fluye con una temperatura que se mantiene constante e igual a 540°R . Para un número de mach, a la entrada igual a 0,2, calcular la cantidad de calor que debe ser transferido para aumentar la temperatura de estancamiento en un 10%. Con una presión a la entrada de 50PSI, calcular la presión a la salida y el cambio de entropía. Resolver en SI.

Datos:

- $T_1=540^\circ\text{R}$
 $M_1=0,2$
 $T_{02}=1,1 T_{01}$
 $P_1=50\text{PSI}$

¿Qué se pide?

P_2 , q , s_2-s_1

Hipótesis:

Gas calóricamente perfecto
 Flujo Rayleigh
 Aire

$$k=1,4$$

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

Ecuaciones y leyes:

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

$$s_2 - s_1 = C_p \ln \frac{T_2}{T_1} - R \ln \frac{P_2}{P_1} \quad [2]$$

TABLAS: Flujo Isentrópico [FI]
 Flujo Rayleigh [FR]

Procedimiento:

- Con datos,[FR]: P_1/P^* , T_{01}/T_0^* , T_1/T^*
- Con datos,a): T_{02}/T_0^*
- Con b), [FR]: P_2/P^* , T_2/T^* , M_2
- Con c),a),datos: P_2 , T_2
- Con datos,[FI]: T_{01}/T_1
- Con e),datos: T_{01}
- Con f),b),datos: T_{02}
- Con f),g),[1]: q
- Con [2],d),datos: s_2-s_1

8) Gas ideal entra a una tubería con $P_1=20\text{PSI}$, $T_1=80^\circ\text{F}$ y $u_1=200\text{ft/s}$. ¿Cuál será la tasa de transferencia de calor necesaria para que la temperatura a la salida del ducto, T_2 , sea de 1500°F ? Determine P_2 , T_2 , u_2 . El gas es a) aire, b) helio. Resolver en SI.

Datos:

- $P_1=20\text{PSI}$
 $T_1=80^\circ\text{F}$
 $u_1=200\text{ft/s}$
 $T_2=1500^\circ\text{F}$

¿Qué se pide?

P_2 , u_2 , M_2

Hipótesis:

Gas calóricamente perfecto
 Flujo Rayleigh
 Aire

$$k=1,4$$

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

$$C_p=1005\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$$

Helio

$$k=1,667$$

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

$$C_p=5192,6\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$$

Dinámica de Gases – Preparaduría Docente – Flujo Rayleigh PROBLEMAS

Ecuaciones y leyes:

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

$$\frac{P}{P^*} = \frac{1+k}{1+kM^2} \quad [2]$$

$$\frac{T}{T^*} = M^2 \left(\frac{P}{P^*} \right)^2 \quad [3]$$

$$\frac{T_0}{T_0^*} = \frac{(k+1)M^2}{(1+kM^2)^2} (2 + (k-1)M^2) \quad [4]$$

$$a = \sqrt{kRT} \quad [5]$$

$$M = \frac{u}{a} \quad [6]$$

$$\frac{T_0}{T} = 1 + \frac{k-1}{2} M^2 \quad [7]$$

Procedimiento:

- Con datos,[5]: a_1
- Con datos,a): M_1
- Con b), [2],[3],[4]: P_1/P^* , T_1/T^* , T_{01}/T_0^*
- Con c), datos: T_2/T^*
- Con d), [2],[3],[4]: P_2/P^* , T_2/T^* , T_{02}/T_0^*
- Con e),c),datos: P_2 , T_2
- Con f),[5]: a_2
- Con g),[6]: u_2

9) Entra aire a un ducto caliente a $P_1=1\text{atm}$ y $T_1=288\text{K}$. Ignorando el efecto de la fricción, calcule el calor específico (J/kg) necesario para estrangular el flujo a la salida del ducto y las propiedades de presión y temperatura de la misma, para a) $M_1=2,0$ y b) $M_1=0,2$. Calcule el máximo calor específico (J/kg), si se produce una onda de choque para la condición de $M_1=2,0$.

Datos:

- $P_1=1\text{atm}$
 $T_1=288\text{K}$
 $M_1=2,0$ (a)
 $M_1=0,2$ (b)

¿Qué se pide?

q^*

Hipótesis:

- Gas calóricamente perfecto
Flujo Rayleigh
Aire

$$k=1,4$$

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

$$C_p=1005\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$$

Condición sónica aguas abajo

$T_{01}=T_{02}$ para onda de choque

Ecuaciones y leyes:

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

TABLAS: Flujo Isentrópico [FI]

Flujo Rayleigh [FR]

Procedimiento:

- Con datos,[FR]: T_1/T^*
- Con a),datos: T^*
- Con hipótesis,[FI],datos: T_0^*/T^* , T_{01}/T_1
- Con c), b): T_0^* , T_{01}
- Con d),[1]: q^*
- Con hipótesis: q^* (onda de choque)