

13^{ra} OLIMPIADA BOLIVIANA DE FÍSICA,
3^{ra} OLIMPIADA BOLIVIANA DE ASTRONOMÍA Y ASTROFÍSICA

BUSTOS R.¹, JUSTINIANO I.², JAILLITA J. C.³, ARGANDOÑA A.⁴, RAMIREZ M.¹, ZUBIETA V.¹, SANJINÉS D.¹, BRAÑEZ A.¹,
ESPINOZA W.¹, APAZA R.¹, VARGAS CH.¹, MAYTA R.¹, CORDERO M.⁵, TAVERA W.⁶, ANDRADE M.⁷, GUZMÁN R.⁷,
VALLEJOS V.⁸, GUAYGUA T.⁹, CASTELO J. J.⁹, JEMIO C.⁹, PAYLLO P.¹⁰, MAMANI R.¹¹, COCA N.¹², GUTIERREZ V. H.¹³,
MARTINEZ L.¹⁴, CHAVARRIA V.¹⁵, COPA O.¹⁶, CONDORI V. H.¹⁷, CONDORI H.¹⁸, SALVATIERRA R.¹⁸,
CENTENO E.¹, MIRANDA J.¹, IBIETA J. P.¹, MENDOZA N.¹⁹, CORONEL A.¹⁹

¹ Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), Carrera de Física, La Paz

² Colegio María Auxiliadora, Cobija, Pando

³ Colegio Instituto Americano, Cobija, Pando

⁴ Área de Ciencias Puras, Universidad Amazónica de Pando, Pando

⁵ Asociación Boliviana para el Avance de la Ciencia (ABAC)

⁶ Sociedad Boliviana de Física (SOBOFI)

⁷ Universidad Mayor de San Simón (UMSS), Carrera de Física, Cochabamba

⁸ Astrónomo, Planetario de Física, UMSA

⁹ Facultad Nacional de Ingeniería, Universidad Técnica de Oruro, Oruro

¹⁰ Colegio Yacuiba, Yacuiba, Tarija

¹¹ Universidad Autónoma Tomás Frias, Carrera de Física, Potosí

¹² Universidad Autónoma San Francisco Xavier de Chuquisaca, Facultad de Ingeniería, Sucre

¹³ Colegio Juan Enrique Pestalozzi, Sucre

¹⁴ Universidad Privada de Santa Cruz (UPSA), Santa Cruz de la Sierra

¹⁵ Universidad Autónoma Gabriel René Moreno (UAGRM), Santa Cruz de la Sierra

¹⁶ Colegio Ave María, Sucre

¹⁷ Colegio Basil Miller, El Alto, La Paz

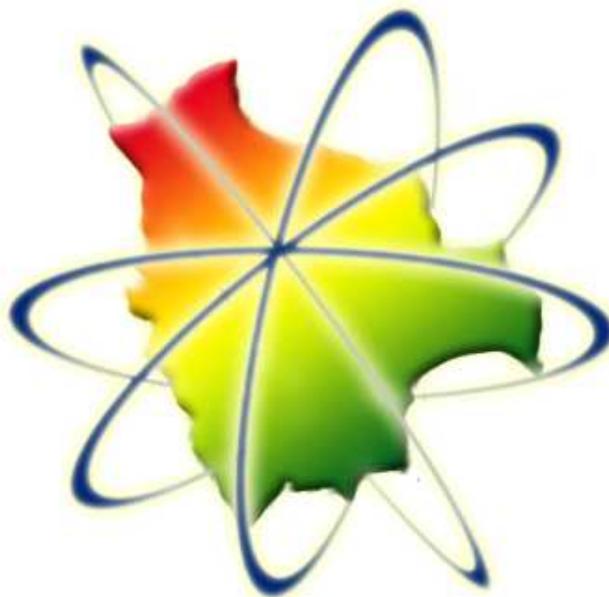
¹⁸ Estudiantes Ex – Olímpicos

¹⁹ Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Ciencias Puras y Naturales, Aula Virtual

RESUMEN

La 13^{ra} Olimpiada Boliviana de Física (13^{ra} OBF) y 3^{ra} Olimpiada Boliviana de Astronomía y Astrofísica (3^{ra} OBAA) se llevaron a cabo simultáneamente y con éxito del 28 de Noviembre al 1 de Diciembre de 2008 en la ciudad de Cobija, Pando, en los ambientes de de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Amazónica de Pando (UAP).

La organización del evento contó con la participación de los siguientes organismos e instituciones: COMITE OLÍMPICO DE FÍSICA, ASTRONOMÍA Y ASTROFÍSICA, PREFECTURA DE PANDO, SOBOFI, la Asociación de profesores de Física, Química, Biología y Matemáticas, agrupados en AMEC (Asociación para el Mejoramiento de la Enseñanza de las Ciencias), la Dirección distrital de Cobija; SEDUCA–Pando, el Área de Ciencias Puras de la UAP y el Gobierno Municipal de Cobija.



Descriptor: Olimpiadas de Física, Astronomía y Astrofísica

Subject headings: Physics, Astronomy & Astrophysics Olympiads

TABLA 1
MEDALLERO DE LA 13^{ra} OLIMPIADA BOLIVIANA DE FÍSICA.

Nombre	Colegio / Ciudad	PREMIO
13 ^{ra} OBF - 6o de Primaria		
Giovanni Everth Alvarez Mamani	Marien Garden/La Paz	ORO
Jose Ivan Challapa Condori	La Salle / Oruro	PLATA
Erick Rejas Escudero	Pestalozzi/ Sucre	BRONCE
Bruno Enrique Samael Bustos A.	La Salle / La Paz	HONOR
13 ^{ra} OBF - 7o de Primaria		
Adriana Herrera Velasco	Amor De Dios / La Paz	ORO
Santiago Perez Trujillo	Fransiscano/Potosi	PLATA
Ghislaine Aguilar Olea	S. Agustín / Cochabamba	BRONCE
Adrian Choquevilca	Cushing / Santa Cruz	HONOR
13 ^{ra} OBF - 8o de Primaria		
Monica Alejandra Sanjinez Ortiz	Cushing / Santa Cruz	ORO
Mariana M. Vasquez Sanchez	Amor de Dios / La Paz	PLATA
Erick Antero Maraz Zuñiga	Pestalozzi / Sucre	BRONCE
Cesar Tapia Mercado	S. Francisco / Oruro	HONOR
13 ^{ra} OBF - 1o de Secundaria		
Ibelice del Pilar Ramirez Sahonero	Alemán / Oruro	ORO
Lusmila Alejandra Quispe Flores	Sur / El Alto - La Paz	PLATA
Diego Gabriel Nuñez Duran	San Agustín / Cochabamba	BRONCE
Vicente Rodriguez	San Agustín / Cochabamba	HONOR
13 ^{ra} OBF - 2o de Secundaria		
Rodrigo Vargas Godoy	San Agustín / Cochabamba	ORO
Pamela Yesica Castro Condori	La Salle / Oruro	PLATA
Pamela Y. Huayllani Gutierrez	La Salle (T) / Oruro	BRONCE
Andrea Videla Vargas	Pestalozzi / Sucre	HONOR
13 ^{ra} OBF - 3o de Secundaria		
Hugo Ignacio Mobarec Sarabia	San Ignacio / La Paz	ORO
Karla Mariela Quispe Flores	Sur / El Alto - La Paz	ORO
Carlos Mauricio Ibañez Ocaña	Instituto Americano /La Paz	PLATA
Carlos Fernandez	San Agustín / Cochabamba	PLATA
Ever Veimar Huanca Lucero	Basil Miller / El Alto-LP	BRONCE
Gabriel Wayer de la Quintana	Palazón / Tarija	BRONCE
Maria M. Salame Gonzales	Pestalozzi / Sucre	HONOR
Abigail Coraiti Ovando	La Salle / Oruro	HONOR

Se contó con la presencia de ocho delegaciones departamentales: Chuquisaca, Cochabamba, La Paz, Oruro, Pando, Potosi, Santa Cruz y Tarija. En ambas olimpiadas se evaluaron las categorías de 6o, 7o, 8o de Primaria, 1o, 2o y 3o de Secundaria. La categoría de 4o de Secundaria no participó en Pando, ellos participaron en las dos etapas previas de clasificación para la 13a OBF-3a OBAA y los ganadores de esta categoría tienen como principal premio el ingreso libre y directo a las universidades comprometidas con el proyecto.

En Cobija se concentraron cerca de 200 personas entre estudiantes, profesores y madres/padres de familia que acompañaron a sus hijos, quienes compartieron sus experiencias, costumbres, y culturas.

El evento se realizó con la presencia de dos importantes físicos bolivianos, el Dr. Marcelo Ramírez y el Dr. Diego Sanjinés, quienes compartieron sus conocimientos a través de conferencias para los estudiantes olímpicos, profesores asistentes y público en general, así como también formaron parte del comité evaluador y demostraron conceptos físicos, en coordinación con estudiantes universitarios, en la actividad titulada La Magia de la Física (proyecto desarrollado por estudiantes de la Carrera de Física de la Facultad de Ciencias Puras y Naturales de la Universidad Mayor de San Andrés, La Paz).

Las categorías de 6o, 7o y 8o de Primaria se evaluaron en la modalidad de Examen Teórico y las categorías de 1o, 2o, 3o de Secundaria tuvieron dos modalidades de evaluación: Teórica y Experimental.

TABLA 2
MEDALLERO DE LA 3^{ra} OLIMPIADA BOLIVIANA DE ASTRONOMÍA Y ASTROFÍSICA.

Nombre	Colegio / Ciudad	PREMIO
3 ^{ra} OBAA - 6o de Primaria		
Erick Rojas	Pestalozzi / Sucre	ORO
Erick Petersen	Pestalozzi / Sucre	PLATA
Carlos Mendoza Maldonado	Lourdes / La Paz	BRONCE
Kaleb Yrahuela Azul	Americano / Pando	HONOR
3 ^{ra} OBAA - 7o de Primaria		
Eddil Alejandro Larrazabal Frias	Americano / Pando	ORO
Lizeth Romina Espada	Pestalozzi / Sucre	PLATA
Adrian Choquevilca	Cushing / Santa Cruz	BRONCE
Tetsuo Murakami Alvarez	Americano / Pando	HONOR
3 ^{ra} OBAA - 8o de Primaria		
Erick Antero Maraz Zuñiga	Pestalozzi / Sucre	ORO
Alejandro Rodrigo Sandoval Valencia	San Andrés / La Paz	PLATA
Andrea Aguirre Pereira	Pestalozzi / Sucre	BRONCE
Estefanny Mariel Eumiel Chavez	Americano / Pando	HONOR
3 ^{ra} OBAA - 1o de Secundaria		
Gustavo Gabriel Velez Soliz	Pestalozzi Sucre	ORO
Yara Estefanie Vascope Aguada	Santa Eufracia/La Paz	PLATA
Mauricio Mesa Arrevilla	Americano/Santa Cruz	BRONCE
Sergio Castillo	Ave María / Sucre	HONOR
3 ^{ra} OBAA - 2o de Secundaria		
Stefany Coco	Cushing / Santa Cruz	ORO
Hugo Ignacio Movarec Saravia	San Ignacio / La Paz	PLATA
Mauricio Angulo	Pestalozzi / Sucre	BRONCE
Cristian Chambi Paco	A. Arce / Oruro	HONOR
3 ^{ra} OBAA - 3o de Secundaria		
Alvaro Ruben Hurtado Maldonado	A Arce / Oruro	ORO
Gabriel Wayar de la Quintana	Palazón / Tarija	ORO
Abigail Coraite Ovando	La Salle / Oruro	PLATA
Hugo Roberto Gutierrez	Pestalozzi / Sucre	PLATA
Anita Carol Padilla Vaca	Cushing / Santa Cruz	BRONCE
Gustavo Tabalin Cardenas	A. Arce / Oruro	BRONCE
Hesser Russell Michel	Palazón / Tarija	HONOR

Los ganadores de 2o, 1o de Secundaria, 8o, 7o y 6o de Primaria forman los *equipos preseleccionados* postulantes a futuros eventos olímpicos: Andinos, Iberoamericanos e Internacionales a llevarse a cabo las gestiones 2010, 2011, 2012, 2013 y 2014, respectivamente.

Los ganadores de la categoría de 3o de Secundaria, en las dos olimpiadas: OBF y OBAA, forman los equipos base que representarán al país en los siguientes eventos (sin embargo, ellos deberán seguir el intenso ciclo de entrenamiento para confirmar su plaza en su respectiva delegación):

1^{ra} Olimpiada Andina de Astronomía y Astrofísica, 1^{ra} OAAA, Bolivia, Junio, 2009.

40^a Olimpiada Internacional de Física, México, Julio, 2009.

XIV Olimpiada Iberoamericana de Física (sc XIII OIBF), Chile, Septiembre, 2009.

3^{ra} Olimpiada Internacional de Astronomía y Astrofísica, Iran, Octubre, 2009.

¡Felicidades! a todos los jóvenes participantes y ganadores de las distintas etapas y categorías así como también a todos los establecimientos fiscales y particulares de todo el país que se animaron a participar en el apasionante mundo de la Física, la Astronomía y la Astrofísica por que están dando un digno ejemplo a seguir por otros establecimientos, profesores, estudiantes contemporáneos y para todas las generaciones venideras.

La lista de GANADORES se muestra en las Tablas 1 y 2. A continuación se presentan los exámenes teórico y experimental resueltos, de la 13^{ra} OBF y la 3^{ra} OBAA.

Sol. Observando el calentamiento del agua con un cronometro en mano, se nota que el agua tarda más en calentarse de 80°C a 90°C, que de 10°C a 20°C, el calor de la llama no solo se invierte en la evaporación intensa del agua, sino también en la transmisión de calor al ambiente, a temperaturas altas (de 80°C a 90°C) el agua emite mayor cantidad de energía que a temperaturas bajas (de 10°C a 20°C), por ello a pesar de que el agua recibe calor uniformemente del mechero, su temperatura aumentará más despacio tanto más caliente esté.

6. Una pieza de cobre se coloca en un vaso de agua. Si sube la temperatura del agua, ¿qué ocurre con la temperatura del cobre? ¿Bajo que condiciones están el agua y el cobre en equilibrio térmico?

Sol. La temperatura del cobre desciende y la temperatura del agua sube hasta que las temperaturas sean las mismas. Entonces el metal y el agua están en equilibrio térmico.

7. Las tapas metálicas de frascos de vidrio a veces se pueden aflojar al pasarlos en agua caliente. ¿Cómo es esto posible? Explique.

Sol. El coeficiente de expansión del metal es mayor que la de vidrio. Cuando el agua caliente se hecha sobre el frasco, tanto el vidrio y la tapa se amplian, pero a ritmos diferentes.

8. Si la velocidad promedio de un objeto es cero en algún intervalo, ¿qué se puede decir acerca del desplazamiento del objeto para ese intervalo?

Sol. Se puede decir que el desplazamiento es cero.

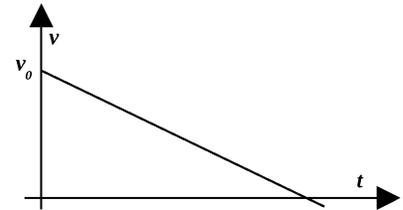
9. ¿Es posible que la velocidad y la aceleración de un objeto tengan signos contrarios? Si no es así, de una prueba; si lo es, dé un ejemplo de tal situación y trace una gráfica de velocidad – tiempo para demostrar su punto de vista.

Sol. Si. Considere una bola que sube.

En un grafica se puede observar lo siguiente:

10. Cuando un objeto en caída libre llega a la mitad de su altura, ¿Cuánto vale la aceleración del objeto en esa posición?

Sol. Su aceleración es 9.81 m/s² sobre el nivel del mar. Ya que en caída libre la aceleración es constante.



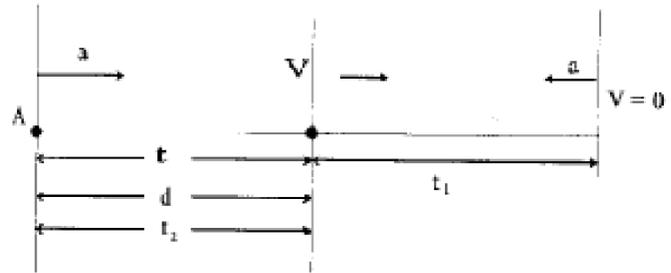
Parte práctica (60%)

1) Un punto material comienza a moverse por una recta con aceleración constante "a". Después de un tiempo t, de iniciado el movimiento la aceleración cambia de signo, en sentido opuesto, pero sin cambiar de módulo. Determine al cabo de cuanto tiempo "t" después de iniciado su movimiento, la partícula pasa por el punto de partida.

Sol.

Representemos gráficamente el problema:

El punto material recorre una distancia d en un tiempo t₁ y comienza a frenar hasta detenerse en un tiempo t₁, luego cambia de sentido su movimiento y cuando pasa por el punto B ha transcurrido un tiempo t₂, ahora necesitamos determinar el tiempo que tarda en recorrer la distancia d.



Quando el punto se dirige de A hacia B, tenemos: $v=at$ y $d=\frac{at_1^2}{2}$

Quando el punto se dirige a B hacia A, tenemos $d=vt_2+\frac{at_2^2}{2}$

Igualando las dos ecuaciones de la "d" y sustituyendo el valor de la velocidad, obtenemos: $\frac{at_1^2}{2}=(at_1)t_2+\frac{at_2^2}{2}$; $\frac{at_1^2}{2}=at_1t_2+\frac{at_2^2}{2}$; de donde

$\frac{at_2^2}{2}+at_1t_2-\frac{at_1^2}{2}=0$. Consideremos la ecuación de 2o grado cuya incognita es t₂ y apliquemos la formula general:

$$t_2 = \frac{-at_1 \pm \sqrt{a^2t_1^2 + a^2t_1^2}}{a} = \frac{-at_1 \pm \sqrt{2a^2t_1^2}}{a}$$

La solución que tiene sentido físico es la que tiene el signo positivo, es decir:

$$t_2 = -t_1 + \sqrt{2}t_1; t_2 = 3t_1 - t_1 + \sqrt{2}t_1 = 2t_1 + \sqrt{2}t_1; t_2 = t_1(2 + \sqrt{2})$$

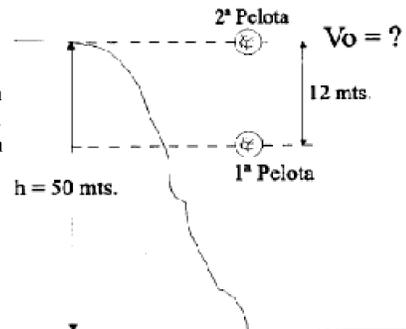
2. Una pelota se deja caer desde un acantilado. Después que ha pasado por un punto 12m abajo del borde de las piedras, se arroja hacia abajo una segunda pelota. La altura del barranco es de 50 m. ¿Cuál debe ser la velocidad inicial de la segunda pelota para que ambas lleguen al suelo al mismo tiempo?

Sol.

La velocidad de la primera pelota al llegar a los 120 [m] es:

$$v = \sqrt{2(9.8[m/s^2])(12[m])}, \quad v = 15.34[m/s]$$

El tiempo que tarda la primera pelota en recorrer los 38 [m] que faltan para llegar al suelo, es el mismo tiempo que tardara lo segunda pelota parar recorrer los 50 [m] y llegar iguales:



$$38[m] = 15.34[m]t + \frac{9.8[m/s^2]t^2}{2}, \quad 4.9[m/s^2]t^2 + 15.34[m/s]t - 38 = 0$$

$$t = \frac{-15.34 \pm \sqrt{235.32 + 744.8}}{9.8}, \text{ de donde: } t = 1.63[\text{seg}]$$

Ahora, $d = v_0 t + \frac{gt^2}{2}$, de donde: $v_0 = \frac{d}{t} - \frac{gt}{2}$; reemplazando datos:

$$v_0 = \frac{50[m]}{1.63[s]} - \frac{9.8[m/s^2] * 1.63[s]}{2}, \text{ y finalmente: } v_0 = 22.68[m/s].$$

3. Un calorímetro de aluminio con masa de 100 g contiene 250 g de agua. El calorímetro y el agua están en equilibrio térmico a 10 °C. Dos bloques metálicos se ponen en el agua. Uno es una pieza de cobre de 50 g a 80 °C. El otro bloque tiene una masa de 70 g y está originalmente a una temperatura de 100 °C. Todo el sistema se estabiliza a una temperatura final de 20 °C. Determine el calor específico de la muestra desconocida.

Sol.

$$Q_{\text{frio}} = Q_{\text{caliente}}$$

$$(m_{H_2O} C_{H_2O} + m_c C_c)(T_f - T_c) = m_{Cu} C_{Cu}(T_f - T_{Cu}) - m_x C_x(T_f - T_x)$$

Donde H_2O es agua, c es el calorímetro, Cu es el cobre y x es la muestra desconocida

$$[250g * 1 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C} + 100g * 0.215 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}](20 - 10)^\circ\text{C} = -(50g * 0.0924 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C})(20 - 80)^\circ\text{C} - 70g * C_x * (20 - 100)^\circ\text{C}$$

de donde: $2.44 \times 10^3 [\text{cal}] = 5.6 \times 10^3 [\text{g} \cdot ^\circ\text{C}] * C_x$, y finalmente: $C_x = 0.435 [\text{cal/g} \cdot ^\circ\text{C}]$

13^a OLIMPIADA BOLIVIANA DE FÍSICA

Solución 2^o de Secundaria

Parte Teórica (40%)

1) Una nave espacial vuela en el espacio a velocidad constante. De pronto una fuga de gas en el costado de la nave le da una aceleración constante en una dirección perpendicular a la velocidad inicial. La orientación de la nave no cambia, de modo que la aceleración permanece perpendicular a la dirección original de la velocidad. ¿Cuál es la forma de la trayectoria seguida por la nave en esta situación?

Sol. Una parábola.

2) Una piedra se deja caer en el mismo instante que una pelota, a la misma elevación, se lanza horizontalmente. ¿Cuál tendrá la mayor velocidad cuando llegue al nivel del suelo?

Sol. La pelota tendrá la mayor velocidad.

3) En el extremo de un arco de péndulo, su velocidad es cero. ¿Su aceleración también es cero en ese punto?

Sol. La aceleración no puede ser cero porque el péndulo no permanece en reposo al final del arco.

4) Cuando se desplaza una onda en una cuerda tensa, ¿siempre se invierte un pulso al reflejarse?. Explique.

Sol. Esto depende de lo que refleja la onda. Si se refleja en una cuerda menos densa, se refleja parte de la onda

5) Si se estira una manguera de caucho y se le da un tirón, se puede observar que un pulso sube y baja por la manguera. ¿Qué le pasa a la rapidez del pulso si se estira aun más la manguera?

Sol. Si la tensión es más grande entonces la velocidad de la onda es también mayor.

6) Con referencia a la anterior pregunta ¿Qué le pasa a la rapidez si se llena la manguera con agua?

Sol. Si se llena con agua la manguera entonces la onda se mueve más lentamente porque la densidad lineal es mayor en este caso.

7) Una lente forma la imagen de un objeto sobre una pantalla. ¿Qué le ocurre a la imagen si tapa la mitad superior de la lente utilizando papel?

Sol. La imagen es visible, pero sólo en la mitad de la intensidad.

8) En una novela de Julio Verne, un trozo de hielo se talla para formar una lupa que permita enfocar la luz solar e iniciar una fogata. ¿Es esto posible?

Sol. Absolutamente. Sólo absorbe la luz, no se transmite la luz, el interior de la energía contribuye a la transparencia objeto.

9) Una bolsa de plástico para sándwich llena de agua puede funcionar como una burda lente convergente en el aire. Si la bolsa se llena de aire y se coloca bajo el agua, ¿será la lente convergente o divergente?

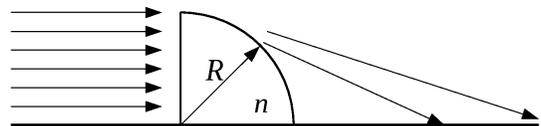
Sol. En este caso, el índice de refracción del material de la lente es menor que el del medio circundante. En estas condiciones, una lente biconvexa se puede volver divergente.

10) Explique la razón por la cual un pez en una pecera esférica para carpas japonesas doradas, se ve mayor de lo que realmente es.

Sol. Al igual que en el diagrama, que con el centro de curvatura C de la pecera y la parte inferior del pez se puede definir el eje óptico, interrelacionadas con la pecera en el vértice V. Un rayo de la parte superior de los peces a V es refractada doblada lejos de la normal. Su extensión hacia adentro de la pecera determina la ubicación de la imagen y las características de la imagen. La imagen es vertical, virtual, y ampliada.

Parte práctica (60%)

1. Una pieza de vidrio cuya forma es de $\frac{1}{4}$ de cilindro y con un índice de refracción $n = 1.5$ y un radio $R = 5\text{cm}$, descansa sobre una mesa horizontal. Su superficie plana vertical es iluminada por un haz luminoso horizontal y uniforme. Sobre la mesa, a la derecha del cilindro, aparece la mancha de luz difractada por el cuarto de cilindro.



¿Entre qué y qué punto medidos del extremo derecho del cilindro, aparece la mancha de luz?

Ayuda: El punto más alejado puede ser determinado con la fórmula de los lentes.

Sol. Los rayos cruzan la cara vertical de la pieza de vidrio sin desviarse. Después inciden sobre la superficie cóncava del cilindro a diferentes ángulos. La normal a la superficie curva es siempre perpendicular a su tangente.

Mientras más alto se encuentre un rayo de luz, mayor será el ángulo de incidencia que haga con la superficie curva del cilindro.

El ángulo mostrado en la figura representa el ángulo crítico de reflexión total interna. Es decir el rayo es reflejado, así todos los rayos que estén por debajo de este rayo "crítico" pueden atravesar el $\frac{1}{4}$ de cilindro.

De la figura:

$$\sin \alpha = \frac{1}{n} = \frac{2}{3}$$

$$\cos \alpha = \frac{R}{R+x}$$

El ángulo α :

$$\alpha = \sin^{-1}(2/3) = 41.81^\circ$$

Despejando x se tiene:

$$x = \frac{R}{\cos \alpha} - R = 1.71 \text{ cm}$$

Esta es la distancia mínima a la cuál se observa la mancha de luz.

Al ir disminuyendo el ángulo de incidencia de los rayos, éstos se desvían cada vez menos. Por lo tanto inciden sobre la mesa a mayor distancia.

Considerando al $\frac{1}{4}$ de cilindro como la mitad de una lente plana convexa, la distancia focal de la lente puede ser calculada usando la fórmula para las

lentes delgadas: $\frac{1}{f} = \frac{n-1}{R}$, de donde: $f = 10 \text{ cm}$

Esta distancia focal representa la distancia más alejada a la que llega la mancha de luz.

- Desde el punto A, situado en el extremo superior del diámetro vertical de cierta circunferencia, por unos canales colocados a lo largo de distintas cuerdas de aquella, empiezan a deslizarse simultáneamente varios cuerpos. ¿Al cabo de cuanto tiempo llegan estos cuerpos a la circunferencia? ¿Como depende el tiempo del ángulo de inclinación α de la cuerda respecto a la vertical? Despreciese el rozamiento.

Sol.

Cuando $\alpha = 0^\circ$, $a = g = 9.8 \text{ m/s}^2$, si $0 < \alpha < 90^\circ$ entonces $a = g \cos \alpha$

La pregunta esencial del problema sería: ¿Llegan todos los cuerpos al mismo tiempo?

Para contestarla consideremos lo siguiente: La velocidad con que llegan a la circunferencia es: $v = g \cos \alpha$

La distancia recorrida es $x = \frac{(g \cos \alpha)^2}{2g \cos \alpha} = \frac{g \cos \alpha^2}{2}$ y el tiempo se obtiene por medio de $t = \sqrt{\frac{2D}{a}}$

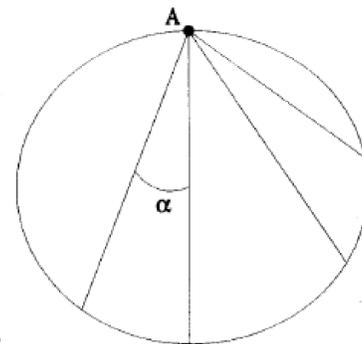
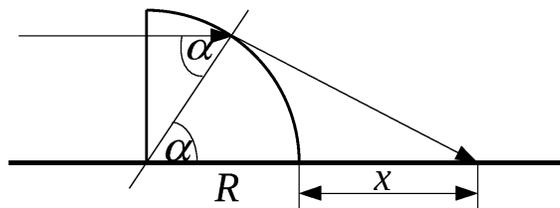
de donde $t = t$, lo cual nos indica que el tiempo es constante y no depende del ángulo α de acuerdo a lo

anterior el tiempo será: $t = \sqrt{\frac{2D}{g}}$, donde D es el diámetro de la circunferencia.

- Una onda senoidal está viajando a lo largo de una cuerda. El oscilador que genera la onda completa produce 40 vibraciones en 30 s. También, un máximo dado viaja 425 cm a lo largo de la cuerda en 10 s. ¿Cuál es la longitud de onda?.

Sol.

$$f = \frac{40.0 \text{ vibraciones}}{30.0 \text{ s}} = \frac{4}{3} \text{ Hz}; \text{ con } v = \frac{425 \text{ cm}}{10.0} = 42.5 \text{ cm/s}, \text{ por tanto } \lambda = \frac{v}{f} = \frac{42.5 \text{ cm/s}}{4/3 \text{ Hz}} = 31.9 \text{ cm} = 0.319 \text{ m}$$



13ª OLIMPIADA BOLIVIANA DE FÍSICA

Solución 3º de Secundaria

Parte Teórica (40%)

- Dos cilindros de masas y diámetros iguales, uno de aluminio y otro de plomo están sumergidos en mercurio en posición vertical. ¿Cuál de ellos está hundido a mayor profundidad?

Sol. Esto simplemente es observando las densidades de los objetos, por tanto el más denso es el plomo en comparación al aluminio. Por tanto quien se hunde más es el plomo.

- Normalmente para enfriar una jarra de agua rápidamente, se le agrega hielo. Si colocamos hielo sobre la superficie del agua en una jarra, y si se coloca en otra jarra la misma cantidad de hielo pero este se encuentra en el fondo de la jarra. ¿En cuál jarra se enfriará más rápido el agua?

Sol. En ninguno de los casos.

- Una pieza de madera porosa sin pintar flota en un recipiente parcialmente lleno de agua. Si el recipiente se sella y presuriza arriba de la presión atmosférica, la madera ¿sube, baja o sigue en el mismo nivel?

Sol. El exceso de presión se transmite en todo el contenedor. Esto puede comprimir el aire dentro de la madera. El agua que esta dentro de la madera aumenta su densidad promedio y hace que flote muy débilmente en el agua.

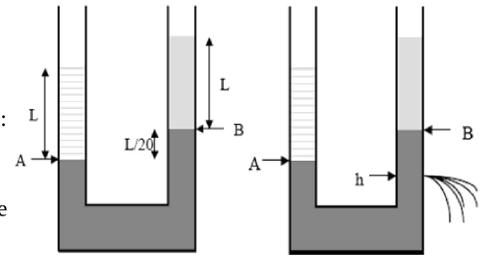
- Que característica tendrán 3 vectores \vec{a} , \vec{b} y \vec{c} , tales que: $\vec{a} \cdot (\vec{b} \times \vec{c}) = 0$.

Sol. En que son todos los vectores ortogonales entre sí.

- Si sólo una fuerza externa actúa sobre una partícula, ¿necesariamente cambia la (a) energía cinética de la partícula? (b) ¿Cambia la velocidad de la partícula?
Sol. Para ambos, no necesariamente, ya que la fuerza gravitacional actúa como una fuerza externa sobre un objeto. Por tanto no existiría un cambio de energía cinética o un cambio de velocidad.
- Una pelota de arcilla se lanza contra una pared de ladrillo. La arcilla se detiene y se queda pegada en la pared. ¿Se viola el principio de conservación de la cantidad de movimiento en este ejemplo?
Sol. La conservación del momentum no se viola, si nosotros consideramos un sistema donde se incluya la Tierra y la arcilla.
- Se ha sugerido llevar al espacio cilindros giratorios de unas 10 millas de largo, 5 millas de diámetro y usarlos como colonias. El propósito de la rotación es simular la gravedad para los habitantes. Explique este concepto para producir una imitación efectiva de la gravedad.
Sol. Esto es el mismo principio que la centrifuga.
- ¿Bajo qué circunstancias un vector diferente de cero, que está en el plano xy, tendría componentes de igual magnitud?
Sol. cualquier vector que apunta a lo largo de una línea a 45° con respecto al eje x o eje y tiene componentes iguales en magnitud.
- ¿En qué circunstancias está el componente x de un vector dado por la magnitud del vector por el seno de su ángulo de dirección?
Sol. Si la dirección de un vector se especifica por el ángulo del vector medido en sentido horario a partir del eje positivo y, luego la componente x del vector es igual al seno del ángulo multiplicado por la magnitud del vector.
- La energía cinética de un objeto depende del marco de referencia en el que se mide su movimiento. Dé un ejemplo para ilustrar este punto.
Sol. Si tu te imaginas que subes a un tren, y colocas en tus pies una mochila notarás que esta no tiene energía cinética porque no se mueve. Pero si un observador fuera del tren, observará que la mochila se mueve y por tanto está tiene energía cinética.

Parte práctica (60%)

1) Dos tubos comunicantes contienen mercurio, tal y como muestra la figura. Se vierte agua por el tubo izquierdo hasta llenarlo una longitud L y por el de la derecha se vierte un líquido desconocido hasta llenarlo la misma longitud L. El nivel de mercurio en el tubo de la derecha queda L/20 por encima del nivel del de la izquierda. Si la densidad del mercurio es 13.6 g/cm³, y se abre un pequeño agujero en el tubo del líquido desconocido a una profundidad h = 5 cm por debajo del nivel del mercurio y si L = 10 cm (ver figura), ¿cuál es la velocidad de salida del fluido?
Sol.



Por la ecuación fundamental de la hidrostática $P_A - P_B = \rho_{Hg} g \frac{L}{20}$
 Teniendo en cuenta que en las superficies libres la presión es la atmosférica:
 $(P_A - P_{atm}) - (P_B - P_{atm}) = \rho_{H_2O} g L - \rho_{liq} g L$, de donde:
 $\rho_{liq} = \rho_{H_2O} \frac{P_A - P_B}{g L} = \rho_{H_2O} \frac{\rho_{Hg} g L}{20 g L} = 0,32 \frac{g}{cc}$. Ahora, apliquemos la ecuación de Bernoulli a la salida del orificio y al punto B $P_{atm} + \rho_{liq} g L + \rho_{Hg} g h = P_{atm} + \frac{\rho_{Hg} V^2}{2}$, de

donde, $v = \sqrt{\frac{\rho_{liq} g L + \rho_{Hg} g h}{\rho_{Hg}}} = 1,01 m/s$

2) Un cuerpo "A" se desliza por un canal helicoidal con una separación h y radio R como se muestra en la figura, determine al final de la enésima vuelta la magnitud de la aceleración. Desprecie cualquier tipo de rozamiento.
Sol.

Si desarrollamos la longitud de la trayectoria podemos ver que su movimiento al dar n vueltas equivale al movimiento a lo largo de un plano inclinado de altura nh y base 2πRn, como se muestra en la figura 1.

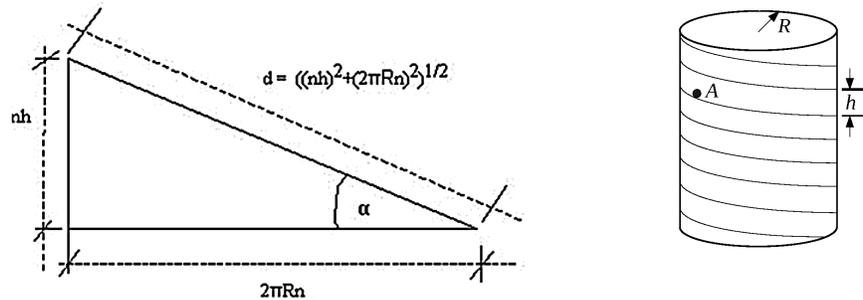


Figura 1. – Plano inclinado.

Por lo que la longitud de la trayectoria es: $d = \sqrt{(nh)^2 + (2\pi Rn)^2}$

Para calcular la rapidez del cuerpo, podemos usar el principio de la conservación de la energía.

Como el cuerpo parte del reposo desde una altura nh, se tiene: $mghn = \frac{1}{2} m v^2$, de donde, $v = \sqrt{2ghn}$

De la figura 2 se observa que la aceleración del cuerpo tiene dos componentes a_r y a_t .

Una de estas a lo largo del plano inclinado, dada por : $a_t = g \sin \alpha = g \frac{h}{\sqrt{4\pi^2 R^2 + h^2}}$

La otra componente de la aceleración es la centrípeta puesto que el cuerpo da vueltas alrededor del eje de la hélice esta es:

$$a_r = \frac{v^2 \cos^2 \alpha}{R} = \frac{8\pi^2 R n g h}{4\pi^2 R^2 + h^2}$$

Finalmente la magnitud de la aceleración total del cuerpo es:

$$a = \sqrt{a_t^2 + a_r^2} = gh \frac{\sqrt{h^2 + 4\pi^2 R^2 + 64\pi^4 n^2 R^2}}{h^2 + 4\pi^2 R^2}$$

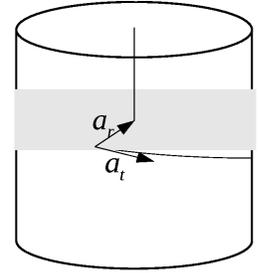


Figura 2.- Componentes de la aceleración.

3) Dos bolitas elásticas penden de sendos hilos delgados de modo tal que se hallan a la misma altura y están en contacto. Las longitudes de los hilos son $L_1 = 10 \text{ cm}$ y $L_2 = 6 \text{ cm}$. Las masas de las bolitas son $m_1 = 8 \text{ g}$ y $m_2 = 20 \text{ g}$. La bolita de masa m_1 es desviada en un ángulo de 60° y después se suelta. Determine el ángulo máximo de las bolitas después de la colisión. Suponga que el choque es perfectamente elástico.

Sol.

La velocidad de la bolita con masa m_1 antes del choque, es igual a: $v_0^2 = 2gh$ pero

$$h = L_1 - L_1 \cos \alpha = L_1 (1 - \cos \alpha) \text{ y } \cos 60^\circ = \cos \alpha = \frac{1}{2} \text{ entonces } h = \frac{L_1}{2}, \text{ por lo tanto: } v_0^2 = gL_1;$$

Por la ley de la conservación de la cantidad de movimiento: $m_1 v_0 = -m_1 v_1 + m_2 v_2$

Notemos que, como $m_1 < m_2$ el sentido de v_1 es opuesto al de v_2 .

Aplicando la ley de conservación de la energía mecánica: $\frac{m_1 v_0^2}{2} = \frac{m_2 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2}$

De estas relaciones se obtiene: $\frac{m_1 v_0 + m_1 v_1}{m_2} = v_2$

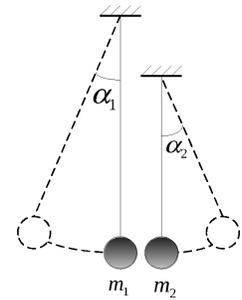
Substituyendo datos del problema se llega a: $v_2 = 0.396 + 0.4v_1$,

Elevando esta expresión al cuadrado y despejando en función de v_1 se encuentra que: $v_1 = \frac{-6.34 \pm \sqrt{40.2 + 210.56}}{22.4}$

De donde $v_1 = 0.99 \text{ m/seg}$ y por tanto $v_2 = 0.792 \text{ m/seg}$.

Después del choque las bolitas se elevan hasta una altura $h_1 = \frac{v_1^2}{2g} = 0.05 \text{ m}$ y $h_2 = \frac{v_2^2}{2g} = 0.03 \text{ m}$ respectivamente. Finalmente:

$$\cos \alpha_1 = \frac{(L_1 - h_1)}{L_1} = \frac{5 \text{ cm}}{10 \text{ cm}} = 0.5 \text{ de donde } \alpha_1 = 60^\circ, \cos \alpha_2 = \frac{(L_2 - h_2)}{L_2} = \frac{3 \text{ cm}}{6 \text{ cm}} = 0.5 \text{ de donde } \alpha_2 = 60^\circ.$$



3ª OLIMPIADA BOLIVIANA DE ASTRONOMÍA Y ASTROFÍSICA

Solución 6º de Primaria

Parte Teórica

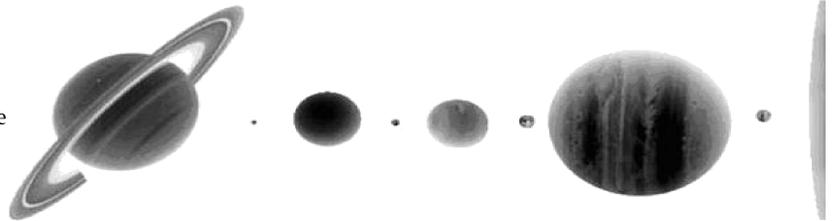
1. Explique los verdaderos movimientos de la Tierra, de los planetas y de la Luna y quien desarrollo tales afirmaciones.
Sol.- Copérnico hizo las siguientes afirmaciones: En el centro del mundo se encuentra el Sol, la Tierra gira alrededor de su eje y esta rotación explica el movimiento aparente diurno de todos los astros; la Tierra al igual que los planetas, gira alrededor del Sol y esta rotación explica el movimiento aparente del Sol entre las estrellas. Copérnico además considero que la Luna se mueve alrededor de la Tierra.
2. ¿Que son los asteroides y donde se ubican?
Sol.- Los asteroides son pequeños planetas que no están considerados en el Sistema Solar y estos se ubican entre las orbitas de Marte y Júpiter.
3. ¿Que es la Atmósfera y de que esta compuesto?
Sol.- La atmósfera se compone de una mezcla de gases. Estos elementos Son: Oxígeno, Nitrógeno, Argon, Neon, metano, Xenón, Ozono, vapor de agua y Dióxido de carbono.
4. Describa las características de un Cráter Lunar.
Sol.- El cráter lunar consta del circo, dentro del cual se encuentra una planicie (el fondo), y en el centro de la planicie esta el montículo central, cuya altura generalmente es menor que del circo. Los cráteres mayores tienen un diámetro de hasta 100 Km.

ENCIERRE EN UN CÍRCULO, SI ES FALSO (F) Y SI ES VERDADERO (V)

- 1) La tierra es inmóvil con respecto a su eje, sin embargo, este se traslada alrededor de la Luna y que a su vez estos se mueven alrededor del astro Sol. V **F**
- 2) La Luna se mueve alrededor de la Tierra y la Tierra rota alrededor del Sol pero no la Luna alrededor del Sol. V **F**
- 3) Al principio Kepler compartía la convicción tradicional de que los cuerpos celestes solamente podían forma elíptica. V **F**
- 4) Las observaciones de los movimientos de los planetas y su análisis concluyeron con uno de los acontecimientos científicos más grandes de la época del Renacimiento es la Creación del sistema heliocéntrico de Copérnico. **V** F
- 5) Uno de los enigmas del Sistema Solar es el déficit de agua en Venus. En el no hay agua líquida debido a la baja temperatura. V **F**
- 6) La estructura del átomo es: Una porción central, NUCLEO, que se encuentra formado por protones (p^+) de carga eléctrica positiva igual +1 y los neutrones (n^0) que tienen carga negativa. Y la parte externa llamada ENVOLTURA constituida por electrones (e^-) de carga negativa igual a -1. V **F**
- 7) El intervalo de tiempo entre dos fases sucesivas homónimas (por ejemplo, entre dos lunas llenas) se denomina *mes sinódico*. Mediante las observaciones se ha establecido que el mes sinódico es igual, por término medio, a 29.53 días solares medios. **V** F
- 8) La galaxia en la que se encuentra el Sol acompañado de todo su conjunto de planetas, se llama VIA LACTEA. **V** F
- 9) Dentro del Sistema Solar se adopta como unidades para medir las distancias las Unidades Astronómicas [UA] y también los pársec [pc]. **V** F
- 10) Marte fue el primer cuerpo celeste natural en el que desembarcaron los astronautas N. Armstrong y E. Aldrin en julio de 1969. V **F**

Parte Práctica

1. En el siguiente gráfico identifica los planetas y enuméralos de acuerdo a su posición.
2. En la siguiente gráfica
- Identifique a la Tierra, al Sol y a la Luna
 - Cual es el ciclo de traslación de la Tierra y de la Luna
 - En que fase se encuentra la Luna y que eclipses se observa, en las posiciones que muestra el gráfico

**3ª OLIMPIADA BOLIVIANA DE ASTRONOMÍA Y ASTROFÍSICA**

Solución 7º de Primaria

Parte Teórica

1. ¿Que planetas son visibles a simple vista?

Sol.- Mercurio, Venus, Marte Júpiter y Saturno

2. ¿Quien descubrió el movimiento de los planetas? ¿En que forma orbitan los planetas alrededor del Sol?

Sol.- Después de cálculos que duraron muchos años, Kepler descubrió tres leyes del movimiento de los planetas en la que una de ellas formula la forma en que orbitan los planetas. "Todos los planetas se mueven en forma de elipses en uno de cuyos focos se encuentra el Sol".

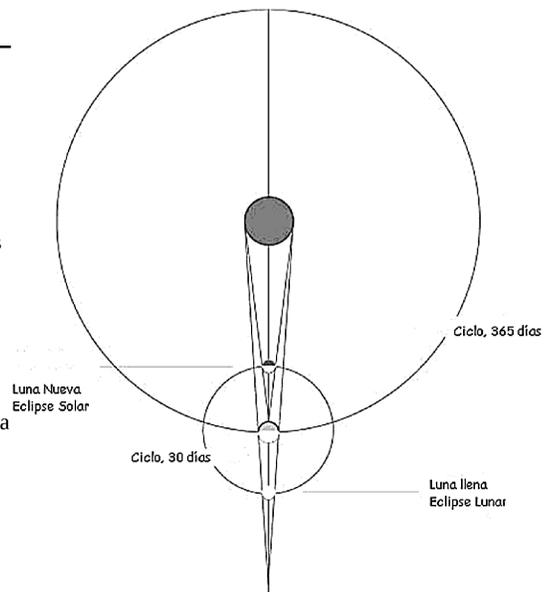
3. ¿Porque un hemisferio distinto de la Tierra queda expuesto cada seis meses al Sol?

Sol.- Al desplazarse la Tierra en torno al Sol, la inclinación de su eje no varía (23°), pero el plano de la orbita de la Tierra, debiendo a esa inclinación, no coincide con su ecuador. Por esta razón, cada seis meses queda expuesto al Sol un hemisferio distinto.

4. ¿Cómo se origina una aurora Boreal o polar?

Sol.- Ocurren cuando partículas cargadas (protones y electrones) procedentes del Sol, son guiadas por el campo magnético de la Tierra e inciden en la atmósfera cerca de los polos. Cuando esas partículas chocan con los átomos y moléculas de oxígeno y nitrógeno, que constituyen los componentes más abundantes del aire, parte de la energía de la colisión excita esos átomos a niveles de energía tales que cuando se desexcitan devuelven esa energía en forma de luz visible.

5. ¿Que son los asteroides y donde se ubican la mayor parte de estos?

Sol.- Los asteroides o también llamados planetas menores son cuerpos rocosos más pequeños que un planeta y la mayor parte de los asteroides se encuentran entre las orbitas de Marte y Júpiter.

ENCIERRE EN UN CÍRCULO SI ES FALSO F Y SI ES VERDADERO V:

- | | | |
|---|----------|----------|
| 1. La Luna y el Sol al ser vistos desde la Tierra, parecen tener el mismo tamaño, sin embargo esto es falso esto se puede comprobar fácilmente en un eclipse de Luna. | V | F |
| 2. La marea es un movimiento constante y no así un movimiento periódico. Esto se debe a la atracción que la Luna y el Sol ejercen sobre la Tierra. | V | F |
| 3. Mercurio es un planeta que no tiene atmósfera y esta cubierto de cráteres. | V | F |
| 4. Un día sideral es equivalente a decir un día solar medio. | V | F |
| 5. La medición del tiempo se basa en la rotación de nuestro planeta Tierra sobre su eje y en su movimiento de traslación alrededor del sol | V | F |
| 6. Un eclipse total de Luna se produce cuando la Luna atraviesa el cono de sombra de la Tierra. | V | F |
| 7. Un cráter es un tipo de meteorito que llega a la Tierra. | V | F |
| 8. Los cometas se clasifican de acuerdo a sus periodos orbitales. | V | F |
| 9. La mayoría de los meteoroides se desintegran con la fricción en la atmósfera, por esa razón no tienen suficiente tamaño como para llegar al suelo. | V | F |
| 10. No hay ninguna evidencia de que los cometas hayan chocado contra la Tierra en el pasado. | V | F |

PARTE PRÁCTICA:

- 1) En el gráfico 1 identifique y/o responda:
- La penumbra, la antumbra y umbra.
 - ¿Que eclipse se produce en la grafica?
 - Los tipos de eclipses que se producen y explique.

Sol.-

Existen tres tipos de eclipse solar:

- Parcial:** la Luna no cubre por completo el disco solar que aparece como un creciente.
- Total:** desde una franja (banda de totalidad) en la superficie de la Tierra, la Luna cubre totalmente el Sol. Fuera de la banda de totalidad el eclipse es parcial. Se verá un eclipse total para los observadores situados en la Tierra que se encuentren dentro del cono de sombra lunar, cuyo diámetro máximo sobre la superficie de nuestro planeta no superará los 270 km, y que se desplaza en dirección este a unos 3.200 km/h. La duración de la fase de totalidad puede durar varios minutos, entre 2 y 7.5, alcanzando algo más de las 2 h todo el fenómeno, si bien en los eclipses anulares la máxima duración alcanza los 12 minutos y llega a más de 4 h en los parciales, teniendo esta zona de totalidad una anchura máxima de 272 km y una longitud máxima de 15.000 km.

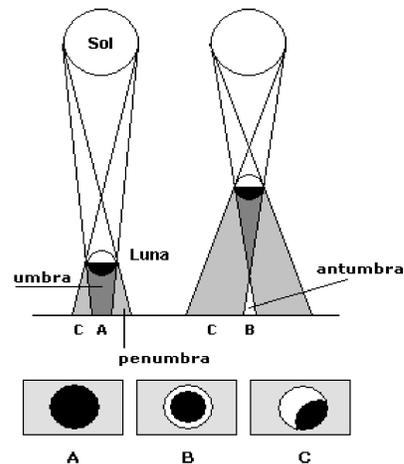
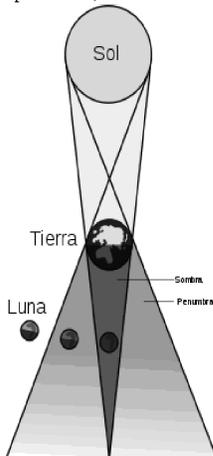


Fig 1.- Cuando la Luna nueva se encuentra más próxima a la Tierra (izquierda), la **umbra** alcanza la superficie de ésta y un observador en **A** verá un **eclipse total**. Si la Luna nueva está más lejos (derecha) la umbra no llega a la Tierra, y un observador en **B**, en la **antumbra**, verá un **eclipse anular**. Los observadores en **C**, en la **penumbra**, apreciarán **eclipses parciales**.

- Anular:** ocurre cuando la Luna se encuentra cerca del apogeo y su diámetro angular es menor que el solar, de manera que en la fase máxima, permanece.
- 2) En la gráfica de la izquierda:
- ¿Qué tipo de eclipse se observa?
 - Identifique la sombra y la penumbra.
- Este es un eclipse Lunar
 - Se muestran en la gráfica

3ª OLIMPIADA BOLIVIANA DE ASTRONOMÍA Y ASTROFÍSICA

Solución 8º de Primaria

Parte Teórica**ENCIERRE EN UN CÍRCULO SI ES FALSO F o SI ES VERDADERO V**

- | | | |
|--|----------|----------|
| 1. Los planetas menores se ubican cerca del Sol y su densidad es menor, su estructura es sólida y están constituidos principalmente de Hierro, silicio y Magnesio. | V | F |
| 2. A grandes distancias de la Tierra la forma de su campo magnético se desfigura bajo la acción del viento solar. | V | F |
| 3. La brújula señala siempre al Sur porque el campo magnético se parece a un imán de barra. | V | F |
| 4. La Luna no tiene ni atmósfera, ni campo magnético. | V | F |
| 5. Un rayo de luz que sale del Sol recorre una distancia en 8 minutos y 19 segundos hasta llegar a la Tierra. | V | F |
| 6. Todos los planetas giran alrededor del Sol describiendo exactamente orbitas circulares. | V | F |
| 7. Los neutrinos son partículas con masa ínfima en reposo, que casi no interaccionan con la sustancia. Por esto los neutrinos atraviesan con facilidad todo el Sol y, a la velocidad de la | V | F |

luz, se esparcen en el espacio interplanetario.

8. La liberación de energías en el Sol son debidos a las reacciones nucleares que ocurren en la sección de la corona V **F**
9. El brillo de la corona Solar es muchas veces menor que el de la fotosfera. Por esto, la corona solar se puede observar durante la fase total de los eclipses solares. **V** F
10. Las manchas solares son regiones más calientes de la superficie del Sol, su temperatura se estima en unos 4000 grados Kelvin. V **F**

RESPONDA LAS SIGUIENTES PREGUNTAS DE FORMA CLARA:

1. ¿El Sistema Solar esta en movimiento? Justifique su respuesta.

Sol.- Si. El sistema Solar se encuentra en uno de los brazos de la galaxia el cual esta rotando, alrededor de su eje central, a una velocidad tangencial de 220 km/s.

2. ¿De que elementos químicos esta compuesto el Sol y en que proporción?

Sol.- El hidrogeno es el elemento que prevalece en el Sol con un 70% de toda la masa del Sol el segundo elemento es el helio con el 29% y el 1 % corresponde a todos los restantes elementos

3. Un planeta del sistema solar debe satisfacer cuatro características fundamentales. ¿Cuáles son?

Sol.- - Debe estar en orbita alrededor del Sol. - No debe ser un satélite. - Debe tener suficiente masa como para poseer una gravedad propia que mantenga su forma redonda. - Debe ser lo suficientemente grande como para dominar su órbita.

4. ¿Cuál es el origen del campo magnético de la Tierra y de otros planetas?

Sol.- El origen del campo magnético es generado por el núcleo que actúa como un dínamo, que transforma la energía mecánica en corriente eléctrica, generadora del campo magnético.

PREGUNTAS CON DESARROLLO

1.- Si una enana blanca tiene el tamaño de la Tierra y la masa del Sol. Entonces ¿Cual es aproximadamente su densidad?

$$(r_{\text{tierra}} = 6,378 \times 10^6 [m] \quad M_{\text{sol}} = 1,98 \times 10^{30} [kg])$$

Sol.- El volumen de la Tierra, suponiendo que ésta es una esfera perfecta, es: $V = \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{4}{3} \pi (6,378 \times 10^6 [m])^3$

$$V = 3,459 \pi \times 10^{20} [m^3]$$

La masa del Sol contenida en un volumen de la Tierra correspondiente a una densidad de: $\rho = \frac{m}{V} = \frac{1,98 \times 10^{30} [kg]}{3,459 \pi \times 10^{20} [m^3]}$

de donde: $\rho = 1,8 \times 10^9 [kg/m^3]$

2. Sabiendo que la velocidad de la luz es igual a la distancia recorrida entre el tiempo total transcurrido. Entonces ¿Cuantos minutos tarda la luz solar en llegar a la Tierra?. Tome el valor de la velocidad de la Luz $c = 299792458 [m/s]$ y la distancia de la Tierra - Sol es $d = 149.600.000.000 [m]$.

Sol.- De la relación: $c = \frac{d}{t}$ despejamos t: $t = \frac{d}{c} = \frac{149.600.000.000 [m]}{299792458 [m/s]} = 499,012 [s]$

Ahora convertimos los segundos a minutos: $t = 499,012 [s] \times \frac{1 [min]}{60 [s]} = 8,32 [min]$

3ª OLIMPIADA BOLIVIANA DE ASTRONOMÍA Y ASTROFÍSICA

Solución 1º de Secundaria

Parte Teórica

RESPONDE A LAS SIGUIENTES PREGUNTAS EN FORMA CLARA Y DETALLADA: (7,5 puntos c/u)

1. ¿Qué ocurre con los restos de una Supernova?

Sol.- Cuando una masa residual de la explosión de de $3 M_{\text{Sol}}$ y además esta confinada en un diámetro de 10 a 30 [km], los restos de la supernova forman una estrella de neutrones.

2. ¿Como se clasifican a las estrellas? Clasifique a las estrellas de mayor a menor temperatura.

Sol.- La clasificación de las estrellas se basa en espectros.

Clase O: estrellas azules $T \approx (30 - 55) \times 10^3 [K]$

Clase B: estrellas blanco-azuladas $T \approx (12 - 30) \times 10^3 [K]$

Clase A: estrellas blancas $T \approx (8 - 12) \times 10^3 [K]$

Clase F: estrellas blanco-amarillentas. $T \approx (6 - 8) \times 10^3 [K]$

Clase G: estrellas amarillas $T \approx (5 - 6) \times 10^3 [K]$

Clase K: estrellas anaranjadas rojizas $T \approx (3500 - 5000) [K]$

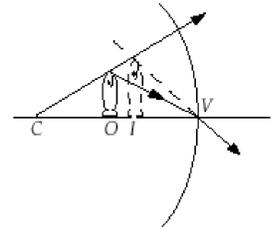
Clase M: estrellas rojas $T \approx (2500 - 3500) [K]$

3. ¿Qué es una magnitud estelar?

Sol.- La magnitud estelar, m, es la cantidad que nos permite cuantificar el flujo provenientes de las estrellas, y hace posible clasificar los flujos estelares.

4. Entre la 1^{ra} y 6^{ta} magnitud diga cual es la más brillante y la menos brillante según a la sensibilidad del ojo:

La 1^{ra} magnitud es la más brillante y la 6^{ta} magnitud es la menos brillante



ENCIERRE EN UN CÍRCULO, SI ES FALSO (F) Y SI ES VERDADERO (V):

1. Cuando el Sol se mueve lentamente en la Elíptica, haciendo un viaje completo en un año, lo cual significa que debe cruzar por la línea del ecuador celeste dos veces al año, estas dos ocasiones se llaman *solsticios* V F
2. La luminosidad L es equivalente a la potencia [$\text{Watt}=W$] que una determinada fuente emite al espacio, es decir, es la energía total emitida por unidad de tiempo en todas las direcciones. V F
3. Las estrellas circumpolares son aquellas que permanecen todo el tiempo visibles en la esfera celeste moviéndose, en el hemisferio sur terrestre, alrededor del Polo Norte Celeste V F
4. La unidad denominada Ångstrom, denotada por \AA y cuya equivalencia en centímetros es $=10^{-10}[m]$ V F
5. Los círculos de altura son círculos en la esfera celeste paralelos al horizonte. Son conocidos también como *almucantarantes* o paralelos de altura. V F
6. El sol y la Luna permanecen todo el tiempo en una misma constelación. V F
7. El ecuador celeste es el círculo máximo en el cual la prolongación del ecuador terrestre se interfecta con la esfera celeste. V F
8. El gran círculo de la Eclíptica tiene un cierto ángulo de 45° con respecto a la línea del ecuador. V F
9. Las constelaciones son grupos de estrellas que, al ser unidas por líneas imaginarias dan la impresión de formar figuras netamente geométricas. V F
10. La cantidad de estrellas que se ve a simple vista es de alrededor de 2000 a 2500 estrellas. V F

PREGUNTAS CON DESARROLLO:

1. Para expresar las magnitudes de los planetas del Sistema solar es útil, en algunos casos, hacer que las magnitudes de la Tierra funcionen como unidad de medida. Por ejemplo, podemos expresar la masa del planeta considerando que la masa de la Tierra es la unidad. ¿Cuál es la masa de Venus en masas -Tierra?. ($m_v = 4,87 \times 10^{24} [Kg]$)

Sol.- $m_{venus} = 4,87 \times 10^{24} [kg] \Rightarrow m_{venus} = 4,87 \times 10^{24} [kg] \frac{1 [masa - Tierra]}{5,90 \times 10^{24} [kg]}$ de donde:

$$m_{venus} = 0,83 [masa - Tierra]$$

2. Para una estrella de radio R y, en consecuencia, superficie $S = 4\pi R^2$, el flujo saliente de toda la superficie es: $\varphi(R) = \frac{L}{S} = \frac{L}{4\pi R^2}$

Y si buscamos calcular el flujo a una cierta distancia r de la estrella, este será: $\varphi(r) = \frac{L}{S} = \frac{L}{4\pi r^2}$

Entonces, con los datos constantes del flujo y la luminosidad total del Sol. ¿Cuál es la distancia entre la Tierra y el Sol?

($\varphi = 1360 [W/m^2]$ y $L = (3,846 \pm 0,008) \times 10^{26} [W]$, constantes del Sol).

Sol.-

El flujo que emite el Sol hasta la Tierra esta dada por la ecuación: $\varphi(r) = \frac{L}{S} = \frac{L}{4\pi r^2}$

Ahora si despejamos r que es la distancia Tierra-Sol tendremos: $r = \sqrt{\frac{L_{Sol}}{4\pi \varphi_{Sol}}} = \sqrt{\frac{3,846 \times 10^{26} [W]}{4\pi 1360 [W/m^2]}}$, de donde: $r = 1,50 \times 10^{11}$

3° OLIMPIADA BOLIVIANA DE ASTRONOMÍA Y ASTROFÍSICA

Solución 2° de Secundaria

Parte Teórica

1. ¿Cómo se clasifican las galaxias? Descríbalas.

Sol.- Las galaxias espirales son las comunes. Tienen forma de discos achatados. Contienen algunas estrellas viejas y una gran cantidad de estrellas jóvenes. La Vía Láctea y Andrómeda son de ese tipo. Las galaxias elípticas tienen una estructura muy regular. Contienen una gran población de estrellas viejas y algunas nuevas en formación. Las galaxias irregulares tienen un tamaño muy inferior a las anteriores, parecen no haber desarrollado una estructura muy definida tienen muchas estrellas jóvenes y estrellas en formación. Las Nubes de Magallanes visibles desde el hemisferio Sur, son de este tipo.

2. ¿Cuál es la diferencia entre cúmulos abiertos y globulares?

Sol.- Los cúmulos abiertos son muy numerosos en el firmamento pero tienen pocas estrellas y estas son jóvenes en cambio los cúmulos globulares son más escasos y el número de estrellas que albergan son exorbitantes y son viejas se cree que estos cúmulos son los más viejos del universo.

3. ¿Qué es el núcleo galáctico y de qué está compuesto?

Sol.- El núcleo galáctico es la parte más interna de nuestra galaxia, de unos 1,5 a 1 kpc de diámetro, comprende una gran variedad de estructuras. En este núcleo existe una acumulación extraordinaria de estrellas con una distribución espacial achatada.

4. ¿Qué son los rayos cósmicos?

Sol.- Son partículas de energía muy alta, tanto electrones como núcleos, desde los protones hasta los núcleos de los elementos más pesados conocidos y están por toda nuestra galaxia.

5. ¿Qué es el paralaje?

Sol.- Designamos paralaje al ángulo bajo el cual, desde la estrella se vería el radio medio de la órbita terrestre, con la condición de que la dirección a la estrella sea perpendicular al radio.

ENCIERRE EN UN CÍRCULO, SI ES FALSO (F) o SI ES VERDADERO (V):

- | | | |
|---|----------|----------|
| 1. La formación de imágenes por medio de lentes se debe al fenómeno de reflexión. | V | F |
| 2. En las lentes, si la imagen se forma del mismo lado del objeto, es real; para verla se debe mirar a través de la lente. | V | F |
| 3. En el vacío, las ondas de luz de cualquier longitud de onda viajan a la misma velocidad c. Pero, dentro de un medio material, a medida que la longitud de onda aumenta la velocidad de la luz también aumenta. | V | F |
| 4. La elección de un mapa estelar viene determinada por la estación y la hora. | V | F |
| 5. Los rayos gamma son fotones muy energéticos de longitud de onda típica 0,1 . | V | F |
| 6. La amplitud es un extensión máxima, normalmente de una cantidad fluctuante, como el brillo Estelar ,con respecto a la media. | V | F |
| 7. Existen solo dos tipos de telescopios: los refractores y los reflectores. | V | F |
| 8. El telescopio nos proporciona un poder de resolución es decir nos permite separar dos objetos que parecen ser uno solo a simple vista. | V | F |
| 9. No existen nubes de materia interestelar absorbente, o sea que ocultan la luz de las estrellas situadas detrás. | V | F |
| 10. La nebulosa es una nube de gas, visible a simple vista o detectable mediante telescopios en la luz visible. | V | F |

PREGUNTAS DE DESARROLLO:

1. En 1838 el astrónomo Thomas Henderson logró determinar por el método de paralaje la distancia de la estrella Alfa Centauro. Si la paralaje heliocéntrica de Alfa Centauro es de 0,75 segundos de arco. ¿A que distancia se halla en años luz?

Sol.-

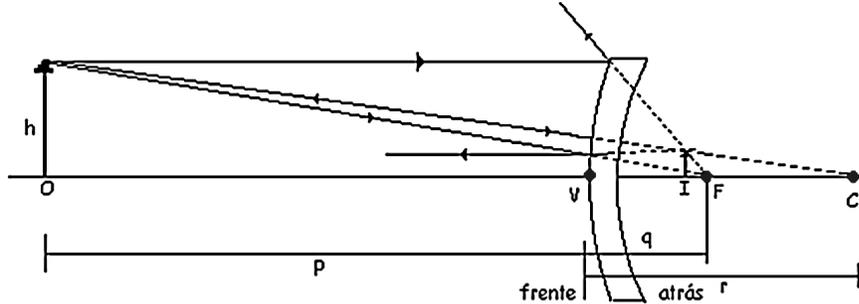
Convertimos 0,75 segundos de arco a radianes: $\alpha = 0,75 ["] \cdot \frac{1 [^\circ]}{3600 ["]} \cdot \frac{2\pi [rad]}{360 [^\circ]} = 6,636 \times 10^{-6} [rad]$

Entonces la distancia será: $d = \frac{1}{\alpha} = \frac{1}{6,636 \times 10^{-6} [rad]} = 275020.69 [ua]$

Convertimos las unidades astronómicas a años luz: $275020.69 [ua] \cdot \frac{150 \times 10^6 [km]}{1 [ua]} \cdot \frac{1 [al]}{9,46 \times 10^{12} [km]} = 4,3 [al]$

2. Un objeto de 2,5 [cm] de altura esta a una distancia de 8 [cm] de un espejo esférico convexo de 6 [cm] de radio. **a)** Realizar la grafica y analíticamente la posición de la imagen; **b)** indicar sus características.

Sol.-



a) Determinamos q mediante la ecuación de lentes, como el espejo es convexo, r es negativa.

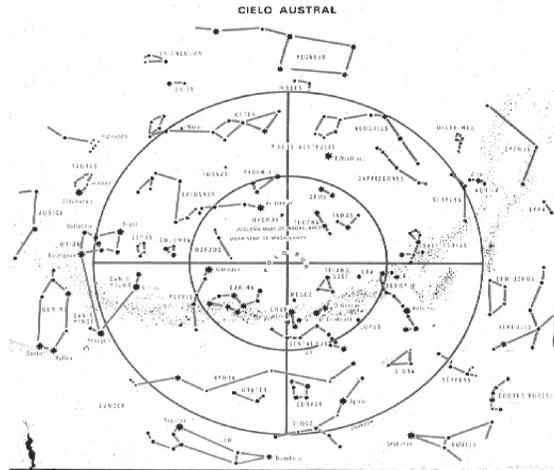
$$\frac{1}{8 \text{ cm}} + \frac{1}{q} = \frac{2}{-6 \text{ cm}} \Rightarrow \frac{1}{q} = -\frac{2}{6 \text{ cm}} - \frac{1}{8} = -\frac{22 \text{ cm}}{48 \text{ cm}^2}$$

$$\Rightarrow q = -2,2 \text{ cm}$$

b) El aumento es: $M = -\frac{-2,2}{8 \text{ cm}} = 0,3$

La imagen es virtual, es decir, esta detrás del espejo (q es negativa), es derecha (M es positivo) y de menor tamaño que el objeto (el valor absoluto de M es menor que 1)

3. En el siguiente mapa estelar del Hemisferio Sur identificar la mayor cantidad de constelaciones:



3° OLIMPIADA BOLIVIANA DE ASTRONOMÍA Y ASTROFÍSICA
Solución 3° de Secundaria

Parte Teórica (40%)

1. Explicar las leyes de Kepler y la Ley de Gravitación Universal

Sol.- La primera ley de Kepler dice que todos los planetas describen orbitas elípticas teniendo al Sol en uno de los focos.

La segunda nos habla de que la línea que une a un planeta con el Sol barre áreas iguales en tiempos iguales y la tercera dice que el cuadrado del periodo de cualquier planeta en torno al Sol es proporcional al cubo de la distancia promedio del planeta al Sol.

La ley de la gravitación universal nos habla de que “la fuerza entre dos partículas que tienen masas m_1 y m_2 , y que están separadas por una

distancia r es una atracción que actúa a lo largo de la línea que las une y que tiene una magnitud dada por: $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$

Donde G es una constante universal que tiene el mismo valor para todos los pares de partículas.

2. Explique la formación de las Estrellas

Sol.- Las estrellas se originan en nubes de gas interestelar. Por efecto de las fuerzas gravitacionales, las partículas se atraen y se van agrupando.

-En un proceso que puede durar millones de años, las partículas que se agrupan pueden alcanzar una cierta magnitud de masa (masa crítica) que determina que la materia empiece a comprimirse bajo la acción de la fuerza de gravedad.

- En este proceso conocido como colapso gravitacional, las partículas caen hacia el centro de la nube, su energía potencial se transforma en calor.

- La temperatura y la radiación de la nube van en aumento hasta que ésta se transforma en una protoestrella.

-Cuando los gases al interior de la protoestrella alcanzan unos 10 millones de grados Kelvin, el hidrogeno comienza a experimentar reacciones termonucleares que liberan energía en forma de radiación.

- Estas reacciones conducen a la formación de una Estrella.

3. Todo cuerpo que está cerca de la Tierra tiende a caer a la superficie de la Tierra por su propio peso entonces, ¿por qué la Luna que es un satélite de la Tierra no cae sobre la Tierra. Explique

Sol.- La Luna es el cuerpo celeste más cercano a la Tierra sin embargo este no cae sobre la Tierra porque la Luna gira en torno a nuestro planeta debido a la fuerza gravitacional que la Tierra ejerce sobre ella. La existencia de esa fuerza se explica por la gravitación universal de Newton. La fuerza gravitacional con que la Tierra atrae a la Luna es la fuerza centrípeta responsable de que la trayectoria de la Luna sea una línea curva alrededor de la Tierra.

4. Explique, como se determina la posición de una estrella en el Diagrama de Hertzsprung-Russell.

Sol.- La posición de una estrella en el diagrama se determina por su fase de evolución, es decir, en distintos momentos de su historia una estrella ocupará una posición distinta en el diagrama HR. La posición de una estrella en la secuencia principal está determinada por su masa. En la secuencia principal, la masa de las estrellas aumenta de abajo para arriba.

5. ¿Una estrella que se encuentra en la secuencia principal está en una fase estable? ¿Si no? Justifique su respuesta.

Sol.- Sí, esta fase es estable en el sentido de que existe una cantidad enorme de “combustible” disponible, de forma que la estrella puede contrarrestarse durante tiempos muy largos la pérdida de energía a través de la superficie. Así pues, la estrella quedará casi completamente estacionaria en el diagrama de H-R.

ENCIERRE EN UN CÍRCULO SI ES FALSO F O SI ES VERDADERO V:

- | | | |
|---|---|---|
| 1. Las estrellas de la secuencia principal se ubican en una diagonal que va desde la parte superior izquierda donde están las estrellas más frías y poco luminosas, hasta la parte derecha inferior, que corresponde a las estrellas más calientes y luminosas. | V | F |
| 2. Una protoestrella con menos del 10% de la masa del Sol no genera suficiente presión ni temperatura en su interior para producir las reacciones termonucleares necesarias para convertirse en una estrella | V | F |
| 3. Existe, pues, un equilibrio dinámico y, de manera continua, se forman estrellas a partir de inhomogeneidades de nubes de gas y polvo que existen en lo que se conoce como medio interestelar. | V | F |

- 4. Si una estrella se aleja del observador el color dominante del espectro visible es el azul. V F
- 5. Para dar seguimiento a un astro con un telescopio en tierra es conveniente poner el eje de rotación del telescopio paralela al polo terrestre V F
- 6. En un eclipse de Sol la Luna se torna de un color rojizo. V F
- 7. El paralaje es producido por el movimiento rotacional de la Tierra, haciendo que una estrella se encuentra inclinada de su posición original. V F
- 8. Un método para determinar la distancia hacia una estrella es utilizando a las estrellas llamadas Cefeidas por periodo de oscilación que tienen en su luminosidad. V F
- 9. En el sistema solar existe solo una estrella del cual podemos estudiar la composición química, tan solo analizando la luz que emite ésta. V F

PREGUNTAS DE DESARROLLO:

1. La Luz solar tarda 8,33 minutos en llegar a la Tierra y 43.3 minutos en alcanzar Júpiter.

- a) ¿Cuál es el periodo de rotación de Júpiter alrededor del Sol?
- b) Calcule la masa del Sol

Ayuda: ($G=6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$ cte. de gravitación, $r=1,50 \times 10^{11} \text{ m}$ radio de la tierra al Sol)

Sol.-

a) Por la tercera ley de Kepler se tiene: $\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{r_1^3}{r_2^3}$

Donde T_1, T_2 son, respectivamente, los periodos de rotación de la Tierra y de Júpiter; y r_1 y r_2 son los correspondientes

radios de las orbitas, considerándolas circulares, Entonces, $T_2 = \sqrt{\frac{r_1^3}{r_2^3}} T_1$

Para calcular los radios r_1 y r_2 : $c = \frac{r}{t}$, entonces: $\frac{r_2}{r_1} = \frac{c t_2}{c t_1} = \frac{t_2}{t_1} = \frac{41,6 \text{ min}}{8,33 \text{ min}} = 4,99$

y como periodo de rotación de la tierra es un año ($T_1 = 1 \text{ año}$), entonces: $T_2 = 11.2 \text{ años}$

b) Considerando la órbita circular, la fuerza centrípeta es la fuerza gravitacional: $m \omega^2 r = G \frac{M m}{r^2}$ (1)

Donde M es la masa del Sol, m es la masa de un planeta, r es el radio de la órbita, ω es la velocidad angular del planeta, y G es la constante de gravitación universal.

La velocidad angular en el caso de la Tierra tenemos que:

$$\omega = \frac{\theta}{t} = \frac{2\pi \text{ rad}}{T_{\text{tierra}}} \quad (2)$$

Reemplazando (2) en (1) y despejando M la masa de Sol:

$$M = \frac{(2\pi)^2 r^3}{T^2 G} \quad \text{span style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> $M = 2,01 \times 10^{32} \text{ Kg}$$$

Para el caso de la Tierra, $T = 1 \text{ año} = 3,15 \times 10^6 \text{ s}$; $r = 1,50 \times 10^{11} \text{ m}$. de donde finalmente:

2. La velocidad lineal de un punto ubicado sobre el Ecuador terrestre es de 465[m/s]. ¿Cuál es la velocidad de un punto situado sobre un paralelo de latitud 30° Norte? El radio del ecuador terrestre es de $6,37 \times 10^6 \text{ [m]}$. En trigonometría, la longitud del ecuador (L_E) y la longitud de un paralelo (L_P) de ángulo θ se relacionen mediante la expresión: $L_E = L_P \sec \theta$.

Sol.-

Ambos puntos tienen la misma velocidad angular. La velocidad angular del punto situado sobre el ecuador es:

$$\omega = \frac{v}{r} \Rightarrow \omega = \frac{465 \text{ [m/s]}}{6,37 \times 10^6 \text{ [m]}} = 7,300 \times 10^{-5} \text{ [rad/s]}$$

La longitud de la línea del ecuador es: $L_E = 2\pi r \Rightarrow L_E = 4,002 \times 10^7 \text{ [m]}$. Por lo tanto, la longitud del paralelo de latitud 30° Norte es:

$$L_E = L_P \sec \theta \Rightarrow L_P = \frac{L_E}{\sec \theta} = \frac{4,002 \times 10^7 \text{ [m]}}{\sec 30^\circ} \approx 3,466 \times 10^7 \text{ [m]}$$

A esta longitud corresponde un radio de: $r = \frac{L_P}{2\pi} = 5,516 \times 10^6 \text{ [m]}$. Por lo tanto, la velocidad lineal en el paralelo de latitud 30° Norte es:

$$v = \omega r = 7,300 \times 10^{-5} \text{ [rad/s]} \cdot 5,516 \times 10^6 \text{ [m]}, \quad \text{span style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> $v = 403 \text{ [m/s]}$$$

3. A que distancia de la Tierra puede estar una sonda espacial a lo largo de una línea recta dirigida hacia el Sol de modo que la atracción gravitatoria del Sol equilibre a la de la Tierra (Ayuda: $M_{\text{tierra}} = 5,97 \times 10^{24} \text{ [kg]}$; $M_{\text{Sol}} = 1,99 \times 10^{30} \text{ [kg]}$; $d_{\text{tierra-sol}} = 1,50 \times 10^{11} \text{ [m]}$).

Sol.-

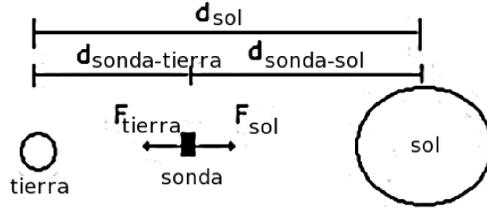
La fuerza gravitacional de la Tierra y del Sol será respectivamente:

$$F_{tierra} = \frac{M_{tierra} m_{sonda}}{d_{tierra-sonda}^2} \qquad F_{sol} = \frac{M_{sol} m_{sonda}}{d_{sol-sonda}^2}$$

Por la condición de equilibrio tenemos: $F_{Sol} - F_{tierra} = 0$, por lo tanto:

$$\frac{M_{sol} m_{sonda}}{d_{sol-sonda}^2} = \frac{M_{tierra} m_{sonda}}{d_{tierra-sonda}^2}$$

$$\frac{M_{sol}}{d_{sol-sonda}^2} = \frac{M_{tierra}}{d_{tierra-sonda}^2}$$



De la gráfica, la distancia tierra-sol es:

$$d_{tierra-sol} = d_{sol-sonda} + d_{tierra-sonda} \text{ y}$$

$$\frac{M_{sol}}{(d_{tierra-sol} - d_{tierra-sonda})^2} = \frac{M_{tierra}}{d_{tierra-sonda}^2} \text{ , de donde: } \left(\frac{M_{sol}}{M_{tierra}} \right) d_{tierra-sonda}^2 + 2 d_{tierra-sonda} d_{tierra-sol} - d_{tierra-sol}^2 = 0$$

Resolviendo esta ecuación de segundo grado obtendremos la distancia tierra a sonda espacial:

$$d_{tierra-sonda} = \sqrt{\frac{M_{tierra}}{M_{sol}}} d_{tierra-sol} \text{ ,}$$

$$d_{tierra-sonda} = 2,6 \times 10^8 \text{ [m]}$$

4. En el siguiente Diagrama de Hertzsprung-Russell identifique: a los ejes de coordenados y sus unidades; la secuencia principal; a las estrellas super gigantes, gigantes, enanas blancas y al Sol; el color los tipos de estrellas O, B, A, F, G, K, M.

