

Ejercicios-examen.pdf



Sariitariita



Ingeniería de Fluidos



2º Grado en Ingeniería Química



Escuela Superior de Ciencias Experimentales y Tecnología.
Campus de Móstoles
Universidad Rey Juan Carlos



Estamos de
Aniversario

De la universidad al
mercado laboral:
especialízate con los posgrados
de EOI y marca la diferencia.



EOI Escuela de
organización
industrial



saber más



Aprueba tus asignaturas de la URJC con nosotros

Clases de refuerzo para estudiantes de la URJC. Apoyo personalizado en todas las asignaturas para ayudarte a aprobar con éxito

LA COOPERATIVA

TEACHING & COACHING

www.academiacoop.com | Instagram @academiacoop | WhatsApp 627 75 42 35



1
2

Examen 2021

o Teoría

1. Indique y justifique 2 diferencias destacadas entre flujo interno y externo de un fluido

- En el flujo interno, un fluido solo puede experimentar rozamiento debido a la rugosidad de la pared, mientras que en flujo externo, a parte del rozamiento de la superficie se experimenta rozamiento de forma a causa de la geometría del objeto.
- En el flujo interno, no se produce separación de la capa límite mientras que en externo, y gracias al rozamiento de forma, si que se desprenderá la capa límite.

2. Demuestre Kármán

• Igualdad de área:
$$\begin{aligned} A_t &= n_c \frac{\pi}{4} D^2 \cdot n \cdot D \cdot L_c \\ A_t &= n_c \frac{\pi}{4} D^2 \cdot L \cdot S_o (1-E) \end{aligned} \rightarrow n_c = \frac{L \cdot S_o (1-E)}{n \cdot D \cdot L_c}$$

• Igualdad de volumen:
$$\begin{aligned} V_t &= n_c \frac{\pi}{4} D^2 \cdot n \cdot D^2 \cdot L_c = \frac{\pi}{4} D^2 \cdot L \cdot E \\ n_c \cdot \frac{\pi}{4} D^2 &= \frac{L}{L_c} \cdot E \end{aligned}$$

• Igualdad en caudal:
$$\begin{aligned} V &= n_c \frac{\pi}{4} D^2 \cdot u_c \\ V &= n_c \frac{\pi}{4} D^2 \cdot u_c \cdot \frac{L}{L_c} \cdot E \end{aligned} \rightarrow u_c = \frac{L}{L_c} \cdot \frac{L_c}{L} \cdot E$$

• Igualdad $u_c = u_c \rightarrow D_c = L_c \cdot \frac{E}{S_o (1-E)}$

Ex. Resuelto: $AP = 32 \cdot L_c \cdot u_c \cdot \frac{1}{D_c^3}$

$$\begin{aligned} u_c &= \frac{V}{L} \cdot \frac{L_c}{L} \\ D_c &= L_c \cdot \frac{L}{S_o (1-E)} \end{aligned} \left\{ \begin{aligned} AP &= K \cdot L \cdot u_c \cdot \frac{S_o^2 (1-E)^2}{E^3} \\ \text{siendo } L_c &\approx L \end{aligned} \right.$$

WUOLAH

Demstrar Weynouth a partir de la EC de Bernoulli

• Bernoulli para gases: $\frac{dP}{G} = \frac{G^2}{\alpha} \frac{dG}{G} + 2 \cdot f \cdot G^2 \frac{dL}{D} \rightarrow \text{Integrar}$

$$\int_{P_2}^P \frac{dP}{G} = \frac{G^2}{\alpha} \ln \frac{G_2}{G_1} + 2f \cdot G^2 \cdot \frac{L}{D}$$

ley de gases ideales $P \cdot G = \frac{RT}{M} \rightarrow \text{Integrar}$

$$\int_{P_2}^P \frac{dP}{G} = \int_{P_2}^P \frac{PM}{RT} dP = \frac{M}{RT} \int_{P_2}^P P dP = \frac{M}{RT} \cdot \frac{P^2 - P_2^2}{2}$$

$\hookrightarrow T = \bar{T} = \frac{T_1 + T_2}{2}$

Si $\Delta T < 10\%$ (Isotermo): $\frac{M}{2RT} (P^2 - P_2^2) = \frac{G}{\alpha} \ln \frac{G_2}{G_1} + 2f \cdot G^2 \cdot \frac{L}{D}$

$\frac{G_2}{G_1} = \frac{P_2}{P_1} = \frac{T_2}{T_1}$

$$\frac{M}{2RT} (P^2 - P_2^2) = \frac{G}{\alpha} \left(\ln \frac{P_2}{P_1} - \ln \frac{T_1}{T_2} \right) + 2f \cdot G^2 \cdot \frac{L}{D} \rightarrow \ln \frac{T_1}{T_2} \approx 0$$

Isotermo
 $T_1 = T_2 \rightarrow \frac{T_1}{T_2} = 1$
 $\ln 1 = 0$

• Entre ambos:

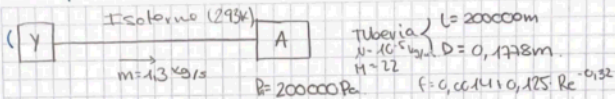
$$\ln \frac{P_1}{P_2} = \frac{P_1 - P_2}{P_2} \rightarrow \frac{P_1 - P_2}{P_2} \approx 0$$

$$P_1^2 - P_2^2 = \frac{4RT}{M} \cdot f \cdot G^2 \cdot \frac{L}{D}$$

Weynouth.
($V < 35 \text{ m/s}$)

4. Demstrate la ecuación del separador centrífugo a partir de la ecuación de Bernoulli

Ejercicio Vacuante



* Primero calculamos la presión del Vacuante Y $P_e = \frac{G \cdot D}{\mu}$

↳ Suponemos Weymouth ($V < 35 \text{ m/s}$) $Y \rightarrow A$

$$P_e^2 - P_A^2 = \frac{4RT}{\pi} \cdot f \cdot G^2 \cdot \frac{L}{D}$$

$$\rightarrow G \rightarrow m = G \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \rightarrow 1.3 = G \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 0.1778^2 \rightarrow G = 52.36 \text{ kg/s}$$

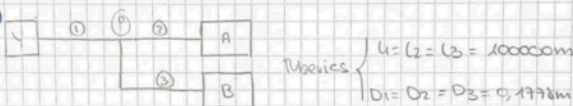
$$\rightarrow f = 0.001410,125 \left(\frac{G \cdot D}{\mu} \right)^{-0.32} \rightarrow f = 2.9376 \cdot 10^{-3}$$

$$P_e^2 - 200000^2 = \frac{4 \cdot 8314 \cdot 293}{22} \cdot 2.9376 \cdot 10^{-3} \cdot 52.36^2 \cdot \frac{200000}{0.1778}$$

$$P_e = 2013070 \text{ Pa}$$

$$V = \frac{28.99 \text{ m/s}}{q} \text{ Weymouth cv}$$

(a)



$$P_A = P_B = 200000 \text{ Pa}$$

$$\text{fr. continuidad } m_1 = m_2 + m_3 \xrightarrow{\frac{m = G \cdot S}{S_1 + S_2 = S_3}} G_1 = G_2 + G_3$$

- Suponemos Weymouth ($V < 35 \text{ m/s}$) $Y \rightarrow P$

$$G_1 = 2G_2 \text{ (Ec. 1)}$$

$$P_e^2 - P_A^2 = \frac{4RT}{\pi} \cdot f_1 \cdot G_1 \cdot \frac{L_1}{D_1}$$

$$2013070^2 - 200000^2 = \frac{4 \cdot 8314 \cdot 293}{22} \cdot f_1 \cdot G_1 \cdot \frac{100000}{0.1778} \text{ (Ec. 2)}$$

- Suponemos Weymouth ($V < 35 \text{ m/s}$) $P \rightarrow A$

$$P_e^2 - P_A^2 = \frac{4RT}{\pi} \cdot f_2 \cdot G_2 \cdot \frac{L_2}{D_2}$$

$$P_e^2 - 200000^2 = \frac{4 \cdot 8314 \cdot 293}{22} \cdot f_2 \cdot G_2 \cdot \frac{100000}{0.1778} \text{ (Ec. 3)}$$

- Suponemos Weymouth ($V < 35 \text{ m/s}$) $P \rightarrow B$

$$P_e^2 - 200000^2 = \frac{4 \cdot 8314 \cdot 293}{22} \cdot f_3 \cdot G_3 \cdot \frac{100000}{0.1778}$$

↑ misma ecuación
↓
 $G_2 = G_3$
 $(P_A = P_B, L_2 = L_3, D_2 = D_3)$

Importante

Puedo eliminar la publi de este documento con 1 coin

¿Cómo consigo coins? → Plan Turbo: barato

→ Planes pro: más coins

perdo espacio



Necesito concentración

ali ali ooh
esto con 1 coin me
lo quito yo...

WUOLAH

4. Precoso iterativo.

Springs

Diagrama de flujo: $G_1 \rightarrow \text{Tubo Lisa } f_1 \rightarrow f_2 \rightarrow \text{Er 3 } Pp$
 $f_1 \rightarrow G_2 \rightarrow \text{Tubo Lisa } f_2 \rightarrow \text{Er 3 } Pp$
 $G_1 = G_2$

G_1	$f_1 \cdot 10^{-3}$	G_2	$f_2 \cdot 10^{-3}$	Pp	G_1
10	2,0309	33	2,2372	850112,56	66,55
66,55	2,0316	33,23	2,2509	812905,69	66,55

$m_1 = G_1 \cdot S_1 = 66,55 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 0,1738^2 \rightarrow m_1 = 1,65 \text{ kg/s}$

(b) $m_2 = G_2 \cdot S_2 = 33,23 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 0,1738^2 \rightarrow m_2 = 0,826 \text{ kg/s}$

(c).

Diagrama de flujo de tuberías y válvulas:

$n = 1,15$ $E = 1 \cdot 10^7$ $\sigma_y = 5$ σ_u $\sigma_{\text{con de}}$ $S = 4$ $C_D = 0,44$

$Re = \frac{\rho \cdot V}{\mu} = \frac{8000000}{100000} \rightarrow Re = 60$

$\beta = 1 - 0,01 = 0,99$

$\sigma = \frac{T_{M2}}{T_{M1}} = \frac{301}{293} \rightarrow \sigma = 1,0273$

$r_1 = r_2 \cdot \frac{1}{\beta} \cdot \frac{1}{\sigma} \cdot \frac{1}{n-1} \cdot \frac{3-1}{2} = 66 \cdot \frac{1}{0,99} \cdot \frac{1}{1,0273} \cdot \frac{1}{1,15-1} \cdot \frac{4-1}{2}$

$r_1 = 3,5968$

$r_1 = \frac{P_{01}}{P_{M1}} \rightarrow 60 = \frac{P_{01}}{100000} \rightarrow P_{01} = 359680,33 \text{ Pa}$

$r_1 = \frac{P_{01}}{P_{M1}} \rightarrow 3,5968 = \frac{P_{01}}{100000} \rightarrow P_{01} = 359680,33 \text{ Pa}$

$r_2 = \frac{P_{02}}{P_{M2}} \rightarrow 0,93 = \frac{P_{02}}{359680,33} \rightarrow P_{02} = 334503,87 \text{ Pa}$

$r_2 = \frac{P_{02}}{P_{M2}} \rightarrow 3,1436 = \frac{P_{02}}{334503,87} \rightarrow P_{02} = 1130680,64 \text{ Pa}$

$r_2 = \frac{P_{02}}{P_{M2}} \rightarrow 3,1436 = \frac{P_{02}}{334503,87} \rightarrow P_{02} = 1130680,64 \text{ Pa}$

$r_3 = \frac{P_{03}}{P_{M3}} \rightarrow 0,93 = \frac{P_{03}}{1130680,64} \rightarrow P_{03} = 1051533,99 \text{ Pa}$

WUOLAH

$$\xi = \frac{P_{03}}{P_{01}} \rightarrow 2,9474 = \frac{P_{02}}{1051533,99} \rightarrow \underline{P_{02} = 3305565,93 \text{ R}}$$

$$\xi = \frac{P_{04}}{P_{03}} \rightarrow 0,93 = \frac{P_{04}}{3305565,93} \rightarrow \underline{P_{04} = 3074175,39 \text{ R}}$$

$$P = m \cdot W$$

$$\hookrightarrow W = \frac{n}{n-1} \cdot \frac{R \cdot T_{01}}{M} \left[\left(\left(\frac{P_{01}}{P_{04}} \right)^{\frac{n-1}{n}} - 1 \right) + \sigma \left(\frac{1}{\xi^{\frac{n-1}{n}}} \cdot \left(\frac{P_{02}}{P_{01}} \right)^{\frac{n-1}{n}} - 1 \right) + \sigma^2 \left(\frac{1}{\xi^{\frac{n-1}{n}}} \cdot \left(\frac{P_{03}}{P_{02}} \right)^{\frac{n-1}{n}} - 1 \right) + \sigma^3 \left(\frac{1}{\xi^{\frac{n-1}{n}}} \cdot \left(\frac{P_{04}}{P_{03}} \right)^{\frac{n-1}{n}} - 1 \right) \right]$$

$$W = \frac{4,15}{4,15-1} \cdot \frac{8314 \cdot 293}{44} \left[\left(\left(\frac{359680,73}{100000} \right)^{\frac{4,15-1}{4,15}} - 1 \right) + 1,0273 \cdot \left(\frac{1}{0,93^{\frac{4,15-1}{4,15}}} \cdot \left(\frac{3205565,93}{359680,73} \right)^{\frac{4,15-1}{4,15}} - 1 \right) + 1,0273^2 \cdot \left(\frac{1}{0,93^{\frac{4,15-1}{4,15}}} \cdot \left(\frac{3205565,93}{1130680,64} \right)^{\frac{4,15-1}{4,15}} - 1 \right) + 1,0273^3 \cdot \left(\frac{1}{0,93^{\frac{4,15-1}{4,15}}} \cdot \left(\frac{6000000}{3305565,93} \right)^{\frac{4,15-1}{4,15}} - 1 \right) \right]$$

$$\boxed{W = 277355 \text{ J/kg}}$$

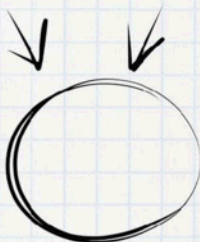
$$P = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{1}{3600} \frac{\text{h}}{\text{s}} \cdot 277355 \rightarrow \boxed{P = 77043,06 \text{ W}}$$

Imagínate aprobando el examen

Necesitas tiempo y concentración

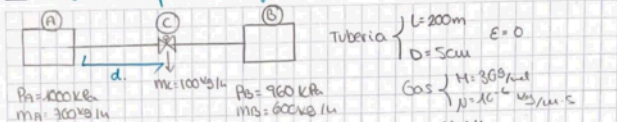
Planes	 PLAN TURBO	 PLAN PRO	 PLAN PRO+
 Descargas sin publi al mes	10 🟡	40 🟡	80 🟡
 Elimina el video entre descargas	✓	✓	✓
 Descarga carpetas	✗	✓	✓
 Descarga archivos grandes	✗	✓	✓
 Visualiza apuntes online sin publi	✗	✓	✓
 Elimina toda la publi web	✗	✗	✓
 Precios <small>ANUAL</small>	0,99 € / mes	3,99 € / mes	7,99 € / mes

Ahora que puedes conseguirlo,
¿Qué nota vas a sacar?



WUOLAH

Problema compresible mayo 2020-2021. (Válvula rota).



• Calculamos el caudal que pierde

$m_A = m_B + m_C \rightarrow 700 = 600 + m_C \rightarrow m_C = 100 \text{ kg/s}$

⊛ Condiciones isotermos ($T = 293 \text{ K}$) ⊛

(a) Calcular el peso donde se encuentra la válvula.

Suponemos Weymouth $A \rightarrow C$ ($v < 35 \text{ m/s}$)

$$P_A^2 - P_C^2 = \frac{4 \gamma T}{M} \cdot f_1 \cdot G_1^2 \cdot \frac{L_1}{D_1}$$

$$1000000^2 - P_C^2 = \frac{4 \cdot 8314 \cdot 293}{30} \cdot f_1 \cdot G_1^2 \cdot \frac{L_1}{0.05}$$

$$\hookrightarrow f_1 = 0.316 \text{ Re}^{-1/4}$$

$$\hookrightarrow \text{Re} = \frac{G_1 D}{\mu} \rightarrow f_1 = 0.316 \left(\frac{G_1 D}{\mu} \right)^{-1/4} = 0.316 \left(\frac{G_1 \cdot 0.05}{10^{-4}} \right)^{-1/4} \rightarrow f_1 = 6.6989 \cdot 10^{-3}$$

$$\hookrightarrow G_1 = \frac{m}{S} = \frac{200/3600}{\frac{\pi}{4} \cdot 0.05^2} \rightarrow G_1 = 99.03 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{s}$$

$$\hookrightarrow v = \frac{G_1}{\rho} = \frac{99.03}{300} \rightarrow v = 0.33 \text{ m/s} \rightarrow \text{vel. trans.} \rightarrow v = \frac{G_1 \cdot T}{P_H} \rightarrow v = 8.73 \text{ m/s} \checkmark$$

$$1000000^2 - P_C^2 = \frac{4 \cdot 8314 \cdot 293}{30} \cdot 6.6989 \cdot 10^{-3} \cdot 99.03^2 \cdot \frac{L_1}{0.05} \quad [\text{Ec. 1}]$$

Suponemos Weymouth $C \rightarrow B$ ($v < 35 \text{ m/s}$)

$$P_C^2 - P_B^2 = \frac{4 \gamma T}{M} \cdot f_2 \cdot G_2^2 \cdot \frac{L_2}{D_2}$$

$$\hookrightarrow L_2 = 200 - L_1$$

$$\hookrightarrow G_2 = \frac{m_2}{S_2} = \frac{600/3600}{\frac{\pi}{4} \cdot 0.05^2} \rightarrow G_2 = 84.88 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{s}$$

$$\hookrightarrow f_2 = 0.316 \left(\frac{G_2 D_2}{\mu} \right)^{-1/4} = 0.316 \left(\frac{84.88 \cdot 0.05}{10^{-4}} \right)^{-1/4} \rightarrow f_2 = 6.9621 \cdot 10^{-3}$$

$$P_C^2 - 960000^2 = \frac{4 \cdot 8314 \cdot 293}{30} \cdot 6.9621 \cdot 10^{-3} \cdot 84.88^2 \cdot \frac{200 - L_1}{0.05} \quad [\text{Ec. 2}]$$

⊛ Proceso iterativo

Supongo

$$L_1 \rightarrow \text{Ec. 1} \rightarrow P_C \rightarrow \text{Ec. 2} \rightarrow L_1 \rightarrow L_1 = L_1 \rightarrow \text{SI}$$

$$\uparrow \text{NO}$$

$$\uparrow$$

$$\uparrow$$

$$\uparrow$$

$$\uparrow$$

$$\uparrow$$

$$\uparrow$$



Aprueba tus asignaturas de la URJC con nosotros

Clases de refuerzo para estudiantes de la URJC. Apoyo personalizado en todas las asignaturas para ayudarte a aprobar con éxito

LA COOPERATIVA

TEACHING & COACHING

www.academiacoop.com | Instagram @academiacoop | WhatsApp 627 75 42 35

La válvula se encuentra a 131,1 m del depósito

(b) Con la válvula cerrada, ¿cuál es el caudal?

Diagrama: Reservoir (A) -> Pipeline (1200m) -> Reservoir (B)

Reservoir A: 1000000 m³
Reservoir B: 960000 m³

Tuberia: $L = 200m$, $D = 0,15m$

Supuestos Weymouth ($v < 35m/s$)

$$P_A^2 - P_B^2 = \frac{4AT}{M} f G^2 \frac{L}{D}$$

$$1000000^2 - 960000^2 = \frac{4 \cdot 8214 \cdot 293}{30} f G^2 \frac{200}{0,05} \quad [Ec. 1]$$

$$\Rightarrow f = 0,316 \left(\frac{D G}{\mu} \right)^{-1,75} \rightarrow f = 0,316 \left(\frac{0,05 G}{10^{-4}} \right)^{-1,75} \quad [Ec. 2]$$

A: Proceso iterativo

Supuestos

$$G \rightarrow Ec. 2 \rightarrow f \rightarrow Ec. 1 \rightarrow G \rightarrow \boxed{G = G} \rightarrow SE$$

Iteration 1:

G	$f \cdot 10^{-2}$	G
100	6,6876	94,33
94,33	6,7867	94,33

$$m = G \cdot S = 94,33 \cdot 0,05^2$$

$$\boxed{m = 0,185 \text{ kg/s} = 666,83 \text{ kg/h}}$$

(c) Tobera.

Diagrama: Reservoir (A) -> Nozzle (B)

Supuestos: $S_{nozzle} = 10 \text{ cm}^2 = S_{throat}$, $\gamma = 1,4$

$P_A = 1013 \text{ kPa}$, $T_A = 400$

$P_B = 150 \text{ kPa}$

(c.i) Tipo de tobera.

Razon de caudal: $\left(\frac{P_2}{P_1} \right)_c = \left(\frac{2}{\gamma+1} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} \rightarrow P_{2c} = P_1 \left(\frac{2}{\gamma+1} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}$

$$P_{2c} = 1013000 \left(\frac{2}{1,4+1} \right)^{\frac{1,4}{1,4-1}} \rightarrow P_{2c} = 535449,45 \text{ Pa}$$

$535449,45 \text{ Pa} = P_2 > P_2 = 150000 \text{ Pa}$ por tanto la tobera es análoga

Reglas de flujo:

- $P_2 = P_2 \rightarrow$ convergente
- $P_2 < P_2 \rightarrow$ divergente
- $P_2 > P_2 \rightarrow$ análoga

Diagrama: Nozzle (B) -> Reservoir (C)

WUOLAH

(c2) Presión, Temperatura y velocidad en la sección mínima.

Sacamos lo del punto final primero (c3).

Con velocidades termodinámicas sacamos T_2

$$P_1 T_1^{\frac{\gamma}{1-\gamma}} = P_2 T_2^{\frac{\gamma}{1-\gamma}} \rightarrow 1013000 \cdot 313^{\frac{1.4}{1-1.4}} = 150000 T_2^{\frac{1.4}{1-1.4}}$$

$$T_2 = 181.36 \text{ K}$$

$$P_2 = 150000 \text{ Pa}$$

ECET para sección V_2

$$V_2^2 - V_1^2 = 2 \frac{\gamma}{\gamma-1} R T_1 \left(1 - \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \right) \rightarrow \text{sabemos que } V_2 \gg V_1$$

$$V_2^2 = 2 \frac{1.4}{1.4-1} \cdot 1013000 \cdot \frac{8314 \cdot 313}{1013000 \cdot 30} \left(1 - \left(\frac{150000}{1013000} \right)^{\frac{1.4-1}{1.4}} \right) \rightarrow V_2 = 550.35 \text{ m/s}$$

$$\rho_2 T_2 = \frac{P}{R} = \frac{P_2}{R}$$

A mínimos.

$$P_2 T_2^{\frac{\gamma}{1-\gamma}} = P_1 T_1^{\frac{\gamma}{1-\gamma}} \rightarrow 535149.45 \cdot T_2^{\frac{1.4}{1-1.4}} = 1013000 \cdot 313^{\frac{1.4}{1-1.4}}$$

$$T_2 = 260.83 \text{ K}$$

ECET para sección V_c

$$\frac{V_2^2}{\rho_2} - \frac{V_c^2}{\rho_c} = 2 \frac{\gamma}{\gamma-1} \frac{R}{M} (T_2 - T_c) \rightarrow x_1 = x_c = 1 \rightarrow \text{Regimen turbulento (turbu.)}$$

$$550.35^2 - V_c^2 = 2 \cdot \frac{1.4}{1.4-1} \cdot \frac{8314}{30} (260.83 - 181.36) \rightarrow V_c = 392.65 \text{ m/s}$$

$$(c2) P = 535149.45 \text{ Pa}$$

$$T_c = 260.83 \text{ K}$$

$$V_c = 392.65 \text{ m/s}$$

$$(c3) P_2 = 150000 \text{ Pa}$$

$$T_2 = 181.36 \text{ K}$$

$$V_2 = 550.35 \text{ m/s}$$

(c4) Caudal de aire.

Ec. conservación $m_1 = m_2 = m_c$

$$m_c = \rho_c V_c S_c$$

$$\rho_c = \frac{P_c}{R T_c}$$

$$m_c = \frac{P_c}{R T_c} \cdot V_c S_c = \frac{535149.45 \cdot 30}{8314 \cdot 260.83} \cdot 392.65 \cdot 10^{-4}$$

$$m_c = 2.91 \text{ kg/s}$$