



[calculatoratoz.com](http://calculatoratoz.com)



[unitsconverters.com](http://unitsconverters.com)

## Onda de choque normal Fórmulas

Calculadoras!

Exemplos!

Conversões!

marca páginas [calculatoratoz.com](http://calculatoratoz.com), [unitsconverters.com](http://unitsconverters.com)

Maior cobertura de calculadoras e crescente - **30.000+ calculadoras!**

Calcular com uma unidade diferente para cada variável - **Conversão de unidade embutida!**

Coleção mais ampla de medidas e unidades - **250+ medições!**

Sinta-se à vontade para **COMPARTILHAR** este documento com seus amigos!

*[Por favor, deixe seu feedback aqui...](#)*



## Lista de 35 Onda de choque normal Fórmulas

### Onda de choque normal

### Ondas de choque a jusante

#### 1) Densidade a jusante da onda de choque usando a equação de continuidade

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

[Abrir Calculadora !\[\]\(de95854c7ee024cfadc48187bbb781b2\_img.jpg\)](#)

$$\text{ex } 5.453285\text{kg/m}^3 = \frac{5.4\text{kg/m}^3 \cdot 80.134\text{m/s}}{79.351\text{m/s}}$$

#### 2) Densidade atrás do Choque Normal dada a Densidade Upstream e o Número Mach

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

[Abrir Calculadora !\[\]\(6a9b39b98eb945faa14c645ec99e4eaa\_img.jpg\)](#)

$$\text{ex } 5.671296\text{kg/m}^3 = 5.4\text{kg/m}^3 \cdot \left( \frac{(1.4 + 1) \cdot (1.03)^2}{2 + (1.4 - 1) \cdot (1.03)^2} \right)$$

#### 3) Densidade por trás do choque normal usando a equação do momento do choque normal

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

[Abrir Calculadora !\[\]\(f1c5da15572e3e09d343161be98f508d\_img.jpg\)](#)

$$\text{ex } 5.500008\text{kg/m}^3 = \frac{65.374\text{Pa} + 5.4\text{kg/m}^3 \cdot (80.134\text{m/s})^2 - 110\text{Pa}}{(79.351\text{m/s})^2}$$



#### 4) Entalpia estática por trás do choque normal para determinada entalpia a montante e número Mach

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

[Abrir Calculadora !\[\]\(cbe80b694ebd74fcfe136a095b608235\_img.jpg\)](#)

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

#### 5) Entalpia por trás do choque normal da equação de energia de choque normal

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

[Abrir Calculadora !\[\]\(3e2231b1ad3ca8da8658228c00dd08e0\_img.jpg\)](#)

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

#### 6) Número de Mach Característico por trás do Choque

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

[Abrir Calculadora !\[\]\(0d5ec72f61334709c3fc9450209b754f\_img.jpg\)](#)

$$\text{ex } 0.333333 = \frac{1}{3}$$

#### 7) Número Mach por trás do choque

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

[Abrir Calculadora !\[\]\(b64b40baaee5acddc1eab8538ba84754\_img.jpg\)](#)

$$\text{ex } 0.704659 = \left( \frac{2 + 1.4 \cdot (1.49)^2 - (1.49)^2}{2 \cdot 1.4 \cdot (1.49)^2 - 1.4 + 1} \right)^{\frac{1}{2}}$$




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

$$fx \quad P_{02} = P_1 \cdot \left( \frac{1 - \gamma + 2 \cdot \gamma \cdot M_1^2}{\gamma + 1} \right) \cdot \left( \frac{(\gamma + 1)^2 \cdot M_1^2}{4 \cdot \gamma \cdot M_1^2 - 2 \cdot (\gamma - 1)} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma - 1}}$$

Abrir Calculadora 

ex

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

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

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

Abrir Calculadora 

ex

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


10) Pressão estática atrás do choque normal usando a equação do momento do choque normal 

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

Abrir Calculadora 

ex

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

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


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

Abrir Calculadora 

ex

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



12) Velocidade atrás do choque normal Abrir Calculadora 


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

$$ex \quad 76.30065 \text{m/s} = \frac{80.134 \text{m/s}}{\frac{1.4+1}{(1.4-1) + \frac{2}{(1.03)^2}}}$$

13) Velocidade atrás do choque normal pela equação do momento do choque normal Abrir Calculadora 

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

$$ex \quad 79.35106 \text{m/s} = \sqrt{\frac{65.374 \text{Pa} - 110 \text{Pa} + 5.4 \text{kg/m}^3 \cdot (80.134 \text{m/s})^2}{5.5 \text{kg/m}^3}}$$

14) Velocidade de fluxo a jusante da onda de choque usando a equação de continuidade Abrir Calculadora 

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

$$ex \quad 78.67702 \text{m/s} = \frac{5.4 \text{kg/m}^3 \cdot 80.134 \text{m/s}}{5.5 \text{kg/m}^3}$$

15) Velocidade por trás do choque normal da equação de energia de choque normal Abrir Calculadora 

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

$$ex \quad 79.35525 \text{m/s} = \sqrt{2 \cdot \left( 200.203 \text{J/kg} + \frac{(80.134 \text{m/s})^2}{2} - 262.304 \text{J/kg} \right)}$$



## Relações normais de choque

### 16) Diferença de entalpia usando a equação de Hugoniot

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

[Abrir Calculadora !\[\]\(950a62bbddad88d64435fd35607dfc42\_img.jpg\)](#)

$$ex \quad 8.188946 \text{ J/kg} = 0.5 \cdot (110 \text{ Pa} - 65.374 \text{ Pa}) \cdot \left( \frac{5.4 \text{ kg/m}^3 + 5.5 \text{ kg/m}^3}{5.5 \text{ kg/m}^3 \cdot 5.4 \text{ kg/m}^3} \right)$$

### 17) Número de Mach dado Impacto e Pressão Estática

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

[Abrir Calculadora !\[\]\(73002692dd5e7a64e60946be3158e719\_img.jpg\)](#)

$$ex \quad 1.054714 = \left( 5 \cdot \left( \left( \frac{255 \text{ Pa}}{250 \text{ Pa}} + 1 \right)^{\frac{2}{\gamma}} - 1 \right) \right)^{0.5}$$

### 18) Número Mach Característico

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

[Abrir Calculadora !\[\]\(104fbf564e2e5a8fbd84f31656d114c7\_img.jpg\)](#)

$$ex \quad 0.150487 = \frac{12 \text{ m/s}}{79.741 \text{ m/s}}$$


### 19) Relação entre Número Mach e Número Mach Característico

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

[Abrir Calculadora !\[\]\(21226b58c700e5231ab98d27101bac58\_img.jpg\)](#)

$$ex \quad 1.024812 = \left( \frac{1.4 + 1}{1.4 - 1 + \frac{2}{(1.03)^2}} \right)^{0.5}$$




20) Velocidade crítica do som da relação de Prandtl 

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

Abrir Calculadora 

$$ex \quad 79.74154m/s = \sqrt{79.351m/s \cdot 80.134m/s}$$

21) Velocidade downstream usando relação Prandtl 

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

Abrir Calculadora 

$$ex \quad 79.34993m/s = \frac{(79.741m/s)^2}{80.134m/s}$$

22) Velocidade upstream usando relação Prandtl 

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

Abrir Calculadora 

$$ex \quad 80.13292m/s = \frac{(79.741m/s)^2}{79.351m/s}$$

Mudança de propriedade através de ondas de choque 23) Força de Choque 

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

Abrir Calculadora 

$$ex \quad 1.42345 = \left( \frac{2 \cdot 1.4}{1 + 1.4} \right) \cdot ((1.49)^2 - 1)$$

24) Mudança de entropia em choque normal 

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

Abrir Calculadora 

$$ex \quad 7.995182J/kg \cdot K = 287J/(kg \cdot K) \cdot \ln \left( \frac{226.911Pa}{220.677Pa} \right)$$



25) Relação de densidade no choque normal [Abrir Calculadora !\[\]\(3d8c13c92b853674f749aac6fa869926\_img.jpg\)](#)

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

$$ex \ 1.844933 = (1.4 + 1) \cdot \frac{(1.49)^2}{2 + (1.4 - 1) \cdot (1.49)^2}$$

26) Relação de pressão através de choque normal [Abrir Calculadora !\[\]\(17acf1afa8cdf0b67c53d4865a5ed469\_img.jpg\)](#)

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

$$ex \ 2.42345 = 1 + \frac{2 \cdot 1.4}{1.4 + 1} \cdot ((1.49)^2 - 1)$$

27) Relação de temperatura ao longo do choque normal [Abrir Calculadora !\[\]\(d8ab143e904bfa3467271eec5af75a9b\_img.jpg\)](#)

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

$$ex \ 1.313571 = \frac{1 + \left(\frac{2 \cdot 1.4}{1.4 + 1}\right) \cdot ((1.49)^2 - 1)}{(1.4 + 1) \cdot \frac{(1.49)^2}{2 + ((1.4 - 1) \cdot (1.49)^2)}}$$

28) Taxa de entalpia estática em choque normal [Abrir Calculadora !\[\]\(2b17f17ebbacc911bb0ff784ab641779\_img.jpg\)](#)

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

$$ex \ 1.313571 = \frac{1 + \left(\frac{2 \cdot 1.4}{1.4 + 1}\right) \cdot ((1.49)^2 - 1)}{(1.4 + 1) \cdot \frac{(1.49)^2}{2 + (1.4 - 1) \cdot (1.49)^2}}$$





## Ondas de choque a montante

### 29) Densidade a montante da onda de choque usando a equação de continuidade

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

[Abrir Calculadora !\[\]\(d66ff64371a51729ac8c1cdaa685ba6f\_img.jpg\)](#)

$$\text{ex } 5.446259\text{kg/m}^3 = \frac{5.5\text{kg/m}^3 \cdot 79.351\text{m/s}}{80.134\text{m/s}}$$

### 30) Densidade antes do choque normal usando a equação do momento do choque normal

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

[Abrir Calculadora !\[\]\(faf942dc3e59ce8eb64b4ac481eca7e0\_img.jpg\)](#)

$$\text{ex } 5.399992\text{kg/m}^3 = \frac{110\text{Pa} + 5.5\text{kg/m}^3 \cdot (79.351\text{m/s})^2 - 65.374\text{Pa}}{(80.134\text{m/s})^2}$$

### 31) Entalpia antes do choque normal da equação de energia do choque normal

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

[Abrir Calculadora !\[\]\(95b425611cbd2b8716a140cf67c81822\_img.jpg\)](#)

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


### 32) Pressão estática antes do choque normal usando a equação do momento do choque normal

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

[Abrir Calculadora !\[\]\(56549452e01ca28bdf2500ced9653143\_img.jpg\)](#)

$$\text{ex } 65.32364\text{Pa} = 110\text{Pa} + 5.5\text{kg/m}^3 \cdot (79.351\text{m/s})^2 - 5.4\text{kg/m}^3 \cdot (80.134\text{m/s})^2$$



33) Velocidade à frente do choque normal da equação de energia de choque normal Abrir Calculadora 

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

$$ex \quad 80.12979 \text{m/s} = \sqrt{2 \cdot \left( 262.304 \text{J/kg} + \frac{(79.351 \text{m/s})^2}{2} - 200.203 \text{J/kg} \right)}$$

34) Velocidade à frente do choque normal pela equação do momento do choque normal Abrir Calculadora 

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

$$ex \quad 80.13394 \text{m/s} = \sqrt{\frac{110 \text{Pa} - 65.374 \text{Pa} + 5.5 \text{kg/m}^3 \cdot (79.351 \text{m/s})^2}{5.4 \text{kg/m}^3}}$$

35) Velocidade de fluxo a montante da onda de choque usando a equação de continuidade Abrir Calculadora 

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

$$ex \quad 80.82046 \text{m/s} = \frac{5.5 \text{kg/m}^3 \cdot 79.351 \text{m/s}}{5.4 \text{kg/m}^3}$$



## Variáveis Usadas









- $a_{cr}$  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)
- $V_2$  Velocidade a jusante do choque (Metro por segundo)
- $\gamma$  Razão de calor específica
- $\Delta H$  Mudança de entalpia (Joule por quilograma)
- $\Delta p_{str}$  Força de choque
- $\Delta S$  Mudança de Entropia (Joule por quilograma K)
- $\rho_1$  Densidade antes do choque normal (Quilograma por Metro Cúbico)



- $\rho_2$  Densidade por trás do choque normal (*Quilograma por Metro Cúbico*)
- $\rho_r$  Razão de densidade em choque normal



## Constantes, Funções, Medidas usadas

- **Função:** **ln**, **ln(Number)**  
*O logaritmo natural, também conhecido como logaritmo de base e, é a função inversa da função exponencial natural.*
- **Função:** **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/m<sup>3</sup>)  
*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* 



## Verifique outras listas de fórmulas

- [Equações Governantes e Onda Sonora Fórmulas](#) 
- [Ondas oblíquas de choque e expansão Fórmulas](#) 
- [Onda de choque normal Fórmulas](#) 

Sinta-se à vontade para **COMPARTILHAR** este documento com seus amigos!

## PDF Disponível em

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

6/24/2024 | 7:26:11 AM UTC

[Por favor, deixe seu feedback aqui...](#)

