

luna

gravedad: 1,62 m/s²

velocidad de escape: 2,38 km/s

La distancia media entre la Tierra y la Luna es 384.400 kilómetros (238,855 millas)

densidad de la atmosfera: 80.000 átomos totales por centímetro cúbicos

tierra

gravedad: 9,780327 m/s²

velocidad de escape: 11,186 km/s¹

densidad de la atmosfera $\rho_0 = 1,225 \cdot \frac{g}{dm^3}$.

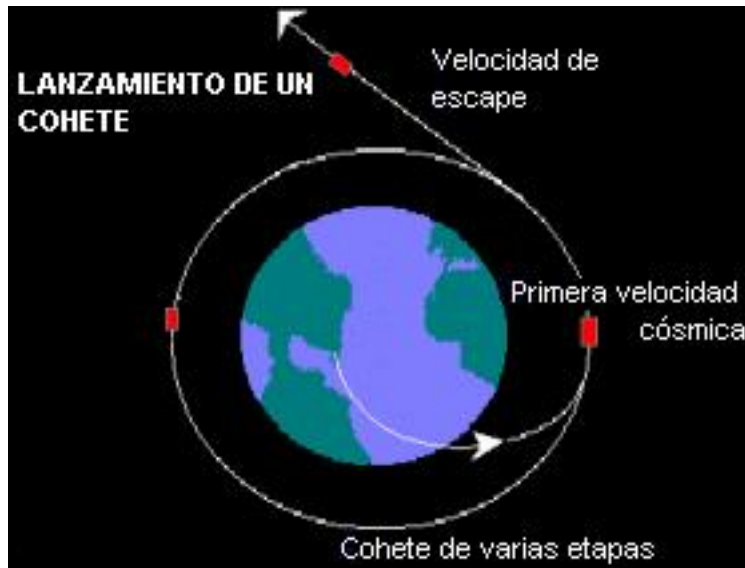
comida 2 kg por persona x día

combustible: 1,718 T x tonelada del cohete

Se sabe que la Tierra crea un campo gravitatorio causante de la atracción de los cuerpos en dirección perpendicular a la superficie de la misma. En consecuencia, los primeros problemas que han de resolverse para posibilitar un vuelo espacial están directamente relacionados con la cuestión de vencer la fuerza de atracción gravitatoria.

La física indica que esto sólo es posible confiriendo velocidad a un cuerpo, de modo que consiga escapar a la influencia del campo gravitatorio terrestre para, luego, proseguir en vuelo gravitacional y, finalmente, si procede, hacerlo regresar a la Tierra. En astronáutica se consideran tres valores principales de velocidad.

Gravedad y naves espaciales



Se la denomina también "velocidad de satelización u orbital". Esa velocidad es la mínima necesaria para que un cuerpo se convierta en satélite terrestre siguiendo una trayectoria circular (en ausencia de aire) y sin precipitarse sobre nuestro planeta. Esta velocidad depende de la altura a la que el cuerpo se encuentre con respecto a la superficie terrestre, y se considera suponiendo ausencia de atmósfera; esta dada por la siguiente fórmula:

$$v = 7,9 \sqrt{\frac{R}{r}}$$

donde v =velocidad en km/s; R =radio de la Tierra; y r =distancia al centro de la Tierra. Así, en las proximidades de la superficie, $v=7,9$ km/s porque $R=r$ (siendo \approx el signo de aproximación)

Segunda velocidad orbital

También llamada "velocidad parabólica o de escape" es la mínima velocidad inicial que ha de comunicarse a un cuerpo para que, comenzando el movimiento próximo a la superficie de la Tierra, supere la fuerza gravitatoria terrestre. Dicha velocidad depende también de la altura a la que se halle el cuerpo. Se expresa mediante la fórmula:

$$v = R \sqrt{2g \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{r} \right)}$$

En la que g = aceleración de la gravedad terrestre.

Para $R = \infty$, resulta $1/r = 0$ y, por tanto

$$v = R \sqrt{2g (1/R)} = R \sqrt{2g/R} = \sqrt{R^2 \cdot 2g/R} = \sqrt{2gR} = 11,2 \text{ km/seg.}$$

$$E = gR^2 \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{r} \right)$$

Tercera velocidad cósmica

También llamada "velocidad hiperbólica", es la mínima velocidad inicial bajo la cual un cuerpo, comenzando su movimiento en las proximidades de la superficie terrestre, supera en primer lugar la atracción gravitatoria de la Tierra, en segundo lugar la del Sol y, finalmente, abandona el Sistema Solar. En la superficie terrestre esta tercera velocidad cósmica es de 16,7 km/s.

LA TEORÍA FUNDAMENTAL DE LA ASTRONÁUTICA

Para enviar un vehículo al espacio exterior, normalmente lo primero que se hace es situarlo en una órbita de estacionamiento próxima a la de la Tierra.

Oportunamente se incrementa su velocidad a fin de que salte a otra trayectoria, definitiva o no (en este caso se tiene una órbita de transferencia).

El problema principal que existe en la navegación espacial es que para alcanzar una determinada órbita cuando se están atravesando las capas atmosféricas es el de encontrar una solución de compromiso entre el incremento necesario de velocidad y la capacidad de la resistencia a las altas temperaturas propia del material con el que está construida la nave. Una vez fuera de todo campo gravitatorio, el incremento de velocidad viene dado por la fórmula deducida por Tsiolkowski en 1903.

$$\Delta v = u \cdot L \frac{M_0}{M} = u \cdot L \left(L + \frac{M_P}{M} \right)$$

donde v = incremento de velocidad; u = velocidad de salida (o de eyección) del chorro a reacción, es decir, de los gases propulsores; L = símbolo que denota el logaritmo neperiano; M_0 = masa inicial de lanzamiento del vehículo; M = masa que resta tras la combustión de propulsante. Al cociente M_0/M se le denomina razón de masas y al M_0/M se le llama número de Tsiolkowski.

La fórmula de Tsiolkowski

La fórmula traducida dice que el incremento de velocidad ha de ser directamente proporcional a la velocidad de eyección del chorro y al logaritmo de la razón de masas. Se comprende, por tanto, la importancia del peso relativo del cohete.

De la fórmula de Tsiolkowski se deduce que

$$v = u \cdot L \frac{M_0}{M} - gt$$

donde v = velocidad final; g = aceleración de la gravedad, y t = tiempo. Si deduciera que $M_0/M = 2,71828$ (el famoso número e , que es la base de los logaritmos neperianos), entonces

$$L \frac{M_0}{M} = 1 \quad \text{y, por tanto, } v = u = gt$$

igualdad que expresa que (en ese caso) la velocidad final alcanzada por el cohete coincide con la velocidad final del combustible.

La gran ventaja de esta fórmula es que se puede aplicar a todo tipo de cohetes, de una sola etapa o polietápicos (también conocidos con el nombre de cohetes varias etapas y cohetes compuestos).

Cuando se utiliza un cohete único (de etapa) existe el problema de que para vencer la atracción gravitatoria terrestre se requiere una razón de masas muy elevada, lo que implica que M_0 sea mucho mayor que M , es decir, la masa total del ingenio sería casi en su totalidad de combustible. A fin de orillar esta dificultad se emplean los cohetes de varias etapas (usualmente 2, 3 ó 4), que en realidad son cohetes compuestos por otros que funcionan uno tras otro, sucesivamente, de modo que cada etapa parta a la velocidad proporcionada por la anterior. Todas las grandes conquistas de la astronáutica han utilizado este principio.

Una vez consumido el combustible del primer cohete-etapa se produce el paro del motor de éste y su separación total o parcial; de esta forma, la masa de la parte restante disminuye y, por tanto, se le puede comunicar una velocidad mayor. El incremento total de velocidad que se consigue con este método es igual a la suma de los incrementos de velocidad proporcionados por las etapas componentes.

LOS PROPERGOLES

La fórmula de Tsiolkouski indica que si el valor final de la velocidad depende de la eyección, de ahí la importancia de encontrar sustancias que cumplan de modo óptimo con las condiciones que requiere dicha velocidad " u " ha de ser directamente proporcional a la raíz cuadrada de la temperatura de combustión, y esta temperatura depende de la densidad del gas expulsado.

Las sustancias que se utilizan son las llamadas propergoles, que son mezclas formadas por un combustible y un comburente; pueden ser sólidos y líquidos.

Los propergoles constituidos por sustancias sólidas son los más antiguos y, en astronáutica, los menos eficientes. Los propergoles líquidos, también llamados propelentes y propulsores líquidos, son ideales para todos aquellos casos en los que requieran potencias muy elevadas, como sucede en el lanzamiento de vehículos espaciales.