



Fórmulas
Exemplos
com unidades

Lista de 33
Importante Propulsão de foguete
Fórmulas

1) Bicos Fórmulas ↻

1.1) Características Velocidade Fórmula ↻

Fórmula

$$C^* = \sqrt{\left(\frac{[R] \cdot T_1}{\gamma}\right) \cdot \left(\frac{\gamma + 1}{2}\right)^{\frac{\gamma + 1}{\gamma - 1}}}$$

Avaliar Fórmula ↻

Exemplo com Unidades

$$68.5902 \text{ m/s} = \sqrt{\left(\frac{8.3145 \cdot 256 \text{ K}}{1.33}\right) \cdot \left(\frac{1.33 + 1}{2}\right)^{\frac{1.33 + 1}{1.33 - 1}}}$$

1.2) Coeficiente de Impulso do Bico Fórmula ↻

Fórmula

$$C_F = \frac{F}{A_t \cdot P_1}$$

Exemplo com Unidades

$$198.9313 = \frac{154569.6 \text{ N}}{0.21 \text{ m}^2 \cdot 0.0037 \text{ MPa}}$$

Avaliar Fórmula ↻

1.3) Eficiência de Propulsão Fórmula ↻

Fórmula

$$\eta_{\text{prop}} = \frac{2 \cdot \left(\frac{v_0}{v_g}\right)}{1 + \left(\frac{v_0}{v_g}\right)^2}$$

Exemplo com Unidades

$$0.0197 = \frac{2 \cdot \left(\frac{234 \text{ m/s}}{2.31 \text{ m/s}}\right)}{1 + \left(\frac{234 \text{ m/s}}{2.31 \text{ m/s}}\right)^2}$$

Avaliar Fórmula ↻

1.4) Proporção de área dos bicos Fórmula ↻

Fórmula

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

Exemplo

$$2.8471 = \left(\frac{1}{2.5}\right) \cdot \sqrt{\left(\frac{1 + \frac{1.33 - 1}{2} \cdot 2.5^2}{1 + \frac{1.33 - 1}{2}}\right)^{\frac{1.33 + 1}{1.33 - 1}}}$$

Avaliar Fórmula ↻



1.5) Temperatura específica na garganta Fórmula

Fórmula

$$T_t = \frac{2 \cdot T_1}{\gamma + 1}$$

Exemplo com Unidades

$$219.7425 \text{ K} = \frac{2 \cdot 256 \text{ K}}{1.33 + 1}$$

Avaliar Fórmula 

1.6) Volume específico na garganta Fórmula

Fórmula

$$V_t = V_1 \cdot \left(\frac{\gamma + 1}{2} \right)^{\frac{1}{\gamma - 1}}$$

Exemplo com Unidades

$$10.0076 \text{ m}^3 = 6.3 \text{ m}^3 \cdot \left(\frac{1.33 + 1}{2} \right)^{\frac{1}{1.33 - 1}}$$

Avaliar Fórmula 

2) Propulsores Fórmulas

2.1) Proporção de mistura de propelente Fórmula

Fórmula

$$r = \frac{\dot{m}_o}{\dot{m}_f}$$

Exemplo com Unidades

$$2.439 = \frac{10 \text{ kg/s}}{4.1 \text{ kg/s}}$$

Avaliar Fórmula 

2.2) Taxa de fluxo de massa de combustível Fórmula

Fórmula

$$\dot{m}_f = \frac{\dot{m}}{r + 1}$$

Exemplo com Unidades

$$3.2916 \text{ kg/s} = \frac{11.32 \text{ kg/s}}{2.439024 + 1}$$

Avaliar Fórmula 

2.3) Taxa de fluxo de massa do oxidante Fórmula

Fórmula

$$\dot{m}_o = \frac{r \cdot \dot{m}}{r + 1}$$

Exemplo com Unidades

$$8.0284 \text{ kg/s} = \frac{2.439024 \cdot 11.32 \text{ kg/s}}{2.439024 + 1}$$

Avaliar Fórmula 



2.4) Taxa de fluxo de massa do propelente Fórmula ↻

Avaliar Fórmula ↻

Fórmula

$$\dot{m} = (A_t \cdot P_1 \cdot \gamma) \cdot \frac{\sqrt{\left(\frac{2}{\gamma + 1}\right)^{\frac{\gamma + 1}{\gamma - 1}}}}{\sqrt{\gamma \cdot [R] \cdot T_1}}$$

Exemplo com Unidades

$$11.3282 \text{ kg/s} = (0.21 \text{ m}^2 \cdot 0.0037 \text{ MPa} \cdot 1.33) \cdot \frac{\sqrt{\left(\frac{2}{1.33 + 1}\right)^{\frac{1.33 + 1}{1.33 - 1}}}}{\sqrt{1.33 \cdot 8.3145 \cdot 256 \text{ K}}}$$

3) Teoria dos Foguetes Fórmulas ↻

3.1) Fração de massa de carga útil Fórmula ↻

Avaliar Fórmula ↻

Fórmula

$$\lambda = \frac{m_d}{m_p + m_s}$$

Exemplo com Unidades

$$0.5965 = \frac{34 \text{ kg}}{13 \text{ kg} + 44 \text{ kg}}$$

3.2) Fração de Massa do Propelente Fórmula ↻

Avaliar Fórmula ↻

Fórmula

$$\zeta = \frac{m_p}{m_0}$$

Exemplo com Unidades

$$0.8667 = \frac{13 \text{ kg}}{15 \text{ kg}}$$

3.3) Fração de Massa Estrutural Fórmula ↻

Avaliar Fórmula ↻

Fórmula

$$\sigma = \frac{m_s}{m_p + m_s}$$

Exemplo com Unidades

$$0.7719 = \frac{44 \text{ kg}}{13 \text{ kg} + 44 \text{ kg}}$$

3.4) Incremento de velocidade do foguete Fórmula ↻

Avaliar Fórmula ↻

Fórmula

$$\Delta V = V_e \cdot \ln\left(\frac{m_i}{m_{\text{final}}}\right)$$

Exemplo com Unidades

$$82.2378 \text{ m/s} = 118.644 \text{ m/s} \cdot \ln\left(\frac{1500 \text{ kg}}{750 \text{ kg}}\right)$$



3.5) Razão de massa do foguete Fórmula ↻

Fórmula

$$MR = \frac{m_f}{m_0}$$

Exemplo com Unidades

$$1.4667 = \frac{22 \text{ kg}}{15 \text{ kg}}$$

Avaliar Fórmula ↻

3.6) Velocidade da Garganta do Bico Fórmula ↻

Fórmula

$$v_t = \sqrt{\frac{2 \cdot \gamma}{\gamma + 1} \cdot [R] \cdot T_1}$$

Exemplo com Unidades

$$49.2947 \text{ m/s} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1.33}{1.33 + 1} \cdot 8.3145 \cdot 256 \text{ K}}$$

Avaliar Fórmula ↻

3.7) Velocidade dos gases de escape do foguete Fórmula ↻

Fórmula

$$v_e = \sqrt{\left(\frac{2 \cdot \gamma}{\gamma - 1} \right) \cdot [R] \cdot T_1 \cdot \left(1 - \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{\gamma - 1}{\gamma}} \right)}$$

Exemplo com Unidades

$$118.6448 \text{ m/s} = \sqrt{\left(\frac{2 \cdot 1.33}{1.33 - 1} \right) \cdot 8.3145 \cdot 256 \text{ K} \cdot \left(1 - \left(\frac{1.239 \text{ MPa}}{1256 \text{ MPa}} \right)^{\frac{1.33 - 1}{1.33}} \right)}$$

Avaliar Fórmula ↻

3.8) Velocidade efetiva de exaustão do foguete Fórmula ↻

Fórmula

$$c = v_e + (p_2 - p_3) \cdot \frac{A_2}{\dot{m}}$$

Exemplo com Unidades

$$178110.402 \text{ m/s} = 118.644 \text{ m/s} + (1.239 \text{ MPa} - 0.1013 \text{ MPa}) \cdot \frac{1.771 \text{ m}^2}{11.32 \text{ kg/s}}$$

Avaliar Fórmula ↻



3.9) Velocidade total necessária para colocar o satélite em órbita Fórmula

Fórmula

$$V_T = \sqrt{\frac{[G.] \cdot M_E \cdot (R_E + 2 \cdot h)}{R_E \cdot (R_E + h)}}$$

Avaliar Fórmula 

Exemplo com Unidades

$$10509.5796 \text{ m/s} = \sqrt{\frac{6.7E-11 \cdot 10000000000000000000000000000 \text{ kg} \cdot (6378100 \text{ m} + 2 \cdot 375000 \text{ m})}{6378100 \text{ m} \cdot (6378100 \text{ m} + 375000 \text{ m})}}$$

4) Impulso e geração de energia Fórmulas

4.1) Aceleração do Foguete Fórmula

Fórmula

$$a = \frac{F}{m}$$

Exemplo com Unidades

$$13.8526 \text{ m/s}^2 = \frac{5825 \text{ N}}{420.5 \text{ kg}}$$

Avaliar Fórmula 

4.2) Empuxo dada massa e aceleração do foguete Fórmula

Fórmula

$$F = m \cdot a$$

Exemplo com Unidades

$$5823.925 \text{ N} = 420.5 \text{ kg} \cdot 13.85 \text{ m/s}^2$$

Avaliar Fórmula 

4.3) Empuxo dada velocidade de escape e taxa de fluxo de massa Fórmula

Fórmula

$$F = m_a \cdot C_j$$

Exemplo com Unidades

$$5825.52 \text{ N} = 23.49 \text{ kg/s} \cdot 248 \text{ m/s}$$

Avaliar Fórmula 

4.4) Impulso de Propulsão de Fótons Fórmula

Fórmula

$$F = 1000 \cdot \frac{P_e}{[c]}$$

Exemplo com Unidades

$$5825.3367 \text{ N} = 1000 \cdot \frac{1746392 \text{ kW}}{3E+8 \text{ m/s}}$$

Avaliar Fórmula 

4.5) Impulso Total Fórmula

Fórmula

$$T_t = \int (F, x, t_i, t_f)$$

Exemplo com Unidades

$$58250 \text{ s} = \int (5825 \text{ N}, x, 20 \text{ s}, 30 \text{ s})$$

Avaliar Fórmula 

4.6) Potência necessária para produzir a velocidade do jato de exaustão Fórmula

Fórmula

$$P = \frac{1}{2} \cdot m_a \cdot C_j^2$$

Exemplo com Unidades

$$722.3645 \text{ kW} = \frac{1}{2} \cdot 23.49 \text{ kg/s} \cdot 248 \text{ m/s}^2$$

Avaliar Fórmula 



4.7) Potência necessária para produzir a velocidade do jato de exaustão dada a massa do foguete e a aceleração Fórmula

Fórmula

$$P = \frac{m \cdot a \cdot V_{\text{eff}}}{2}$$

Exemplo com Unidades

$$722.1667 \text{ kW} = \frac{420.5 \text{ kg} \cdot 13.85 \text{ m/s}^2 \cdot 248 \text{ m/s}}{2}$$

Avaliar Fórmula 

4.8) Pressão de saída do foguete Fórmula

Fórmula

$$P_{\text{exit}} = P_c \cdot \left(\left(1 + \frac{\gamma - 1}{2} \cdot M^2 \right)^{-\left(\frac{\gamma}{\gamma - 1} \right)} \right)$$

Exemplo com Unidades

$$2.0979 \text{ MPa} = 6.49 \text{ MPa} \cdot \left(\left(1 + \frac{1.33 - 1}{2} \cdot 1.4^2 \right)^{-\left(\frac{1.33}{1.33 - 1} \right)} \right)$$

Avaliar Fórmula 

4.9) Taxa de área compressível Fórmula

Fórmula

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

Exemplo

$$1.1203 = \left(\frac{1.33 + 1}{2} \right)^{\frac{1.33 + 1}{2 \cdot 1.33 - 2}} \cdot \frac{\left(1 + \frac{1.33 - 1}{2} \cdot 1.4^2 \right)^{\frac{1.33 + 1}{2 \cdot 1.33 - 2}}}{1.4}$$

Avaliar Fórmula 

4.10) Taxa de fluxo de massa através do motor Fórmula

Fórmula

$$m_a = M \cdot A \cdot P_t \cdot \sqrt{\gamma \cdot \frac{M_{\text{molar}}}{T_{\text{tot}} \cdot [R]}} \cdot \left(1 + (\gamma - 1) \cdot \frac{M^2}{2} \right)^{\frac{\gamma + 1}{2 \cdot \gamma - 2}}$$

Exemplo com Unidades

$$23.4985 \text{ kg/s} = 1.4 \cdot 8.5 \text{ m}^2 \cdot 0.004 \text{ MPa} \cdot \sqrt{1.33 \cdot \frac{6.5 \text{ g/mol}}{590 \text{ K} \cdot 8.3145}} \cdot \left(1 + (1.33 - 1) \cdot \frac{1.4^2}{2} \right)^{\frac{1.33 + 1}{2 \cdot 1.33 - 2}}$$

Avaliar Fórmula 



4.11) Temperatura de saída do foguete Fórmula

Fórmula

$$T_{\text{exit}} = T_c \cdot \left(1 + \frac{\gamma - 1}{2} \cdot M^2 \right)^{-1}$$

Exemplo com Unidades

$$18.5885 \text{ K} = 24.6 \text{ K} \cdot \left(1 + \frac{1.33 - 1}{2} \cdot 1.4^2 \right)^{-1}$$

Avaliar Fórmula 

4.12) Velocidade de saída dada a capacidade térmica específica molar Fórmula

Fórmula

$$C_j = \sqrt{2 \cdot T_{\text{tot}} \cdot C_{p \text{ molar}} \cdot \left(1 - \left(\frac{P_{\text{exit}}}{P_c} \right)^{1 - \frac{1}{\gamma}} \right)}$$

Avaliar Fórmula 

Exemplo com Unidades

$$248.086 \text{ m/s} = \sqrt{2 \cdot 590 \text{ K} \cdot 213.6 \text{ J/K}^{\ast} \text{ mol} \cdot \left(1 - \left(\frac{2.1 \text{ MPa}}{6.49 \text{ MPa}} \right)^{1 - \frac{1}{1.33}} \right)}$$

4.13) Velocidade de saída dada a massa molar Fórmula

Fórmula

$$C_j = \sqrt{\left(\frac{2 \cdot T_c \cdot [R] \cdot \gamma}{M_{\text{molar}} (\gamma - 1)} \right) \cdot \left(1 - \left(\frac{P_{\text{exit}}}{P_c} \right)^{1 - \frac{1}{\gamma}} \right)}$$

Avaliar Fórmula 

Exemplo com Unidades

$$248.87 \text{ m/s} = \sqrt{\left(\frac{2 \cdot 24.6 \text{ K} \cdot 8.3145 \cdot 1.33}{6.5 \text{ g/mol} (1.33 - 1)} \right) \cdot \left(1 - \left(\frac{2.1 \text{ MPa}}{6.49 \text{ MPa}} \right)^{1 - \frac{1}{1.33}} \right)}$$

4.14) Velocidade de saída dada o número de Mach e a temperatura de saída Fórmula

Fórmula

$$C_j = M \cdot \sqrt{\gamma \cdot \frac{[R]}{M_{\text{molar}}} \cdot T_{\text{exit}}}$$

Exemplo com Unidades

$$248.3706 \text{ m/s} = 1.4 \cdot \sqrt{1.33 \cdot \frac{8.3145}{6.5 \text{ g/mol}} \cdot 18.5 \text{ K}}$$

Avaliar Fórmula 



Variáveis usadas na lista de Propulsão de foguete Fórmulas acima





- ϵ Proporção de área do bico
- **a** Aceleração (Metro/Quadrado Segundo)
- **A** Área (Metro quadrado)
- **A₂** Área de saída (Metro quadrado)
- **A_r** Proporção de área
- **A_t** Área da garganta do bico (Metro quadrado)
- **c** Velocidade efetiva de exaustão (Metro por segundo)
- **C_F** Coeficiente de Impulso
- **C_j** Velocidade de saída (Metro por segundo)
- **C_p molar** Capacidade térmica específica molar a pressão constante (Joule por Kelvin por mol)
- **C*** Características Velocidade (Metro por segundo)
- **F** Impulso do Foguete (Newton)
- **F** Impulso (Newton)
- **h** Altura do Satélite (Metro)
- **m** Massa de Foguete (Quilograma)
- **M** Número Mach
- **ṁ** Taxa de fluxo de massa do propelente (Quilograma/Segundos)
- **m₀** Massa Inicial (Quilograma)
- **M₂** Mach na saída
- **m_a** Taxa de fluxo de massa (Quilograma/Segundos)
- **m_d** Massa da carga útil (Quilograma)
- **M_E** Massa da Terra (Quilograma)
- **m_f** Massa Final (Quilograma)
- **ṁ_f** Taxa de fluxo de massa de combustível (Quilograma/Segundos)
- **m_{final}** Massa Final do Foguete (Quilograma)
- **m_i** Massa Inicial do Foguete (Quilograma)
- **M_{molar}** Massa molar (Gramas por mole)

Constantes, funções, medidas usadas na lista de Propulsão de foguete Fórmulas acima

- **constante(s): [R]**, 8.31446261815324
Constante de gás universal
- **constante(s): [G.]**, 6.67408E-11
Constante gravitacional
- **constante(s): [c]**, 299792458.0
Velocidade da luz no vácuo
- **Funções: int**, int(expr, arg, from, to)
A integral definida pode ser usada para calcular a área líquida sinalizada, que é a área acima do eixo x menos a área abaixo do eixo x.
- **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: Comprimento** in Metro (m)
Comprimento Conversão de unidades ↻
- **Medição: Peso** in Quilograma (kg)
Peso Conversão de unidades ↻
- **Medição: Tempo** in Segundo (s)
Tempo Conversão de unidades ↻
- **Medição: Temperatura** in Kelvin (K)
Temperatura Conversão de unidades ↻
- **Medição: Volume** in Metro cúbico (m³)
Volume Conversão de unidades ↻
- **Medição: Área** in Metro quadrado (m²)
Área Conversão de unidades ↻
- **Medição: Pressão** in Megapascal (MPa)
Pressão Conversão de unidades ↻
- **Medição: Velocidade** in Metro por segundo (m/s)
Velocidade Conversão de unidades ↻
- **Medição: Aceleração** in Metro/Quadrado Segundo (m/s²)
Aceleração Conversão de unidades ↻
- **Medição: Poder** in Quilowatt (kW)
Poder Conversão de unidades ↻



- \dot{m}_o Taxa de fluxo de massa do oxidante (Quilograma/Segundos)
- m_p Massa Propelente (Quilograma)
- m_s Massa Estrutural (Quilograma)
- **MR** Razão de massa
- **P** Energia necessária (Quilowatt)
- p_1 Pressão na Câmara (Megapascal)
- P_1 Pressão do bocal de entrada (Megapascal)
- p_2 Pressão de saída do bico (Megapascal)
- p_3 Pressão atmosférica (Megapascal)
- P_c Pressão da Câmara (Megapascal)
- P_e Potência no jato (Quilowatt)
- P_{exit} Pressão de saída (Megapascal)
- P_t Pressão total (Megapascal)
- **r** Proporção de mistura de propelente
- R_E Raio da Terra (Metro)
- t_i Hora inicial (Segundo)
- T_1 Temperatura na Câmara (Kelvin)
- T_c Temperatura da Câmara (Kelvin)
- T_{exit} Temperatura de saída (Kelvin)
- t_f Hora final (Segundo)
- T_t Temperatura Específica (Kelvin)
- T_t Impulso total (Segundo)
- T_{tot} Temperatura total (Kelvin)
- v_0 Velocidade do veículo (Metro por segundo)
- V_1 Volume de entrada (Metro cúbico)
- v_9 Velocidade de exaustão (Metro por segundo)
- V_e Velocidade do Jato (Metro por segundo)
- V_{eff} Velocidade efetiva de exaustão do foguete (Metro por segundo)
- v_t Velocidade da Garganta (Metro por segundo)
- V_t Volume específico (Metro cúbico)
- V_T Velocidade total do foguete (Metro por segundo)


- **Medição: Força** in Newton (N)
Força Conversão de unidades 
- **Medição: Taxa de fluxo de massa** in Quilograma/Segundos (kg/s)
Taxa de fluxo de massa Conversão de unidades 
- **Medição: Massa molar** in Grama por mole (g/mol)
Massa molar Conversão de unidades 
- **Medição: Capacidade de Calor Específico Molar a Pressão Constante** in Joule por Kelvin por mol (J/K*mol)
Capacidade de Calor Específico Molar a Pressão Constante Conversão de unidades 



- γ Razão de calor específica
- ΔV Incremento de velocidade do foguete (*Metro por segundo*)
- ζ Fração de Massa do Propelente
- η_{prop} Eficiência de Propulsão
- λ Fração de massa de carga útil
- σ Fração de Massa Estrutural



Baixe outros PDFs de Importante Propulsão

- **Importante Termodinâmica e Equações Governantes Fórmulas** 

Experimente nossas calculadoras visuais exclusivas

-  Subtrair fração 
-  MMC de três 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 | 7:36:53 AM UTC

