

Problema 2: Misión a Venus

La forma más sencilla de realizar un viaje entre dos planetas del Sistema Solar es utilizando lo que se conoce como órbita de Transferencia de Hohmann, que es, desde el punto de vista energético, la más económica. En dicha transferencia el satélite recorre, en el ambiente interplanetario, un camino que es una semi-elipse, con el Sol en uno de los focos, entre el planeta interior en la posición más cercana al Sol (perihelio) y el planeta exterior en el punto más apartado de esa cónica (afelio) (Ver Figura 1). En nuestro caso, el de una supuesta misión satelital a Venus, se puede suponer que las órbitas de los planetas involucrados están en el mismo plano y pueden ser consideradas círculos perfectos. Además supondremos que es posible esperar la configuración ideal para la transferencia de Hohmann, donde la posición de Venus (a la llegada de la nave) es diametralmente opuesta a la posición en la que estaba la Tierra en el instante de la partida del satélite.

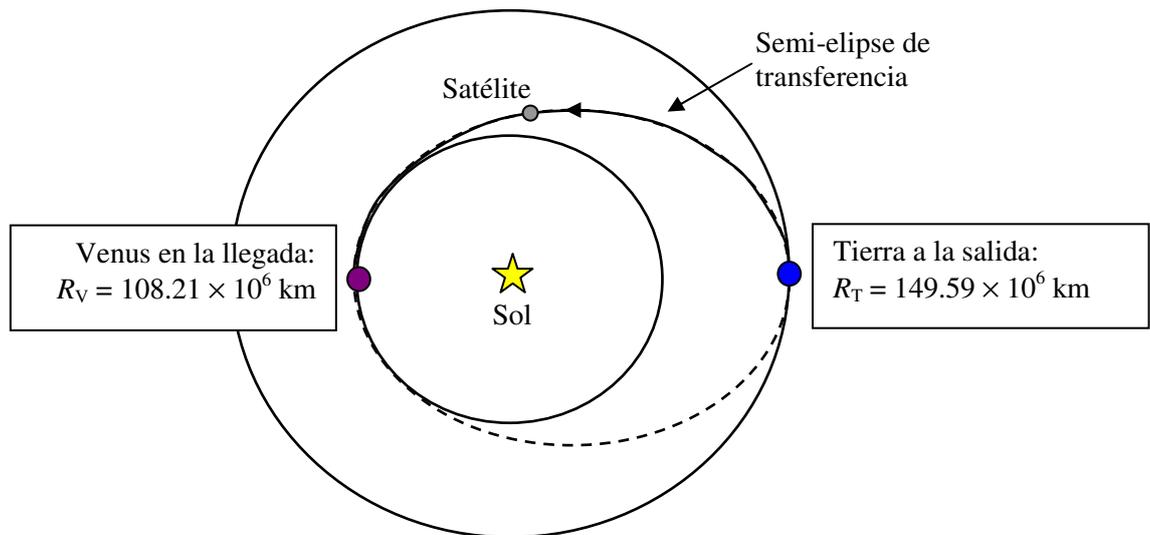


Figura 1

- a) **Determine el tiempo de vuelo de una misión desde la Tierra al planeta Venus en una trayectoria de Hohmann, considerando que el movimiento del satélite cumple con las mismas leyes que cualquier astro del sistema solar y despreciando las perturbaciones gravitatorias de todos los planetas.**

Con el objeto de suministrar energía a la nave se instalan 2 paneles solares idénticos para aprovechar la potencia que irradia el Sol, que es de 4×10^{23} kW. Las celdas fotovoltaicas, que convierten la luz del Sol en electricidad, absorben solamente una fracción de ese total para suministrar energía a la nave espacial. En la actualidad se usan celdas de arseniuro de galio que alcanzan una eficiencia de alrededor del 35 %.

- b) **Determine el área mínima que debe tener cada panel solar para poder hacer su viaje a Venus. Suponga que tras abandonar la atmósfera terrestre, la nave necesita una potencia mínima de 2 kW para el correcto funcionamiento de su instrumental y que los paneles solares siempre se orientan perpendiculares a la luz solar.**

Una de las propuestas mas interesantes que existen para el desarrollo de una nave interplanetaria es lo que se conoce como "velero solar" o "vela de fotones" (nave espacial del Conde Duku en la Guerra de las Galaxias episodio II). Es un tipo de propulsión espacial que se basa en el aprovechamiento de la presión de la radiación del Sol. Cuando los fotones chocan con un objeto, le transfieren momento lineal o cantidad de movimiento. El empuje que así se genera tiene la ventaja

de que es permanente y gratuito, y puesto que en el espacio no existe rozamiento, cualquier velocidad adquirida mediante este procedimiento permanecerá así casi indefinidamente.

c) Encuentre una expresión para la presión de radiación en función de la energía radiante por unidad de tiempo y área, suponiendo que la superficie es perfectamente absorbente.

En la actualidad, los paneles solares de las naves espaciales o satélites son ocasionalmente usados como velas solares para ayudar a los satélites a hacer correcciones menores a su órbita sin usar combustible.

El diseño esquemático de la nave se muestra en la Figura 2. La masa de la nave es $M = 480$ kg, su radio es $r = 1$ m y la masa de cada panel es $m = 30$ kg

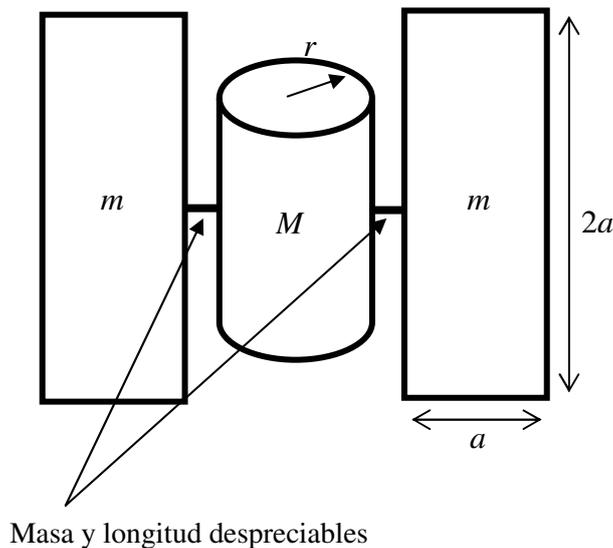


Figura 2

d) Calcule la aceleración angular inicial de la nave cuando se encuentra orbitando alrededor de Venus, si uno de los paneles absorbe totalmente y el otro refleja el 50 % de la radiación incidente. Suponga los paneles solares orientados perpendicularmente a la luz solar.

Debido a un desperfecto, la nave se sale de su órbita e interesa conocer cuánto se aproximará al Sol antes de que se fundan sus paneles.

Se sabe que la energía emitida por unidad de tiempo y por unidad de área por un objeto a temperatura T está dada por la ley de Stefan-Boltzmann

$$S = \sigma T^4 e$$

donde σ es una constante universal y e es la emisividad. Un cuerpo en equilibrio con sus alrededores irradia y absorbe la misma cantidad de energía en la unidad de tiempo, manteniendo su temperatura constante. Para un absorbente ideal $e = 1$.

Considerando que las placas solares están sólo constituidas por arseniuro de galio, que su espesor es despreciable y que el Sol emite energía uniformemente en todas direcciones:

e) Encuentre la distancia al Sol a la que comienzan a fundirse las celdas solares, teniendo en cuenta que la temperatura de fusión del arseniuro de galio es de 1 511 K. Suponga que los paneles están siempre orientados perpendicularmente a la luz solar.

Datos útiles:

- $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$
- Momentos de inercia:
 - Cilindro respecto a su eje: $MR^2/2$
 - Placa respecto eje mayor: $ML^2/12$ (L ancho de la placa)