

## 1) Boquillas Fórmulas ↻

### 1.1) Características Velocidad Fórmula ↻

Evaluar fórmula ↻

Fórmula

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

Ejemplo con 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 empuje de la boquilla Fórmula ↻

Evaluar fórmula ↻

Fórmula

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

Ejemplo con Unidades

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

### 1.3) Eficiencia de propulsión Fórmula ↻

Evaluar fórmula ↻

Fórmula

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

Ejemplo con Unidades

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

### 1.4) Relación de área de boquillas Fórmula ↻

Evaluar fórmula ↻

Fórmula

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

Ejemplo

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



## 1.5) Temperatura específica en la garganta Fórmula

Fórmula

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

Ejemplo con Unidades

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

Evaluar fórmula 

## 1.6) Volumen específico en la garganta Fórmula

Fórmula

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

Ejemplo con Unidades

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

Evaluar fórmula 

## 2) Propulsores Fórmulas

### 2.1) Caudal másico del oxidante Fórmula

Fórmula

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

Ejemplo con Unidades

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

Evaluar fórmula 

### 2.2) Proporción de mezcla de propulsor Fórmula

Fórmula

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

Ejemplo con Unidades

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

Evaluar fórmula 

### 2.3) Tasa de flujo másico de combustible Fórmula

Fórmula

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

Ejemplo con Unidades

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

Evaluar fórmula 



## 2.4) Tasa de flujo másico del propulsor Fórmula

Evaluar fórmula 

Fórmula

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

Ejemplo con 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) Teoría de los cohetes Fórmulas

### 3.1) Fracción de masa de carga útil Fórmula

Evaluar fórmula 

Fórmula

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

Ejemplo con Unidades

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

### 3.2) Fracción de masa estructural Fórmula

Evaluar fórmula 

Fórmula

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

Ejemplo con Unidades

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

### 3.3) Fracción de masa propulsora Fórmula

Evaluar fórmula 

Fórmula

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

Ejemplo con Unidades

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

### 3.4) Incremento de velocidad del cohete Fórmula

Evaluar fórmula 

Fórmula

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

Ejemplo con Unidades

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



### 3.5) Relación de masa del cohete Fórmula ↻

Fórmula

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

Ejemplo con Unidades

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

Evaluar fórmula ↻

### 3.6) Velocidad de escape efectiva del cohete Fórmula ↻

Fórmula

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

Evaluar fórmula ↻

Ejemplo con Unidades

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

### 3.7) Velocidad de garganta de la boquilla Fórmula ↻

Fórmula

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

Ejemplo con Unidades

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

Evaluar fórmula ↻

### 3.8) Velocidad de los gases de escape del cohete Fórmula ↻

Fórmula

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

Evaluar fórmula ↻

Ejemplo con Unidades

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



### 3.9) Velocidad total necesaria para colocar un satélite en órbita Fórmula

Fórmula

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

Evaluar fórmula 

Ejemplo con Unidades

$$10509.5796 \text{ m/s} = \sqrt{\frac{6.7E-11 \cdot 1000000000000000000000000000 \text{ kg} \cdot (6378100 \text{ m} + 2 \cdot 375000 \text{ m})}{6378100 \text{ m} \cdot (6378100 \text{ m} + 375000 \text{ m})}}$$

## 4) Empuje y generación de energía Fórmulas

### 4.1) Aceleración del cohete Fórmula

Fórmula

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

Ejemplo con Unidades

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

Evaluar fórmula 

### 4.2) Caudal másico a través del motor Fórmula

Fórmula

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

Evaluar fórmula 

Ejemplo con Unidades

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

### 4.3) Empuje dado la velocidad de escape y el caudal másico Fórmula

Fórmula

$$F = m_a \cdot C_j$$

Ejemplo con Unidades

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

Evaluar fórmula 

### 4.4) Empuje dado Masa y Aceleración del Cohete Fórmula

Fórmula

$$F = m \cdot a$$

Ejemplo con Unidades

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

Evaluar fórmula 

### 4.5) Empuje de propulsión de fotones Fórmula

Fórmula

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

Ejemplo con Unidades

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

Evaluar fórmula 



#### 4.6) Impulso Total Fórmula

Fórmula

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

Ejemplo con Unidades

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

Evaluar fórmula 

#### 4.7) Potencia necesaria para producir la velocidad del chorro de escape Fórmula

Fórmula

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

Ejemplo con Unidades

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

Evaluar fórmula 

#### 4.8) Potencia necesaria para producir la velocidad del chorro de escape dada la masa del cohete y la aceleración Fórmula

Fórmula

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

Ejemplo con Unidades

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

Evaluar fórmula 

#### 4.9) Presión de salida del cohete Fórmula

Fórmula

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

Ejemplo con Unidades

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

Evaluar fórmula 

#### 4.10) Relación de área compresible Fórmula

Fórmula

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

Ejemplo

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

Evaluar fórmula 

#### 4.11) Temperatura de salida del cohete Fórmula

Fórmula

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

Ejemplo con Unidades

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

Evaluar fórmula 



#### 4.12) Velocidad de salida dada la capacidad calorífica específica molar Fórmula

Fórmula

Evaluar fórmula 

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

Ejemplo con Unidades

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

#### 4.13) Velocidad de salida dada Masa molar Fórmula

Fórmula

Evaluar fórmula 

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

Ejemplo con 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) Velocidad de salida dado el número de Mach y la temperatura de salida Fórmula

Fórmula

Ejemplo con Unidades

Evaluar fórmula 

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

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



## Variables utilizadas en la lista de Propulsión de cohetes Fórmulas anterior

- $\in$  Relación de área de la boquilla
- **a** Aceleración (Metro/Segundo cuadrado)
- **A** Área (Metro cuadrado)
- **A<sub>2</sub>** Área de salida (Metro cuadrado)
- **A<sub>r</sub>** Relación de área
- **A<sub>t</sub>** Área de la garganta de la boquilla (Metro cuadrado)
- **c** Velocidad de escape efectiva (Metro por Segundo)
- **C<sub>F</sub>** Coeficiente de empuje
- **C<sub>j</sub>** Velocidad de salida (Metro por Segundo)
- **C<sub>p</sub> molar** Capacidad calorífica específica molar a presión constante (Joule por Kelvin por mol)
- **C\*** Características Velocidad (Metro por Segundo)
- **F** Empuje de cohete (Newton)
- **F** Empuje (Newton)
- **h** Altura del satélite (Metro)
- **m** masa de cohete (Kilogramo)
- **M** Número de Mach
- **ṁ** Tasa de flujo másico del propulsor (Kilogramo/Segundo)
- **m<sub>0</sub>** Masa inicial (Kilogramo)
- **M<sub>2</sub>** Mach en salida
- **m<sub>a</sub>** Tasa de flujo másico (Kilogramo/Segundo)
- **m<sub>d</sub>** Masa de carga útil (Kilogramo)
- **M<sub>E</sub>** masa de tierra (Kilogramo)
- **m<sub>f</sub>** Misa final (Kilogramo)
- **ṁ<sub>f</sub>** Tasa de flujo másico de combustible (Kilogramo/Segundo)
- **m<sub>final</sub>** Masa final del cohete (Kilogramo)
- **m<sub>i</sub>** Masa inicial del cohete (Kilogramo)
- **M<sub>molar</sub>** Masa molar (Gramo por Mole)

## Constantes, funciones y medidas utilizadas en la lista de Propulsión de cohetes Fórmulas anterior

- **constante(s): [G.]**, 6.67408E-11  
Constante gravitacional
- **constante(s): [R]**, 8.31446261815324  
constante universal de gas
- **constante(s): [c]**, 299792458.0  
Velocidad de la luz en el vacío
- **Funciones: int**, int(expr, arg, from, to)  
La integral definida se puede utilizar para calcular el área neta con signo, que es el área sobre el eje x menos el área debajo del eje x.
- **Funciones: ln**, ln(Number)  
El logaritmo natural, también conocido como logaritmo en base e, es la función inversa de la función exponencial natural.
- **Funciones: sqrt**, sqrt(Number)  
Una función de raíz cuadrada es una función que toma un número no negativo como entrada y devuelve la raíz cuadrada del número de entrada dado.
- **Medición: Longitud** in Metro (m)  
Longitud Conversión de unidades ↻
- **Medición: Peso** in Kilogramo (kg)  
Peso Conversión de unidades ↻
- **Medición: Tiempo** in Segundo (s)  
Tiempo Conversión de unidades ↻
- **Medición: La temperatura** in Kelvin (K)  
La temperatura Conversión de unidades ↻
- **Medición: Volumen** in Metro cúbico (m<sup>3</sup>)  
Volumen Conversión de unidades ↻
- **Medición: Área** in Metro cuadrado (m<sup>2</sup>)  
Área Conversión de unidades ↻
- **Medición: Presión** in megapascales (MPa)  
Presión Conversión de unidades ↻
- **Medición: Velocidad** in Metro por Segundo (m/s)  
Velocidad Conversión de unidades ↻
- **Medición: Aceleración** in Metro/Segundo cuadrado (m/s<sup>2</sup>)  
Aceleración Conversión de unidades ↻
- **Medición: Energía** in Kilovatio (kW)  
Energía Conversión de unidades ↻





- $\dot{m}_o$  Tasa de flujo másico del oxidante (Kilogramo/Segundo)
- $m_p$  Masa propulsora (Kilogramo)
- $m_s$  Masa estructural (Kilogramo)
- **MR** Relación de masa
- **P** Energía requerida (Kilovatio)
- $p_1$  Presión en la cámara (megapascales)
- $P_1$  Presión de la boquilla de entrada (megapascales)
- $p_2$  Presión de salida de la boquilla (megapascales)
- $p_3$  Presión atmosférica (megapascales)
- $P_c$  Presión de la cámara (megapascales)
- $P_e$  Poder en Jet (Kilovatio)
- $P_{exit}$  Presión de salida (megapascales)
- $P_t$  Presión total (megapascales)
- $r$  Proporción de mezcla de propulsor
- $R_E$  Radio de la Tierra (Metro)
- $t_i$  Tiempo inicial (Segundo)
- $T_1$  Temperatura en la cámara (Kelvin)
- $T_c$  Temperatura de la cámara (Kelvin)
- $T_{exit}$  Temperatura de salida (Kelvin)
- $t_f$  Tiempo final (Segundo)
- $T_t$  Temperatura específica (Kelvin)
- $T_t$  impulso total (Segundo)
- $T_{tot}$  Temperatura total (Kelvin)
- $v_0$  Velocidad del vehículo (Metro por Segundo)
- $V_1$  Volumen de entrada (Metro cúbico)
- $v_g$  Velocidad de escape (Metro por Segundo)
- $V_e$  Velocidad del chorro (Metro por Segundo)
- $V_{eff}$  Velocidad de escape efectiva del cohete (Metro por Segundo)
- $v_t$  Velocidad de la garganta (Metro por Segundo)
- $V_t$  Volumen específico (Metro cúbico)

- **Medición: Fuerza** in Newton (N)  
Fuerza Conversión de unidades ↻
- **Medición: Tasa de flujo másico** in Kilogramo/Segundo (kg/s)  
Tasa de flujo másico Conversión de unidades ↻
- **Medición: Masa molar** in Gramo por Mole (g/mol)  
Masa molar Conversión de unidades ↻
- **Medición: Capacidad calorífica específica molar a presión constante** in Joule por Kelvin por mol (J/K\* $\text{mol}$ )  
Capacidad calorífica específica molar a presión constante Conversión de unidades ↻



- $V_T$  Velocidad total del cohete (Metro por Segundo)
- $\gamma$  Relación de calor específico
- $\Delta V$  Incremento de velocidad del cohete (Metro por Segundo)
- $\zeta$  Fracción de masa del propulsor
- $\eta_{prop}$  Eficiencia de propulsión
- $\lambda$  Fracción de masa de carga útil
- $\sigma$  Fracción de masa estructural



## Descargue otros archivos PDF de Importante Propulsión

- **Importante Termodinámica y ecuaciones rectoras Fórmulas** 

### Pruebe nuestras calculadoras visuales únicas

-  **Error porcentual** 
-  **MCM de tres números** 
-  **Restar fracción** 

¡COMPARTE este PDF con alguien que lo necesite!

Este PDF se puede descargar en estos idiomas.

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

7/8/2024 | 7:36:28 AM UTC

