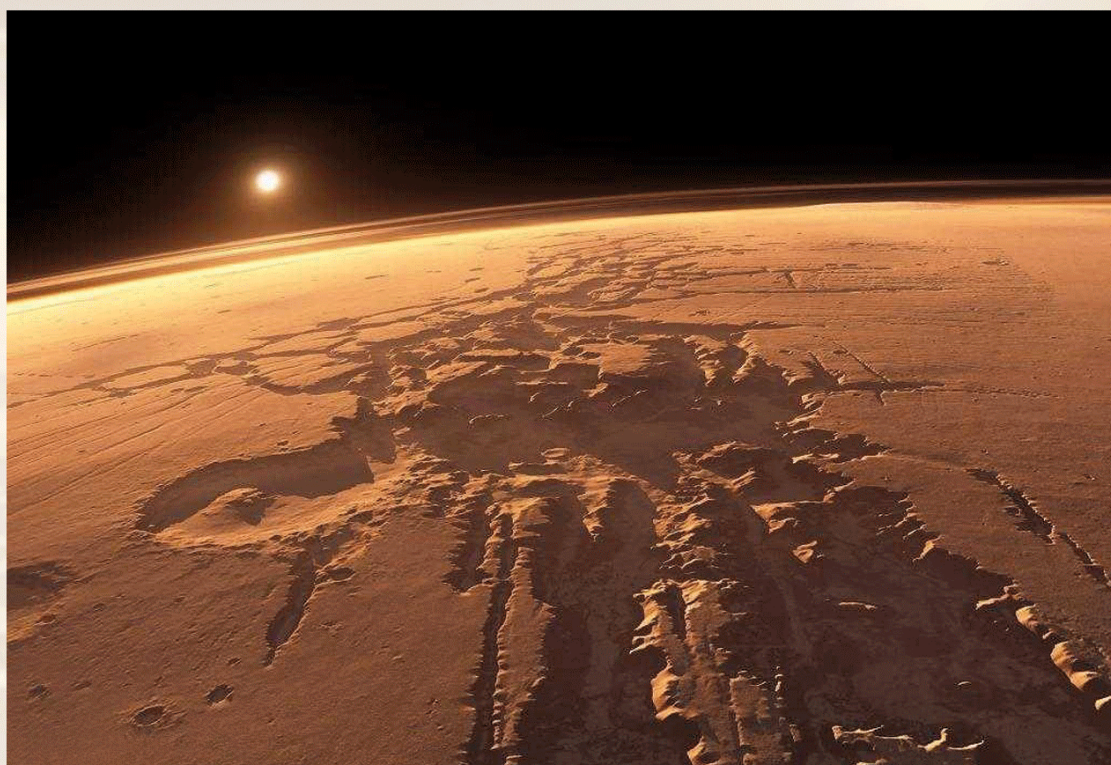


José Alberto Maroto Centeno

Boomerang rojo

Boomerang rojo

José Alberto Maroto Centeno



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Colección Ensayos

CUESTIONES Y PROBLEMAS

1º) Los estudiosos de las Ciencias Físicas saben que el color azul del cielo terrestre y los tonos rojizos de sus atardeceres se explican aplicando la teoría de dispersión de Rayleigh a la luz solar dispersada por la atmósfera terrestre. Sin embargo, como se narra en esta obra, el cielo marciano adopta de día un tono rosa o asalmonado mientras que sus atardeceres son azules, es decir, justo lo opuesto a lo que sucede en la Tierra. Explica físicamente este fenómeno considerando que su atmósfera es extremadamente tenue y que su baja gravedad y constantes vientos mantienen una enorme cantidad de polvo en suspensión (principalmente partículas de óxido de hierro). Más concretamente: ¿es la teoría de Rayleigh la responsable de estos fenómenos ópticos marcianos o es necesario considerar otra teoría de dispersión de luz?

2º) Durante la exploración marciana, Parish tenía una masa corporal de 75 kg y su traje espacial y equipo de propulsión sumaban una masa total de 50 kg. Teniendo en cuenta que la gravedad en Marte toma un valor de 0,38g: ¿Cuál sería la masa corporal que Parish percibiría como propia al andar sobre la superficie de la Tierra en las mismas condiciones de exigencia (es decir, requiriendo el mismo esfuerzo) que andando en Marte ?.

Sol: 47,5 kg.

3º) A partir de las medidas de la presión atmosférica tomadas por el cosmonauta norteamericano en campo abierto y a refugio del viento es posible determinar el valor de la densidad de la atmósfera de Marte. ¿Qué valor se obtendría suponiendo que la mencionada atmósfera es un fluido incompresible?.

Sol: 0,0198 kg/m³.

4º) Busca en un libro de termodinámica o en internet el valor de la presión en el punto triple del agua. A la vista de ese valor y recordando el diagrama de fases del agua: ¿es posible aceptar la existencia de agua líquida en Marte en una latitud donde la presión atmosférica toma un valor de 7,022 mbar?. Justifica la respuesta y haz un esquema del diagrama de fases del agua si lo consideras conveniente.

5º) La carga utilizada por Parish para volar la zona donde se estaba produciendo la emisión de gas tenía una masa de 0,3 kg y generó al explotar fuerzas internas de carácter impulsivo del orden de $4 \cdot 10^3$ N. Teniendo en cuenta que el tiempo que dura la explosión de este tipo de cargas es aproximadamente 0,2 ms y que la carga suele dividirse en torno a 10 partes. ¿Cuál es la distancia de seguridad marcada por la N.A.S.A. en Marte considerando ángulos de dispersión de cascotes de 45° respecto a la horizontal?.

Sol: 190,8 m.

6º) El astronauta Parish, a pesar de encontrarse notablemente impresionado por su hallazgo, fue capaz de estimar la distancia vertical que lo separaba de la superficie del líquido subterráneo. Para ello tuvo en cuenta que el valor de la gravedad en Marte es $0,38g$ y que el tiempo de caída que registró fue de $7,34$ s. ¿Cuál es el valor de esa distancia?
Sol: $100,4$ m.

7º) El ojo humano se puede entender, desde un punto de vista estrictamente mecánico, como una esfera hueca y elástica de $2,5$ cm de diámetro (la cornea) llena de líquido (humores acuoso y vítreo). El mencionado líquido ejerce una presión sobre la cornea (denominada presión intraocular) de valor ligeramente superior a la atmosférica, gracias a la cual el ojo se mantiene distendido. El valor medio de la presión intraocular es 786 mmHg. Suponiendo que sólo la mitad del ojo humano está expuesto a la acción de la presión exterior: **a)** determinar la fuerza neta que actuaría sobre la cornea si un astronauta se quitara el caso en Marte y actuara sobre él una presión exterior de $6,1$ mbar; **b)** ¿Qué efectos produciría esta fuerza?

Sol: a) $102,26$ N (equivalente a la acción del peso de una masa de $10,4$ kg); b) los ojos se hincharían y estallarían.

8º) La N.A.S.A. estima que en un viaje a Marte y a pesar del blindaje de la nave espacial, cada astronauta se verá sometido a una dosis de radiación ionizante de $1,833$ mSv/día. Para un varón joven, como James McDowell, la N.A.S.A. establece una probabilidad de contraer cáncer del 3% para una dosis de radiación acumulada de 950 mSv y planea cada expedición para que no se supere este valor. **a)** ¿Qué dosis de radiación acumulada había recibido este astronauta tras 7 meses y 10 días de viaje espacial?. **b)** Suponiendo que el viaje tiene una duración programada de 512 días: ¿Qué dosis de radiación acumulada recibirá cada astronauta?. **c)** ¿Cumplía la expedición Mars Pioneer con la normativa de seguridad relativa a la exposición a radiación ionizante?.

Sol: a) $403,3$ mSv; b) $938,5$ mSv; c) Sí.

9º) La intensidad de luz que baña una determinada región de un planeta al mediodía depende de diversos factores entre los que se encuentran su distancia al Sol, la latitud y las características de la atmósfera que determinan la dispersión de la luz solar en la misma. Teniendo en cuenta únicamente el efecto de la distancia planetaria al Sol, determinar el cociente (expresado en tantos por ciento) entre la intensidad de la luz solar que baña Marte y la intensidad de la luz solar que baña la Tierra al mediodía y en el ecuador sabiendo que la distancia media Sol-Tierra es de $1,496 \cdot 10^8$ km y que la distancia media Sol-Marte es de $2,279 \cdot 10^8$ km.

Sol: $43,09\%$.

10º) Cualquier sonido, y de manera particular la voz humana, se oír en un tono más bajo (sonido más grave) en Marte que en la Tierra. Ello es debido al cambio de la velocidad del

sonido en ambas atmósferas, que tienen distinta composición, y al hecho de que la longitud de onda del sonido emitido por la voz humana no cambia, pues ésta sólo depende de la forma de la cavidad bucal y de las cuerdas. Determinar el cociente entre la frecuencia de un sonido emitido por una garganta humana en Marte y en la Tierra recordando que la velocidad del sonido en el aire a 20°C vale 344 m/s, y recordando que la atmósfera marciana está compuesta mayoritariamente por CO₂, cuyo coeficiente adiabático vale 1,304, cuyo peso molecular vale 44 g/mol, y sabiendo que la temperatura media del planeta es de -55°C.

Sol: $f_{\text{Marte}}/f_{\text{Tierra}} = 0,674$.

11º) La baja densidad y temperatura de la atmósfera marciana explican la gran absorción de cualquier sonido emitido en este planeta. Así, un potente grito humano que generara un nivel de potencia sonora de 81 dB resultaría prácticamente inaudible a unos 14 m de distancia. Calcular la distancia a la cual deja de ser audible ese mismo grito en la Tierra suponiendo que a la frecuencia del mismo y bajo cierta humedad relativa de la atmósfera el coeficiente de atenuación de ese sonido es de 0,010 dB/m.

Sol: 1000 m.

12º) La N.A.S.A. estimaba que nave espacial Mars Pioneer tenía un consumo eléctrico mensual en modo no biológico de 1029 ± 3 KW·h. Dado que la astronauta Eva Karelitz logró infiltrarse como polizón en el viaje de retorno a la Tierra, continuaban en funcionamiento el sistema de generación de aire respirable (con una potencia de 1,97 W), el sistema de reciclado de materia líquida (con una potencia de 1,43 W) y la cabina centrífuga (con un consumo mensual de 1,75 KW·h). A la vista de estos datos: **a)** ¿Cuál es el consumo adicional mensual de la nave Mars Pioneer debido a la presencia de una persona viva en su interior?; **b)** Justifica cómo fue detectado este consumo adicional mensual desde el control de la N.A.S.A. en Tierra.

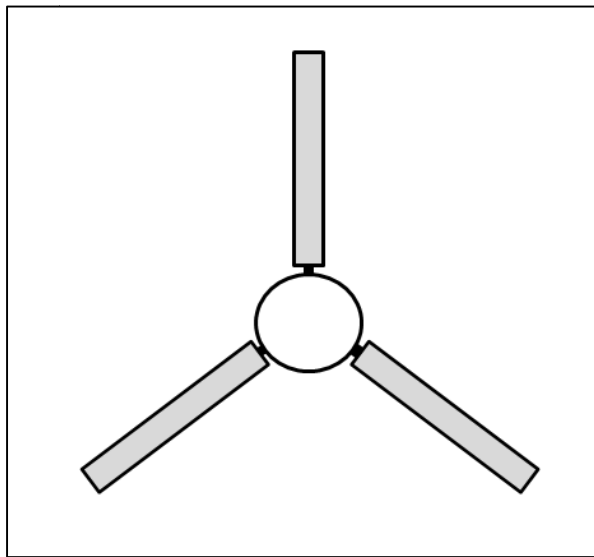
Sol: a) 4,2 KW·h.

13º) Los condensadores de que consta la cabina centrífuga que equipaba la nave Mars Pioneer tenían una apariencia externa cilíndrica pero pueden ser asimilados como condensadores de placas paralelas dado que las capas de metal se rellenan con plexiglás de constante dieléctrica 3,4 y van enrollados sobre sí mismos para ocupar el mínimo espacio. Se puede asumir que el área total de este condensador de placas paralelas es de 0,050 m² y que la distancia de separación es de 0,20 mm. Bajo estas condiciones: **a)** Determinar la capacidad del condensador; **b)** Este condensador, en una operación ordenada desde Tierra, fue sometido a una tensión momentánea de 95V. ¿Qué efectos tuvo esta tensión sobre el mencionado condensador sabiendo que el campo eléctrico máximo que puede tolerar el plexiglás sin rompimiento eléctrico es de $4 \cdot 10^5$ V/m?; **c)** Determinar la carga máxima que puede almacenar este condensador.

Sol: a) 7,52 nF; c) $6,0 \cdot 10^{-7}$ C.

14º) A la hora de realizar sus cálculos, Eva Karelitz modelizó la nave Mars Pioneer como un cilindro sólido de 6000 Kg de masa y 3 m de radio al cual se le unían 3 paralelepípedos (los paneles solares) de 10 m de longitud y una masa (cada uno) de 200 Kg. La figura muestra el esquema utilizado por la astronauta. También tuvo en cuenta que los motores orientadores de los paneles solares eran capaces de ejercer un momento de 100 N·m. Debemos recordar que su objetivo era lograr una gravedad artificial de 0,15g. Trata de reproducir sus cálculos evaluando: **a)** El momento de inercia total de la nave respecto al eje generatriz del cilindro; **b)** La velocidad angular necesaria (en rad/s y r.p.m.) para lograr una aceleración centrífuga de 0,15g; **c)** El tiempo que deberían estar funcionando los motores para lograr este objetivo.

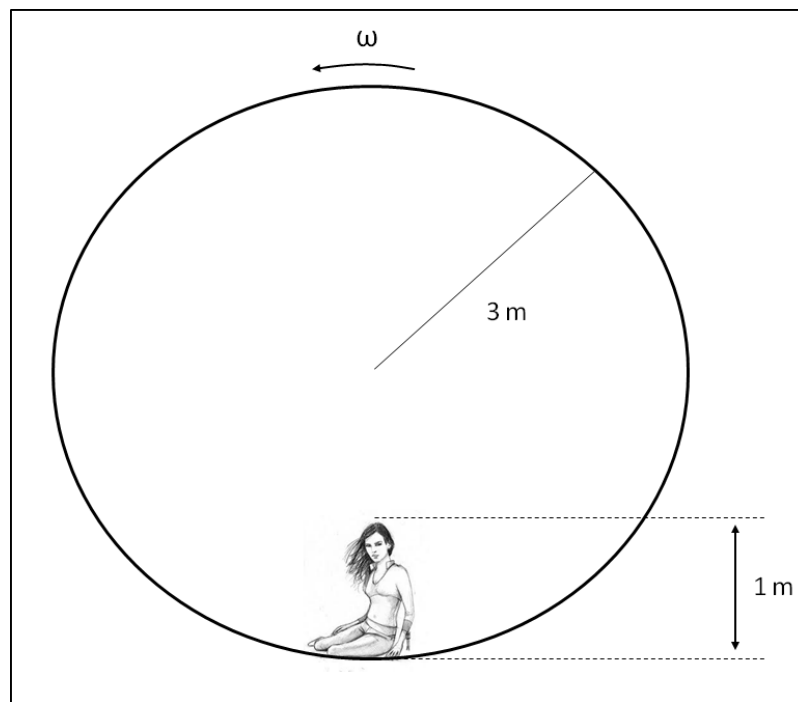
Sol: a) 32000 Kg·m²; b) 0,700 rad/s (6,68 r.p.m.); c) 224 s.



15º) En relación al problema anterior, realiza una valoración de las simplificaciones o aproximaciones llevadas a cabo por Eva Karelitz en sus cálculos y su posible influencia de cara al objetivo de conseguir una gravedad artificial de valor 0,15g.

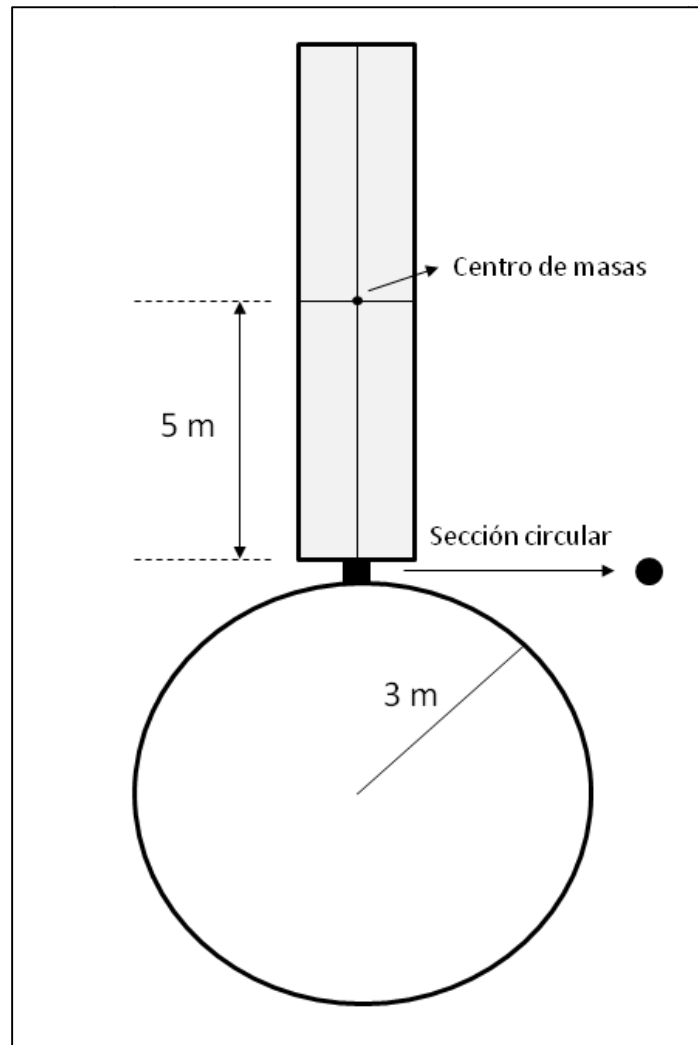
16º) A efectos de favorecer la acción de la gravedad artificial sobre su cabeza, Eva Karelitz pasaba una hora al día sentada en el suelo de la nave en rotación, en un esquema similar al mostrado en la figura. **a)** Determinar el valor de la aceleración centrífuga que actúa en estas condiciones sobre su cabeza. **b)** ¿no le hubiera interesado más a la astronauta tumbarse en el suelo de la nave a fin de que su cabeza se viera sometida a una gravedad artificial de valor $0,15g$?

Sol: a) $0,10g$.



17º) La astronauta Eva Karelitz tenía muchas dudas a la hora de intentar situar a la nave Mars Pioneer en rotación. Una de ellas era la relativa a la posibilidad de que los anclajes de los paneles solares (pequeños cilindros de una aleación especial de 2 cm de radio) pudieran romperse debido a la fuerza de tracción que actuaría sobre ellos debido a la rotación de los paneles solares (de 10 m de longitud cada uno y 200 Kg de masa cada uno). La figura muestra el esquema sobre el que la astronauta realizó sus cálculos. Teniendo en cuenta que el punto de rotura a la tracción de la mencionada aleación especial es de $3,4 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$, que el fabricante recomienda no someter a este material a tensiones superiores al 5% del punto de rotura, y que la nave girará a $0,700 \text{ rad/s}$: **a)** Determinar el valor de la fuerza centrífuga que actuará sobre el centro de masas de un panel solar; **b)** Dado que esta fuerza centrífuga actuará como fuerza de tracción aplicada al anclaje, determinar la correspondiente tensión de tracción que actúa sobre el anclaje; **c)** A la vista de las recomendaciones del fabricante del anclaje: ¿Hay riesgo de rotura del anclaje debido a esta tensión de tracción?

Sol: a) 784 N; b) $1,56 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$.



18º) Días antes de la fase de reentrada de la nave en la atmósfera terrestre, Eva Karelitz fue capaz de desmontar una placa cerámica del escudo térmico de la nave, lo que produjo su desintegración durante la reentrada debido al enorme calor generado por el rozamiento del aire al actuar directamente sobre la aleación metálica que conformaba la parte frontal de la estructura de la nave. Para hacernos una idea de este fenómeno, que ya ha producido lamentables desgracias como la del transbordador Columbia en 2003, debemos saber que la fuerza de rozamiento ejercida por el aire sobre un cuerpo que se desplaza en su seno puede ser caracterizada cuantitativamente por la expresión $F_R = KAv^2$, donde $K = 0,6 \text{ N}\cdot\text{s}^2/\text{m}^4$, A es la superficie frontal que se opone al aire y v es la velocidad del cuerpo considerado. A partir de estos datos, sabiendo que la masa total de la nave es de 6600 Kg y que en el proceso de reentrada se utilizó un paracaídas con una superficie frontal de 100 m^2 , determinar: **a)** La velocidad terminal alcanzada por la nave en su descenso; **b)** El valor de la fuerza de rozamiento que actúa sobre el frontal de la nave en estas condiciones recordando que la misma (que hace su reentrada con los paneles solares plegados) se puede considerar como un cilindro de 3m de radio; **c)** Suponiendo que la nave recorre 20 Km con su velocidad terminal, determinar el aumento de temperatura en el frontal de la nave, que tiene una masa de 1250 Kg, suponiendo que careciera de escudo térmico, y considerando que el

calor específico de la aleación que conforma la estructura de la nave vale $680 \text{ J/Kg}\cdot^\circ\text{C}$.

Sol: a) $32,8 \text{ m/s}$; b) $1,82\cdot 10^4 \text{ N}$; c) 429°C

19º) Los cuerpos de Parish y McDowell fueron introducidos por los Okk'hromnitas en el interior de unos cilindros translúcidos llenos de un fluido de tal densidad que quedaron suspendidos en el mismo (es decir que ni flotaban ni se hundían). Para ello, previamente determinaron la densidad el cuerpo humano comprobando que al introducir el cuerpo de Parish (de 85 Kg de masa) en otro líquido de densidad 1300 Kg/m^3 quedaba fuera del agua un 27% de su volumen. Con estos datos determina, al igual que hicieron los Okk'hromnitas, la densidad del cuerpo humano.

Sol: 950 Kg/m^3

20º) Hace 66 millones de años, y siendo la población de Marte tres mil millones de Okk'hromnitas, la gran máquina, debido a acuciantes problemas medioambientales, sugirió al Principal (siendo aprobado por éste) un expediente de control de natalidad encaminado a optimizar el espacio habitable. De manera concreta, propuso ajustar los nacimientos de manera que la población total de la raza, N , disminuyera anualmente (t representará al periodo de un año) en un aparentemente poco significativo valor porcentual $k = 1,4569\cdot 10^{-5} \%$. Con esta información en mente: **a)** plantea la ecuación diferencial que expresa la disminución relativa de la población de la raza $-1/N\cdot dN/dt$ y, a partir de ahí y realizando la oportuna integración, obtén la expresión de la función $N(t)$. **b)** Utilizando la función anterior evalúa la población de Marte en la actualidad, es decir, una vez transcurridos 66 millones de años.

Sol: b) 200000 habitantes.