

XII Olimpiada Latino-americana de Astronomía y Astronáutica

21 a 30 de noviembre de 2020 – Ecuador (Virtual)



Prueba teórica individual

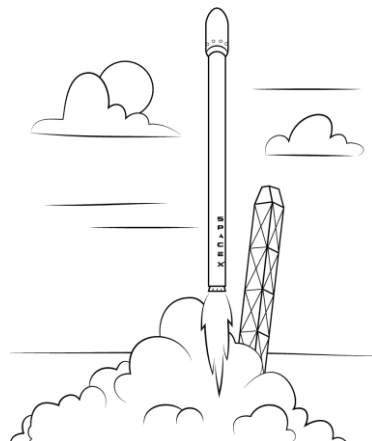
PREGUNTA 1: Suponga que observa un planeta hipotético en una órbita circular interna alrededor de la Tierra y mide cuidadosamente su período sinódico, que resulta ser de 2,0 años. ¿A qué distancia del Sol estaría este planeta?

PREGUNTA 2: El cohete Falcon 9 sitúa los satélites de la constelación Starlink a 550 km de la superficie terrestre, a 27 420 km/h. Para ello necesita una gran cantidad de combustible (RP-1) y comburente (LOX), distribuidos en dos etapas.

Fase	1°	2°
Masa RP-1 (kg)	122000	31000
Masa LOX (kg)	285000	73000
Masa estructural (kg)	23900	4000
Cantidad de motores	9	1
Empuje de cada motor (N)	850000	950000
Masa de los satélites 8kg)	15000	

a) La masa total del Falcon 9 en el momento del despegue es de 553 900 kg, considerando ya la masa de los satélites, que se transportan dentro del capó. Determine el porcentaje de masa de los satélites Starlink en relación con la masa total del Falcon 9 en el momento del despegue.

b) El Falcon 9 despegue cuando se activan los 9 motores de la primera etapa. Es el agotamiento de los productos de combustión de los 9 motores de cohetes en la primera etapa lo que genera la fuerza de empuje capaz de levantar el Falcon 9 del suelo. Este es un ejemplo típico del principio de acción y reacción (3ra Ley de Newton). Suponiendo que cada motor de la primera etapa produce 850 000 N de empuje, utilice la segunda ley de Newton para calcular la aceleración inicial del cohete. Considere $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.



c) A los 162 segundos de vuelo, el Falcon 9 se encuentra a una altitud de 80 km y una velocidad de 6000 km/h. En este instante, se descarta la 1ª etapa del cohete. En esta pregunta, calculará la ganancia Δv de velocidad del Falcon 9 entre el encendido del motor único de segunda etapa y la combustión de los 31 000 kg de RP-1 y los 73 000 kg de LOX que almacena. En condiciones ideales (ausencia de fricción con la atmósfera terrestre y atracción gravitatoria) esta ganancia de velocidad viene dada por:

$$\Delta v = c \ln \left(\frac{M_i}{M_f} \right)$$

donde c es una constante relacionada con las características propulsoras del motor, M_i es la masa total inicial, mientras que M_f es la masa final después de haber consumido todo el propelente, es decir, la masa de los satélites y la masa estructural de la 2da etapa. “ln” es una función de logaritmo neperiano (o natural). Esta ecuación se conoce como la ecuación del cohete, formulada por el ruso Konstantin Tsiolkovsky, en 1903. Sabiendo que para el motor de la 2ª etapa el Falcon 9, $c = 3500$ m/s, calcule el incremento teórico de velocidad, Δv , en el final de la combustión del propulsor de la segunda etapa. Expresar el resultado en km/h.

PREGUNTA 3: El movimiento propio de Aldebarán es $\mu = 0.20''/\text{año}$ y su paralaje es $\pi = 0.048''$. La línea espectral del hierro para $\lambda_0 = 440,5 \text{ nm}$ se desplaza $0,079 \text{ nm}$ hacia la región roja del espectro electromagnético. ¿Cuáles son las velocidades radial y total de la estrella? Expresar su resultado en km/s.

TEMA 4: Cuando se realizan observaciones astronómicas, se deben tener en cuenta algunos parámetros físicos para asegurar mediciones de alta calidad que permitan estudios y análisis precisos. Por ejemplo, la masa de aire definida como:

$$X = \frac{1}{\cos(z)}$$

Donde z es la distancia cenital observada y da información sobre la trayectoria que seguiría un fotón proveniente de un objeto astrofísico al atravesar la atmósfera terrestre, compuesta por diferentes elementos y compuestos químicos como: oxígeno, ozono y agua; entre otros. Algunas condiciones climáticas y geográficas pueden favorecer o afectar seriamente las misiones de observación. Por ello, la ubicación de los grandes observatorios se planifica siempre con el objetivo de minimizar al máximo los efectos atmosféricos y garantizar observaciones de la mayor calidad posible.

La siguiente tabla muestra las mediciones realizadas para una estrella durante una noche:

Altura	Magnitud
50 °	0.90
35 -	0.98
25 -	1.07
20 -	1.17

1. Para cada caso observado, calcule la masa de aire correspondiente.
2. Usando un diagrama de dispersión (gráfico), encuentre la relación lineal entre la magnitud observada y la masa de aire.
3. En el punto anterior, ¿qué significan la pendiente (coeficiente angular) y la ordenada en el origen (coeficiente lineal) encontradas?

PREGUNTA 5: La luminosidad de una región de formación estelar está dominada por 5 estrellas de tipo O, cada una con magnitud absoluta -3 .

E) ¿Cuál es la magnitud absoluta del cúmulo estelar que domina la región?

B) ¿Qué significa que el resultado obtenido en (a) sea mayor/igual/menor que -3 ? Justificar.

PREGUNTA 6: Imagina una situación especial donde un estudiante (E) y su maestro (P) están ubicados exactamente en el Polo Sur en lo alto de una torre de altura h .

Comienza un interesante diálogo:

E: ¡Voy a tirar esa piedra!

El estudiante lanza la piedra de modo que la velocidad inicial V sea paralela al suelo y no tenga componente vertical.

P: ¡Mira! La piedra describe una trayectoria interesante.

E: ¡Sí, maestro! Si despreciamos la resistencia del aire, ¡sería una parábola bastante perfecta!

P: ¿Estás seguro?

E: ¿Qué quiere decir con eso, profesor?

P: Te puedo asegurar que, incluso eliminando la resistencia del aire, la trayectoria NO es una parábola.

El estudiante está pensando en lo que dijo el maestro. Después de pensar un rato, responde:

¡Y es verdad! Tiene razón profesor, estrictamente hablando la trayectoria no es una parábola, pero sigue siendo, al menos aproximadamente, una curva de la familia de las cónicas.

P: ¡Ajá! Luego, calcule la excentricidad e , de la curva trazada de dicha piedra, sabiendo que la expresión analítica para la excentricidad en función de la velocidad inicial de la piedra V , tiene la forma:

$$e = 1 - \left(\frac{V}{K}\right)^2$$

1. Encuentra una expresión para K en términos de la altura de la torre h , el radio de la Tierra R_T , la masa de la Tierra M_T y la constante gravitatoria G .

2. ¿A qué trayectoria cónica específica se refiere el estudiante en su última respuesta? Justificar.

3. ¿Es posible interpretar el significado de K ? Si es posible, ¿cuál es la interpretación?