



Fórmulas Exemplos com unidades

Lista de 35 Importante Onda de choque normal Fórmulas

1) Ondas de choque a jusante Fórmulas ↻

1.1) Densidade a jusante da onda de choque usando a equação de continuidade Fórmula ↻

Fórmula

$$\rho_2 = \frac{\rho_1 \cdot V_1}{V_2}$$

Exemplo com Unidades

$$5.4533 \text{ kg/m}^3 = \frac{5.4 \text{ kg/m}^3 \cdot 80.134 \text{ m/s}}{79.351 \text{ m/s}}$$

Avaliar Fórmula ↻

1.2) Densidade atrás do Choque Normal dada a Densidade Upstream e o Número Mach Fórmula ↻

Fórmula

$$\rho_2 = \rho_1 \cdot \left(\frac{(\gamma + 1) \cdot M^2}{2 + (\gamma - 1) \cdot M^2} \right)$$

Exemplo com Unidades

$$5.6713 \text{ kg/m}^3 = 5.4 \text{ kg/m}^3 \cdot \left(\frac{(1.4 + 1) \cdot 1.03^2}{2 + (1.4 - 1) \cdot 1.03^2} \right)$$

Avaliar Fórmula ↻

1.3) Densidade por trás do choque normal usando a equação do momento do choque normal Fórmula ↻

Fórmula

$$\rho_2 = \frac{P_1 + \rho_1 \cdot V_1^2 - P_2}{V_2^2}$$

Exemplo com Unidades

$$5.5 \text{ kg/m}^3 = \frac{65.374 \text{ Pa} + 5.4 \text{ kg/m}^3 \cdot 80.134 \text{ m/s}^2 - 110 \text{ Pa}}{79.351 \text{ m/s}^2}$$

Avaliar Fórmula ↻

1.4) Entalpia estática por trás do choque normal para determinada entalpia a montante e número Mach Fórmula ↻

Fórmula

$$h_2 = h_1 \cdot \frac{1 + \left(\frac{2 \cdot \gamma}{\gamma + 1} \right) \cdot (M_1^2 - 1)}{(\gamma + 1) \cdot \frac{M_1^2}{2 + (\gamma - 1) \cdot M_1^2}}$$

Avaliar Fórmula ↻

Exemplo com Unidades

$$262.9808 \text{ J/kg} = 200.203 \text{ J/kg} \cdot \frac{1 + \left(\frac{2 \cdot 1.4}{1.4 + 1} \right) \cdot (1.49^2 - 1)}{(1.4 + 1) \cdot \frac{1.49^2}{2 + (1.4 - 1) \cdot 1.49^2}}$$



1.5) Entalpia por trás do choque normal da equação de energia de choque normal Fórmula

Fórmula

$$h_2 = h_1 + \frac{V_1^2 - V_2^2}{2}$$

Exemplo com Unidades

$$262.6414 \text{ J/kg} = 200.203 \text{ J/kg} + \frac{80.134 \text{ m/s}^2 - 79.351 \text{ m/s}^2}{2}$$

Avaliar Fórmula 

1.6) Número de Mach Característico por trás do Choque Fórmula

Fórmula

$$M_{2cr} = \frac{1}{M_{1cr}}$$

Exemplo

$$0.3333 = \frac{1}{3}$$

Avaliar Fórmula 

1.7) Número Mach por trás do choque Fórmula

Fórmula

$$M_2 = \left(\frac{2 + \gamma \cdot M_1^2 - M_1^2}{2 \cdot \gamma \cdot M_1^2 - \gamma + 1} \right)^{\frac{1}{2}}$$

Exemplo

$$0.7047 = \left(\frac{2 + 1.4 \cdot 1.49^2 - 1.49^2}{2 \cdot 1.4 \cdot 1.49^2 - 1.4 + 1} \right)^{\frac{1}{2}}$$

Avaliar Fórmula 

1.8) Pressão de estagnação por trás da fórmula de Choque Normal por Rayleigh Pitot Tube Fórmula

Fórmula

$$p_{02} = p_1 \cdot \left(\frac{1 - \gamma + 2 \cdot \gamma \cdot M_1^2}{\gamma + 1} \right) \cdot \left(\frac{(\gamma + 1)^2 \cdot M_1^2}{4 \cdot \gamma \cdot M_1^2 - 2 \cdot (\gamma - 1)} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma - 1}}$$

Avaliar Fórmula 

Exemplo com Unidades

$$220.6775 \text{ Pa} = 65.374 \text{ Pa} \cdot \left(\frac{1 - 1.4 + 2 \cdot 1.4 \cdot 1.49^2}{1.4 + 1} \right) \cdot \left(\frac{(1.4 + 1)^2 \cdot 1.49^2}{4 \cdot 1.4 \cdot 1.49^2 - 2 \cdot (1.4 - 1)} \right)^{\frac{1.4}{1.4 - 1}}$$

1.9) Pressão estática atrás do choque normal para determinada pressão a montante e número Mach Fórmula

Fórmula

$$P_2 = P_1 \cdot \left(1 + \left(\frac{2 \cdot \gamma}{\gamma + 1} \right) \cdot (M_1^2 - 1) \right)$$

Avaliar Fórmula 

Exemplo com Unidades

$$158.4306 \text{ Pa} = 65.374 \text{ Pa} \cdot \left(1 + \left(\frac{2 \cdot 1.4}{1.4 + 1} \right) \cdot (1.49^2 - 1) \right)$$



1.10) Pressão estática atrás do choque normal usando a equação do momento do choque normal Fórmula

Fórmula

Avaliar Fórmula 

$$P_2 = P_1 + \rho_1 \cdot V_1^2 - \rho_2 \cdot V_2^2$$

Exemplo com Unidades

$$110.0504 \text{ Pa} = 65.374 \text{ Pa} + 5.4 \text{ kg/m}^3 \cdot 80.134 \text{ m/s}^2 - 5.5 \text{ kg/m}^3 \cdot 79.351 \text{ m/s}^2$$

1.11) Temperatura estática atrás do choque normal para determinada temperatura a montante e número Mach Fórmula

Fórmula

Avaliar Fórmula 

$$T_2 = T_1 \cdot \left(\frac{1 + \left(\frac{2 \cdot \gamma}{\gamma + 1} \right) \cdot (M_1^2 - 1)}{(\gamma + 1) \cdot \frac{M_1^2}{2 + (\gamma - 1) \cdot M_1^2}} \right)$$

Exemplo com Unidades

$$391.6411 \text{ K} = 298.15 \text{ K} \cdot \left(\frac{1 + \left(\frac{2 \cdot 1.4}{1.4 + 1} \right) \cdot (1.49^2 - 1)}{(1.4 + 1) \cdot \frac{1.49^2}{2 + (1.4 - 1) \cdot 1.49^2}} \right)$$

1.12) Velocidade atrás do choque normal Fórmula

Fórmula

Exemplo com Unidades

Avaliar Fórmula 

$$V_2 = \frac{V_1}{\frac{\gamma + 1}{(\gamma - 1) + \frac{2}{M_1^2}}}$$

$$76.3007 \text{ m/s} = \frac{80.134 \text{ m/s}}{\frac{1.4 + 1}{(1.4 - 1) + \frac{2}{1.03^2}}}$$

1.13) Velocidade atrás do choque normal pela equação do momento do choque normal Fórmula

Fórmula

Exemplo com Unidades

Avaliar Fórmula 

$$V_2 = \sqrt{\frac{P_1 - P_2 + \rho_1 \cdot V_1^2}{\rho_2}}$$

$$79.3511 \text{ m/s} = \sqrt{\frac{65.374 \text{ Pa} - 110 \text{ Pa} + 5.4 \text{ kg/m}^3 \cdot 80.134 \text{ m/s}^2}{5.5 \text{ kg/m}^3}}$$

1.14) Velocidade de fluxo a jusante da onda de choque usando a equação de continuidade Fórmula

Fórmula

Exemplo com Unidades

Avaliar Fórmula 

$$V_2 = \frac{\rho_1 \cdot V_1}{\rho_2}$$

$$78.677 \text{ m/s} = \frac{5.4 \text{ kg/m}^3 \cdot 80.134 \text{ m/s}}{5.5 \text{ kg/m}^3}$$



1.15) Velocidade por trás do choque normal da equação de energia de choque normal Fórmula



Fórmula

Avaliar Fórmula

$$V_2 = \sqrt{2 \cdot \left(h_1 + \frac{V_1^2}{2} - h_2 \right)}$$

Exemplo com Unidades

$$79.3553 \text{ m/s} = \sqrt{2 \cdot \left(200.203 \text{ J/kg} + \frac{80.134 \text{ m/s}^2}{2} - 262.304 \text{ J/kg} \right)}$$

2) Relações normais de choque Fórmulas

2.1) Diferença de entalpia usando a equação de Hugoniot Fórmula

Fórmula

Avaliar Fórmula

$$\Delta H = 0.5 \cdot (P_2 - P_1) \cdot \left(\frac{\rho_1 + \rho_2}{\rho_2 \cdot \rho_1} \right)$$

Exemplo com Unidades

$$8.1889 \text{ J/kg} = 0.5 \cdot (110 \text{ Pa} - 65.374 \text{ Pa}) \cdot \left(\frac{5.4 \text{ kg/m}^3 + 5.5 \text{ kg/m}^3}{5.5 \text{ kg/m}^3 \cdot 5.4 \text{ kg/m}^3} \right)$$

2.2) Número de Mach dado Impacto e Pressão Estática Fórmula

Fórmula

Exemplo com Unidades

Avaliar Fórmula

$$M = \left(5 \cdot \left(\left(\frac{q_c}{p_{st}} + 1 \right)^{\frac{2}{\gamma}} - 1 \right) \right)^{0.5}$$

$$1.0547 = \left(5 \cdot \left(\left(\frac{255 \text{ Pa}}{250 \text{ Pa}} + 1 \right)^{\frac{2}{\gamma}} - 1 \right) \right)^{0.5}$$

2.3) Número Mach Característico Fórmula

Fórmula

Exemplo com Unidades

Avaliar Fórmula

$$M_{cr} = \frac{u_f}{a_{cr}}$$

$$0.1505 = \frac{12 \text{ m/s}}{79.741 \text{ m/s}}$$



2.4) Relação entre Número Mach e Número Mach Característico Fórmula

Fórmula

$$M_{cr} = \left(\frac{\gamma + 1}{\gamma - 1 + \frac{2}{M^2}} \right)^{0.5}$$

Exemplo

$$1.0248 = \left(\frac{1.4 + 1}{1.4 - 1 + \frac{2}{1.03^2}} \right)^{0.5}$$

Avaliar Fórmula 

2.5) Velocidade crítica do som da relação de Prandtl Fórmula

Fórmula

$$a_{cr} = \sqrt{V_2 \cdot V_1}$$

Exemplo com Unidades

$$79.7415 \text{ m/s} = \sqrt{79.351 \text{ m/s} \cdot 80.134 \text{ m/s}}$$

Avaliar Fórmula 

2.6) Velocidade downstream usando relação Prandtl Fórmula

Fórmula

$$V_2 = \frac{a_{cr}^2}{V_1}$$

Exemplo com Unidades

$$79.3499 \text{ m/s} = \frac{79.741 \text{ m/s}^2}{80.134 \text{ m/s}}$$

Avaliar Fórmula 

2.7) Velocidade upstream usando relação Prandtl Fórmula

Fórmula

$$V_1 = \frac{a_{cr}^2}{V_2}$$

Exemplo com Unidades

$$80.1329 \text{ m/s} = \frac{79.741 \text{ m/s}^2}{79.351 \text{ m/s}}$$

Avaliar Fórmula 

3) Mudança de propriedade através de ondas de choque Fórmulas

3.1) Força de Choque Fórmula

Fórmula

$$\Delta p_{str} = \left(\frac{2 \cdot \gamma}{1 + \gamma} \right) \cdot (M_1^2 - 1)$$

Exemplo

$$1.4235 = \left(\frac{2 \cdot 1.4}{1 + 1.4} \right) \cdot (1.49^2 - 1)$$

Avaliar Fórmula 

3.2) Mudança de entropia em choque normal Fórmula

Fórmula

$$\Delta S = R \cdot \ln \left(\frac{p_{01}}{p_{02}} \right)$$

Exemplo com Unidades

$$7.9952 \text{ J/kg}^\circ\text{K} = 287 \text{ J/(kg}^\circ\text{K)} \cdot \ln \left(\frac{226.911 \text{ Pa}}{220.677 \text{ Pa}} \right)$$

Avaliar Fórmula 

3.3) Relação de densidade no choque normal Fórmula

Fórmula

$$\rho_r = (\gamma + 1) \cdot \frac{M_1^2}{2 + (\gamma - 1) \cdot M_1^2}$$

Exemplo

$$1.8449 = (1.4 + 1) \cdot \frac{1.49^2}{2 + (1.4 - 1) \cdot 1.49^2}$$

Avaliar Fórmula 



3.4) Relação de pressão através de choque normal Fórmula

Fórmula

$$P_r = 1 + \frac{2 \cdot \gamma}{\gamma + 1} \cdot (M_1^2 - 1)$$

Exemplo

$$2.4234 = 1 + \frac{2 \cdot 1.4}{1.4 + 1} \cdot (1.49^2 - 1)$$

Avaliar Fórmula 

3.5) Relação de temperatura ao longo do choque normal Fórmula

Fórmula

$$T_r = \frac{1 + \left(\frac{2 \cdot \gamma}{\gamma + 1} \right) \cdot (M_1^2 - 1)}{(\gamma + 1) \cdot \frac{M_1^2}{2 + ((\gamma - 1) \cdot M_1^2)}}$$

Exemplo

$$1.3136 = \frac{1 + \left(\frac{2 \cdot 1.4}{1.4 + 1} \right) \cdot (1.49^2 - 1)}{(1.4 + 1) \cdot \frac{1.49^2}{2 + ((1.4 - 1) \cdot 1.49^2)}}$$

Avaliar Fórmula 

3.6) Taxa de entalpia estática em choque normal Fórmula

Fórmula

$$H_r = \frac{1 + \left(\frac{2 \cdot \gamma}{\gamma + 1} \right) \cdot (M_1^2 - 1)}{(\gamma + 1) \cdot \frac{M_1^2}{2 + ((\gamma - 1) \cdot M_1^2)}}$$

Exemplo

$$1.3136 = \frac{1 + \left(\frac{2 \cdot 1.4}{1.4 + 1} \right) \cdot (1.49^2 - 1)}{(1.4 + 1) \cdot \frac{1.49^2}{2 + ((1.4 - 1) \cdot 1.49^2)}}$$

Avaliar Fórmula 

4) Ondas de choque a montante Fórmulas

4.1) Densidade a montante da onda de choque usando a equação de continuidade Fórmula

Fórmula

$$\rho_1 = \frac{\rho_2 \cdot V_2}{V_1}$$

Exemplo com Unidades

$$5.4463 \text{ kg/m}^3 = \frac{5.5 \text{ kg/m}^3 \cdot 79.351 \text{ m/s}}{80.134 \text{ m/s}}$$

Avaliar Fórmula 

4.2) Densidade antes do choque normal usando a equação do momento do choque normal Fórmula

Fórmula

$$\rho_1 = \frac{P_2 + \rho_2 \cdot V_2^2 - P_1}{V_1^2}$$

Exemplo com Unidades

$$5.4 \text{ kg/m}^3 = \frac{110 \text{ Pa} + 5.5 \text{ kg/m}^3 \cdot 79.351 \text{ m/s}^2 - 65.374 \text{ Pa}}{80.134 \text{ m/s}^2}$$

Avaliar Fórmula 

4.3) Entalpia antes do choque normal da equação de energia do choque normal Fórmula

Fórmula

$$h_1 = h_2 + \frac{V_2^2 - V_1^2}{2}$$

Exemplo com Unidades

$$199.8656 \text{ J/kg} = 262.304 \text{ J/kg} + \frac{79.351 \text{ m/s}^2 - 80.134 \text{ m/s}^2}{2}$$

Avaliar Fórmula 



4.4) Pressão estática antes do choque normal usando a equação do momento do choque normal Fórmula

Fórmula

Avaliar Fórmula 

$$P_1 = P_2 + \rho_2 \cdot V_2^2 - \rho_1 \cdot V_1^2$$

Exemplo com Unidades

$$65.3236 \text{ Pa} = 110 \text{ Pa} + 5.5 \text{ kg/m}^3 \cdot 79.351 \text{ m/s}^2 - 5.4 \text{ kg/m}^3 \cdot 80.134 \text{ m/s}^2$$

4.5) Velocidade à frente do choque normal da equação de energia de choque normal Fórmula

Fórmula

Avaliar Fórmula 

$$V_1 = \sqrt{2 \cdot \left(h_2 + \frac{V_2^2}{2} - h_1 \right)}$$

Exemplo com Unidades

$$80.1298 \text{ m/s} = \sqrt{2 \cdot \left(262.304 \text{ J/kg} + \frac{79.351 \text{ m/s}^2}{2} - 200.203 \text{ J/kg} \right)}$$

4.6) Velocidade à frente do choque normal pela equação do momento do choque normal Fórmula

Fórmula

Exemplo com Unidades

Avaliar Fórmula 

$$V_1 = \sqrt{\frac{P_2 - P_1 + \rho_2 \cdot V_2^2}{\rho_1}}$$

$$80.1339 \text{ m/s} = \sqrt{\frac{110 \text{ Pa} - 65.374 \text{ Pa} + 5.5 \text{ kg/m}^3 \cdot 79.351 \text{ m/s}^2}{5.4 \text{ kg/m}^3}}$$

4.7) Velocidade de fluxo a montante da onda de choque usando a equação de continuidade Fórmula

Fórmula

Exemplo com Unidades

Avaliar Fórmula 

$$V_1 = \frac{\rho_2 \cdot V_2}{\rho_1}$$

$$80.8205 \text{ m/s} = \frac{5.5 \text{ kg/m}^3 \cdot 79.351 \text{ m/s}}{5.4 \text{ kg/m}^3}$$



Variáveis usadas na lista de Onda de choque normal Fórmulas acima

- **a_{cr}** Velocidade Crítica do Som (Metro por segundo)
- **h_1** Entalpia antes do choque normal (Joule por quilograma)
- **h_2** Entalpia por trás do choque normal (Joule por quilograma)
- **H_r** Razão de entalpia estática em choque normal
- **M** Número Mach
- **M_1** Número Mach antes do choque normal
- **M_2** Número Mach atrás do choque normal
- **M_{cr}** Número Mach característico
- **$M1_{cr}$** Número Mach característico antes do choque
- **$M2_{cr}$** Número Mach característico por trás do choque
- **P_{01}** Pressão de estagnação antes do choque normal (Pascal)
- **P_{02}** Pressão de estagnação por trás do choque normal (Pascal)
- **P_1** Pressão estática antes do choque normal (Pascal)
- **P_2** Pressão estática atrás do choque normal (Pascal)
- **P_r** Razão de pressão através do choque normal
- **P_{st}** Pressão estática (Pascal)
- **q_c** Pressão de Impacto (Pascal)
- **R** Constante de Gás Específica (Joule por quilograma por K)
- **T_1** Temperatura antes do choque normal (Kelvin)
- **T_2** Temperatura atrás do choque normal (Kelvin)
- **T_r** Relação de temperatura em choque normal
- **u_f** Velocidade do Fluido (Metro por segundo)
- **V_1** Velocidade a montante do choque (Metro por segundo)

Constantes, funções, medidas usadas na lista de Onda de choque normal Fórmulas acima

- **Funções:** **ln**, **ln(Number)**
O logaritmo natural, também conhecido como logaritmo de base e, é a função inversa da função exponencial natural.
- **Funções:** **sqrt**, **sqrt(Number)**
Uma função de raiz quadrada é uma função que recebe um número não negativo como entrada e retorna a raiz quadrada do número de entrada fornecido.
- **Medição:** **Temperatura** in Kelvin (K)
Temperatura Conversão de unidades ↻
- **Medição:** **Pressão** in Pascal (Pa)
Pressão Conversão de unidades ↻
- **Medição:** **Velocidade** in Metro por segundo (m/s)
Velocidade Conversão de unidades ↻
- **Medição:** **Calor de Combustão (por Massa)** in Joule por quilograma (J/kg)
Calor de Combustão (por Massa) Conversão de unidades ↻
- **Medição:** **Capacidade térmica específica** in Joule por quilograma por K (J/(kg*K))
Capacidade térmica específica Conversão de unidades ↻
- **Medição:** **Densidade** in Quilograma por Metro Cúbico (kg/m³)
Densidade Conversão de unidades ↻
- **Medição:** **Entropia Específica** in Joule por quilograma K (J/kg*K)
Entropia Específica Conversão de unidades ↻
- **Medição:** **Energia específica** in Joule por quilograma (J/kg)
Energia específica Conversão de unidades ↻



- **V_2** Velocidade a jusante do choque (*Metro por segundo*)
- **γ** Razão de calor específica
- **ΔH** Mudança de entalpia (*Joule por quilograma*)
- **Δp_{str}** Força de choque
- **ΔS** Mudança de Entropia (*Joule por quilograma K*)
- **ρ_1** Densidade antes do choque normal (*Quilograma por Metro Cúbico*)
- **ρ_2** Densidade por trás do choque normal (*Quilograma por Metro Cúbico*)
- **ρ_r** Razão de densidade em choque normal



Baixe outros PDFs de Importante Fluxo Compressível

- **Importante Equações Governantes e Onda Sonora Fórmulas** 
- **Importante Ondas oblíquas de choque e expansão Fórmulas** 
- **Importante Onda de choque normal Fórmulas** 

Experimente nossas calculadoras visuais exclusivas

-  **Fração mista** 
-  **MMC de dois números** 

Por favor, **COMPARTILHE** este PDF com alguém que precise dele!

Este PDF pode ser baixado nestes idiomas

[English](#) [Spanish](#) [French](#) [German](#) [Russian](#) [Italian](#) [Portuguese](#) [Polish](#) [Dutch](#)

7/8/2024 | 12:05:25 PM UTC

