

17<sup>va</sup> OLIMPIADA BOLIVIANA DE FÍSICA  
7<sup>ma</sup> OLIMPIADA BOLIVIANA DE ASTRONOMÍA Y ASTROFÍSICA  
COCHABAMBA, DEL 21 AL 23 DE JULIO DE 2012

BUSTOS R.<sup>1,2,16</sup>, RALJEVIC M.<sup>1</sup>, VARGAS M.<sup>3</sup>, GUTIERREZ V. H.<sup>4</sup>, GUAYGUA T.<sup>2,5</sup>, CASTELO J. J.<sup>5</sup>, MALLCO A.<sup>5</sup>,  
VELASCO J.<sup>5</sup>, ANDRADE M.<sup>2,6</sup>, GUZMÁN R.<sup>2,6</sup>, MAMANI R.<sup>2,7</sup>, FUENTES W.<sup>7</sup>, VALDEZ S.<sup>2,8</sup>, JUSTINIANO I.<sup>2,9</sup>,  
JAILLITA J.<sup>2,9</sup>, PAYLLO J. P.<sup>2,10</sup>, CABRERA J.<sup>11</sup>, VARGAS C.<sup>12</sup>, CORAITE O.<sup>2,13</sup>, QUIROZ Z.<sup>2,14</sup>, ORTEGA L.<sup>2,15</sup>,  
CORDERO M.<sup>16</sup>, MORALES G.<sup>2,17</sup>

<sup>1</sup> Sociedad Boliviana de Física (SOBOFI)

<sup>2</sup> Comités Olímpicos Bolivianos de Física - Astronomía y Astrofísica

<sup>3</sup> Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), “*Magia de la Física*”, *Carrera de Física*, La Paz

<sup>4</sup> Universidad Mayor, Real y Pontificia San Francisco Xavier de Chuquisaca (UMRPSFXCH),  
*Facultad de Tecnología - Carrera de Ingeniería de Sistemas*, Sucre

<sup>5</sup> Universidad Técnica de Oruro (UTO), *Facultad Nacional de Ingeniería (FNI)*, Oruro

<sup>6</sup> Universidad Mayor de San Simón (UMSS), *Facultad de Ciencia y Tecnología*, Cochabamba

<sup>7</sup> Universidad Autónoma Tomás Frías (UATF), *Carrera de Física*, Potosí

<sup>8</sup> Colegio Cardenal Cushing, Santa Cruz de la Sierra

<sup>9</sup> Colegio María Auxiliadora, Cobija, Pando

<sup>10</sup> Colegio Natush Bush, Yacuiba, Tarija

<sup>11</sup> Colegio Amor de Dios, La Paz

<sup>12</sup> Colegio Buenas Nuevas, Sucre

<sup>13</sup> Colegio La Salle, Oruro

<sup>14</sup> Instituto Americano, La Paz

<sup>15</sup> Colegio Felipe Palazón, Tarija

<sup>16</sup> Asociación Boliviana para el Avance de la Ciencia (ABAC) &

<sup>17</sup> Astronomía Sigma Octante, Cochabamba

## RESUMEN

La 17<sup>va</sup> Olimpiada Boliviana de Física (17<sup>va</sup> OBF) y la 7<sup>ma</sup> Olimpiada Boliviana de Astronomía y Astrofísica (7<sup>ma</sup> OBAA) se llevaron a cabo simultáneamente y con éxito del 21 al 23 de Julio de 2012 en la ciudad de Cochabamba.

La 17<sup>va</sup> OBF y 7<sup>ma</sup> OBAA unieron nuevamente esfuerzos con el proyecto: 2<sup>da</sup> Olimpiada Científica Estudiantil Plurinacional Boliviana (2<sup>da</sup> OCEPB) impulsado por el Estado Plurinacional de Bolivia a través del Ministerio de Educación y de su Viceministerio de Ciencia y Tecnología (VCyT), donde se invitó a que participen 6 áreas de las ciencias puras y naturales: **Astronomía y Astrofísica**, Biología, Física, Informática, Matemática y Química.

La organización del evento contó también con la participación de los siguientes organismos e instituciones: Comité Olímpico Boliviano de Astronomía y Astrofísica, Comité Olímpico Boliviano de Física, Sociedad Boliviana de Física (SOBOFI), la Asociación Boliviana para el Avance de la Ciencia (ABAC), la Dirección Departamental de Cochabamba; las Carreras de Física de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad Mayor de San Simón (UMSS) y de la Facultad de Ciencias Puras y Naturales de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA) y la organización Astronomía Sigma Octante de Cochabamba.

Participaron 9 delegaciones departamentales: Beni, Chuquisaca, Cochabamba, La Paz, Oruro, Pando, Potosí, Santa Cruz de la Sierra y Tarija.

En la 17<sup>va</sup> OBF y la 7<sup>ma</sup> OBAA se evaluaron las categorías de 6<sup>to</sup> de primaria y los seis cursos de Secundaria en las etapas previas al evento nacional pero en dicho evento lastimosamente solo participaron los cursos de 3<sup>ro</sup>, 4<sup>to</sup> y 5<sup>to</sup> de Secundaria.

La categoría de 6<sup>to</sup> de Secundaria tienen como principal premio el ingreso libre y directo a cualquiera de las carreras de Ciencias y/o Ingeniería de las universidades comprometidas con la OBF y la OBAA.

En la 2<sup>da</sup> OCEPB se concentraron cerca a 900 personas, 135 de Astronomía y Astrofísica y 135 de Física, entre estudiantes y profesores. También madres y padres de familia que acompañaron a sus hij@s, compartiendo tod@s sus experiencias, costumbres, y culturas.

Las tres categorías, tanto en Astronomía y Astrofísica como en Física: 3<sup>ro</sup>, 4<sup>to</sup> y 5<sup>to</sup> de Secundaria, tuvieron dos modalidades de evaluación: Teórica y Experimental.

Los ganadores de las etapas previas al evento nacional, de las categorías: 2<sup>do</sup>, 1<sup>ro</sup> de Secundaria y 6<sup>to</sup> de Primaria han sido premiad@s por el Ministerio de Educación. Todas las categorías inferiores forman los equipos Bolivianos preseleccionados postulantes a futuros

eventos olímpicos: Latinoamericanos, Iberoamericanos e Internacionales a llevarse a cabo en las gestiones 2013, 2014, 2015, 2016 y 2017 respectivamente.

El gobierno nacional a comprometido el apoyo administrativo de todas las áreas de las olimpiadas desde la divulgación de las convocatorias hasta el apoyo a las delegaciones Bolivianas invitadas a participar fuera de nuestras fronteras. Es sin duda un gran apoyo, pero ha eliminado categorías que antes tenían participación en los eventos nacionales, sin entender todavía el fundamental incentivo que debemos dar a toda la juventud Boliviana, como es el de preseleccionar delegaciones no solo para la siguiente inmediata gestión sino con 3, 4, 5, 6, 7 o más años de anticipación! dicha receta es sin duda la mejor manera de ser cada vez más competitivos a nivel internacional.

Se ha ganado en el número de participantes a nivel nacional, no solo en las áreas urbanas sino también en las áreas rurales de todo el país, motivando e incentivando a la juventud Boliviana al estudio de las Ciencias Puras y Naturales, en especial de la Física, la Astronomía y la Astrofísica.

---

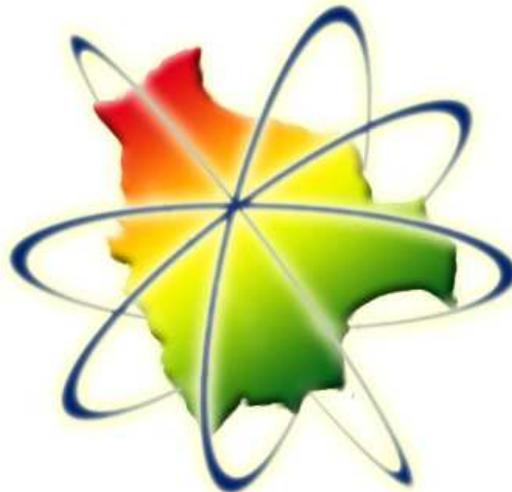
Los Comités Académicos de ambas áreas felicitan a tod@s l@s jóvenes participantes y ganador@s de las distintas etapas y categorías así como también a l@s profesor@s y a todas las unidades educativas fiscales, particulares y de convenio por participar en el apasionante campo de la Física, la Astronomía y la Astrofísica y de esta manera generar mayores capacidades científicas y tecnológicas como aporte al desarrollo del país tanto social, económico como cultural.

A continuación se presentan las soluciones de todas las categorías de ambas olimpiadas: OBF y OBAA de la etapas clasificatorias y del evento nacional de la gestión 2012. La forma de presentación obedece a una metodología en la que el material se pueda utilizar como entrenamiento, no mostrándose las respuestas inmediatamente después de la respectiva pregunta, sino invitando al(a) lector(a) a que pueda el/ella mism@ obtener la respuesta correcta.

---

Página WEB: <http://www.fiumsa.edu.bo/olimpiada/>

## **OLIMPIADA BOLIVIANA DE FÍSICA**



## **OLIMPIADA BOLIVIANA DE ASTRONOMÍA Y ASTROFÍSICA**

Código(s) PACS: 01.50.Rt — 01.10.Hx

*Descriptor:* Competencias de física — Actividades organizacionales de física

**2<sup>da</sup> ETAPA**  
17<sup>va</sup> OLIMPIADA BOLIVIANA DE FÍSICA

**6<sup>to</sup> DE PRIMARIA**

**I. Parte Conceptual**

1. Explicar los siguientes procesos físicos de cambio de fase:  
Sublimación  
Vaporización  
Fusión  
Ebullición  
Condensación
2. El punto de ebullición, ¿es el mismo en cualquier lugar de la Tierra o varía? ¿por qué?
3. El átomo está formado por:
4. Si se deposita en un recipiente con agua, un material de menor densidad (corcho) y otro de mayor densidad (plomo), ¿Cuál de ellos flotará? ¿Por qué?
5. ¿Cómo se podría medir la densidad de una papa? Explicar el procedimiento y anotar los instrumentos que se utilizarán.

**II. Parte Práctica**

1. A nivel del mar el agua hierve a  $100^{\circ}C$ , en Potosí que está a 3900 metros sobre el nivel del mar el agua hierve a  $87^{\circ}C$  ¿Por qué considera que hay esa diferencia de temperaturas del punto de ebullición del agua?
2. En un esquema muestra todos los estados o fases de la materia.

**1<sup>to</sup> DE SECUNDARIA**

**TRASLADÉ EL INCISO CORRECTO (SOLO UNO) A LA CASILLA DE LA DERECHA**

1. La tabla periódica es una tabla en la que se clasifican a los:
  - a) Alimentos
  - b) Números
  - c) Átomos
  - d) Animales
2. Una unidad de medida del tiempo es:
  - a) El año
  - b) El gramo
  - c) El kilogramo
  - d) El milímetro

3. ¿Cuál de las siguientes cantidades es mayor que un metro?
  - a) Un segundo
  - b) Un centímetro
  - c) Un milímetro
  - d) Un kilometro
4. Una semana es igual a:
  - a) Medio año
  - b) 7 días
  - c) 2 meses
  - d) 3 horas
5. El átomo está formado por:
  - a) ladrillos
  - b) electrones alrededor de un núcleo
  - c) aire
  - d) tierra
6. Dos niños cerca a una pared lanzan un grito ¿cual escucha primero su propio eco?
  - a) El que está más cerca a la pared
  - b) El que esta mas lejos de la pared
  - c) Ambos escuchan al mismo tiempo
  - d) Ninguno escucha eco
7. Qué cantidad es mayor que  $10^2$ 
  - a)  $10^{-5}$
  - b) 10
  - c)  $10^1$
  - d)  $10^4$
8. Una hora equivale a:
  - a) 36 segundos
  - b) 3600 segundos
  - c) 3.6 días
  - d) 36 minutos
9. Si una pelota de plastofomo flota en el agua, cuando se aumenta el tamaño de la pelota:
  - a) Se hunde
  - b) Continúa flotando
  - c) No podemos saber qué sucede
  - d) Sale más a flote
10. Si en 5 días hay 120 horas ¿Cuántas horas habrá en medio mes?
  - a) 300 horas
  - b) 100 horas
  - c) 340 horas
  - d) 360 horas

**2<sup>do</sup> DE SECUNDARIA**

**TRASLADÉ EL INCISO CORRECTO (SOLO UNO) A LA CASILLA DE LA DERECHA**

1. Cuando dos cargas tienen signos iguales:
  - a) Se atraen
  - b) Se repelen
  - c) No se atraen ni repelen
  - d) Depende de la cantidad de carga
2. Un objeto A tiene la misma temperatura que un objeto C y C tiene la misma temperatura que B, se puede concluir que:
  - a) A tiene mayor temperatura que B
  - b) A tiene menor temperatura que B
  - c) A y B tienen distintas temperaturas
  - d) A y B tienen la misma temperatura
3. Si dos objetos tienen la misma masa, entonces sus pesos son:
  - a) diferentes
  - b) iguales
  - c) no se puede saber
  - d) depende de la temperatura
4. Si una pelota de plastofomo flota en el agua, cuando se aumenta el tamaño de la pelota :
  - a) Se hunde
  - b) Continúa flotando
  - c) No podemos saber que sucede
  - d) Sale más a flote
5. Si en 5 días hay 120 horas. ¿Cuántas horas habrá en medio mes?
  - a) 300 horas
  - b) 100 horas
  - c) 340 horas
  - d) 360 horas
6. Si una pelota tiene un diámetro igual al doble de otra entonces:
  - a) Ambas pelotas tienen la misma masa
  - b) La grande tiene el doble de masa
  - c) La grande tiene más masa
  - d) La grande tiene menos masa
7. Para medir la masa de un cuerpo se puede usar:
  - a) Un reloj
  - b) una balanza
  - c) una regla
  - d) la longitud de una mano
8. Para medir el tamaño de una persona se puede usar:
  - a) Un reloj
  - b) una balanza
  - c) una romana
  - d) la longitud de una mano
9. El minuto es una unidad de medida de:
  - a) tiempo
  - b) masa
  - c) longitud
  - d) densidad
10. Uno de los pasos fundamentales del método científico es la realización de experimentos para:
  - a) hacerlo más divertido
  - b) comprobar las predicciones
  - c) usar los laboratorios
  - d) utilizar instrumentos de medición sofisticados

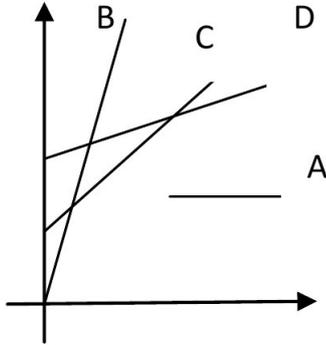
### 3<sup>o</sup> DE SECUNDARIA

TRASLADAR EL INCISO CORRECTO (SOLO UNO) A LA CASILLA DE LA DERECHA

1. Un kilogramo es \_\_\_\_\_ que un miligramo:
  - a) mayor
  - b) menor
  - c) igual
  - d) No se pueden comparar
2. ¿Qué cantidad es mayor que  $10^2$ ?
  - a)  $10^{-5}$
  - b) 10
  - c)  $10^1$
  - d)  $10^4$
3. La cantidad 156 se redondea a:
  - a) cincuenta
  - b) cien
  - c) doscientos
  - d) sesenta
4. Si un minibús tiene mayor rapidez que otro minibús, entonces hará el mismo recorrido que este en:
  - a) Más tiempo
  - b) el mismo tiempo
  - c) menor tiempo
  - d) no se tiene suficiente información para determinar el tiempo
5. Si se mide la altura de una persona con una regla graduada en mm la forma correcta de expresar el resultado es:
  - a)  $1.600 \pm 0.001$  [m]
  - b)  $1.6 \pm 1$  [m]
  - c)  $16 \times 10^{-1}$  [m]
  - d)  $0.16 \times 10^{-2}$  [m]
6. Si el resultado de una medición es  $(10 \pm 1)$  [s], el error porcentual de este resultado es:
  - a) 5%
  - b) 20%
  - c) 10%
  - d) 1%
7. Para medir el tamaño de una persona se puede usar:
  - a) un reloj
  - b) una balanza
  - c) una romana
  - d) la longitud de una mano

8. La cantidad 6.3 se puede redondear a:

- a) 5
- b) 6
- c) 7
- d) 1



9. En el gráfico  $x$  vs  $t$ , ¿cuál de las gráficas representa mayor velocidad?

- a) A
- b) B
- c) C
- d) D

10. En el mismo gráfico  $x$  vs  $t$ , ¿cuál de las gráficas representa una partícula en reposo?

- a) A
- b) B
- c) C
- d) D

#### 4<sup>to</sup> DE SECUNDARIA

TRASLADE EL INCISO CORRECTO (SOLO UNO) A LA CASILLA DE LA DERECHA

1. ¿Cuál es el promedio del siguiente conjunto de datos  $\{1,2,3,4,5\}$ ?

- a) 2.3
- b) 0
- c) 10
- d) 3

2. Si se mide la altura de una persona con una regla graduada en mm, la forma correcta de expresar el resultado es:

- a)  $1.600 \pm 0.001$  [m]
- b)  $1.6 \pm 1$  [m]
- c)  $16 \times 10^{-1}$  [m]
- d)  $0.16 \times 10^{-2}$  [m]

3. Si el resultado de una medición es  $(10 \pm 1)$  [s], el error porcentual de este resultado es:

- a) 5%
- b) 20%
- c) 10%
- d) 1%

4. Para medir el tamaño de una persona se puede usar:

- a) un reloj
- b) una balanza
- c) una romana
- d) la longitud de una mano

5. La cantidad 6.3 se puede redondear a:

- a) 5
- b) 6
- c) 7
- d) 1

6. Mientras mayor sea la desviación estándar, entonces:

- a) Mayor será el error de la medida
- b) Menor será el error de la medida
- c) No influye en el error de la medición
- d) Significa que no están muy dispersos los datos

7. Cuanto será la suma de dos vectores iguales pero de sentidos contrarios

- a) 2 veces el vector
- b) el mismo vector
- c) cero
- d) un vector ortogonal

8. La mala calibración de una balanza, es un ejemplo de:

- a) error sistemático
- b) error aleatorio o casual
- c) no es un error
- d) ninguno de los anteriores

9. Para que la suma de dos vectores tenga una magnitud máxima los vectores deben:

- a) Ser ortogonales
- b) formar un ángulo menor a  $90^\circ$
- c) ser paralelos
- d) formar un ángulo mayor a  $90^\circ$

10. Cuando se mide varias veces lo mismo el resultado es:

- a) el que más se repite
- b) el promedio
- c) se puede escoger uno al azar
- d) ninguno de los anteriores

#### 5<sup>to</sup> DE SECUNDARIA

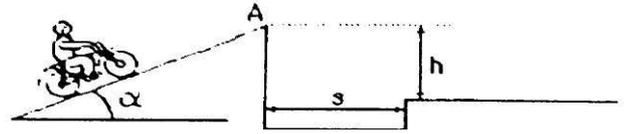
TRASLADE EL INCISO CORRECTO (SOLO UNO) A LA CASILLA DE LA DERECHA

1. ¿Cuánto será la suma de dos vectores iguales pero de sentidos contrarios?

- a) 2 veces el vector
- b) el mismo vector
- c) cero
- d) un vector ortogonal

2. Si un vehículo alcanza su velocidad máxima en poco tiempo esto quiere decir que:
  - a) Su aceleración es grande
  - b) su aceleración es pequeña
  - c) su aceleración es cero
  - d) su aceleración es negativa.
3. Si el resultado de una medición es  $(10 \pm 1)$  [s], el error porcentual de este resultado es :
  - a) 5%
  - b) 20%
  - c) 10%
  - d) 1%
4. Si un cuerpo tiene aceleración centrípeta, es porque
  - a) su velocidad es constante
  - b) no debe tener movimiento rectilíneo
  - c) su rapidez aumenta
  - d) su rapidez disminuye
5. Para medir el tamaño de una persona se puede usar:
  - a) Un reloj
  - b) una balanza
  - c) una romana
  - d) la longitud de una mano
6. Si sobre un cuerpo no actúa una fuerza neta entonces:
  - a) no cambia su momento lineal
  - b) permanece en reposo
  - c) se acelera
  - d) se detiene repentinamente
7. La ley que indica que ante toda acción hay una reacción es la:
  - a) 1ra ley de Newton
  - b) 2da ley de newton
  - c) 3ra ley de newton
  - d) 4ta ley de newton
8. Si una partícula tiene mayor energía, significa que:
  - a) puede realizar menos trabajo
  - b) puede realizar más trabajo
  - c) no tiene relación con el trabajo
  - d) el trabajo a realizar es cero
9. ¿Cuánto será la suma de dos vectores iguales pero de sentidos contrarios?
  - a) 2 veces el vector
  - b) el mismo vector
  - c) cero
  - d) un vector ortogonal
10. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta?:
  - a) La energía puede crearse a partir de nada
  - b) La energía se conserva
  - c) La energía puede desaparecer
  - d) ninguna de las anteriores

11. ¿Una partícula que es lanzada verticalmente hacia arriba esta en caída libre?
  - a) si
  - b) no
  - c) no se puede determinar



12. Un motociclista asciende por una rampa con la intención de saltar un foso cuyos parámetros se muestran en la figura. ¿Cuál es la velocidad mínima  $v$  que debe tener el motociclista en el momento de desprenderse del punto A para pasar al otro lado del foso? Sean  $h = s = 1\text{ m}$  y  $\alpha = 45^\circ$ .

### 6<sup>to</sup> DE SECUNDARIA

TRASLADAR EL INCISO CORRECTO (SOLO UNO) A LA CASILLA DE LA DERECHA

1. ¿Qué tipos de cargas eléctricas existen en la naturaleza?
  - a) Neutras
  - b) Positivas y negativas
  - c) Nulas
  - d) ninguna de anteriores
2. ¿Cuánto será la suma de dos vectores iguales pero de sentidos contrarios?
  - a) 2 veces el vector
  - b) el mismo vector
  - c) cero
  - d) un vector ortogonal
3. Las cargas de signos iguales se
  - a) atraen
  - b) repelen
  - c) no existe fuerza entre ellas
  - d) ninguna de las anteriores
4. Para incrementar la magnitud de la fuerza entre cargas eléctricas se podría:
  - a) Cambiar el signo de las cargas
  - b) Disminuir el valor de las cargas
  - c) Disminuir la distancia entre las cargas
  - d) Aumentar la distancia entre las cargas
5. La ley que indica que ante toda acción hay una reacción es la:
  - a) 1ra ley de Newton
  - b) 2da ley de newton
  - c) 3ra ley de newton
  - d) 4ta ley de newton
6. Si una partícula tiene mayor energía significa que:

- a) puede realizar menos trabajo
  - b) puede realizar más trabajo
  - c) no tiene relación con el trabajo
  - d) el trabajo a realizar es cero
7. ¿Qué afirmación es correcta?
- a) La energía puede crearse a partir de nada
  - b) La energía se conserva
  - c) La energía puede desaparecer
  - d) Ninguna de las anteriores
8. El campo eléctrico generado por una carga será menor mientras
- a) mayor sea la carga
  - b) menor sea la carga
  - c) más cerca se esté de la carga generadora
  - d) cuando la carga sea cero
9. Si dos objetos tienen la misma masa, entonces sus pesos son:
- a) diferentes
  - b) iguales
  - c) no se puede saber
  - d) depende de la temperatura
10. Si una pelota tiene un diámetro igual al doble de otra entonces:
- a) Ambas pelotas tienen la misma masa
  - b) La grande tiene el doble de masa
  - c) La grande tiene más masa
  - d) La grande tiene menos masa
11. Se tienen 3 cargas situadas en los vértices de un triángulo equilátero de lado  $d = 20$  cm. Si 2 de las cargas tienen una magnitud de  $1.8 \times 10^{-15}$  C y ambas son positivas, encuentre la magnitud y el signo que debe tener la carga restante de modo que la fuerza resultante sobre esta sea igual a cero.

**2<sup>da</sup> ETAPA**  
7<sup>ma</sup> OLIMPIADA BOLIVIANA DE  
ASTRONOMÍA Y ASTROFÍSICA

**6<sup>to</sup> DE PRIMARIA**

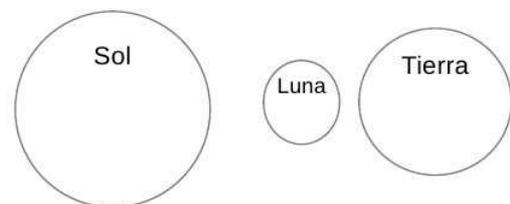
1. Indique cuál de las siguientes frases es falsa:
  - a) La teoría Geocéntrica indica que la Tierra es el centro del Universo.
  - b) La teoría Heliocéntrica indica que el Sol es el centro del Universo.
  - c) Claudio Ptolomeo, astrónomo Griego – Egipcio, defendía la teoría Geocéntrica.
  - d) Nicolás Copérnico, astrónomo Polaco, defendía la teoría Heliocéntrica.
  - e) Actualmente no se acepta ninguna de éstas teorías como ciertas.
2. ¿Qué distancia es mayor?
  - a) La distancia Tierra – Sol
  - b) La distancia Tierra – Luna
3. ¿Cuál astro es más grande, el Sol o la Luna?
  - a) ¿Es posible que dos esferas del mismo tamaño puedan tener densidades distintas?
  - b) ¿Si la respuesta es positiva en el inciso (a), qué concepto jugaría un papel importante?
4. La Luna presenta una superficie que ha recibido muchos impactos cósmicos a lo largo de su existencia, ¿por qué motivo la Tierra no presenta una superficie parecida?
  - a) Porque la Tierra tiene atmosfera y grandes superficies de agua.
  - b) Porque la Tierra es un planeta inmune a los choques cósmicos.
  - c) Porque la Tierra gira con demasiada rapidez impidiendo que sucedan dichas colisiones.
  - d) Porque los objetos cósmicos no pueden llegar a la Tierra.
  - e) Porque no existe ningún objeto cósmico que choque con la Tierra.
5. La siguiente relación define a la densidad de un cuerpo:  $\rho = m/V$ , donde  $m$  es la masa del cuerpo,  $V$  es su volumen. Calcule la densidad de los siguientes cuerpos:
  - a) Cuerpo 1:  $m = 500Kg$   $V = 500m^3$
  - b) Cuerpo 2:  $m = 5Kg$   $V = 5m^3$
  - c) Cuerpo 3:  $m = 0.5Kg$   $V = 0.5m^3$
  - d) ¿Qué concluye de los 3 resultados hallados?
6. El Volumen de un cuerpo puede definirse en función de la densidad,  $\rho$  y de la masa,  $m$  del siguiente modo:  $V = m/\rho$ . Calcule el Volumen de los siguientes cuerpos:
  - a) Cuerpo 1:  $\rho = 500Kg/m^3$   $m = 5Kg$
  - b) Cuerpo 2:  $\rho = 50Kg/m^3$   $m = 50Kg$
  - c) Cuerpo 3:  $\rho = 5Kg/m^3$   $m = 500Kg$
  - d) ¿Qué concluye de los 3 resultados hallados?

7. Calcule la masa de un cuerpo cuya densidad valga  $\rho = 50Kg/m^3$  y su volumen  $V = 5m^3$ .
8. ¿Qué es la Luna?
  - a) El Satélite de la Tierra
  - b) Otro Planeta
  - c) Un Sol apagado
9. ¿Es posible que algún planeta tenga más de una Luna?

**1<sup>ro</sup> DE SECUNDARIA**

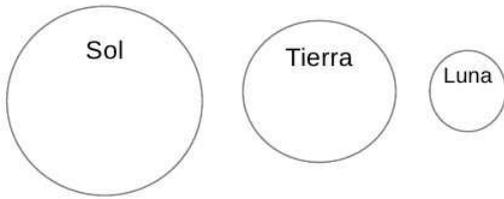
1. Marque con una X cuáles de los siguientes planetas son visibles a simple vista:
  - Neptuno
  - Marte
  - Júpiter
  - Saturno
  - Urano
  - Mercurio
  - Venus
2. ¿Es el Sol una estrella como las que vemos en cualquier noche despejada?
3. Una con una línea los meses del año que mejor le corresponden a una estación:
  - a. Diciembre-Enero-Febrero
  - b. Marzo-Abril-Mayo
  - c. Junio-Julio-Agosto
  - d. Septiembre-October-Noviembre
  - I. Invierno
  - II. Primavera
  - III. Otoño
  - IV. Verano
4. En los siguientes deagramas, indique cuál es el que describe un eclipse de Sol y cuál un eclipse de Luna (los diagramas no están a escala):

(a)



(b)

5. ¿Por qué motivo suceden las mareas?
  - a. Por una fuerza de atracción existente entre la Tierra y la Luna.
  - b. Porque el agua se comporta así sin una dada explicación.
  - c. Las mareas no existen.
  - d. Porque la Tierra rechaza al agua.



6. La medición del tiempo se basa en la rotación de nuestro planeta sobre su propio eje y en su movimiento de traslación alrededor del Sol.
- Falso
  - Verdadero
7. Un día Solar Medio es la medición del tiempo en que el centro del Sol en el cielo vuelve a estar en su misma posición.
- Falso
  - Verdadero
8. Los días son más largos en:
- Verano
  - Otoño
  - Invierno
  - Verano
9. Las noches son más largas en:
- Verano
  - Otoño
  - Invierno
  - Verano
10. Indique el orden de los planetas comenzando desde el Sol.

### 2<sup>do</sup> DE SECUNDARIA

1. El Sistema Solar es un sistema compuesto por una estrella: el Sol, 8 planetas y una colección de cuerpos menores; se encuentra en una galaxia espiral conocida como la vía láctea, visible desde cualquier región Boliviana. Nuestro Sistema Solar tiene planetas que pueden clasificarse según su estructura como Planetas Terrestres o Telúricos o Interiores, que son relativamente pequeños, de superficie sólida y rocosa, es decir de alta densidad, y los Planetas Jovianos o Exteriores, que son más grandes, gaseosos compuestos de Hidrogeno y Helio principalmente y una densidad mucho menor. Marque con una X los Planetas Jovianos:
- Neptuno  
Marte  
Júpiter  
Saturno  
Urano  
Mercurio  
Venus
2. La Temperatura media en grados centígrados ( $^{\circ}C$ ) en la superficie de los 8 planetas es aproximadamente :

- 139
- 167
- 220
- 57
- 457
- 121
- 197
- 15

Nota: en el planeta Tierra el agua hierve a nivel del mar a  $100^{\circ}C$  y se congela a  $0^{\circ}C$ .

Coloca la letra asignada a cada temperatura, que le corresponda a cada planeta:

Neptuno  
Marte  
Júpiter  
Saturno  
Urano  
Mercurio  
Venus  
Tierra

3. La distancia media al Sol, en Unidades Astronómicas (UA) (una UA es la distancia promedio entre la Tierra y el Sol) de cada planeta es:
- 30.07
  - 0.72
  - 1
  - 9.54
  - 5.20
  - 1.52
  - 19.19
  - 0.39

Coloca la letra asignada a cada distancia que le corresponde a cada Planeta:

Neptuno  
Marte  
Júpiter  
Saturno  
Urano  
Mercurio  
Venus  
Tierra

4. La siguiente relación define a la densidad de un cuerpo:  $\rho = m/V$ , donde  $m$  es la masa del cuerpo,  $V$  es su volumen. Calcule la densidad de los siguientes cuerpos:
- Cuerpo 1:  $m = 500Kg$   $V = 500m^3$
  - Cuerpo 2:  $m = 5Kg$   $V = 5m^3$
  - Cuerpo 3:  $m = 0.5Kg$   $V = 0.5m^3$
- d) ¿Qué concluye de los 3 resultados hallados?
5. El Volumen de un cuerpo puede definirse en función de la densidad,  $\rho$  y de la masa,  $m$  del siguiente modo:  $V = m/\rho$ . Calcule el Volumen de los siguientes cuerpos:
- Cuerpo 1:  $\rho = 500Kg/m^3$   $m = 5Kg$
  - Cuerpo 2:  $\rho = 50Kg/m^3$   $m = 50Kg$
  - Cuerpo 3:  $\rho = 5Kg/m^3$   $m = 500Kg$
- d) ¿Qué concluye de los 3 resultados hallados?

6. Calcule la masa de un cuerpo cuya densidad valga  $\rho = 50 \text{ Kg/m}^3$  y su volumen  $V = 5 \text{ m}^3$ .
7. La velocidad está definida como  $v = d/t$ . Si existiera una nave que viaja a  $192200 \text{ km/h}$  y la distancia de la Tierra a la Luna vale  $384400 \text{ km}$ , ¿en cuánto tiempo llegaría ésta nave desde la Tierra a la Luna?
8. ¿En cuánto tiempo llegaría la nave de la pregunta 7 si viaja a Marte, que está a una distancia del Sol de  $227936640 \text{ km}$  y la Tierra a una distancia del Sol igual a  $149597870 \text{ km}$ ?
9. Si la nave de la pregunta 7 viaja durante 500 horas, ¿a qué distancia se encontrará?
10. Si la nave de la pregunta 7 viaja durante 60 segundos, ¿a qué distancia se encontrará?
2. En la superficie de la esfera celeste están todos los astros.
3. La posición de un astro en la bóveda celeste no nos informa nada acerca de la distancia a la que se encuentra el astro de nosotros.
4. Se denomina **equinoccio** al momento del año en que el Sol está situado en el plano del ecuador celeste donde alcanza el zenit, tal que el paralelo de declinación del Sol y el ecuador celeste coinciden.
5. Los **solsticios** son los momentos del año en los que el Sol alcanza su mayor o menor altura aparente en el cielo, y la duración del día o de la noche son las máximas del año, respectivamente.
6. Los solsticios son los momentos en los que el Sol alcanza la máxima declinación norte ( $+23^\circ 27'$ ) o sur ( $-23^\circ 27'$ ) con respecto al ecuador celeste.
7. Para saber la posición de un punto sobre la superficie de una esfera es necesario conocer dos coordenadas angulares.

### 3<sup>ro</sup> DE SECUNDARIA

I. Completa las ideas escogiendo la palabra correcta de las opciones dadas:

1. En el sistema ecuatorial celeste, las coordenadas son la ascensión \_\_\_\_\_ y la \_\_\_\_\_. En el sistema ecuatorial local las coordenadas son el ángulo \_\_\_\_\_ y la \_\_\_\_\_. En el sistema horizontal de coordenadas astronómicas se utilizan dos coordenadas: \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_. En el sistema de coordenadas geográficas, las coordenadas son la \_\_\_\_\_ y la \_\_\_\_\_.  
*longitud / altura / horario / latitud / recta / azimut / declinación / declinación*
2. El \_\_\_\_\_ es el punto más elevado por encima del observador. El \_\_\_\_\_ es el punto diametralmente opuesto al observador. El \_\_\_\_\_ es un plano tangente a la Tierra y \_\_\_\_\_ a la vertical del lugar de observación. El ecuador celeste, el polo sur celeste y el polo norte celeste son prolongaciones de sus equivalentes \_\_\_\_\_.  
*nadir / terrestres / horizonte celeste / zenit / perpendicular*
3. Los \_\_\_\_\_ son círculos de la esfera celeste paralelos al ecuador celeste. Los \_\_\_\_\_ son círculos que pasan por el polo sur celeste y el polo norte celeste. Un \_\_\_\_\_ es un semicírculo máximo que comienza en el zenit y termina en el nadir. Un \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ es un círculo paralelo al horizonte celeste.  
*altura / paralelos / altura / círculo / meridianos / vertical*

II. Encierra con un círculo la opción correcta Falso (F) o Verdadero (V):

1. La esfera celeste es una esfera imaginaria de radio arbitrario y centro en el lugar del observador.

### 4<sup>to</sup> DE SECUNDARIA

I. Completa las ideas escogiendo la palabra correcta de las opciones dadas: [50%]

1. Las estrellas son esferas de gases a muy alta temperatura que emiten al espacio radiación \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_. Las estrellas se originan en \_\_\_\_\_. Por efectos de las fuerzas gravitacionales, las partículas se atraen y se \_\_\_\_\_, proceso que va acompañado de un aumento de la temperatura de la nube hasta que se inician reacciones \_\_\_\_\_.  
*partículas / nubes de gas interestelar / electromagnética / agrupando / termonucleares*
2. Uno de los métodos para medir las distancias hasta las estrellas es el de \_\_\_\_\_. Por semejanza de triángulos es posible conocer indirectamente el valor de distancias \_\_\_\_\_. Cuando un objeto es observado desde dos puntos distintos, su posición con respecto a los objetos del fondo se modifica. Este hecho permite medir la distancia a la que se encuentran las \_\_\_\_\_.  
*estrellas / paralaje / inaccesibles*
3. Al igual que en la Tierra necesitamos \_\_\_\_\_ para encontrar un sitio, también necesitamos mapas para explorar la \_\_\_\_\_. Un mapa estelar puede mostrarnos con exactitud donde se encuentra un \_\_\_\_\_ dado. Por este motivo es importante contar con un buen \_\_\_\_\_ para realizar buenas observaciones astronómicas.  
*astro / mapas / atlas / bóveda celeste*

II. Encierra con un círculo la opción correcta Falso (F) o Verdadero (V):[30%]

1. El paralaje geocéntrico se da cuando la línea base es el diámetro del Sol y el paralaje heliocéntrico cuando la línea base es el radio de la órbita terrestre alrededor del Sol.
2. Es posible medir la distancia hasta las estrellas.
3. Cualquier noche despejada y alejados de la contaminación lumínica de las ciudades es posible apreciar en la bóveda celeste una franja gruesa y blanca compuesta de millones de estrellas juntas, es nuestra galaxia: Andrómeda
4. En base a los datos obtenidos por mediciones radioastronómicas nos indican que la Vía Láctea es una galaxia espiral, con cuatro brazos que parten de su núcleo y se abren hacia el exterior.
5. Cuando dirigimos nuestra vista hacia el centro de la Galaxia, se percibe una creciente densidad de estrellas, lugar ubicado en la dirección de las constelaciones Sagitario, Ofiuco y Escorpión.
6. El diámetro de la Vía Láctea se calcula entre 10 – 12 años luz

III. Parte Práctica [20%]

1. ¿A cuántas unidades astronómicas equivale un pársec?

#### 5<sup>to</sup> DE SECUNDARIA

I. Completa las ideas escogiendo la palabra correcta de las opciones dadas: [50%]

1. Los planetas se mueven en órbitas \_\_\_\_\_ alrededor del Sol que permanece en uno de los \_\_\_\_\_ de la elipse. La recta que une cada planeta con el Sol barre \_\_\_\_\_ iguales en \_\_\_\_\_ iguales. El \_\_\_\_\_ del \_\_\_\_\_ orbital de un planeta es proporcional al \_\_\_\_\_ de la distancia \_\_\_\_\_ del Planeta al Sol.

*áreas / media / cuadrado / elípticas / cubo / periodo / tiempos / focos*

2. La \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ es la distancia que hay de pulso a pulso de una onda. Si la velocidad de propagación de una onda  $v$  es \_\_\_\_\_, ésta es igual a la longitud de onda  $\lambda$  multiplicada por la frecuencia  $f$ , es decir:  $v = \lambda f$ . La \_\_\_\_\_ de una onda es una medida de la variación máxima del desplazamiento u otra magnitud física, como el campo eléctrico, el campo magnético, etc. que varía periódicamente en el \_\_\_\_\_. Es la distancia máxima entre el punto más alejado

verticalmente de una onda y el punto de equilibrio.

*amplitud / onda / tiempo / longitud / constante*

3. Existen varios tipos de telescopios: \_\_\_\_\_, que utilizan lentes; \_\_\_\_\_, que tienen un espejo cóncavo en lugar de la lente del objetivo, y \_\_\_\_\_, que poseen un espejo cóncavo y una lente correctora que sostiene además un espejo secundario.

*catadióptricos / refractores / reflectores*

II. Encierra con un círculo la opción correcta Falso (F) o Verdadero (V):[30%]

1. La **polarización electromagnética** es un fenómeno que puede producirse en las ondas electromagnéticas, como la luz, por el cual el campo eléctrico oscila sólo en un plano determinado, denominado plano de polarización.
2. La **interferencia** es un fenómeno en el que dos o más ondas se superponen para formar una onda resultante de mayor o menor amplitud. El efecto de interferencia puede ser observado en cualquier tipo de ondas, como luz, radio, sonido, ondas en la superficie del agua, etc.
3. La **difracción** es un fenómeno característico de las ondas, éste se basa en el curvado y esparcido de las ondas cuando encuentran un obstáculo o al atravesar una rendija. La difracción ocurre en todo tipo de ondas, desde ondas sonoras, ondas en la superficie de un fluido y ondas electromagnéticas como la luz y las ondas de radio.
4. La frecuencia y el periodo son inversamente proporcionales.
5. La **ley del inverso del cuadrado** se refiere a algunos fenómenos físicos cuya intensidad disminuye linealmente con la distancia al centro donde se originan. En particular, se refiere a fenómenos ondulatorios (sonido y luz) y campos centrales (campos gravitacionales).
6. Se denomina **telescopio** (del griego lejos y ver) al instrumento óptico que permite ver objetos lejanos con mucho más detalle que a simple vista. Es una herramienta fundamental de la astronomía, y cada desarrollo o perfeccionamiento ha sido seguido de avances en nuestra comprensión del Universo.

III. Parte Práctica [20%]

1. Dos constantes fundamentales en la naturaleza son la permitividad eléctrica del vacío y la permeabilidad del vacío, dadas por:  $\epsilon_0 = 8854187817 \times 10^{-12} [C^2 N^{-1} m^{-2}]$  y  $\mu_0 = 4\pi \times$

$10^{-7}[NA^{-2}]$  respectivamente. Una relación fundamental para las ondas electromagnéticas está dada en función de dichas constantes, y es:  $(\epsilon_0\mu_0)^{-1/2}$

- Calcule el valor numérico, con todos los dígitos posibles de ésta relación.
- Indique las unidades finales encontradas de ésta relación.
- Identifique dicho resultado.

AYUDA: Unidad de Fuerza, Newton:  $[N] = [kgms^2]$ , Unidad de Corriente, Ampere:  $[A] = [Cs^{-1}]$

### 6<sup>to</sup> DE SECUNDARIA

I. Completa las ideas escogiendo la palabra correcta de las opciones dadas: [50%]

- Un **cuerpo negro** es un objeto teórico o ideal que absorbe toda la \_\_\_\_\_ y toda la \_\_\_\_\_ de radiación que incide sobre él. Nada de la radiación incidente se \_\_\_\_\_ de un cuerpo negro. A pesar de su nombre, el cuerpo negro emite luz y constituye un sistema físico idealizado para el estudio de la emisión de radiación \_\_\_\_\_. La luz emitida por un cuerpo negro se denomina \_\_\_\_\_.

*radiación de cuerpo negro / energía / electromagnética / refleja / luz*

- Una **galaxia** es un conjunto masivo de estrellas, nubes de gas, planetas, polvo cósmico, materia oscura, y energía oscura, unidos \_\_\_\_\_. La cantidad de estrellas que forman una galaxia es contable, desde las \_\_\_\_\_, con  $10^7$ , hasta las \_\_\_\_\_, con  $10^{12}$  estrellas. Formando parte de una galaxia existen subestructuras como las \_\_\_\_\_, los \_\_\_\_\_ y los sistemas estelares múltiples.

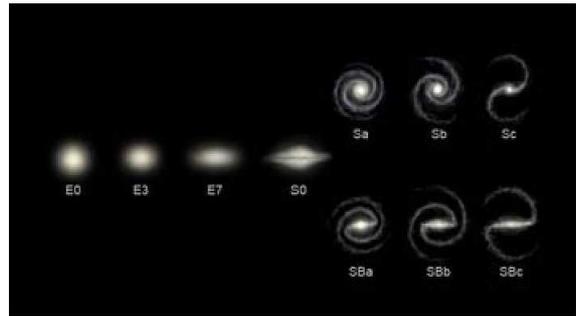
*gravitacionalmente / cúmulos estelares / nebulosas / pequeñas / gigantes*

- La **secuencia de Hubble** es una clasificación de tipos de galaxias desarrollada por Edwin Hubble en 1936. También se la conoce como \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ a consecuencia de la forma de su representación gráfica. Los tipos de galaxias se dividen en: \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ e \_\_\_\_\_.

*espirales / diapason / elípticas / irregulares / diagrama / lenticulares*

II. Encierra con un círculo la opción correcta Falso (F) o Verdadero (V):[30%]

- La ley de Stefan-Boltzmann establece que un cuerpo negro emite radiación térmica con una potencia por unidad de área ( $W/m^2$ ) proporcional a la quinta potencia de su temperatura.



- Se denomina espectro electromagnético a la distribución energética del conjunto de las ondas electromagnéticas.
- La ley de Planck permite calcular la intensidad de la radiación emitida por un cuerpo negro a una temperatura dada T.
- La ley de desplazamiento de Wien especifica que hay una relación inversa entre la longitud de onda en la que se produce el pico de emisión de un cuerpo negro y su temperatura.
- El espectro electromagnético se extiende desde la radiación de menor longitud de onda, como los rayos gamma y los rayos X, pasando por la luz ultravioleta, la luz visible y los rayos infrarrojos, hasta las ondas electromagnéticas de mayor longitud de onda, como son las ondas de radio.

III. Parte Práctica [20%]

- Calcula la longitud de onda máxima de la radiación emitida por una estrella perteneciente a la clase M, equivalente a una temperatura de 3333 [K]. Ayuda: la constante de desplazamiento de Wien vale  $b = 2.8977686 \times 10^{-3}[mK]$ .
- Calcula la emitividad de radiación de la estrella de la pregunta anterior. Ayuda: la constante del **Stefan -Boltzmann** vale  $\sigma = 5.670400 \times 10^{-8}[Wm^2K^{-4}]$

**3<sup>ra</sup> ETAPA**

17<sup>va</sup> OLIMPIADA BOLIVIANA DE FÍSICA

6<sup>to</sup> DE PRIMARIA

PARTE CONCEPTUAL:(40%). Cada pregunta vale 10%:

1. Si un cuerpo tiene masa “m” y está bajo la acción de la gravedad ¿Cómo se calcula su peso?
2. Si en una región del espacio no existe gravedad. ¿Cuál es el peso de un cuerpo de masa “m”?
3. Si la densidad de un sólido se define como:  $\rho = \frac{M}{V}$ . ¿Cómo se define para un líquido?
4. ¿Cuál de los siguientes tríos son ejemplos de energía almacenada?. Subraye la respuesta correcta.
  - a) Alambre - Lámpara - Gasolina
  - b) Gasolina - Batería - Lámpara
  - c) Manzana - Gasolina - Batería
  - d) Batería - Manzana - Lámpara
  - e) Ninguno

PARTE PRÁCTICA:(60%). CADA PREGUNTA VALE 15%:

1. Si la masa de un cuerpo es  $M = 50Kg$ . ¿Cuánto vale en libras?
2. Si la densidad de una esfera de radio  $R = 1.2m$ , es  $\rho = 7.5[Kg/cm^3]$
3. Un cilindro de altura  $H = 1m$  y  $1.2m$  de diámetro está lleno de un líquido que tiene un densidad de  $\rho = 1260Kg/cm^3$ . ¿Cuál es su masa?
4. Determinar la masa de un tanque que contiene 500l de agua ( $\rho = 1000Kg/m^3$ )

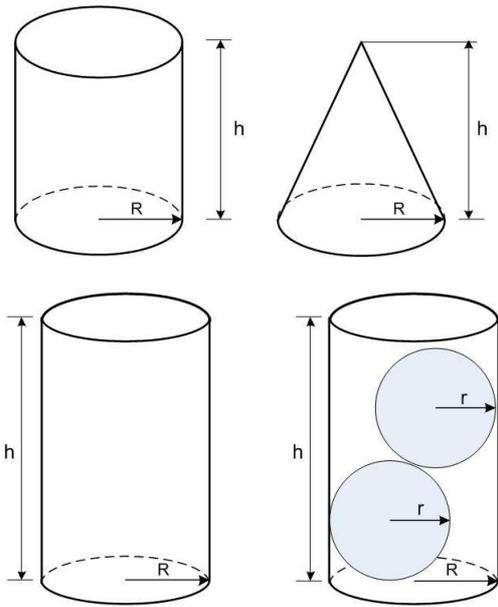
1<sup>ro</sup> DE SECUNDARIA

PARTE CONCEPTUAL:(40%). Cada pregunta vale 10%:

1. Cada instante nace una persona, ¿Significa esto que la masa de la tierra aumenta cada instante?. Justifique su respuesta.
2. ¿Cómo se clasifican los átomos?
3. ¿Cómo se producen las ondas sonoras?
4. Clasifique en orden decreciente la rapidez con la que se propaga el sonido en medios: gaseosos, líquidos, sólidos y el vacío.

PARTE PRÁCTICA:(60%). CADA PREGUNTA VALE 15%:

1. Hallar la relación  $\frac{V_{cilindro}}{V_{cono}}$ , volumen del cilindro y del cono que tienen el mismo radio y la misma altura.



2. Un cilindro de  $R = 5cm$  y altura  $h = 20cm$  está lleno de agua, al cilindro se introducen dos esferas de radio  $r = 4cm$ . Determinar la cantidad de agua que se derrama del cilindro.

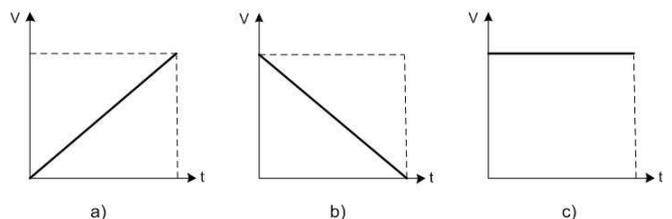
3. Efectuar la siguiente operación:

$$x = \sqrt{\frac{4 \times 10^{-2} + 2 \times 10^{-3}}{4 \times 10^2 \times 5 \times 10^{-6}}}$$

2<sup>do</sup> DE SECUNDARIA

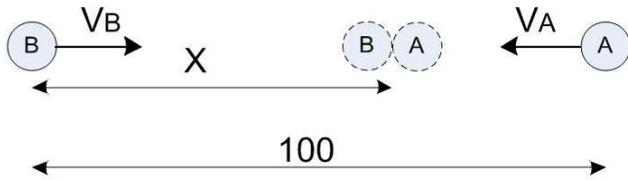
PARTE CONCEPTUAL:(40%). Cada pregunta vale 10%:

1. ¿Qué entiende por Método Científico?
2. Indique los instrumentos que se utilizan para obtener las mediciones de
  - a) Masa
  - b) Longitud
  - c) Tiempo
  - d) Temperatura
3. El paso de la carga eléctrica en un material conductor es mucho más fácil que un material no conductor. Proporcione dos ejemplos de ambos materiales.
4. ¿Cuál de las gráficas de VELOCIDAD - TIEMPO corresponde al movimiento uniforme?



PARTE PRÁCTICA:(60%). CADA PREGUNTA VALE 20%:

1. Determinar la cantidad de cobre que se requiere para construir un cilindro hueco de radio externo  $r_e = 10[cm]$  ; radio interno  $r_i = 5[cm]$  y altura  $30[cm]$ . La densidad del cobre es igual a  $8.92[g/cm^3]$ .
2. Dos partículas A y B parten al mismo tiempo con velocidades uniformes  $V_A = 20[m/s]$  y  $V_B = 30[m/s]$ . Si la distancia inicial entre ambos es de  $100[m]$ , determine la distancia  $X$  del punto de encuentro de ambos móviles.



3. ¿A qué temperatura marcan igual número de grados los termómetros graduados en centígrados y Fahrenheit

3<sup>ro</sup> DE SECUNDARIA

PARTE CONCEPTUAL:(40%). Cada pregunta vale 10%:

1. Emparejar los términos de la izquierda eligiendo una definición de la derecha, dentro del estudio de la Física.
  - a) Cantidad vectorial
  - b) Cantidad escalar
  - x) signo, magnitud, cantidad y una unidad conveniente
  - y) magnitud y una unidad conveniente
  - z) magnitud, cantidad, sentido y una unidad conveniente
  - u) magnitud, dirección, sentido y una unidad conveniente
2. La operación  $\vec{A} - (\vec{B} - \vec{B})$  da como resultado:
  - a) Un escalar
  - b) Un vector
  - c) No es posible realizar
3. ¿Cuál de los siguientes tríos son ejemplos de energía almacenada? Subraye la respuesta correcta.
  - a) Alambre - Lámpara - Gasolina
  - b) Gasolina - Batería - Lámpara
  - c) Manzana - Gasolina - Batería
  - d) Batería - Manzana - Lámpara
  - e) Ninguno
4. Para que la suma de dos vectores sea cero, dichos vectores deben ser:
  - a) vectores coplanares
  - b) vectores perpendiculares

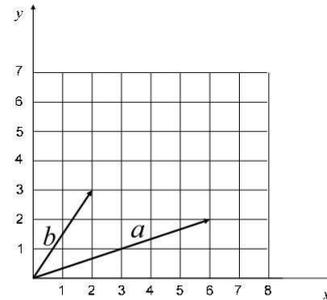
- c) vectores colineales
- d) vectores opuestos
- e) ninguno

PARTE PRÁCTICA:(60%). CADA PREGUNTA VALE 20%:

1. A partir de la gráfica x-t, determinar la rapidez de un móvil si las medidas de tiempos y velocidades del Movimiento Rectilíneo Uniforme son:

| t[s] | x[m] |
|------|------|
| 0    | 0    |
| 2    | 4    |
| 4    | 8    |
| 6    | 12   |

2. Si el valor verdadero del tiempo que debió emplear un móvil en recorrer  $100[m]$  es  $9.45[s]$  y con un cronómetro se logró medir el tiempo empleado por el móvil, resultando ser  $9.47[s]$ . Determinar el error relativo porcentual de la medida obtenida.
3. Por el método gráfico, hallar el resultado de:  $(\vec{a} + \vec{b}) - \vec{a}$



4<sup>to</sup> DE SECUNDARIA

PARTE CONCEPTUAL:(40%). Cada pregunta vale 10%:

1. Defina los tipos de onda: viajera, transversal y longitudinal.
2. ¿Es posible que dos muestras de datos puedan tener iguales valores medios, pero distintos grados de dispersión?. Justifique su respuesta.
3. Clasifique en orden decreciente la rapidez con la que se propaga el sonido en medios: gaseosos, líquidos, sólidos y el vacío.
4. Una de las afirmaciones siguientes está equivocada. Identifíquela subrayando la frase.
  - a) La magnitud de la componente de un vector no puede ser mayor que la del propio vector.
  - b) Si la componente de un vector sobre el eje es nula, podemos concluir que la magnitud del vector también lo es.
  - c) Si un vector es perpendicular a un eje, la

componente del vector sobre dicho eje es nula.  
 d) Si un vector es paralelo a un eje, la magnitud de la componente del vector es igual a la magnitud de dicho vector.

componente del vector sobre dicho eje es nula.  
 d) Si un vector es paralelo a un eje, la magnitud de la componente del vector es igual a la magnitud de dicho vector.

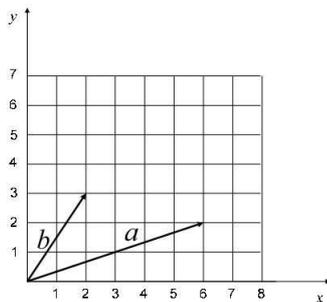
**PARTE PRÁCTICA:(60%). CADA PREGUNTA VALE 20%:**

1. Dos grupos de estudiantes miden el tiempo de desplazamiento de un móvil. Los datos se muestran en la siguiente tabla:

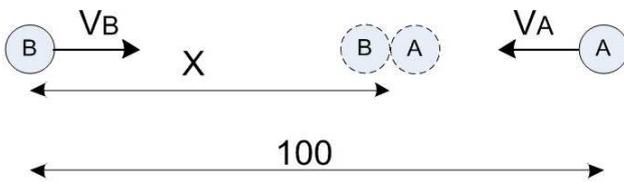
| N      | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    |
|--------|------|------|------|------|------|------|
| t1 [s] | 1,47 | 1,46 | 1,45 | 1,46 | 1,45 | 1,47 |
| t2 [s] | 1,48 | 1,46 | 1,44 | 1,46 | 1,47 | 1,45 |

Determine la magnitud de la desviación estándar de cada grupo estableciendo cuál de los grupos tiene mayor grado de dispersión de sus datos.

2. Por el método gráfico, hallar el resultado de:  $(\vec{a} + \vec{b}) - \vec{a}$ .



3. Dos partículas A y B parten al mismo tiempo con velocidades uniformes  $V_A = 20[m/s]$  y  $V_B = 30[m/s]$ . Si la distancia inicial entre ambos es de  $100[m]$ , determine la distancia X del punto de encuentro de ambos móviles.



**5<sup>to</sup> DE SECUNDARIA**

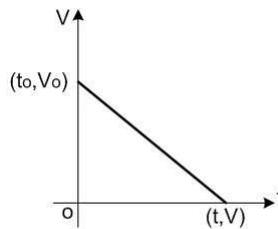
**PARTE CONCEPTUAL:(40%). Cada pregunta vale 10%:**

1. Una de las afirmaciones siguientes está equivocada. Identifíquela subrayando la frase.
  - a) La magnitud de la componente de un vector no puede ser mayor que la del propio vector.
  - b) Si la componente de un vector sobre el eje es nula, podemos concluir que la magnitud del vector también lo es.
  - c) Si un vector es perpendicular a un eje, la

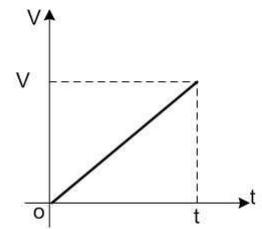
2. Explique cuando el trabajo es:

- a) positivo
- b) negativo
- c) nulo

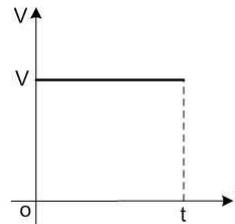
3. Indique el tipo de movimiento rectilíneo que corresponde a cada uno de los gráficos de velocidad - tiempo.



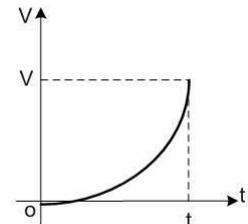
a)



b)



c)

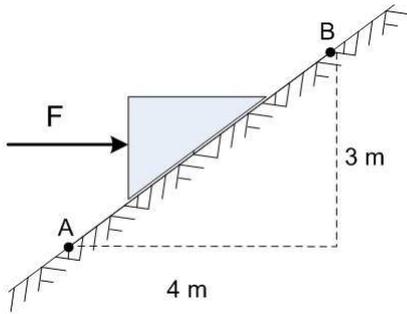
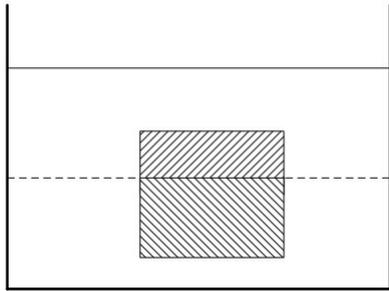


d)

4. Enuncie el Principio de Conservación de la Energía.

**PARTE PRÁCTICA:(60%). CADA PREGUNTA VALE 20%:**

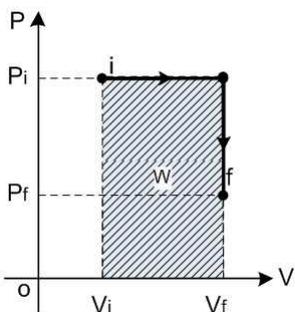
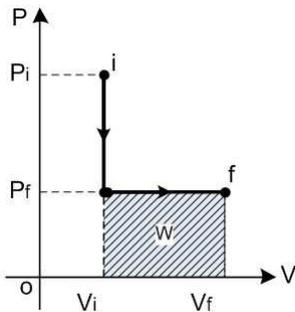
1. En lo alto de una torre se deja caer desde un gotero, una gota cada segundo. Cuando la quinta gota sale del gotero, la primera toca el suelo. Determinar la altura de la torre.
2. Un cubo macizo de madera de lado "a" y densidad  $\rho_c = 940[Kg/m^3]$ , está inmersa y en equilibrio, entre dos líquidos (agua y aceite) cuyas densidades son  $\rho_{ac} = 800[Kg/m^3]$  y  $\rho_{ag} = 1000[Kg/m^3]$ . Determinar el volumen inmerso del bloque en cada líquido.
3. Un cuerpo en forma de cuña de masa igual a  $5[Kg]$ , es empujado por una fuerza horizontal  $F = 250[N]$ , desde A hasta B sobre un plano inclinado. Suponiendo que el cuerpo parte del reposo y despreciando las fuerzas de fricción, determinar su energía cinética en el punto B.



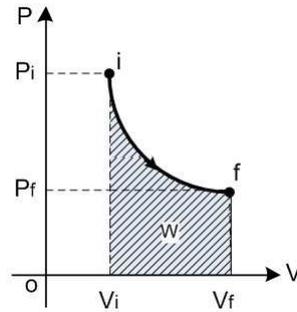
6<sup>to</sup> DE SECUNDARIA

PARTE CONCEPTUAL:(40%). Cada pregunta vale 10%:

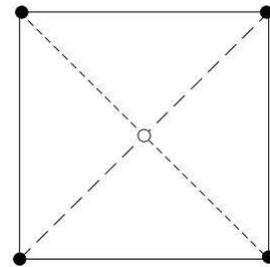
1. Enuncie la Primera Ley de la Termodinámica.
2. El trabajo realizado por un gas en expansión, desde el estado inicial (i) hasta el estado final (f) está dado por el área bajo la curva que une dichos estados en un diagrama P - V. De acuerdo a los tres diagramas P - V ¿A qué conclusión llega usted?



3. El sistema de la figura está formado por 4 cargas idénticas situadas en los vértices de un



cuadrado. Es correcto afirmar que en el centro del cuadrado:



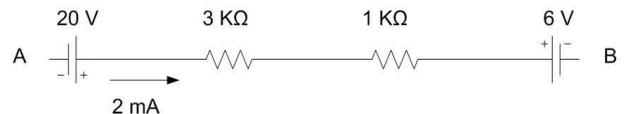
- a) El campo eléctrico y el potencial eléctrico son nulos
- b) El campo eléctrico no es nulo, pero el potencial eléctrico si
- c) El campo eléctrico es nulo y el potencial eléctrico es no nulo
- d) El campo eléctrico es nulo y el potencial eléctrico es nulo

Subraye la respuesta correcta

4. Realizar el análisis dimensional para la carga eléctrica.

PARTE PRÁCTICA:(60%). CADA PREGUNTA VALE 20%:

1. Se tiene un cilindro provisto de un pistón, que contiene un gas que se expande isobáricamente a una presión de  $2 \times 10^5 [N/m^2]$  desde un volumen inicial de  $100 [cm^3]$ , hasta un volumen de  $300 [cm^3]$ . Realizar el diagrama de Presión - Volumen, y determinar el trabajo realizado en el proceso de expansión.
2. Dos cargas  $q_1$  y  $q_2$  se encuentran separadas una distancia  $d$ . Si se aproximan las cargas hasta quedar separadas una distancia  $d/10$ . Determinar en cuánto aumenta el valor de la fuerza entre cargas.
3. En la figura se muestra la rama de un circuito. Determinar la diferencia de potencial eléctrico  $|V_A - V_B|$ .

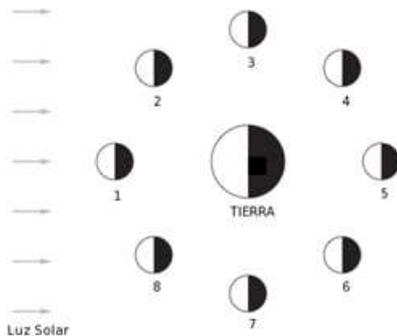


**3<sup>ra</sup> ETAPA**  
7<sup>ma</sup> OLIMPIADA BOLIVIANA DE  
ASTRONOMÍA Y ASTROFÍSICA

**6<sup>to</sup> DE PRIMARIA**

Datos:  $\pi = 3.14159$ ,  $R_{Luna} = 1738000m$ ,  $R_{Tierra} = 6378000m$ ,  $M_{Tierra} = 5.97 \times 10^{24}kg$ ,  $M_{Luna} = (M_{Tierra}/81.3)$

1. (Fases de la Luna) identifique de la siguiente figura el nombre de cada fase en los puntos 1, 3, 5, 7 y sus intermedios:



2. a. ¿Es correcto afirmar que el Norte está “arriba” y que el Sur está “abajo”?  
b. ¿En qué lugar, vaya donde vaya el caminante siempre se dirigirá al Sur?
3. La superficie de una esfera está dada por la relación:  $S = 4\pi R^2$ , donde R es el radio de la esfera. Calcula:
- La Superficie de la Luna
  - La Superficie de la Tierra
  - ¿Cuántas veces la Tierra tiene más superficie que la Luna? Toma en cuenta la superficie total de nuestro planeta, es decir la de los océanos más la de los continentes.
  - El Volumen de la Luna
  - El Volumen de la Tierra
  - ¿Cuántas veces la Tierra tiene más volumen que la Luna?
  - La densidad de la Tierra
  - La densidad de la Luna
- g. Opina sobre tus dos últimos resultados. Toma en cuenta que la densidad de una roca terrestre promedio es:  $\rho_{Roca} = 3.500kg/m^3$
4. ¿Cuál de los dos tiene atmósfera y cuál no?: La Tierra y la Luna

**1<sup>ro</sup> DE SECUNDARIA**

Datos:  $M_{Tierra} = 5.97 \times 10^{24}kg$ ,  $M_{Marte} = 6.42 \times 10^{23}kg$ ,  $M_{Luna} = (M_{Tierra}/81.3)$ ,  $M_{Júpiter} = 1.899 \times 10^{27}kg$ ,  $R_{Júpiter} = 71492km$ ,  $1MegatóndeTNT = 4.184 \times 10^{15}J$

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, es posible expresar la masa de los planetas considerando que la masa de la Tierra es la unidad.
- ¿Cuál es la masa de Marte en unidades masas – Tierra?
  - Si la masa del último de los planetas, en unidades masas – Tierra, es de 17.3 ¿Cuánto vale la masa de ese planeta?
  - ¿Cuál es ese planeta?
2. La fuerza de atracción gravitacional de un planeta está dada por la fórmula de Newton:  $F = Gm_1m_2/R^2$ , donde  $m_1$  es la masa del planeta,  $m_2$  la masa de un cuerpo cualquiera,  $R$  el radio del planeta y  $G$  la constante de gravitación universal.
- ¿Cuál es la aceleración de la gravedad en Júpiter?
  - ¿Cuál es la aceleración de la gravedad en Marte?
3. ¿Por qué motivo las lluvias de meteoros son predecibles?
4. Suponga que un meteoritoide de  $1000kg$  de masa ingresa a la Tierra a una rapidez de  $30km/s$ . Asumiendo que la atmosfera no tendrá ningún efecto en su masa y su rapidez, calcule:
- la energía cinética en unidades de Joule
  - la energía cinética en Megatones de TNT (trinitrotolueno: potente explosivo)
  - Compare su respuesta con una de las bombas atómicas de la 2da guerra mundial, que libero una energía igual a 20000 Megatones de TNT.

**2<sup>do</sup> DE SECUNDARIA**

Datos:  $M_T = 5.97 \times 10^{24}kg$ ,  $R_T = 6.378 \times 10^6m$ ,  $1a\tilde{n}oluz = 0.946 \times 10^{16}m$ ,  $R_{Sol} = 6.961 \times 10^8m$

1. Alfa Centauro, la estrella más cercana al Sol está a una distancia de 4.37 años luz, convierta esa distancia a:
- Kilómetros
  - Parsecs
  - Unidades Astronómicas
2. La estrella VY CAN MAYOR es la estrella más grande conocida hasta el presente, que tiene un radio igual a dos mil doscientas veces el radio del Sol. Calcula:
- ¿Cuántos Soles podrían caber en la estrella VY CAN MAYOR?
  - ¿Cuántos Planetas Tierra podrían caben en la estrella VY CAN MAYOR?
3. ¿Cuál es la densidad de nuestro planeta Tierra?
- Compare su respuesta con la densidad de una roca promedio:  $\rho_{Roca} = 3.500kg/m^3$

- b. ¿Qué es lo que puede inferir de su respuesta del inciso b.?
4. Ordene la estructura de las distintas partes de la estructura del Sol, desde adentro hacia fuera e indique la temperatura aproximada de cada una:
- FOTOSFERA
  - ZONA CONVECTIVA
  - CROMOSFERA
  - ZONA RADIATIVA
  - NÚCLEO
  - CORONA

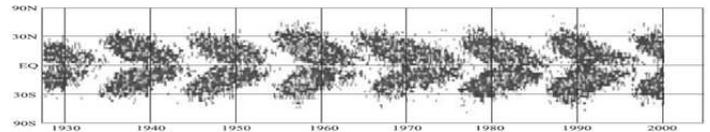
### 3<sup>ro</sup> DE SECUNDARIA

Datos para el examen:  $L_{Sol} = 3.846 \times 10^{26} W$ ,  
 $mag_{Sol} = -26.8^m$ ,  $R_{Sol} = 6.961 \times 10^8 m$

- La estrella más próxima a nosotros se llama Alfa Centauro, cuyo paralaje heliocéntrico vale 0.765 segundos de arco.
  - Explique con un gráfico el concepto de paralaje heliocéntrico
  - Calcule la distancia a la que se encuentra Alfa Centauro de nosotros en:
    - Años Luz
    - Parsecs
    - Unidades Astronómicas
- La estrella VY CAN MAYOR es la estrella más grande conocida hasta el presente, tiene un radio igual a dos mil doscientas veces el radio del Sol. Calcula:
  - El flujo saliente de VY CAN MAYOR y cuya luminosidad es igual a  $L = 270000 L_{Sol}$
  - El flujo saliente de la misma estrella si estuviera a una distancia igual a 1.170 pc (que es una milésima de su distancia real)
  - Calcula la magnitud estelar de dicha estrella. Ayuda: usa la magnitud del Sol.
  - Si VY CAN MAYOR estaría en lugar del SOL, ¿hasta donde llegaría? Escribe tu respuesta en Unidades Astronómicas.
- El viento solar abandona isotrópicamente el Sol con una rapidez igual a  $450 km/h$  y llega a la Tierra en 4 días. Se lo ha detectado a más de  $50 UA$  del Sol con un flujo todavía considerable y un flujo casi nulo a  $100 UA$ , que marcaría su orilla o alcance máximo. ¿En cuanto tiempo llegará a su alcance máximo u orilla?
  - Calcula la luminosidad del Sol que llega a un pedazo de tierra de  $1 m^2$  sobre la superficie de nuestro planeta. Ayuda: El flujo en la Tierra es igual a la potencia total del Sol dividido entre el área de una esfera de radio igual a  $1 UA$ .
- En el siguiente gráfico se aprecia el número de manchas solares (cada pequeño punto o raya negra o ploma) en el tiempo (“años” en el eje

horizontal) en función de su localización alrededor del Ecuador (EQ) del Sol (eje vertical), donde N y S simbolizan el polo Norte y el polo Sur del Sol respectivamente. Analizando dicho gráfico, responde:

- ¿Cuál es el periodo de la actividad de las manchas solares? (por ejemplo, el intervalo de tiempo entre dos máximos)
- ¿Cuándo será el siguiente máximo de manchas solares?
- ¿Cuándo fue el último mínimo de manchas solares?



### 4<sup>to</sup> DE SECUNDARIA

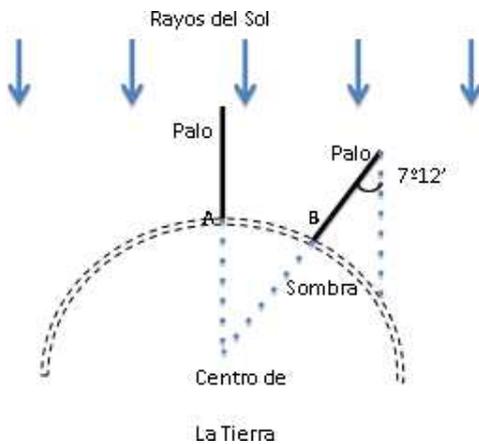
- Indique el nombre de cada uno de éstos telescopios y sus partes más principales:



- La resolución angular de un telescopio viene dada por la siguiente relación:  $RA = 250000 \lambda / d$ , donde  $\lambda$  es la longitud de onda (longitud característica de cada color y de cada onda electromagnética en general) y  $d$  es el diámetro o apertura del telescopio. La resolución angular de nuestros ojos (Ojos Humanos) es:  $RA_{OH} = 60''$ . ¿De qué tamaño tendría que ser la pupila de nuestros ojos para que “veamos” Rayos X? Ayuda: Usa el valor conocido de la longitud de onda de los rayos X:  $\lambda_{RX} = 10^{-8} m$ .
- En el cine, a veces un espectador ve a un actor que se mira en un espejo y el espectador ve la cara del actor en el espejo. Durante la filmación de la escena, ¿qué ve el actor en el espejo?
    - Su propia cara
    - La cara del espectador
    - La cara del director
    - La cámara de cine
    - Imposible de saber
  - ¿Por qué? algunas ambulancias tienen escrito en su parte delantera el símbolo:

AMBULANCIA

4. Eratóstenes, hace unos 2242 años, calculó la circunferencia de la Tierra. ¿Cómo? el sabía que en Asuán (A), Egipto, el día del solsticio de verano los palos no proyectaban sombra alguna al mediodía (el Sol pasaba por el cenit). Eratóstenes, estimó que Alejandría (B) estaba a la misma longitud geográfica que Asuán (más al norte) entonces notó que el mismo día del solsticio de verano, a mediodía en Alejandría, un palo sí hacía sombra (el Sol no pasaba por el cenit). El palo y su sombra constituían los catetos de un triángulo y Eratóstenes midió el ángulo del vértice superior de su triángulo obteniendo  $7^{\circ}12'$ , luego midió la distancia entre Asuán y Alejandría obteniendo 5000 estadios ( $1\text{estadio} = 0.158\text{km}$ ). Calcula:



- La distancia en km Asuán – Alejandría
- La circunferencia de la Tierra
- El radio de la Tierra

**5<sup>to</sup> DE SECUNDARIA**

Datos:  $M_{Sol} = 1.989 \times 10^{30}\text{kg}$ ,  $R_{Sol} = 6.961 \times 10^8\text{m}$ ,  
 $L_{Sol} = 3.846 \times 10^{26}\text{W}$ ,  $G = 6.673 \times 10^{-11}\text{m}^3/\text{kg}\cdot\text{s}^2$ ,  
 $1\text{UA} = 1.496 \times 10^{11}\text{m}$

1. La Clasificación estelar más utilizada en Astrofísica es la de Harvard (1890). A continuación se presenta la tabla no totalmente completa:

| Clase | Temperatura | Color | Masa*      | Radio*      | Luminosidad* |
|-------|-------------|-------|------------|-------------|--------------|
| O     |             |       | > 16       | > 6.6       |              |
| B     |             |       | 2.1 a 16   | 1.8 a 6.6   |              |
| A     |             |       | 1.4 a 2.1  | 1.4 a 1.8   |              |
| F     |             |       | 1.04 a 1.4 | 1.15 a 1.4  |              |
| G     |             |       | 0.8 a 1.04 | 0.96 a 1.15 |              |
| K     |             |       | 0.45 a 0.8 | 0.7 a 0.96  |              |
| M     |             |       | < 0.45     | < 0.7       |              |

\* La Masa, el Radio y la Luminosidad se miden en unidades de la Masa Solar, el Radio Solar y la Luminosidad Solar.

a. Existe una relación Masa – Luminosidad dada por:  $(L/L_{Sol}) = (M/M_{Sol})^{3.5}$ , donde L y

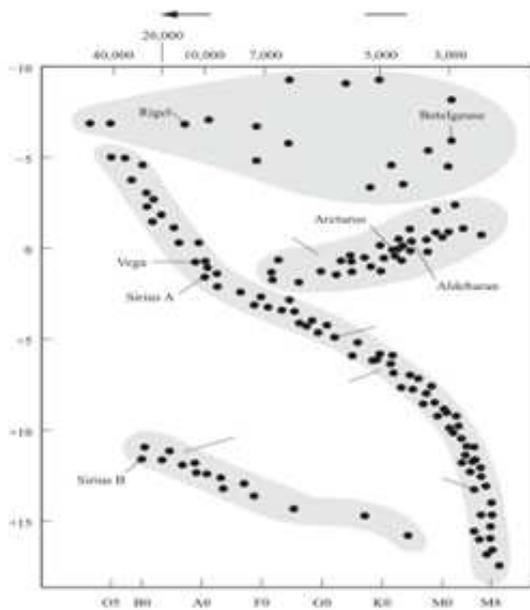
M son la Luminosidad y la Masa de cualquier estrella de la secuencia principal del diagrama Hertzsprung – Russell y  $L_{Sol}$  y  $M_{Sol}$  son la Luminosidad y la Masa del Sol. Calcula la Luminosidad, en la última columna de la Tabla, para cada clase espectral.

- Escribe el color de cada una de éstas clases espectrales en la columna correspondiente.
  - Escribe la Temperatura aproximada de cada una de estas clases espectrales en la columna correspondiente.
- Asumiendo que la luminosidad del Sol ha sido constante en el tiempo ¿Cuánto de energía ha emitido el Sol al espacio en los últimos 1000 millones de años?
    - La cantidad de Energía producida en la formación de una estrella de masa M (nacimiento estelar debido a la contracción gravitacional de una nebulosa o nube de materia interestelar, compuesta por H y He principalmente) viene dada por la relación:  $E = GM^2/R$ . Calcula dicha energía para el caso de nuestro Sol. Donde G es la constante de gravitación universal (su valor está en los datos provistos al comienzo del examen).
    - Compara los resultados de los incisos a. y b. e indica si es posible afirmar que la mayoría de la energía liberada por el Sol en ese tiempo pueda provenir de la energía producida en la contracción gravitacional.
  - Calcule el periodo orbital de La Tierra en segundos y con el valor conocido de 1Unidad Astronómica (UA) y su resultado calcule la masa del Sol.
  - En el siguiente diagrama de Hertzsprung – Russell coloca donde corresponda:
    - las enanas blancas.
    - el Sol.
    - la Temperatura y sus unidades.
    - la Magnitud Absoluta.
    - las estrellas Gigantes.
    - las estrellas Super Gigantes.
    - La secuencia principal

**6<sup>to</sup> DE SECUNDARIA**

Datos:  $h_{Planck} = 6.626 \times 10^{-34}\text{Js}$ ,  $M_{Sol} = 2 \times 10^{30}\text{kg}$ ,  
 $R_{Tierra} = 6378 \times 10^3\text{m}$ ,  $L_{Sol} = 3.846 \times 10^{26}\text{W}$ ,  $k_{Wien} = 2.8977686 \times 10^{-3}\text{mK}$ ,  $\rho_{Agua} = 1000\text{g/cc}$

1. Las ondas de Radio, las cuales viajan con la rapidez de cualquier onda electromagnética en el vacío, que puede ser tomada numéricamente igual a  $c = 3.00 \times 10^8\text{m/s}$ , tienen un intervalo de longitudes de onda desde  $10^4$  metros hasta  $0.1\text{m}$ , las microondas desde  $9.3\text{m}$  hasta  $10^{-4}\text{m}$ , las infrarrojas desde  $10^{-3}\text{m}$  hasta  $7 \times 10^{-7}\text{m}$ , la luz visible desde  $7 \times 10^{-7}\text{m}$  (rojo) hasta  $4 \times 10^{-7}\text{m}$  (violeta), la radiación ultravioleta desde  $4 \times 10^{-7}\text{m}$  hasta  $6 \times 10^{-10}\text{m}$ , los



rayos X desde  $10^{-8}m$  hasta  $6 \times 10^{-12}m$  y los rayos Gamma desde  $10 \times 10^{-10}m$  hasta  $10^{-18}m$ . Calcule, para todos los conjuntos del espectro electromagnético, lo siguiente:

- El rango de frecuencias ( $f$ ) con sus unidades correspondientes.
  - El rango de energías, en Joule (J), usando la relación encontrada por Max Planck en 1900, dada por la relación:  $E = hf$ , donde  $h$  es la constante de Planck (ver Datos)
  - El rango de energías, en electrón-Voltios (eV) que es otra unidad de medida de la energía, utilizando la relación de conversión:  $1eV = 1.602 \times 10^{-19}J$ .
  - ¿Cuáles de estos conjuntos se solapan?
- En la constelación de Orión, existen dos estrellas de colores distintos: Betelgeuse emite un resplandor rojo y Rigel que emite un color azul.
    - (Pregunta de respuesta rápida) ¿Cuál de las dos tiene una temperatura superficial más elevada?
      - Betelgeuse
      - Rigel
      - Ambas poseen igual temperatura superficial
      - Imposible de determinar
    - (Justificación de su razonamiento) Calcule el valor de la Temperatura Superficial de ambas estrellas y justifique su respuesta del inciso a.
  - Una enana blanca, posee la interesante propiedad de que mientras más masa tienen poseen menos tamaño, como se puede apreciar en la siguiente tabla:
    - Calcule las densidades de las tres enanas blancas de la tabla e indique qué puede inferir de sus resultados.
    - Suponga que dos enanas blancas tienen

| Masa          | Radio            |
|---------------|------------------|
| $0.5 M_{Sol}$ | $1.5 R_{Tierra}$ |
| $1.0 M_{Sol}$ | $0.9 R_{Tierra}$ |
| $1.3 M_{Sol}$ | $0.4 R_{Tierra}$ |

la misma temperatura. Se sabe que la más masiva de las 2 es menos luminosa que la menos masiva, en una razón  $(L_{menosMasiva}/L_{MasMasiva}) = 2$  explica el por qué. Ayuda:  $(L/L_{Sol}) = (M/M_{Sol})^{3.5}$  donde  $L$  y  $M$  son la Luminosidad y la Masa de cualquier estrella de la secuencia principal del diagrama Hertzsprung – Russell y  $L_{Sol}$  y  $M_{Sol}$  son la Luminosidad y la Masa del Sol.

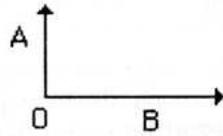
- Un Agujero Negro es una región del espacio cuya enorme densidad, provocada por una gran concentración de masa en su interior, genera un campo gravitacional tal que ninguna partícula material, ni siquiera la luz, puede escapar de él. Estudios sugieren que en el centro de todas las galaxias existe un agujero negro supermasivo de masa  $M$ , cuya densidad se puede calcular de la siguiente relación:  $\rho \approx 6.177 \times 10^{17}(M_{Sol}/M)^2$ .
  - ¿Qué masa tendría que tener el agujero negro para que su densidad sea igual a la del agua?
  - Se cree que en el centro de nuestra galaxia existe un agujero negro de  $4.5 \times 10^6 M_{Sol}$ . ¿Cuánto vale aproximadamente su densidad?

**NACIONAL**  
7<sup>ma</sup> OLIMPIADA BOLIVIANA DE  
FÍSICA

**3<sup>ro</sup> DE SECUNDARIA**

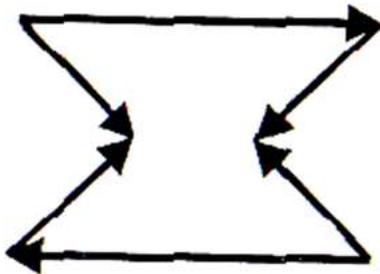
**I. PREGUNTAS CORTAS (1 Punto por pregunta)**

1. Dos móviles, A y B, parten al mismo tiempo del punto O con rapidez de 2 [m/s] y 3 [m/s] respectivamente. Sus direcciones y sentidos se muestran en la figura. La distancia que los separa al cabo de  $t$  segundos es:



- a)  $\sqrt{5}t$  [m]  
b)  $\sqrt{13}t$  [m]  
c)  $13t$  [m]  
d)  $2.5t$  [m]  
e)  $\sqrt{13}t$  [m]

2. Tomando como referencia de escala el vector superior con una magnitud de 6 unidades, la suma de los vectores de la figura tiene un valor igual a:



- a) 0  
b) 2  
c) 10  
d) 10  
e) 20

3. Si un carro recorre 120 [km] en 2 horas, luego 80 [km] en 0.5 horas y finalmente 100 [km] en 3.5 horas, su velocidad media en todo el trayecto es igual a:

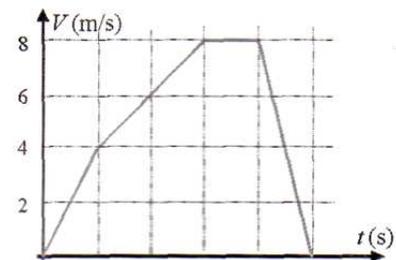
- a) 240 [km/h]  
b) 120 [km/h]  
c) 50 [km/h]  
d) 90 [km/h]

4. Un estudiante realiza en el laboratorio una medida única del diámetro de un disco, obteniendo un valor representativo  $D$  y un error absoluto  $e_D$  iguales a:  $D = 125.6478$  y  $e_D = 0.00256$  El número de cifras significativas correcto para el resultado final del diámetro será:

- a) Tres  
b) dos  
c) uno  
d) cinco  
e) cuatro

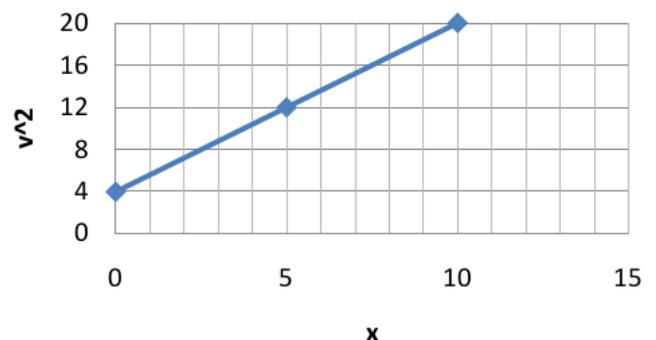
5. Si la medida de la estatura de un estudiante es  $h = (1.68 \pm 0.02)$  [m], ¿Cuál es el error relativo y el error porcentual de la medida?

6. La gráfica muestra el valor de la velocidad en función del tiempo para un cuerpo que se desplaza sobre una trayectoria rectilínea. El intervalo durante el cual recorrió mayor distancia está localizado entre:



- a) 0 y 1s  
b) 1 y 2 s  
c) 2 y 3s  
d) 3 y 4 s  
e) 4 y 5 s

7. Un auto se mueve a lo largo de una línea recta. La gráfica de su rapidez al cuadrado,  $v^2$  en función de su distancia recorrida,  $x$  se muestra en la figura (unidades en el SI). La aceleración del auto es igual a:



- a)  $0.2 \text{ m/s}^2$   
b)  $0.4 \text{ m/s}^2$   
c)  $0.6 \text{ m/s}^2$   
d)  $0.8 \text{ m/s}^2$   
e)  $0.2 \text{ m/s}^2$

8. Una pelota es lanzada verticalmente hacia arriba desde un punto que se encuentra a una altura  $h$ . Determinar con que velocidad cae la pelota si se sabe que la distancia total que recorrió fue 3 h.

- a)  $\sqrt{2gh}$
- b)  $\sqrt{3gh}$
- c)  $3\sqrt{gh}$
- d)  $\sqrt{3gh}/2$
- e)  $\sqrt{2}\sqrt{gh}$

## II. PROBLEMAS (6 Puntos por pregunta)

1. Dados los tres números: 49238;  $6.382 \times 10^4$ ; 86.545
  - a) Multiplicarlos
  - b) Sumar los dos primeros números y el resultado multiplicar por el tercero
  - c) Multiplicar los dos últimos y dividir el resultado entre el primero
 Dar todas las respuestas con el número correcto de cifras significativas
2. En un experimento se ha hecho la medida de un tiempo  $T[s]$  en función de una distancia  $b[cm]$  para un cuerpo en movimiento. Grafique el tiempo  $T$  en función de la distancia  $b$  e indique cual es el valor mínimo de  $T$  y a que valor de  $b$  corresponde.

| T [s] | b [cm] |
|-------|--------|
| 3,07  | 1,3    |
| 2,056 | 3,3    |
| 1,692 | 5,3    |
| 1,476 | 7,3    |
| 1,356 | 9,3    |
| 1,312 | 11,3   |
| 1,264 | 13,3   |
| 1,236 | 15,3   |
| 1,224 | 17,3   |
| 1,224 | 19,3   |
| 1,238 | 21,3   |
| 1,244 | 23,3   |
| 1,274 | 25,3   |
| 1,3   | 27,3   |
| 1,306 | 29,3   |
| 1,326 | 31,3   |
| 1,332 | 33,3   |

3. Un coche que se desplaza a  $v_0 = 90$  km/h comienza a frenar con movimiento uniformemente retardado hasta alcanzar una cierta velocidad mínima ( $v_m$ ); luego comienza a acelerar con movimiento uniformemente acelerado hasta alcanzar de nuevo la velocidad de 90 [km/h]. Al realizar esta maniobra, el coche emplea un tiempo de un minuto y recorre una distancia de 1 [km]. ¿Cuál es la velocidad mínima del coche?

4. Desde un tejado caen una tras otra dos gotas. Después del tiempo  $t = 2[s]$  de desprenderse la segunda gota la distancia entre las dos gotas es de 25 [m]. ¿Cuánto tiempo antes que la segunda comenzó a caer la primera?
  - a) 0.5 s
  - b) 1 s
  - c) 1.5 s
  - d) 2 s
  - e) 2.5 s

## Prueba Experimental AFORO DE CAUDALES

### 1. Objetivo

Determinar la relación que existe entre tiempo de salida de un volumen determinado de agua y el área del orificio.

### 2. Introducción

Se Consideran varias latas fabricadas en hojalata, las que se usan en el envasado de conservas. Cada una de las latas tiene un pequeño orificio circular de diámetro conocido en su fondo. Los diámetros de cada uno son distintos entre si. Cuando las latas se llenan con un determinado volumen de agua estas tardan en vaciarse un tiempo que depende del diámetro del orificio.

### 3. Lista de Materiales

- Un frasco de plástico transparente
- Papel Milimetrado
- Tijeras
- Cronómetro
- Cinco latas con orificios perforados de distintos diámetros

### 4. Procedimiento Experimental

Las latas se llenan en turno con agua usando uno de los frascos de vidrio mientras el otro sirve para coleccionar el agua que sale por el agujero. En la pared del frasco se adhiere una tira de papel milimétrico que sirve para aforar el volumen de agua que va entrando al frasco. Sobre le papel se hacen dos marcas que sirven de referencia la volumen que se toma en cuenta. La parte baja del frasco, que generalmente no es precisamente cilíndrica se inunda para así no tomarla en cuenta.

Tomar el tiempo que tarda en llenar el volumen seleccionado, y llenar la tabla siguiente:

| Diámetro [m] | Tiempo [s] |
|--------------|------------|
|              |            |
|              |            |
|              |            |
|              |            |
|              |            |

Grafique los valores de la tabla obtenida de Tiempo vs. diámetro.

**Sugerencia**

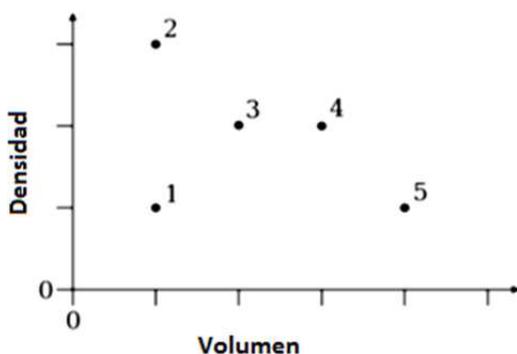
Mida un cierto volumen fijo de agua que haya salido de la lata utilizando el frasco transparente. El volumen puede medirse entre dos marcas a distinta altura en la pared del frasco, sin necesidad de conocer la sección transversal del frasco, siempre y cuando la sección sea uniforme. Probablemente la parte inferior del frasco este redondeada y la sección no será uniforme, por lo que la marca inferior deberá colocarse antes donde empiece la curvatura del frasco.

**4<sup>to</sup> DE SECUNDARIA****I. PREGUNTAS CORTAS (1 Punto por pregunta)**

1. Cuando la luz pasa a través de un prisma y se divide en los colores del espectro, este es un ejemplo de:

a) Dispersión  
b) Difracción  
c) Reflexión  
d) Refracción

2. La densidad y el volumen de cinco objetos del mismo material es graficada en la figura adjunta. ¿Cuáles de los objetos tienen la misma masa?

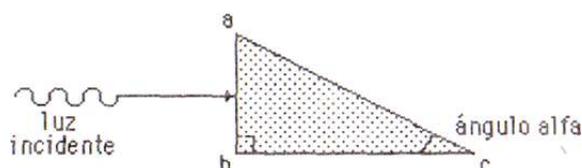


a) 3 y 5  
b) 3 y 4  
c) 1 y 2  
d) 1 y 3  
e) 1 y 5

3. Un regimiento desfila con un ritmo de 120 pasos por minuto obedeciendo los golpes de un tambor que le precede. Se observa que la última fila esta con el pie izquierdo al frente cuando la primera fila esta con el pie derecho al frente. Cuál es la longitud del regimiento? Considere la velocidad del sonido  $v=340$  m/s.

a) 170 m  
b) 34 m  
c) 340 m  
d) 68 m  
e) 255 m

4. Un rayo de luz incide normalmente sobre la cara  $ab$  de un prisma de cristal (índice de refracción del prisma,  $n = 1.52$ ) como se muestra en la figura. Considerando que el prisma está sumergido en el agua ( $n = 1.33$  para el agua), ¿Cuál es el máximo valor del ángulo  $\alpha$  para que el rayo sea totalmente reflejado en la cara  $ac$ ? (Escoja la opción que más se acerque al resultado que obtenga)



a)  $20^\circ$   
b)  $30^\circ$   
c)  $40^\circ$   
d)  $45^\circ$   
e)  $50^\circ$

5. Un piloto viaja en un jet a la velocidad del sonido y se acerca a una fuente estacionaria. ¿Cuál será la frecuencia aparente que escucha el piloto de un silbido acústico de 1000 Hz emitido desde dicha fuente?

a) Cero  
b) 500 Hz  
c) 1000 Hz  
d) 1500 Hz  
e) 2000 Hz

6. Un rayo de luz pasa del vacío a un vidrio con índice de refracción  $n$ . ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta?

a) La frecuencia y la velocidad de la luz disminuyen  $n$  veces  
b) La longitud de onda y la velocidad disminuyen  $n$  veces  
c) La frecuencia y la velocidad de la luz no varían  
d) La longitud de onda aumenta en  $n$  veces y la frecuencia disminuye en  $n$  veces  
e) La longitud de la onda disminuye  $n$  veces y la frecuencia aumenta  $n$  veces

7. Desde la ventana de un tren, un pasajero arroja un cuerpo hacia atrás con cierta velocidad  $v$ . Consideremos para el tren cuatro situaciones: a) está inmóvil, b) se mueve con velocidad constante, c) está acelerando, d) está frenando. Es cierto que:

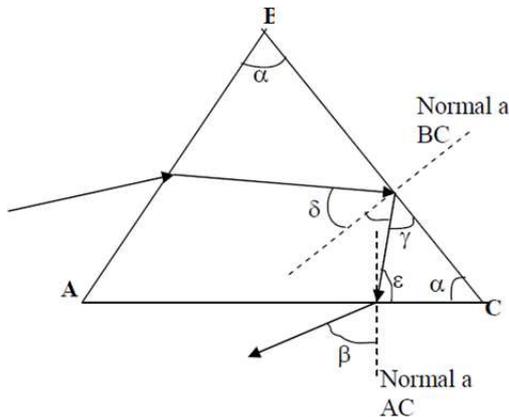
A. En todas las ocasiones el cuerpo tarda el mismo tiempo en caer  
B. En todas las ocasiones el cuerpo desciende formando una parábola con respecto al pasajero  
C. En las situaciones (a) y (b) un observador sobre la vía ve que el cuerpo cae en línea recta  
D. En el caso (d) el cuerpo cae más lentamente que en el (c)

E. En el caso (d) el movimiento del cuerpo forma una parábola hacia atrás y en el (c) hacia adelante.

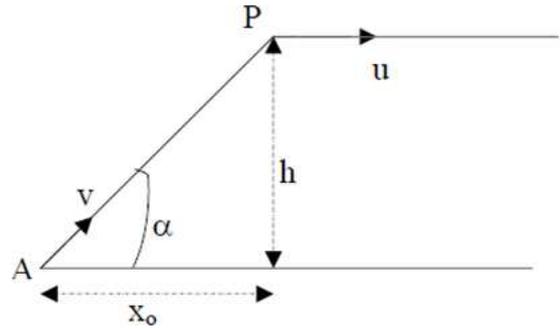
8. En el quinto segundo de un movimiento uniformemente desacelerado, un cuerpo recorre 5 cm y se detiene. ¿Qué distancia recorrió el cuerpo en el tercer segundo de este movimiento?
- (a) 10 cm  
 (b) 15 cm  
 (c) 20 cm  
 (d) 25 cm  
 (e) 30 cm

## II. PROBLEMAS (6 Puntos por pregunta)

1. Un submarino desciende en dirección vertical con una velocidad constante  $v$ . En un determinado instante emite un sonido que dura un tiempo  $T_0$ . El sonido se refleja en el fondo del mar, llega al submarino y el tiempo que dura el sonido reflejado medido en el submarino es  $T$ . Si la velocidad del sonido en el agua es  $c$ , determinar la velocidad con la que se sumerge el submarino.
2. Considere un prisma de vidrio triangular ABC equilátero con índice de refracción  $n=1.5$ . Por su cara AB inciden rayos luminosos que llegan a la cara BC, unos se refractan y otros se reflejan. Los que se reflejan llegan a la cara AC y salen al aire formando un cierto ángulo  $\beta$ . Se pide determinar el mayor ángulo  $\beta$  posible.



3. Un pato vuela en línea recta con velocidad constante  $u$  y a una altura  $h$  sobre el suelo. Un cazador situado en A dispara una bala con una velocidad  $v$  apuntando en la dirección del pato tal como muestra la figura. El pato es alcanzado por la bala y se pide la altura a la que volaba.



## 2. Introducción

Los discos compactos conocidos también como CD's, sirven para almacenar una gran cantidad de información en su superficie. La información que guardan puede consistir en programas de cómputo, datos, o música la cual es digitalizada mediante una serie de pequeñas cavidades a lo largo de un surco en espiral sobre una de las caras del CD.

El surco corre en una espiral continua desde una circunferencia interior hasta una exterior. El surco es muy delgado y las cavidades tienen una profundidad de unos 0.12 mm por debajo de la base del mismo. La información contenida en la espiral es descifrada en un lector o reproductor de CD's, con un láser de 780 nm que enfoca luz en el surco. Un sistema óptico y electrónico en el reproductor de CD's, recoge la información.

Para poder estimar la separación entre los surcos de un disco se debe utilizar la ecuación de difracción.

$$\pm m = d \sin \theta.$$

Donde  $\lambda$  es la longitud de onda del láser,  $d$  es la distancia de separación entre franja y franja de la rejilla (surcos del disco compacto) y  $\theta$  es el ángulo de difracción, la figura siguiente muestra la geometría usada para el ángulo de difracción.

## 3. Lista de Materiales

- Un CD
- Una pantalla Amplia (Cartulina Blanca)
- Apuntador laser de 780 nm
- Flexo

**Advertencia:** No mire directamente al apuntador laser, ni lo dirija a los ojos de ninguna otra persona.

## 4. Procedimiento Experimental

- Fijar la cartulina blanca en la pared para que esta sirva de pantalla.
- Sujetar el laser a unos 10 cm del disco, y hacer que el rayo incida de manera perpendicular a la superficie del disco compacto.
- Hallar el valor del ángulo de difracción con su respectivo error.

### Prueba Experimental

## DIFRACCIÓN CON UN DISCO COMPACTO

### 1. Objetivo

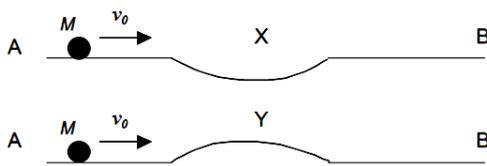
Determinar la distancia de separación entre surcos de un disco compacto

- Determine la distancia de separación entre surcos del disco compacto con su - respectivo error.

5<sup>to</sup> DE SECUNDARIA

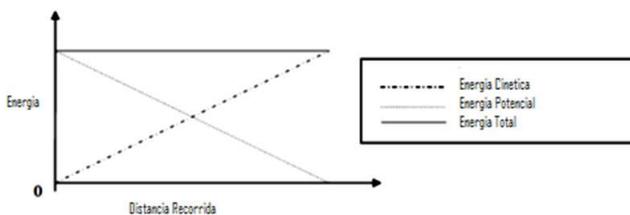
I. PREGUNTAS CORTAS (1 Punto por pregunta)

- Una pequeña masa  $M$  tiene una velocidad inicial  $v_0$  y se desliza de A hacia B por dos posibles trayectorias: una de ellas tiene una región cóncava en X, y la otra tiene una región convexa en Y, siendo ambas idénticas geoméricamente pero invertidas. Si se ignora la fricción, cuál de las dos trayectorias le toma menos tiempo a la masa  $M$ .



- Vía X
- Vía Y
- No se puede inferir nada
- El tiempo es el mismo

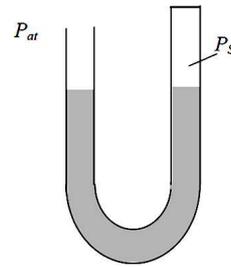
- El gráfico representa la energía cinética, la energía potencial y la energía total del movimiento de un bloque. Cuál describe mejor el movimiento del bloque?



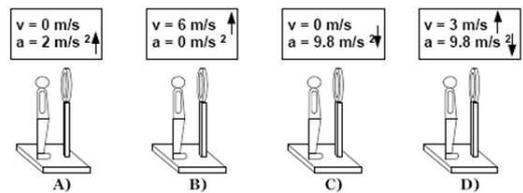
- Se desliza hacia abajo de un plano inclinado con una velocidad constante
- Cae con una velocidad constante
- Acelera en el plano de una superficie horizontal
- Cae libremente por la acción de la gravedad
- Ninguno

- Un tubo de vidrio en U que está sellado en un extremo y abierto al otro a la presión atmosférica, contiene mercurio de modo tal que en ambas ramas la altura es la misma. La presión del mercurio en el extremo cerrado es  $P_s$  y la presión atmosférica es  $P_{atm}$ . Qué se puede decir acerca de la presión de este sistema?

- $P_s = P_{atm}$
- La presión en todos los puntos del mercurio es la misma
- $P_s > P_{atm}$
- $P_s < P_{atm}$



- Una persona de masa  $M$  está parada sobre una báscula dentro de un elevador. La velocidad y la aceleración, tanto en magnitud como en dirección, se dan en cada una de las situaciones mostradas en la figura. En cuál de las situaciones la báscula indicará el menor peso de la persona.



- En A
  - En D
  - En B, C y D
  - En C
  - En C y D
- P: La temperatura no es constante en un proceso adiabático  
Q: Un proceso adiabático no obedece la ecuación del gas ideal
    - El estamento P es correcto pero Q es incorrecto
    - El estamento P es incorrecto pero Q es correcto
    - Ambos estamentos son correctos y Q es correcto por las razones dadas en P
    - Ambos estamentos son correctos y Q no es la razón por la que ocurre P
  - Considere un pistón cilíndrico en el que tanto la masa del pistón como la presión atmosférica que actúa sobre éste son constantes. Un gas en el cilindro está calentándose y se expande. Cuál de las siguientes sentencias es verdadera?
    - La densidad del gas crece
    - La presión del gas decrece
    - La energía interna del sistema se mantiene constante
    - En este proceso el gas realiza trabajo
  - Se ha propuesto un sistema que es capaz de extraer del océano energía calórica para realizar un trabajo útil. La idea es la siguiente: el volumen de agua en el océano es igual a 1370 millones de  $\text{km}^3$ . Tomando (para simplificar los cálculos) la densidad del agua marina como la

del agua dulce, hallamos que su masa constituye alrededor de  $1.4 \times 10^{21} \text{ kg}$ . Ya que la capacidad calórica del agua es aproximadamente igual a  $4.2 \text{ kJ/kgK}$ , con el enfriamiento de todas las aguas del océano mundial en  $1\text{K}$  se desprenderán  $6 \times 10^{24} \text{ J}$ . Teniendo en cuenta que en un año todas las centrales eléctricas del mundo generaran  $2 \times 10^{19} \text{ J}$  tendríamos energía para cientos de miles de años. Qué ley se violaría con este proceso?

- La ley cero de la termodinámica
- La primera ley de la termodinámica
- La segunda ley de la termodinámica
- La ley de Kelvin
- No se viola ninguna ley

8. Un ascensor se mueve uniformemente con tres personas a bordo. Al llegar al quinto piso se detiene. En el instante en que se detiene se observa que:

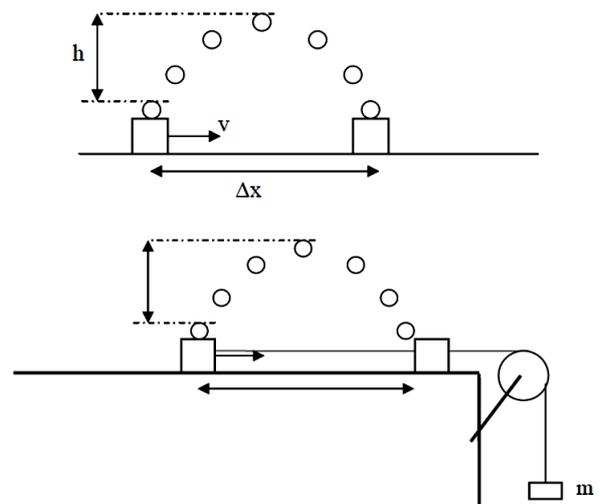
- Aumenta el peso de las personas
- Disminuye su peso pero aumenta la fuerza de gravedad
- Disminuye su peso
- Aumenta su peso y la fuerza de gravedad
- Depende del sentido del movimiento.

## II. PROBLEMAS (6 Puntos Prob. 1 y 15 Puntos Prob. 2)

- En los extremos de una palanca de brazos iguales se cuelgan dos cuerpos de la misma masa. Uno de los cuerpos se introduce en un líquido de densidad  $\rho_1$  y el otro en un líquido de densidad  $\rho_2$ , observándose que la palanca sigue en equilibrio. Calcular la relación de densidades entre ambos cuerpos.
- Un carrito para demostraciones de mecánica puede lanzar verticalmente hacia arriba una bola y luego recogerla. Con este dispositivo se demuestra que la bola retorna al carrito incluso si este se desplaza con velocidad constante  $v$  sobre un riel horizontal sin rozamiento. La masa del carrito es  $1300 \text{ g}$  y su longitud  $10 \text{ cm}$ , la masa de la bola es  $10 \text{ g}$  y su diámetro  $2 \text{ cm}$ . La bola se lanza desde el centro del carrito. En un experimento el carrito recorre una distancia  $\Delta x = 0.40 \text{ [m]}$  y la bola alcanza una altura máxima de  $h = 0.50 \text{ [m]}$ .

- Calcular la velocidad de salida vertical  $v_h$  de la bola con respecto al carrito y la velocidad de este,  $v$ .

En otro experimento se demuestra que la bola puede caer fuera del carrito si este está acelerando durante el tiempo que la bola permanece en el aire. La aceleración del carrito se consigue mediante una masa  $m$  atada al carrito y colocada como indica la figura inferior. Se admite que no existe rozamiento y las masas de la polea y de la cuerda son despreciables.

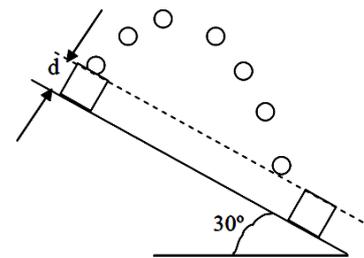


Las velocidades de salida vertical de la bola y del carrito son las mismas que en el apartado anterior.

- Calcular el valor mínimo de la masa  $m$  que determina que la bola no llegue a tocar la parte superior del carrito.

En otro experimento, al riel se le da una inclinación de  $30^\circ$  con respecto a la horizontal y el carrito se deja rodar libremente a partir del reposo. Justamente en el momento en que parte el carrito, se lanza la bola hacia arriba en dirección perpendicular a la riel y con un valor de la velocidad igual al del inciso a). En ese instante la bola se encuentra a una altura  $d$  respecto del riel.

- Calcular las posiciones de la bola y del carrito cuando la bola este de nuevo a una altura  $d$  sobre la riel.



## Prueba Experimental PÉNDULO BIFILAR

- Objetivo** Determinar la dependencia entre el periodo de oscilación  $T$  del péndulo (oscilando respecto de un eje que pasa por su centro en forma de péndulo de torsión) en función de la longitud  $\lambda$  de los hilos y la separación  $s$  entre estos.

### 2. Introducción

Un péndulo bifilar está formado por una varilla metálica suspendida de dos hilos paralelos como se muestra en la figura 1, el cual realizará

un movimiento oscilatorio de torsión luego de desviar la varilla un ángulo pequeño respecto del eje horizontal OA (el eje OA es paralelo a la varilla en reposo y durante la oscilación la varilla permanece en posición horizontal)

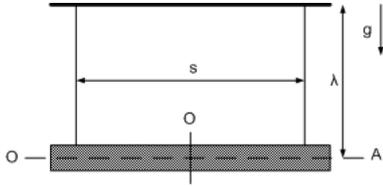


FIG. 1.— Péndulo Bifilar

El periodo de oscilación  $T$  de la varilla respecto del eje vertical que pasa por O depende del momento de inercia  $I$ , el cual a su vez depende de la distribución de las masas respecto al cual gira la barra, el largo de los hilos  $\lambda$ , y la distancia de separación  $s$ , entre otras magnitudes que permanecen constantes.

Resolviendo la dinámica del péndulo (solución teórica en base a la aplicación de la 2da ley de Newton y denotando por  $M$  la masa de la varilla e  $I$  el momento de inercia por torsión) se obtiene:

$$T = 4\pi \sqrt{\frac{I\lambda}{Mgs^2}}$$

De lo que trata este experimento es de verificar empíricamente esta ecuación.

### 3. Lista de Materiales

- Dos hilos largos
- Flexo
- Barra Metálica
- Papel Milimetrado
- Cronómetro
- Soporte para el Péndulo Bifilar
- Balanza

### 4. Procedimiento Experimental

1) Con los materiales que le han sido entregados, arme el montaje de la figura 1 para establecer el péndulo bifilar, cuidando que las cuerdas permanezcan siempre paralelas y equidistantes al centro de la barra. *Precaución: cuando mueva el péndulo, desviando la varilla un pequeño ángulo, el centro de ella debe permanecer en reposo, esto es, la simetría debe mantenerse.*

2) Manteniendo el largo  $\lambda$  de las cuerdas constante, construya una tabla de datos del periodo  $T$  de oscilación y la distancia  $s$  entre las cuerdas.

3) Grafique los valores de la tabla de valores obtenida en el punto 2 y tras la obtención de la ecuación empírica, obtenga  $n$ . (ver sugerencia)

4) Manteniendo constante la distancia  $s$  entre los hilos construya una tabla de datos del periodo  $T$  de oscilación y del largo de los hilos  $\lambda$ .

5) Grafique los datos de la tabla de valores obtenida en el punto 4 y tras la obtención de la ecuación empírica obtenga  $m$ .

6) A partir de la información obtenida en los puntos anteriores determine la constante  $k$ .

7) A partir del valor de de la constante  $k$  obtenga el valor de la gravedad en Cochabamba.

**Sugerencia** Si variamos la separación  $s$  entre los hilos del péndulo bifilar manteniendo fija la longitud  $\lambda$  de los hilos y después variamos  $\lambda$  manteniendo fijo  $s$ , es fácil percatarse que el periodo de oscilación  $T$  está en función de estas dos cantidades. Por lo tanto, podemos escribir:

$$T = k\lambda^m s^n$$

O bien,

$$\log T = m \log \lambda + n \log s + \log k$$

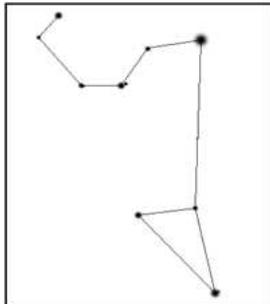
Note que si mantenemos  $s$  constante y variamos  $\lambda$ , la primera relación se convierte en la ecuación de una recta con pendiente  $m$ . Análogamente, si variamos  $s$  y mantenemos constante  $\lambda$ , la pendiente de esta otra recta es  $n$ .

**NACIONAL**  
7<sup>ma</sup> OLIMPIADA BOLIVIANA DE  
ASTRONOMÍA Y ASTROFÍSICA

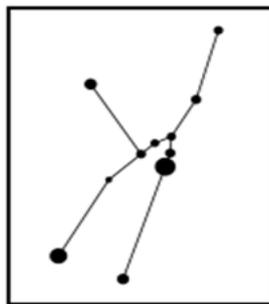
**3<sup>ro</sup> DE SECUNDARIA**

**I. PREGUNTAS CORTAS (2 Puntos por pregunta)**

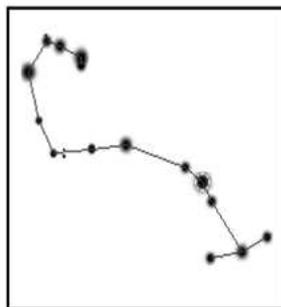
1. ¿Cuándo pasa el Sol por el cénit, para un observador ubicado en el ecuador?
  - (a) Siempre
  - (b) El 21 de septiembre
  - (c) En ambos equinoccios
  - (d) En el solsticio
  - (e) Nunca
2. ¿Cuántos segundos de arco tiene un grado?
  - (a) 60
  - (b) 360
  - (c) 3600
  - (d) 10000
3. (4 puntos) Cada una de las siguientes figuras muestra una constelación, pero solo una de ellas tiene una característica que la diferencia de las demás. Indique cuál es la constelación y en qué se diferencia.



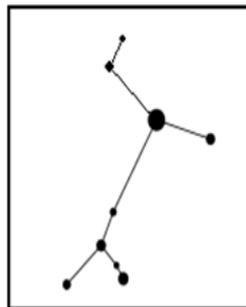
(a)



(b)



(c)



(d)

4. (4 puntos) Las “estrellas fugaces” son:
  - (a) Partículas de polvo y hielo, o rocas que se encuentran en el espacio y que son interceptadas por la órbita terrestre.
  - (b) Restos de cometas o de la formación del Sistema Solar.
  - (c) Objetos que en ocasiones alcanzan la superficie de la Tierra debido a que no se desintegran por completo en la atmósfera.

- (d) Todas las anteriores.
  - (e) Ninguna alternativa es correcta.
5. En la esfera celeste, la posición del Sol en el cielo vista desde la Tierra (con respecto a las estrellas), está cambiando constantemente; el camino que éste sigue se llama eclíptica. ¿Cuánto tiempo aproximadamente le toma al Sol realizar un “viaje” completo alrededor de la eclíptica?
    - (a) 23 horas 56 minutos
    - (b) 24 horas
    - (c) 27 días
    - (d) 183 días
    - (e) 365 días
  6. La paralaje heliocéntrica de una estrella es 0.76 segundos de arco. ¿Cuál es la distancia de esta estrella en años luz?
    - (a) 2.82
    - (b) 3.56
    - (c) 4.29
    - (d) 5.74
  7. En los días 13 y 14 de marzo del 2012 los planetas Venus y Júpiter que son los más brillantes estaban en conjunción, o sea, ambos estaban angularmente muy próximos. Todos los estudiantes que observaron esta conjunción llegaron a la conclusión de que la separación angular de los planetas en esos días fue equivalente al diámetro de aproximadamente 6 Lunas llenas (una Luna llena equivale a 0.52 grados). ¿Cuántos grados estaban separados angularmente Venus y Júpiter?
    - (a) Aumenta
    - (b) Permanece igual
    - (c) Disminuye
  8. Si la distancia de un astro al observador aumenta, su diámetro aparente:
    - (a) Aumenta dos veces
    - (b) Aumenta cuatro veces
    - (c) Disminuye dos veces
    - (d) Disminuye cuatro veces
  9. Si la distancia de una estrella al observador aumenta al doble, su brillo:
    - (a) Aumenta dos veces
    - (b) Aumenta cuatro veces
    - (c) Disminuye dos veces
    - (d) Disminuye cuatro veces
  10. La diferencia de brillo entre una estrella de 1ra magnitud y una de 6ta magnitud es de:
    - (a) 5 veces
    - (b) 10 veces
    - (c) 50 veces
    - (d) 100 veces
    - (e) 500 veces
    - (f) 1000 veces
  11. La magnitud absoluta se determina asumiendo que la estrella se encuentra a una distancia de:
    - (a) 1 año luz
    - (b) 1 parsec

- (c) 5 años luz  
(d) 5 parsecs  
(e) 10 años luz  
(f) 10 parsecs
12. El ángulo que existe entre el polo elevado y el horizonte es igual a:
- (a) La latitud  
(b) la longitud  
(c) la oblicuidad de la eclíptica  
(d) la hora sideral
13. El ángulo que forma el plano del ecuador celeste con la vertical del lugar, es, con relación a la altura del polo elevado:
- (a) Mayor  
(b) Igual  
(c) Menor
14. Un observador que se encuentra en el polo sur, verá la Luna sobre el horizonte en intervalos de:
- (a) Una hora sí otra no  
(b) Una semana sí otra no  
(c) Medio mes sí y medio mes no  
(d) Un mes sí otro no  
(e) Medio año sí otro no  
(f) Solo cuando sea de noche
15. El ángulo horario se mide a partir del meridiano del lugar, en sentido:
- (a) Directo  
(b) Retrogrado  
(c) contrario a la declinación
16. La ascensión recta aumenta en sentido:
- (a) Directo  
(b) Retrogrado  
(c) Contario a la declinación
17. El movimiento de rotación de la Tierra es en sentido:
- (a) Directo  
(b) Retrogrado  
(c) Paralelo al meridiano
18. Un observador en Cochabamba ve culminar una estrella, un observador en Greenwich (Inglaterra), verá que la misma estrella culmina:
- (a) Después  
(b) Antes  
(c) Al mismo instante

## II. PREGUNTAS DE DESARROLLO (15 Puntos por pregunta)

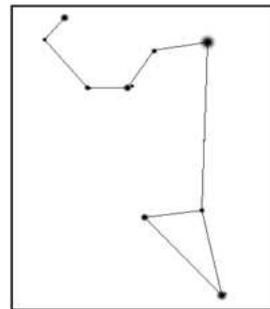
1. Si la Luna llena brilla con magnitud aparente de  $-12.5$  y Venus brilla con una magnitud aparente de  $-4.0$ , ¿cuántas veces más brillante es la Luna que Venus? (de el resultado con 2 cifras significativas).

2. Un observador en el polo norte ve una estrella a  $40^\circ$  de altura; un observador en el ecuador de la Tierra ve la misma estrella culminando. ¿A qué altura sobre el horizonte estará la estrella para el observador en el ecuador terrestre?
3. Un observador mide que una estrella que culmina tiene una distancia cenital de  $30^\circ$ . Si su declinación es de  $20^\circ$ , ¿cuál es la latitud del observador?
4. Una estrella de magnitud absoluta igual a  $-2.0$  se encuentra a 40 pc de distancia de nuestro sistema solar, ¿cuál será la magnitud de dicha estrella vista desde la Tierra.

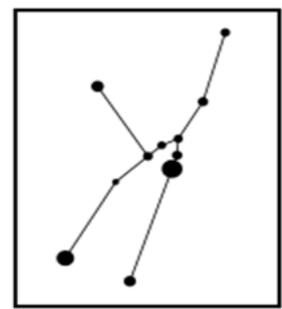
## 4<sup>to</sup> DE SECUNDARIA

### I. PREGUNTAS CORTAS (Debe justificar todas sus respuestas) (1 Punto por pregunta)

1. Cada una de las figuras siguientes muestra una constelación, pero una de ellas tiene algo que la diferencia de las demás. Indique cuál es y qué la diferencia.



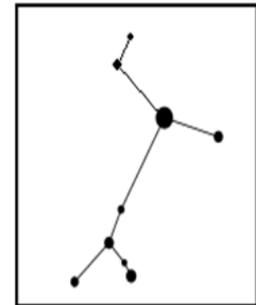
(a)



(b)



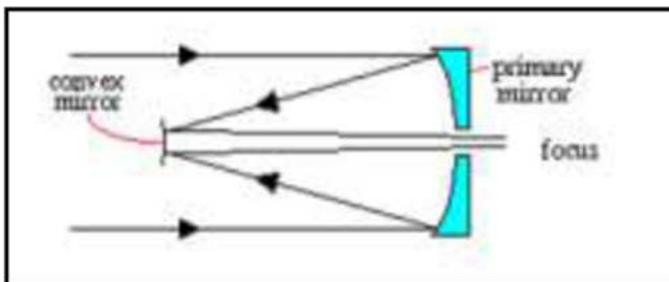
(c)



(d)

2. La distancia desde el Sistema Solar hasta Alfa Centauro es aproximadamente 4 años luz. Si la velocidad de la luz es de  $300000$  [km/s] y una nave terrícola puede alcanzar una velocidad de  $30$  [km/h], ¿cuánto demoraría esta nave en llegar a Alfa Centauro?
- (a) 1,44 años  
(b) 4 años  
(c)  $1,44 \times 10^4$  años  
(d)  $4 \times 10^4$  años  
(e)  $1,44 \times 10^8$  años

3. En qué etapa de su evolución estelar se encuentra el Sol?
  - (a) En su etapa de formación
  - (b) Cerca de convertirse en enana blanca
  - (c) En su Última Etapa
  - (d) En 5000 años será una estrella gigante roja
  - (e) Ninguna Alternativa es correcta
4. ¿Cuál de las siguientes estrellas, además del Sol, está más próxima a nosotros?
  - (a) Sistema estelar  $\alpha$  Centauri (Próxima Centauri,  $\alpha$  Centauri A,  $\alpha$  Centauri B)
  - (b) Aldebarán
  - (c) Rigel
  - (d) Antares
  - (e) Sirius
5. La galaxia más grande de nuestro grupo local de galaxias es:
  - a) Galaxia Andrómeda
  - b) Nuestra galaxia, la Vía Láctea
  - c) Nube Mayor de Magallanes
  - d) Una de las galaxias satélites de la Vía Láctea
  - e) La Nube Menor de Magallanes
6. Si la longitud focal del objetivo de un telescopio es 1 m y la longitud focal del ocular es 20 mm, la magnificación del telescopio es:
  - (a) 10
  - (b) 50
  - (c) 100
  - (d) 200
7. El tipo de telescopio que se muestra en la figura es:
  - (a) Newtoniano
  - (b) Cassegrain
  - (c) Coude
  - (d) Maksukov
10. El poder de un telescopio para resolver dos fuentes puntuales depende del diámetro del objetivo en una relación:
  - (a) Directamente proporcional
  - (b) Inversamente proporcional
  - (c) Inversamente proporcional al cuadrado del diámetro
  - (d) No depende del diámetro del objetivo
11. Un espejo esférico al reflejar los rayos luminosos que llegan paralelos a su eje:
  - (a) Hace que todos pasen por un punto único llamado foco
  - (b) No produce un foco único, es decir los rayos reflejados se concentran en diferentes puntos
  - (c) No se usan los espejos esféricos en los telescopios
12. La aberración cromática es propia de los telescopios
  - (a) Reflectores
  - (b) Refractores
  - (c) Catadióptricos
  - (d) infrarrojos
13. La imagen que produce un telescopio es mayor cuando
  - (a) Aumenta el diámetro del objetivo
  - (b) Disminuye la distancia focal
  - (c) Disminuye el diámetro del objetivo
  - (d) Aumenta la distancia focal
14. El primer telescopio usado en astronomía era del tipo
  - (a) Schmidt-Cassegrain
  - (b) Maksutov
  - (c) Refractor
  - (d) Reflector
  - (e) Electrónico



8. ¿Qué sucede con la resolución de un telescopio cuando se incrementa su distancia focal?
  - (a) Aumenta
  - (b) Disminuye
  - (c) No cambia
9. ¿Qué sucede con los aumentos en un telescopio al disminuir la distancia focal de un ocular?
  - (a) Se incrementan
  - (b) Disminuyen
  - (c) No cambian
15. Oort postuló que alrededor del Sol se encuentra una nube que es la que da origen a:
  - (a) los asteroides
  - (b) los satélites
  - (c) los cometas
  - (d) los meteoritos
  - (e) los planetas
16. Las erupciones solares (flares), emiten desde la fotosfera solar:
  - (a) átomos de hierro
  - (b) protones
  - (c) materia oscura
  - (d) neutrinos
17. Las manchas solares son regiones de la fotosfera solar:
  - (a) sin hidrógeno
  - (b) sin magnetismo
  - (c) de menor temperatura
  - (d) sucias

18. El ciclo de actividad de las manchas solares tiene un periodo de aproximadamente:
- (a) 11 años
  - (b) 18 años
  - (c) 1 siglo
  - (d) 3 siglos
19. La corona solar es parte de:
- (a) La fotosfera solar
  - (b) la atmósfera solar
  - (c) la zona convectiva solar
20. El núcleo del Sol tiene una temperatura aproximada de:
- (a) 5700 K
  - (b)  $2 \times 10^5$  K
  - (c)  $15 \times 10^6$  K

II. USO DE TELESCOPIO (0.5 Puntos por respuesta correcta)

21. Las figuras a continuación presentan distintas vistas de un Telescopio. Se pide emparejar los nombres de los ítems de la Tabla de Respuestas con sus números correspondientes de las figuras. Por ej. para el primer ítem (Ajuste de Acimut) la ubicación corresponde al elemento 27.

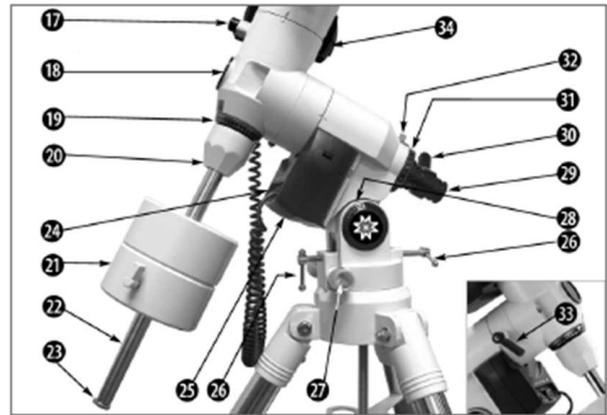
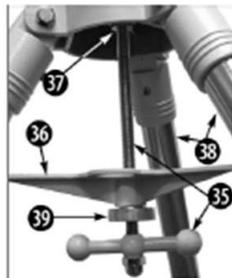
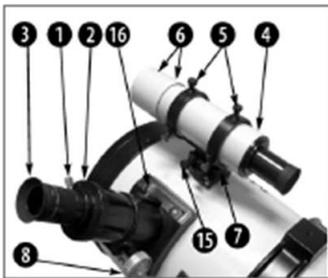
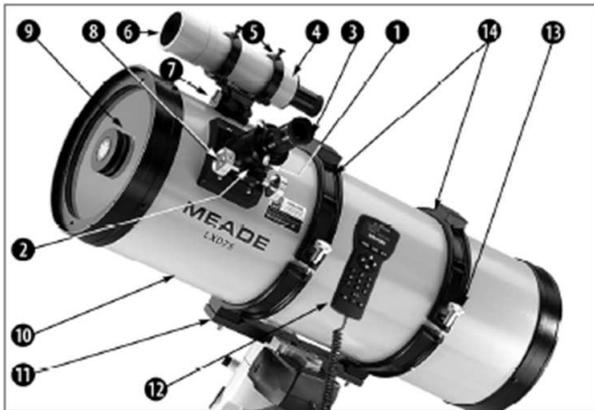


TABLA 1  
TABLA DE RESPUESTAS - TELESCOPIO

| ITEM                              | N |
|-----------------------------------|---|
| Ajuste de Acimut                  |   |
| Ajuste de Latitud                 |   |
| Anillos de Montaje                |   |
| Arnés de Montaje                  |   |
| Barra de Contrapesos              |   |
| Barra Espaciadora                 |   |
| Base de Barra de Contrapeso       |   |
| Base del Buscador                 |   |
| Buscador                          |   |
| Buscador de Alineación Polar      |   |
| Cabezal del Trípode               |   |
| Candado AR                        |   |
| Candado de Declinación            |   |
| Celda Frontal                     |   |
| Controlador Autoestar             |   |
| Dial de AR                        |   |
| Dial de Declinación               |   |
| Dial de Latitud                   |   |
| Iluminador LED del Buscador Polar |   |
| Motor de AR                       |   |
| Motor DEC                         |   |
| Ocular                            |   |
| Panel de Control Computarizado    |   |
| Patas del Trípode                 |   |
| Perilla en T y Rosca              |   |
| Perillas de aseguramiento         |   |
| Perillas de Enfoque               |   |
| Porta Ocular                      |   |
| Seguro de Contrapesos             |   |
| Seguro de Disco AR                |   |
| Seguro del enfocador              |   |
| Seguros de Contrapesos            |   |
| Tapa del Buscador Polar           |   |
| Tapa Frontal Corrector            |   |
| Tornillo del Buscador             |   |
| Tornillo Opressor del Ocular      |   |
| Tornillos de Alineación           |   |
| Tubo Óptico                       |   |
| Tuerca de Tensión                 |   |

III. PROBLEMAS (6 Puntos por respuesta correcta)

1. Si la Luna llena brilla con magnitud aparente de  $-12.5$  y Venus brilla con una magnitud aparente de  $-4.0$ . ¿Cuántas veces más brillante es la Luna que Venus? (de el resultado con 2 cifras significativas).

2. Un observador ve que al culminar una estrella, esta tiene una distancia cenital de  $30^\circ$ . Si su declinación es de  $10^\circ$ , ¿cuál es la latitud del observador?
3. Considere que la densidad de flujo de una es-

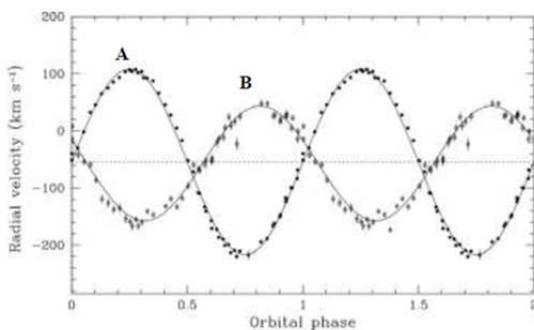
trella es  $F_1$  y su magnitud aparente es  $m_1$ . Si después de cierto tiempo el flujo aumenta a  $F_2 = 2F_1$ , siendo  $m_2$  su magnitud aparente respectiva, demuestre que la magnitud aparente  $m_2$  es:

$$m_2 = m_1 - \frac{5}{2} \log(2)$$

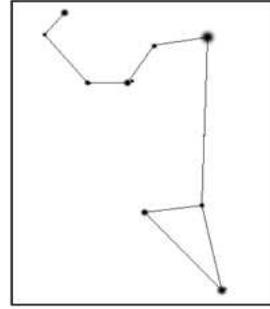
### 5<sup>to</sup> DE SECUNDARIA

#### I. PREGUNTAS CORTAS (2 Puntos por pregunta)

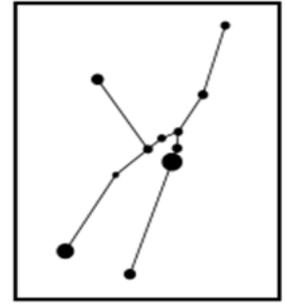
- La Tierra orbita al Sol una vez al año y la Luna orbita a la Tierra aproximadamente una vez al mes. Desde la Tierra se puede observar el cambio de fases de la Luna; si un observador está parado en la Luna y observa a la Tierra, ¿cuál es el periodo de las fases de la Tierra vistas por el observador?
  - El mismo periodo que las fases de la Luna
  - Un periodo un poco más grande que las fases de la Luna
  - Un periodo un poco más corto que las fases de la Luna
  - El periodo es de un año
- La curva de velocidad radial para un sistema binario se muestra en la figura. Las velocidades radiales (Radial velocity) son graficadas en función de las correspondientes fases del sistema binario (Orbital phase). ¿Qué afirmación es verdadera sobre las propiedades de las velocidades radiales ( $V_A$ ,  $V_B$ ), los periodos orbitales ( $T_A$ ,  $T_B$ ) y las masas ( $M_A$ ,  $M_B$ ) del sistema binario?
  - $V_A > V_B$ ,  $T_A > T_B$ ,  $M_A > M_B$
  - $V_A < V_B$ ,  $T_A = T_B$ ,  $M_A > M_B$
  - $V_A < V_B$ ,  $T_A < T_B$ ,  $M_A < M_B$
  - $V_A > V_B$ ,  $T_A = T_B$ ,  $M_A < M_B$



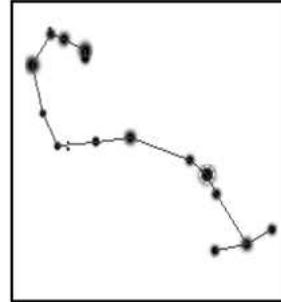
- Cada una de las figuras siguientes muestra una constelación, pero una de ellas tiene algo que la diferencia de las demás. Indique cuál es y cuál la diferencia.
- ¿Cuál de las siguientes afirmaciones resulta(n) útil(es) para medir distancias a diferentes escalas en el Universo?
  - A veces se puede ver a Venus transitando sobre el disco solar.



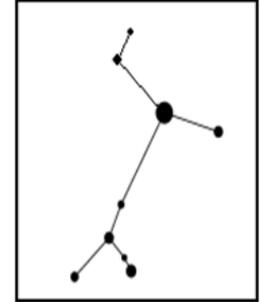
(a)



(b)



(c)



(d)

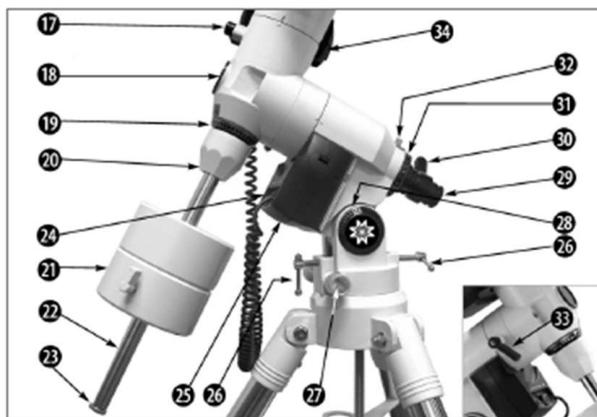
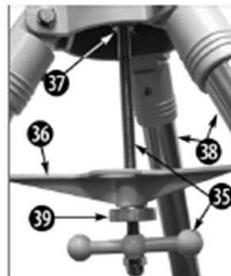
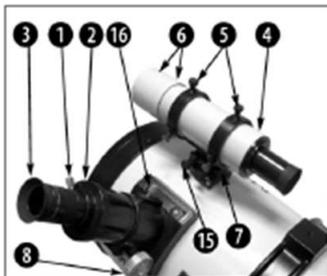
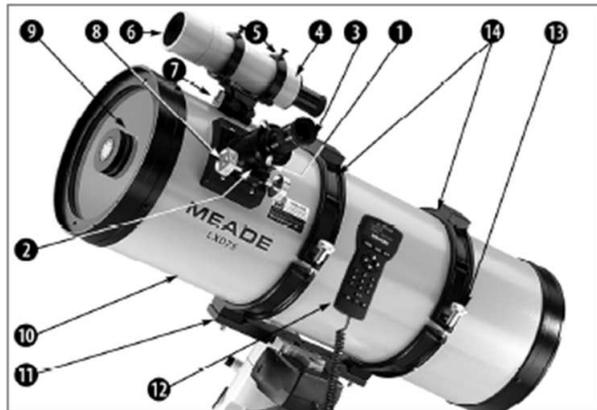
- Las estrellas parecen cambiar su posición en el cielo si se ven con 6 meses de diferencia.
- Las estrellas exhiben corrimiento Doppler.
- Todas las supernovas tipo Ia tienen la misma luminosidad absoluta.

- i, ii, iii
- ii, iii, iv
- i, ii, iv
- i, iii, iv
- Todas
- Ninguna

- Kepler en su segunda ley ("ley de áreas") establece que:
  - Los planetas se mantienen siempre a la misma distancia del Sol
  - Los planetas se mueven siempre con la misma rapidez.
  - Los planetas se mueven más rápido cuando están más lejos del Sol
  - Los planetas se mueven más rápido cuando están más cerca del Sol
  - Ninguna de las anteriores.

- Cuando decimos que el Universo se expande, queremos decir que:
  - Los átomos y todos los objetos compuesto por ellos se van haciendo mas grandes.
  - Las galaxias lejanas se alejan unas de otras, sin cambiar sus tamaños en forma apreciable
  - Todos los objetos se alejan de un punto bien definido, donde ocurrió el Big Bang
  - Hay cada vez más objetos astronómicos
  - Hay cada vez más materia oscura
- El principal combustible de las estrellas como el Sol, en la secuencia principal, es el:

- a) Hidrógeno  
b) Helio  
c) Carbono  
d) Litio  
e) Nitrógeno
8. La razón por la que siempre vemos la misma cara de la Luna es que:
- a) Existen 5 grados de ángulo entre los planos de la Luna y la Tierra.  
b) La Luna no rota en absoluto.  
c) El periodo rotacional de la Luna es igual a su periodo sinódico.  
d) El efecto de marea de la Luna sobre la Tierra.
9. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones no utiliza el término tamaño angular o distancia angular correctamente?
- a) La distancia angular entre esas dos estrellas brillantes es de 2 metros.  
b) El tamaño angular de la Luna es de 1/2 grado.  
c) La distancia angular entre esas casas es 30°.  
d) Puedes usar tu mano extendida para estimar los tamaños angulares y las distancias angulares.
10. ¿Qué sucede con la resolución de un telescopio cuando se incrementa su distancia focal?
- (a) Aumenta  
(b) Disminuye  
(c) No cambia
11. El poder de un telescopio para resolver dos fuentes puntuales depende del diámetro del objetivo en una relación:
- (a) Directamente proporcional  
(b) Inversamente proporcional  
(c) Inversamente proporcional al cuadrado del diámetro  
(d) No depende del diámetro del objetivo
12. Las estrellas que tiene mayor temperatura superficial son las estrellas de tipo:
- (a) F  
(b) K  
(c) O  
(d) G
13. Las estrella de tipo M, son estrellas de coloración:
- (a) Azulada  
(b) Rojiza  
(c) Violeta  
(d) Blanca
14. Las gigantes rojas se encuentran en el diagrama H-R, en la región que corresponde a:
- (a) La secuencia principal  
(b) Las estrellas de menor luminosidad  
(c) Las estrellas más luminosas
15. Los cúmulos abiertos presentan estrellas que corresponden en el diagrama H-R a:
- (a) Enanas blancas  
(b) Supergigantes rojas  
(c) La secuencia principal  
(d) La rama menos luminosa de la secuencia principal
16. El diagrama H-R relaciona:
- (a) La luminosidad y tipo espectral de la estrellas  
(b) La masa y edad de las estrellas  
(c) El tipo espectral de las estrellas y su metalicidad
17. Las estrellas más viejas se encuentran en:
- (a) Los cúmulos abiertos  
(b) Los brazos de las galaxias  
(c) Los cúmulos globulares  
(d) Alrededor de los agujeros negros
18. El Sol cuando finalice su ciclo de vida, terminará como:
- (a) Una enana blanca  
(b) Una estrella de neutrones  
(c) Un agujero negro
19. El espectro solar contiene líneas de:
- (a) Emisión  
(b) Absorción  
(c) Ninguna de éstas
20. Podemos conocer la composición química de las estrellas utilizando:
- (a) Un mechero bunsen  
(b) Su lugar en el diagrama H-R  
(c) El análisis espectral  
(d) La magnitud bolométrica
- II. USO DE TELESCOPIO (15 Puntos)
1. Las figuras a continuación presentan distintas vistas de un Telescopio. Se pide emparejar los nombres de los ítems de la Tabla de Respuestas con sus números correspondientes de las figuras. Por ej. para el primer ítem (Ajuste de Acimut) la ubicación corresponde al elemento 27.
- III. PROBLEMAS (15 Puntos por respuesta correcta)
1. Si la constante de Hubble tendría el valor de  $H = 40(km/s)/Mpc$ ; ¿cuál sería la edad del Universo? (Expresa su resultado en años)
2. Calcular a qué altura es necesario elevarse sobre el Polo Norte, para poder ver un satélite geostacionario. Datos: Radio de la Tierra  $R_T = 6400km$ , Aceleración de la gravedad  $g = 9.81m/s^2$ .



3. Dos estrellas idénticas, con masa  $M$  cada una, orbitan alrededor de su centro de masas (sistema binario de masas iguales). Cada órbita es circular y de radio  $R$ , de modo que las dos estrellas se encuentran siempre en lados opuestos del círculo. a) Encuentre la fuerza gravitacional que ejerce una estrella sobre la otra. b) Encuentre la velocidad orbital de cada estrella y el periodo de la órbita. c) ¿Cuánta energía se requiere para separar las dos estrellas al infinito?

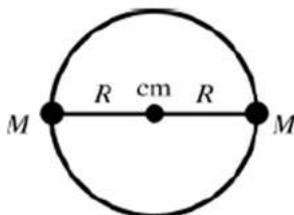


TABLA 2  
TABLA DE RESPUESTAS - TELESCOPIO

| ITEM                              | N |
|-----------------------------------|---|
| Ajuste de Acimut                  |   |
| Ajuste de Latitud                 |   |
| Anillos de Montaje                |   |
| Arnés de Montaje                  |   |
| Barra de Contrapesos              |   |
| Barra Espaciadora                 |   |
| Base de Barra de Contrapeso       |   |
| Base del Buscador                 |   |
| Buscador                          |   |
| Buscador de Alineación Polar      |   |
| Cabezal del Trípode               |   |
| Candado AR                        |   |
| Candado de Declinación            |   |
| Celda Frontal                     |   |
| Controlador Autoestiar            |   |
| Dial de AR                        |   |
| Dial de Declinación               |   |
| Dial de Latitud                   |   |
| Iluminador LED del Buscador Polar |   |
| Motor de AR                       |   |
| Motor DEC                         |   |
| Ocular                            |   |
| Panel de Control Computarizado    |   |
| Patatas del Trípode               |   |
| Perilla en T y Rosca              |   |
| Perillas de aseguramiento         |   |
| Perillas de Enfoque               |   |
| Porta Ocular                      |   |
| Seguro de Contrapesos             |   |
| Seguro de Disco AR                |   |
| Seguro del enfocador              |   |
| Seguros de Contrapesos            |   |
| Tapa del Buscador Polar           |   |
| Tapa Frontal Corrector            |   |
| Tornillo del Buscador             |   |
| Tornillo Opresor del Ocular       |   |
| Tornillos de Alineación           |   |
| Tubo Óptico                       |   |
| Tuerca de Tensión                 |   |

**EXAMEN OBSERVACIONAL**

**I. Primera parte** (Cuenta con 8 minutos)

- En las cartas celestes que se han entregado, identificar de qué objetos se trata: tipo de objeto (galaxia, nebulosa, cúmulo abierto, cúmulo globular, estrella, etc.), denominación (denominación de catálogo, nombre propio si lo tiene), para ello se dan las coordenadas ecuatoriales. Anotar las respuestas en las casillas asignadas en la hoja y entregarla al encargado del examen observacional que se encuentra afuera.
  - (a) Objeto 1: Ascensión Recta:  $16^h 29.4^m$   
Declinación:  $-26^{\circ} 26'$
  - (b) Objeto 2: Ascensión Recta:  $16^h 41.7^m$   
Declinación:  $+36^{\circ} 28'$
  - (c) Objeto 3: Ascensión Recta:  $14^h 32.7^m$   
Declinación:  $-44^{\circ} 10'$

2. En las cartas celestes entregadas, determinar la posición del objeto, cuyas coordenadas ecuatoriales son dadas a continuación:

Objeto 4: Ascensión Recta:  $13^h30.1^m$   
 Declinación:  $-06^\circ47'$

¿Existe indicación del objeto en las cartas celestes? (¿figura el objeto en ellas?)

Al salir para la segunda parte del examen observacional, se deberá identificar la zona del cielo donde se debería encontrar el objeto, si existe algún astro ahí, se apuntará a dicho objeto el telescopio, indicando de que objeto celeste se trata.

contelación.

- a. Triángulo austral
- b. Sagitario

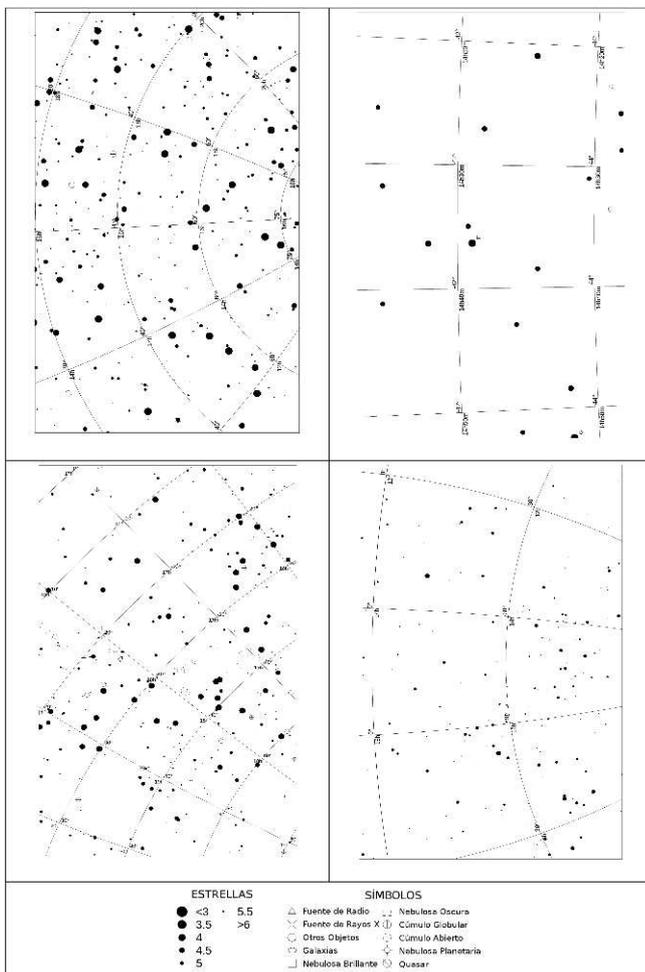
5. ¿Hacia dónde se encuentra el punto cardinal Sur?

Durante los últimos 5 minutos.

6. Apunta con el telescopio el Objeto 4 cuya posición fue dada en la primera parte del examen.

- a. ¿Qué es?
- b. ¿Qué se llama?

FIG. 2.— Carta Celeste



**II. Segunda parte** (contará con 9 minutos en total) se saldrá al aire libre, observaciones a simple vista y con telescopio.

Durante los primeros 4 minutos (espera máxima de 30 segundos por pregunta).

3. ¿Cuál es el nombre de la estrella que estoy apuntando, a qué constelación pertenece?
4. Usando el apuntador laser, muestra donde está apuntando las estrellas más importantes de la

**SOLUCIONES 2<sup>da</sup> ETAPA**  
17<sup>va</sup> OLIMPIADA BOLIVIANA FÍSICA

**6<sup>to</sup> DE PRIMARIA**

**I. Parte Conceptual**

1. Sublimación: es el cambio de estado de la materia sólida al estado gaseoso sin pasar por el estado líquido.

Vaporización: es el cambio del estado líquido al gaseoso.

Fusión: es el cambio de estado de la materia del sólido al líquido.

Ebullición: es el proceso físico en que el líquido pasa al estado gaseoso.

Condensación: cambio de estado de la materia que se encuentra en forma gaseosa a forma líquida.

2. No, porque este depende de la presión atmosférica del lugar, la cual a su vez depende de la altura que varía según el lugar de la Tierra.

3. Electrones, protones y neutrones.

4. El material que flotará será el corcho porque la densidad de este es mucho menor que la del agua.

5. Se coloca agua en un recipiente graduado, se introduce la papa y se mide el volumen de agua desplazado, posterior mente se mide la masa de la papa con una balanza y se calcula la densidad mediante la ecuación: densidad = masa / volumen.

**II. Parte Práctica**

1. Porque la presión a nivel del mar es mayor que en Potosí.



2.

**1<sup>ro</sup> DE SECUNDARIA**

- 1. c
- 2. a
- 3. d
- 4. b
- 5. b
- 6. a
- 7. d
- 8. b
- 9. b
- 10. d

**2<sup>do</sup> DE SECUNDARIA**

- 1. b
- 2. d
- 3. b
- 4. b
- 5. d
- 6. c
- 7. b
- 8. d
- 9. a
- 10. b

**3<sup>ro</sup> DE SECUNDARIA**

- 1. a
- 2. d
- 3. c
- 4. c
- 5. a
- 6. c
- 7. d
- 8. b
- 9. b
- 10. a

**4<sup>to</sup> DE SECUNDARIA**

- 1. d
- 2. a

- 3. c
- 4. d
- 5. b
- 6. a
- 7. c
- 8. a
- 9. c
- 10. b

**5<sup>to</sup> DE SECUNDARIA**

- 1. c
- 2. a
- 3. c
- 4. b
- 5. d
- 6. a
- 7. c
- 8. b
- 9. c
- 10. b
- 11. a
- 12.  $3.54m/s$

**6<sup>to</sup> DE SECUNDARIA**

- 1. b
- 2. c
- 3. b
- 4. c
- 5. c
- 6. b
- 7. b
- 8. b
- 9. b
- 10. c
- 11. Dibujando el sistema de cargas se observa que no hay forma de que la fuerza neta sea cero, ni para una carga negativa ni para una positiva. Por tanto, la respuesta al problema es que esa situación no se puede dar: NO HAY SOLUCION.

**SOLUCIONES 2<sup>da</sup> ETAPA**7<sup>ma</sup> OLIMPIADA BOLIVIANA DE  
ASTRONOMÍA Y ASTROFÍSICA**6<sup>to</sup> DE PRIMARIA**

1. (e)
2. (a)
3. El sol
  - (a) Si
  - (b) La masa
4. (a)
5. a)  $\rho = \frac{500Kg}{500m^3} = 1 \frac{Kg}{m^3}$   
 b)  $\rho = \frac{5Kg}{5m^3} = 1 \frac{Kg}{m^3}$   
 c)  $\rho = \frac{500Kg}{500m^3} = 1 \frac{Kg}{m^3}$   
 d) Los tres cuerpos tiene la misma densidad a pesar de tener masas y volúmenes diferentes.
6. a)  $V = \frac{5Kg}{500Kg/m^3} = 100m^3$   
 b)  $V = \frac{50Kg}{50Kg/m^3} = 1m^3$   
 c)  $V = \frac{5Kg}{500Kg/m^3} = 0.01m^3$   
 d) Que el volumen aumenta si la masa aumenta y la densidad disminuye.
7.  $m = \rho V = 50Kg/m^3 \times 5m^3 = 250Kg$
8. (a)
9. Sí, por ejemplo: MARTE, JUPITER, SATURNO, ETC.

**1<sup>ro</sup> DE SECUNDARIA**

1. Marte, Júpiter, Saturno, Mercurio y Venus
2. Si
3. (a) IV  
(b) III  
(c) I  
(d) II
4. (a) Eclipse de Sol  
(b) Eclipse de Luna
5. (a)
6. Verdadero
7. Verdadero
8. Verano
9. Invierno
10. Mercurio - Venus - Tierra - Marte - Júpiter - Saturno - Urano - Neptuno.

**2<sup>do</sup> DE SECUNDARIA**

1. Neptuno, Júpiter, Saturno y Urano.
2. c. Neptuno - d. Marte - f. Júpiter - a. Saturno - g. Urano - e. Mercurio - b. Venus - h. Tierra
3. a. Neptuno - f. Marte - e. Júpiter - d. Saturno - g. Urano - h. Mercurio - b. Venus - c. Tierra
4. a)  $\rho = \frac{500Kg}{500m^3} = 1 \frac{Kg}{m^3}$   
 b)  $\rho = \frac{5Kg}{5m^3} = 1 \frac{Kg}{m^3}$   
 c)  $\rho = \frac{500Kg}{500m^3} = 1 \frac{Kg}{m^3}$   
 d) Los tres cuerpos tiene la misma densidad a pesar de tener masas y volúmenes diferentes.
5. a)  $V = \frac{5Kg}{500Kg/m^3} = 100m^3$   
 b)  $V = \frac{50Kg}{50Kg/m^3} = 1m^3$   
 c)  $V = \frac{5Kg}{500Kg/m^3} = 0.01m^3$   
 d) Que el volumen aumenta si la masa aumenta y la densidad disminuye.
6.  $m = \rho V = 50Kg/m^3 \times 5m^3 = 250Kg$
7.  $t = d/v \Rightarrow t = \frac{384400Km}{192200Km/h} \Rightarrow t = 2h$
8.  $t = d/v \Rightarrow t = \frac{(227936640 - 149597870)km}{192200Km/h} \Rightarrow t = 407.58985h$
9.  $d = t \times v \Rightarrow d = 7h \times 192200km = 1345400km$
10.  $d = t \times v = 60s \times \frac{1h}{3600s} \times 192200 \frac{Km}{h} = 3203.33Km$

**3<sup>ro</sup> DE SECUNDARIA**

1. En el sistema ecuatorial celeste, las coordenadas son la ascensión recta y la declinación. En el sistema ecuatorial local las coordenadas son el ángulo horario y la declinación. En el sistema horizontal de coordenadas astronómicas se utilizan dos coordenadas: azimut y altura. En el sistema de coordenadas geográficas, las coordenadas son la latitud y la longitud.
2. El zenit es el punto más elevado por encima del observador. El nadir es el punto diametralmente opuesto al observador. El horizonte celeste es un plano tangente a la Tierra y perpendicular a la vertical del lugar de observación. El ecuador celeste, el polo sur celeste y el polo norte celeste son prolongaciones de sus equivalentes terrestres.
3. Los paralelos son círculos de la esfera celeste paralelos al ecuador celeste. Los meridianos son círculos que pasan por el polo sur celeste y el polo norte celeste. Un círculo vertical es un semicírculo máximo que comienza en el zenit y termina en el nadir. Un círculo de altura es un círculo paralelo al horizonte celeste.

1. V

- 2. V
- 3. V
- 4. V
- 5. V
- 6. V
- 7. V

**4<sup>to</sup> DE SECUNDARIA**

1. Las estrellas son esferas de gases a muy alta temperatura que emiten al espacio radiación electromagnética y partículas. Las estrellas se originan en nubes de gas interestelar. Por efectos de las fuerzas gravitacionales, las partículas se atraen y se van agrupando, proceso que va acompañado de un aumento de la temperatura de la nube hasta que se inician reacciones termonucleares.
2. Uno de los métodos para medir las distancias hasta las estrellas es el de paralaje. Por semejanza de triángulos es posible conocer indirectamente el valor de distancias inaccesibles. Cuando un objeto es observado desde dos puntos distintos, su posición con respecto a los objetos del fondo se modifica. Este hecho permite medir la distancia a la que se encuentran las estrellas.
3. Al igual que en la Tierra necesitamos mapas para encontrar un sitio, también necesitamos mapas para explorar la bóveda celeste. Un mapa estelar puede mostrarnos con exactitud donde se encuentra un astro dado. Por este motivo es importante contar con un buen atlas para realizar buenas observaciones astronómicas.

- 1. F
- 2. V
- 3. F
- 4. V
- 5. V
- 6. F

1. El pársec es la distancia que corresponde a un paralaje heliocéntrico igual a 1". Convirtiendo esta unidad angular a radianes:

$$1'' * \frac{1^\circ}{3600''} \times \frac{2\pi rad}{360^\circ} = 4.848136811 \times 10^{-6} rad$$

ahora usando la definición:  $d = \frac{1}{\alpha rad} UA$ , donde:  $d = 1[pc]$ , tendremos que:

$$1[pc] = \frac{1}{4.848136811 \times 10^{-6}} [UA] = 206264.8 [UA] \cong 206265 [UA]$$

**5<sup>to</sup> DE SECUNDARIA**

1. Los planetas se mueven en órbitas elípticas alrededor del Sol que permanece en uno de los focos de la elipse. La recta que une cada planeta con el Sol barre áreas iguales en tiempos iguales. El cuadrado del periodo orbital de un planeta es proporcional al cubo de la distancia media del Planeta al Sol.
2. La longitud de onda es la distancia que hay de pulso a pulso de una onda. Si la velocidad de propagación de una onda  $v$  es constante, ésta es igual a la longitud de onda  $\lambda$  multiplicada por la frecuencia  $f$ , es decir:  $v = \lambda f$ . La amplitud de una onda es una medida de la variación máxima del desplazamiento u otra magnitud física, como el campo eléctrico, el campo magnético, etc. que varía periódicamente en el tiempo. Es la distancia máxima entre el punto más alejado verticalmente de una onda y el punto de equilibrio.
3. Existen varios tipos de telescopios: refractores, que utilizan lentes; reflectores, que tienen un espejo cóncavo en lugar de la lente del objetivo, y catadióptricos, que poseen un espejo cóncavo y una lente correctora que sostiene además un espejo secundario.

- 1. V
- 2. V
- 3. V
- 4. F
- 5. F
- 6. V
- 1.

$$c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} = \frac{1}{\sqrt{8.854187817 \times 10^{-12} \frac{C^2}{Nm^2} \times 4 \times 3.14159 \times 10^{-7} \frac{N}{A^2}}} = 299792458 \left[ \frac{1}{\frac{s}{m}} = \frac{m}{s} \right]$$

es la velocidad de las ondas electromagnéticas o la velocidad de la luz.

**6<sup>to</sup> DE SECUNDARIA**

1. Un **cuerpo negro** es un objeto teórico o ideal que absorbe toda la luz y toda la energía de radiación que incide sobre él. Nada de la radiación incidente se refleja de un cuerpo negro. A pesar de su nombre, el cuerpo negro emite luz y constituye un sistema físico idealizado para el estudio de la emisión de radiación electromagnética. La luz emitida por un cuerpo negro se denomina radiación de cuerpo negro.

2. Una **galaxia** es un conjunto masivo de estrellas, nubes de gas, planetas, polvo cósmico, materia oscura, y energía oscura, unidos gravitacionalmente. La cantidad de estrellas que forman una galaxia es contable, desde las pequeñas, con  $10^7$ , hasta las gigantes, con  $10^{12}$  estrellas. Formando parte de una galaxia existen subestructuras como las nebulosas, los cúmulos estelares y los sistemas estelares múltiples.
3. La **secuencia de Hubble** es una clasificación de tipos de galaxias desarrollada por Edwin Hubble en 1936. También se la conoce como diagrama de diapasón a consecuencia de la forma de su representación gráfica. Los tipos de galaxias se dividen en: elípticas, lenticulares, espirales e irregulares.

1. F
2. V
3. V
4. V
5. V

1.

$$\lambda_{max} = \frac{b}{T} = \frac{2.8977686 \times 10^{-3}[mK]}{3333[K]} =$$

$$= 8.694175218 \times 10^{-7}[m]$$

2.

$$\phi = \sigma T^4 = 5.670400 \times 10^{-8}[Wm^2K^{-4}] \times (3333K)^4 =$$

$$= 6.997694 \times 10^6[Wm^{-2}]$$

## SOLUCIONES 3<sup>ra</sup> ETAPA

17<sup>va</sup> OLIMPIADA BOLIVIANA FÍSICA

### 6<sup>to</sup> DE PRIMARIA

#### I. Parte Conceptual

1. Multiplicando su masa por la gravedad:  $W = mg$ .
2. Su peso es cero.
3. De la misma manera.
4. c) Manzana-Gasolina-Batería

#### II. Parte Práctica

1.  $= 50Kg \times \frac{1lb}{0.4536Kg} = 110.23lb$
2. El volumen de la esfera es:  
 $V = \frac{4}{3} \times \pi \times R^3 = \frac{4}{3} \times \pi \times 1.2^3 = 7.24m^3$   
 $M = \rho \times V = 7.5 \times 7.24 = 54.29[Kg]$
3.  $V = \frac{\pi}{4} D^2 H = \frac{\pi}{4} \times 1.2^2 \times 1 = 1.13m^3$   
 $M = \rho \times V = 1260 \times 1.13 = 1423.8[Kg]$
4.  $V = 500l = 0.5m^3$   
 $M = \rho \times V = 1000 \times 0.5 = 500[Kg]$

### 1<sup>ro</sup> DE SECUNDARIA

#### I. Parte Conceptual

1. EL incremento en el número de personas no incrementa la masa de la Tierra. Los átomos que componen nuestro cuerpo son los mismos que estaban antes. Las células humanas son reordenamientos de materia que ya existía. La masa de la Tierra aumenta 40[KTn] de polvo interplanetario cada año.
2. Se clasifican según su número atómico y el número de protones que hay en su núcleo.
3. El sonido se genera por la vibración de objetos materiales.
4. 1) sólidos 2) líquidos 3) gases 4) en el vacío no se propaga el sonido.

#### II. Parte Práctica

1.  $\frac{V_{cilindro}}{V_{cono}} = \frac{\pi R^2 h}{\pi/3 R^2 h} = 3$
2. Volumen de la esfera:  $V = 4/3 \times \pi r^3 = 4/3 \times \pi 4^3 = 85.33\pi cm^3$   
 Volumen del agua desplazada:  $V_d = 2V = 170.67\pi cm^3$
3.  $x = \sqrt{\frac{4 \times 10^{-2} + 2 \times 10^{-3}}{4 \times 10^2 \times 45 \times 10^{-5}}} = 4.58$

### 2<sup>do</sup> DE SECUNDARIA

#### I. Parte Conceptual

1. El "camino hacia el conocimiento". Método de investigación usado principalmente en la producción de conocimiento de ciencias.  
 - Procedimiento ó instrumento de la ciencia, destinado a explicar fenómenos, y establecer relaciones entre los hechos, enunciando principios y leyes que expliquen los fenómenos físicos del Mundo, permitiendo obtener con estos conocimientos, aplicaciones útiles para el hombre.
2. a) Masa: Balanza  
 b) Longitud: Metro  
 c) Tiempo: Rreloj  
 d) Temperatura: Termómetro

Se pueden considerar otras opciones

#### 3. - CONDUCTORES

- a) Cobre
- b) Aluminio

#### - NO CONDUCTORES

- a) Plástico
- b) Vidrio

(Existen varias opciones)

#### 4. c)

#### II. Parte Práctica

1.  $m = \rho V = \rho(V_e - V_i)$   
 $\Rightarrow m = \rho(\pi r_e^2 h - \pi r_i^2 h) = \rho \pi h (r_e^2 - r_i^2)$   
 $m = 8.92g/cm^3 \times \pi \times 30cm \times (10^2 - 5^2)[cm^2]$   
 $m = 63051.76g \Rightarrow m = 63.05[Kg]$
2.  $x_A = d - v_A t$   
 $x_B = v_B t$   
 $x_A = x_B = x$   
 $x = d - v_A(x/v_B)$   
 $x = d/(1 + v_A/v_B)$   
 $x = 60[m]$
3. Será cuando  $-40^\circ C = -40^\circ F$

### 3<sup>ro</sup> DE SECUNDARIA

#### I. Parte Conceptual

1. a)  $\Leftrightarrow u$   
 b)  $\Leftrightarrow y$
2. b) un vector
3. c) Manzana - Gasolina - Batería
4. d) vectores opuestos.

II. Parte Práctica

1. En movimiento rectilíneo, la relación  $x - t$ :

$$x = Vt$$

Donde la constante  $v$  es la recta que pasa por el origen, entonces:

$$v = tg\alpha = \frac{\text{catetoopuesto}}{\text{catetoadyacente}} \Rightarrow v = \frac{12}{6} = \frac{8}{4} = \frac{4}{2}$$

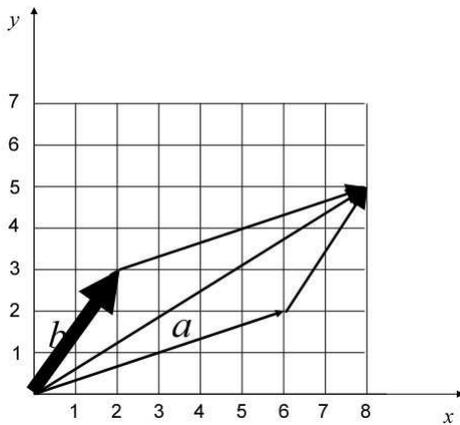
$$v = 2[m/s]$$

2.  $\epsilon_t\% = \frac{\text{valormedio} - \text{valorverdadero}}{\text{valorverdadero}} \times 100\%$

$$\epsilon_t\% = \frac{9.47[s] - 9.45[s]}{9.45[s]} \times 100\%$$

$$\epsilon_t\% = 0.21\%$$

3.  $\vec{b}$



4<sup>to</sup> DE SECUNDARIA

I. Parte Conceptual

1. - Onda viajera: cuando una sola protuberancia de onda, llamada pulso de onda, se forma y viaja a lo largo de una cuerda con rapidez definida. No tiene frecuencia ni longitud de onda.
  - Onda transversal: cuando la dirección de propagación de la onda es transversal al movimiento de las partículas del medio.
  - Onda longitudinal: cuando la dirección de propagación de la onda es la misma que el del movimiento de las partículas del medio.
2. Sí, porque se puede obtener iguales valores medidos con diferentes datos. La dispersión esta relacionada con la precisión de los datos.
3. 1) sólidos  
2) líquidos  
3) gases  
4) En el vacío no se propaga el sonido
4. b) Si la componente de un vector sobre el eje es nula, podemos concluir que la magnitud del vector también lo es.

| No.  | $t_1$ | $t_1^2$ | $t_2$ | $t_2^2$ |
|------|-------|---------|-------|---------|
| 1    | 1.47  | 2.1609  | 1.48  | 2.1904  |
| 2    | 1.46  | 2.1316  | 1.46  | 2.1316  |
| 3    | 1.45  | 2.1025  | 1.44  | 2.0736  |
| 4    | 1.46  | 2.1316  | 1.46  | 2.1316  |
| 5    | 1.45  | 2.1025  | 1.47  | 2.1609  |
| 6    | 1.47  | 2.1609  | 1.45  | 2.1025  |
| suma | 8.76  | 12.79   | 8.76  | 12.7906 |

II. Parte Práctica

$$1. s_1 = t_1^2 - t_1^2 n n - 1 = 12.79 - 8.76266 - 1$$

$$s_1 = 8.94 \times 10^{-3}[s]$$

$$s_2 = t_2^2 - t_2^2 n n - 1 = 12.7906 - 8.76266 - 1$$

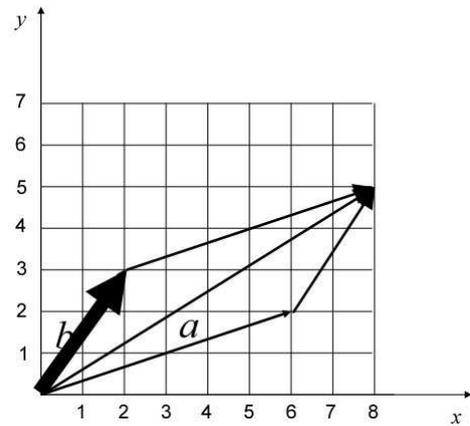
$$s_2 = 14.14 \times 10^{-3}[s]$$

La dispersión del grupo 2 es mayor que la del grupo 1.

ADICIONAL: Valores medios

$$t_1 = t_2 t_{in} = 8.766 = 1.46[s]$$

2.  $\vec{b}$



$$3. x_A = d - v_A t$$

$$x_B = v_B t$$

$$x_A = x_B = x$$

$$x = d - v_A(x/v_B)$$

$$x = d/(1 + v_A/v_B)$$

$$x = 60[m]$$

5<sup>to</sup> DE SECUNDARIA

I. Parte Conceptual

1. b) Si la componente de un vector sobre el eje es nula, podemos concluir que la magnitud del vector también lo es.
2. a) Cuando el desplazamiento tiene el mismo sentido que la fuerza.  
b) Cuando el desplazamiento tiene sentido contrario a la fuerza.  
c) Cuando el desplazamiento es nulo, cuando la fuerza es cero o cuando la fuerza y el desplazamiento sean perpendiculares.

3. a) Uniformemente acelerada  $a < 0$   
 b) Uniformemente acelerado  $a > 0$   
 c) Uniforme  $a = 0$   
 d) variado  $a = \text{variable}$
4. "La energía puede transformarse de una clase en otra, pero no puede ser creada ni destruida. De manera que la energía total es constante".

## II. Parte Práctica

1.  $h = V_0 + gt^2$  pero:  $V_0 = 0 \Rightarrow h = 1/2gt^2$   
 como se trata de cinco gotas, el tiempo es 4 segundos, entonces:  
 $h = 1/2 \times 9.81 \times 4^2 = 78.48[m]$
2.  $E = E_1 + E_2$   
 $FV = 0$   
 $E_1 + E_2 - P = 0$   
 $\gamma_1 \times V_1 + \gamma_2 \times V_2 - \gamma_c \times V_c = 0$   
 $\Rightarrow \rho_1 \times g \times a^2 y + \rho_2 \times g \times a^2 x + \rho_c \times g \times a^2 x = \rho_c g \times a^3$   
 $\Rightarrow x = a - y$   
 $\rho_1 \times g \times a^2 \times y + \rho_2 \times g \times a^2 \times (a - y) - \rho_c \times g \times a^2 \times a = 0$   
 $\Rightarrow \rho_1 \times y + \rho_2 \times a - \rho_c \times a = 0$   
 $y = a(\rho_c - \rho_2) / (\rho_1 - \rho_2) = a(940 - 800) / (1000 - 800) = 0.7a$   
 $\Rightarrow y = 0.7a \Rightarrow x = 0.3a$   
 $V_1 = a^2 y = a^2 0.7a = 0.7a^3$   
 $V_2 = a^2 x = a^2 0.3a = 0.3a^3$

3.  $E_B - E_A = W_F$   
 $E_A = 0$   
 $E_B = K_B + U_B = K_B + mgh$   
 $W_F = Fd \cos \theta$   
 $d = \sqrt{a^2 + h^2} = \sqrt{4^2 + 3^2} = 5$   
 $\cos \theta = a/d = 4/5$   
 $\Rightarrow K_B = W_F - U_B$   
 $K_B = Fa - mgh = 250 \times 4 - 5 \times 9.81 \times 3$   
 $K_B = 852.85J$

## 6<sup>to</sup> DE SECUNDARIA

### I. Parte Conceptual

1. "La variación de la energía interna de un sistema es igual al trabajo aplicado sobre dicho sistema más la cantidad de calor que se le suministra".
2. El trabajo depende del proceso seguido por el sistema, no solo de los estados inicial y final.
3. c)  
 $q = I/T = C$   
 $[I] = [\text{Amperios}]; [t] = [s]$   
 solución: carga  $q = I/t$

## II. Parte Práctica

1.  $W = P(V_2 - V_1) = 2 \times 10^5 \times (0.0003 - 0.0001)m^3 = 40[J]$
2.  $F_0$  es la fuerza que ejercen las cargas cuando están separadas una distancia  $d$ :  $F_0 = \frac{K \times q_1 \times q_2}{d^2}$   
 $F$  es la fuerza que ejercen las cargas cuando están separadas una distancia  $d/10$ :  $F = \frac{K \times q_1 \times q_2}{(d/10)^2} = 100 \frac{K \times q_1 \times q_2}{d^2}$   
 $\Rightarrow F = 100F_0$
3.  $|V_A - V_B| = V_1 - V_{R1} - V_{R2} - V_2$   
 $V_R = IR$   
 $|V_A - V_B| = 20V - 6V - 2V - 6V = 6V$

## SOLUCIONES 3<sup>ra</sup> ETAPA

7<sup>ma</sup> OLIMPIADA BOLIVIANA DE  
ASTRONOMÍA Y ASTROFÍSICA

### 6<sup>to</sup> DE PRIMARIA

1. Luna Nueva - 2. Luna Nueva Visible - 3. Cuarto Creciente - 4. Luna Gibosa Creciente - 5. Luna Llena - 6. Luna Gibosa Menguante - 7. Cuarto Menguante - 8. Luna Menguante
- a. No, por que estamos moviéndonos en el espacio donde no hay arriba ni abajo, todo es relativo. Por ejemplo el mapa de Bolivia bien podría ser:

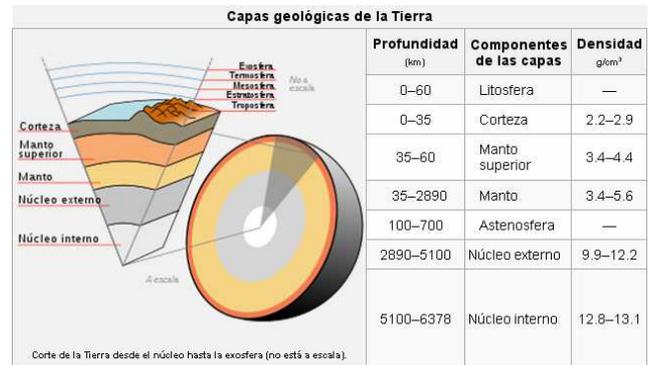


b. En el Polo Norte.

- a.  $S_{Luna} = 4\pi R_{Luna}^2 = 4(3.14159)(1738000m)^2 = 3.79697 \times 10^{13}m^2$
- b.  $S_{Tierra} = 4\pi R_{Tierra}^2 = 4(3.14159)(6378000m)^2 = 5.11297 \times 10^{14}m^2$
- c.  $S_{Tierra}/S_{Luna} = 13.467$  o sea  $S_{Tierra} = 13.467S_{Luna}$
- d.  $V_{Luna} = \frac{4\pi R_{Luna}^3}{3} = 4(3.14159)(1738000m)^3/3 = 2.199 \times 10^{19}m^3$
- e.  $V_{Tierra} = \frac{4\pi R_{Tierra}^3}{3} = 4(3.14159)(6378000m)^3/3 = 1.087 \times 10^{21}m^3$
- f.  $V_{Tierra}/V_{Luna} = 49.432$  o sea  $V_{Tierra} = 49.432V_{Luna}$
- g.  $\rho_{Luna} = \frac{M_{Luna}}{V_{Luna}} = \frac{5.97 \times 10^{24}/81.3}{2.199 \times 10^{19}m^3} = 3339.324kg/m^3$
- h.  $\rho_{Tierra} = \frac{M_{Tierra}}{V_{Tierra}} = \frac{5.97 \times 10^{24}kg}{1.087 \times 10^{21}m^3} = 5492.180kg/m^3$
- i.  $\rho_{Tierra}/\rho_{Luna} = 1.645$  o sea  $\rho_{Tierra} = 1.645\rho_{Luna}$

La densidad de la Luna es muy próxima a la densidad de una roca de la corteza terrestre, punto a favor de que la Luna surgió de una gran colisión entre un planeta pequeño y la Tierra que contribuyo con parte de su corteza.

Al ser la densidad de una roca terrestre promedio ( $\rho_{Roca} = 3.500kg/m^3$ ) menor que la densidad de la Tierra, nos indica que el núcleo de la Tierra debe ser mucho mas denso, es decir de un elemento más pesado. Hoy en día se conocen muy bien las distintas capas geológicas de nuestro planeta con sus respectivas densidades (fuente: Wikipedia):



4. La Tierra tiene atmósfera, la Luna no.

### 1<sup>ro</sup> DE SECUNDARIA

- a.  $6.418 \times 10^{23}kg/5.974 \times 10^{24}kg = 0.108$
- b.  $M_x/5.974 \times 10^{24}kg = 17.3$ , entonces  $M_x = 1.03 \times 10^{26}kg$
- c. Neptuno
- a.  $g_{Jupiter} = GM_{Jupiter}/R_{Jupiter}^2 = 24.79m/s^2$
- b.  $g_{Marte} = GM_{Marte}/R_{Marte}^2 = 3.71m/s^2$
- $g_{Jupiter}/g_{Marte} = 6.68$  o sea  $g_{Jupiter} = 6.68g_{Marte}$
3. Las lluvias de meteoros son predecibles por que éstas son causadas cuando nuestro planeta intercepta el polvo que deja en su trayectoria orbital un cometa. Nuestro planeta se encuentra en la misma posición de su órbita cada vez que completa una revolución o cada año entonces, intercepta la órbita de algún cometa regularmente año tras año, pudiendo de este modo predecir las lluvias de meteoros.
- a.  $E_{Cinetica} = 0.5 \times M \times v^2 = 0.5 \times 10^4 \times 180000^2 = 5 \times 10^{13}J$
- b.  $5 \times 10^{13}J \times 1MegatóndeTNT/4.184 \times 10^{15}J = 0.012Megatonnes = 12kilotones$
- c. Sin duda sería una catástrofe, más si cayera en algún continente, pero la atmosfera juega un papel fundamental en su masa y rapidez por que en la primera interacción de la roca

cósmica con nuestra atmosfera se genera un intenso calor pulverizando prácticamente el peligro. La probabilidad de que un asteroide mucho más grande choque con la Tierra es de 1 en 1 millón de años.

## 2<sup>do</sup> DE SECUNDARIA

1. a.  $4.37 \text{ años luz} \times 0.946 \times 10^{16} \text{ m/año luz} \times 1 \text{ km}/10^3 \text{ m} = 4.13402 \times 10^{13} \text{ km}$
- b.  $4.37 \text{ años luz} \times 1 \text{ pc}/3.26 \text{ años luz} = 1.3405 \text{ pc}$
- c.  $1.3405 \text{ pc} \times 206265 \text{ UA/pc} = 276496 \text{ UA}$

2. a.  $R_{VYCanMayor} = 2200 R_{Sol}$

$$V_{Sol} = 4\pi R_{Sol}^3/3$$

$$V_{VYCanMayor} = 4\pi R_{VYCanMayor}^3/3 = 4\pi(2200R_{Sol})^3/3 =$$

$$= V_{VYCanMayor} = 2200^3(4\pi R_{Sol}^3/3) = 2200^3 V_{Sol} = 1.0648 \times 10_{10} V_{Sol}$$

Por lo tanto en la estrella VY Can Mayor pueden caber  $1.0648 \times 10_{10}$  Soles, o sea 10648000000 Soles! Más de diez mil millones de Soles.

$$b. \text{Volumen}_{Tierra} = 1.08321 \times 10^{12} \text{ km}^3$$

$$\text{Volumen}_{Sol} = 1.4122 \times 10^{18} \text{ km}^3$$

En consecuencia caben 1303717.65 Tierras en el Sol  $1303717.65 \times 1.0648 \times 10^{10} = 1.388198558 \times 10^{16}$  Tierras en VYCan Mayor.

3. a.  $\rho = M_T/V_T = 5.97 \times 10^{24} \text{ kg}/(4/3)\pi(6.378 \times 10^6 \text{ m})^3 = 5.500 \text{ kg}/\text{m}^3$

b. Que el núcleo Terrestre debe ser mucho más denso que el presentado en la superficie.

4. NUCLEO - ZONA RADIATIVA - ZONA CONVECTIVA - FOTOSFERA - CROMOSFERA - CORONA.

(fuente: Resumen de Wikipedia):

El Sol presenta una estructura en capas esféricas o en "capas de cebolla". La frontera física y las diferencias químicas entre las distintas capas son difíciles de establecer. Sin embargo, se puede determinar una función física que es diferente para cada una de las capas. En la actualidad, la astrofísica dispone de un modelo de estructura solar que explica satisfactoriamente la mayor parte de los fenómenos observados. Según este modelo, el Sol está formado por: 1) núcleo, 2) zona radiante, 3) zona convectiva, 4) fotosfera, 5) cromosfera, 6) corona.

1) Núcleo: Ocupa unos 139 000 km del radio solar, 1/5 del mismo, y es en esta zona donde se verifican las reacciones termonucleares que proporcionan toda la energía que el Sol produce. El Sol está constituido por un 81 por ciento de hidrógeno, 18 por ciento de helio, y el 1 por ciento restante se reparte entre otros elementos. En su centro se calcula que existe

un 49 por ciento de hidrógeno, 49 por ciento de helio y un 2 por ciento que se distribuye en otros elementos que sirven como catalizadores (La catálisis es el proceso por el cual se aumenta o disminuye la velocidad de una reacción química, debido a la participación de una sustancia llamada catalizador) en las reacciones termonucleares.

2) Zona Radiante: En 1938 Hans Albrecht Bethe (1906-2005), en los Estados Unidos, y Carl Friedrich von Weizsäcker (1912-2007), en Alemania, simultánea e independientemente, encontraron el hecho notable de que un grupo de reacciones en las que intervienen el carbono y el nitrógeno como catalizadores constituyen un ciclo, que se repite una y otra vez, mientras dura el hidrógeno. A este grupo de reacciones se les conoce como ciclo de Bethe o del carbono, y es equivalente a la fusión de cuatro protones en un núcleo de helio. En estas reacciones de fusión hay una pérdida de masa, esto es, el hidrógeno consumido pesa más que el helio producido. Esa diferencia de masa se transforma en energía, según la ecuación de Einstein ( $E = mc^2$ ), donde E es la energía, m la masa y c la velocidad de la luz. Estas reacciones nucleares transforman el 0,7 por ciento de la masa afectada en fotones, con una longitud de onda cortísima y, por lo tanto, muy energéticos y penetrantes. La energía producida mantiene el equilibrio térmico del núcleo solar a temperaturas aproximadamente de 15 millones de grados Kelvin.

3) Zona Convectiva: Esta región se extiende por encima de la zona radiante, y en ella los gases solares dejan de estar ionizados y los fotones son absorbidos con facilidad y se convierten en un material opaco al transporte de radiación. Por lo tanto, el transporte de energía se realiza por convección (transferencia de calor), de modo que el calor se transporta de manera no homogénea y turbulenta por el propio fluido. Los fluidos se dilatan al ser calentados y disminuyen su densidad. Por lo tanto, se forman corrientes ascendentes de material desde la zona caliente hasta la zona superior, y simultáneamente se producen movimientos descendentes de material desde las zonas exteriores frías. Así, a unos 200 000 km bajo la fotosfera del Sol, el gas se vuelve opaco por efecto de la disminución de la temperatura; en consecuencia, absorbe los fotones procedentes de las zonas inferiores y se calienta a expensas de su energía. Se forman así secciones convectivas turbulentas, en las que las parcelas de gas caliente y ligero suben hasta la fotosfera, donde nuevamente la atmósfera solar se vuelve transparente a la radiación y el gas caliente cede su energía en forma de luz visible, y se enfría antes de volver a descender a las profundidades.

4) Fotosfera: La fotosfera es la zona visible donde se emite luz visible del Sol. La fotosfera se considera como la "superficie" solar y, vista a través de un telescopio, se presenta formada por gránulos brillantes que se proyectan sobre un fondo más oscuro. A causa de la agitación de nuestra atmósfera, estos gránulos parecen estar siempre en agitación. Puesto que el Sol es gaseoso, su fotosfera es algo transparente: puede ser observada hasta una profundidad de unos cientos de kilómetros antes de volverse completamente opaca. Normalmente se considera que la fotosfera solar tiene unos 100 o 200 km de profundidad.

Aunque el borde o limbo del Sol aparece bastante nítido en una fotografía o en la imagen solar proyectada con un telescopio, se aprecia fácilmente que el brillo del disco solar disminuye hacia el borde. Este fenómeno de oscurecimiento del centro al limbo es consecuencia de que el Sol es un cuerpo gaseoso con una temperatura que disminuye con la distancia al centro. La luz que se ve en el centro procede en la mayor parte de las capas inferiores de la fotosfera, más caliente y por tanto más luminosa. Al mirar hacia el limbo, la dirección visual del observador es casi tangente al borde del disco solar por lo que llega radiación procedente sobre todo de las capas superiores de la fotosfera, más frías y emitiendo con menor intensidad que las capas profundas en la base de la fotosfera.

Un fotón tarda un promedio de 10 días desde que surge de la fusión de dos átomos de hidrógeno, en atravesar la zona radiante y un mes en recorrer los 200 000 km de la zona convectiva, empleando tan sólo unos 8 minutos y medio en cruzar la distancia que separa la Tierra del Sol. No se trata de que los fotones viajen más rápidamente ahora, sino que en el exterior del Sol el camino de los fotones no se ve obstaculizado por los continuos cambios, choques, quiebros y turbulencias que experimentaban en el interior del Sol.

5) Cromosfera: La cromosfera es una capa exterior a la fotosfera visualmente mucho más transparente. Su tamaño es de aproximadamente 10000 km, y es imposible observarla sin filtros especiales, pues es eclipsada por el mayor brillo de la fotosfera. La cromosfera puede observarse durante un eclipse solar en un tono rojizo característico y en longitudes de onda específicas, notablemente en H, una longitud de onda característica de la emisión por hidrógeno a muy alta temperatura.

Las prominencias solares ascienden ocasionalmente desde la fotosfera, alcanzan alturas de hasta 150000 km y producen erupciones solares espectaculares.

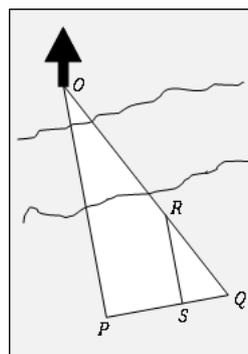
6) Corona Solar: La corona solar está formada por las capas más tenues de la atmósfera su-

perior solar. Su temperatura alcanza los millones de kelvin, una cifra muy superior a la de la capa que le sigue, la fotosfera, siendo esta inversión térmica uno de los principales enigmas de la ciencia solar reciente. Estas elevadísimas temperaturas son un dato engañoso y consecuencia de la alta velocidad de las pocas partículas que componen la atmósfera solar. Sus grandes velocidades son debidas a la baja densidad del material coronal, a los intensos campos magnéticos emitidos por el Sol y a las ondas de choque que rompen en la superficie solar estimuladas por las células convectivas. Como resultado de su elevada temperatura, desde la corona se emite gran cantidad de energía en rayos X. En realidad, estas temperaturas no son más que un indicador de las altas velocidades que alcanza el material coronal que se acelera en las líneas de campo magnético y en dramáticas eyecciones de material coronal. Lo cierto es que esa capa es demasiado poco densa como para poder hablar de temperatura en el sentido usual de agitación térmica.

La corona solar solamente es observable desde el espacio con instrumentos adecuados que anteponen un disco opaco para eclipsar artificialmente al Sol o durante un eclipse solar natural desde la Tierra. El material tenue de la corona es continuamente expulsado por la fuerte radiación solar dando lugar a un viento solar.

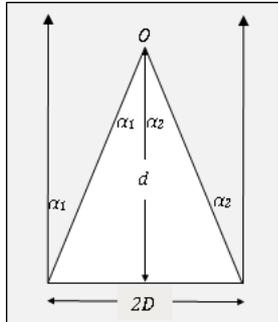
### 3<sup>o</sup> DE SECUNDARIA

#### 1. a. Veamos el método de **Triangulación**



Este es el método más usado para medir distancias grandes que sean inaccesibles. Por ejemplo, como medir la distancia de un árbol que está al otro lado del río sin atravesarlo (figura). La solución se la encuentra colocando al árbol en una de los vértices de un triángulo rectángulo  $OPQ$ . Luego se construye el triángulo equivalente  $RSQ$ .  $PQ$  es la línea base del primer triángulo, y  $SQ$  es la línea base del segundo triángulo. Nota que se cumple la equivalencia:  $\frac{OP}{RS} = \frac{PQ}{SQ}$ , de donde:  $OP = SR\left(\frac{PQ}{SQ}\right)$  y que las distancias  $SR$ ,  $PQ$  y  $SQ$  son fáciles de medir, por lo tanto la distancia  $OP$  será

también fácil de calcular. Notemos que la dirección del árbol, visto desde  $P$ , es diferente a la dirección del árbol visto desde  $Q$ . Se define **paralaje** al cambio de posición aparente del objeto en observación debido al cambio de posición del observador.



Este mismo principio se usa en la astronomía.

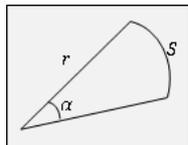
Supón que en el punto  $O$  está la estrella de la cual queremos medir su distancia  $d$ . La línea base en este caso será  $2D$ ;  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$  son los ángulos entre la dirección del objeto visto desde ambos extremos de la línea base con respecto a una dirección de otro objeto (otra estrella) mucho más distante que será tomada como referencia (en el ejemplo del árbol esta referencia puede ser una montaña en el horizonte) (figura). Por lo tanto es fácil ver que:

$$\tan(\alpha_1) = \tan(\alpha_2) = \frac{D}{d}$$

Para ángulos pequeños ( $\alpha_1 \leq 4^\circ \cong 7 \times 10^{-2} [rad]$ ) se cumple que  $\tan \alpha_1 \cong \alpha_1 [rad]$ , y si  $\alpha_1 = \alpha_2 \Rightarrow \alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$  tal que:

$$\tan(\alpha) \cong \alpha [rad] = \frac{D}{d} \Rightarrow d = \frac{D}{\alpha} [m]$$

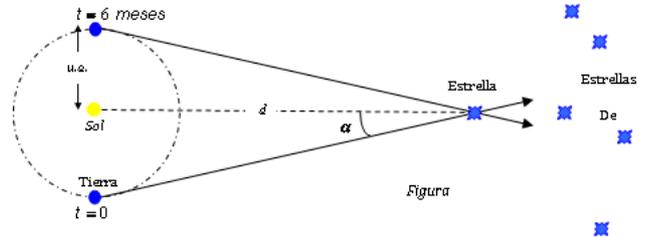
En radianes, el valor de un ángulo es igual al arco que el encierra, dividido entre el radio de arco de circunferencia correspondiente al ángulo. Es decir, el valor de un ángulo en radianes es (figura):  $\alpha [rad] = \frac{s}{r}$



**Paralaje Geocéntrico y Heliocéntrico**

Cuando la línea base es tomada igual al diámetro de la Tierra, entonces se puede medir la distancia a la que está la Luna o algunos planetas visibles. Este método es el llamado *paralaje geocéntrico*. De la penúltima ecuación se tendrá que:  $d = \frac{R_{\oplus}}{\alpha} [m]$  ( $\alpha$  se mide en radianes).

De una manera equivalente se puede usar la línea base igual a la distancia Tierra-Sol, que se define como una unidad astronómica: 1 U.A., entonces se puede medir la distancia a la que está una estrella. Este método se conoce como el *paralaje heliocéntrico* (Figura).



A medida que nuestro planeta gira en torno al Sol, es posible medir la distancia a la que está una estrella midiendo la dirección de la estrella en relación a las estrellas del fondo, para lo cual se debe fijar la fecha, hora, minuto y segundo de la observación, es decir, cuando la Tierra está a un lado del Sol y volver a hacer la medición exactamente seis meses más tarde, cuando la Tierra está al otro lado del Sol.

Ahora tendremos que:  $d = \frac{1}{\alpha} [u.a.]$ , donde  $\alpha$  se mide en radianes.

b. Convirtamos  $0.765''$  de arco a radianes:

$$\alpha = 0.765'' \times 1^\circ/3600'' \times 2\pi rad/360^\circ = 3.70882466 \times 10^{-6} rad$$

Ahora, usemos la relación:  $d = 1/\alpha$ ,

donde  $d = 1pc$  tal que:

$$1pc = (3.636 \times 10^{-6} rad)^{-1} = 269627.1977UA$$

$$\text{o en años luz: } 269627.1977UA \times 150 \times 10^9 m/UA/0.946 \times 10^{16} m \approx 4.3 \text{ años luz} \\ \Rightarrow 4.3 \text{ años luz} \times 1pc/3.26 \text{ años luz} \approx 1.32pc$$

2. a. El flujo saliente de VY CAN MAYOR cuya luminosidad es igual a  $L = 270000L_{Sol}$

$$\text{Flujo} = L_{VYCanMayor}/(4\pi(R_{VYCanMayor})^2) \\ \text{Flujo} = 270000L_{Sol}/(4\pi(2200R_{Sol})^2) = 3523502.2W/m^2$$

b. El flujo saliente de la misma estrella si estuviera a una distancia igual a  $1.170pc$  (que es una milésima de su distancia real)

$$\text{Flujo} = L_{VYCanMayor}/(4\pi(1.170pc)^2) \\ \text{Flujo} = 270000L_{Sol}/(4\pi(1.170 \times 3.086 \times 10^{16}m)^2) = 5.04 \times 10^{-4}W/m^2$$

c. Desde su distancia real, el flujo será:

$$\text{Flujo}_{Estrella} = L_{VYCanMayor}/(4\pi(1170pc)^2) \\ \text{Flujo}_{Estrella} = 270000L_{Sol}/(4\pi(1170 \times 3.086 \times 10^{16}m)^2) = 5.04 \times 10^{-10}W/m^2$$

Por tanto:

$$\text{Magnitud}_{Estrella} = \dots = \\ \text{Magnitud}_{Sol} - 2.5 \log(\text{Flujo}_{Estrella}/\text{Flujo}_{Sol}) = +4.278m$$

d.  $2200R_{Sol} = 2200 \times 6.961 \times 10^8 = 1.5312 \times 10^{12}m \times 1UA/150 \times 10^9 = 10.208UA!!!$

3. a.  $t = d/v = (100UA \times 150 \times 10^9m/UA)/(450km/h \times 10^3m/km \times 1h/3600s)$

$t = 1.2 \times 10^{11}s$

b.  $Flujo = 3.846 \times 10^{26}W/(4\pi(1UA)^2)$

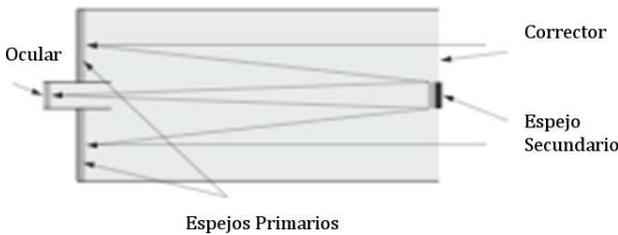
$Flujo = 3.846 \times 10^{26}W/(4\pi(150 \times 10^9m)^2) = 1360.24W/m^2$

Este valor es conocido como la Constante Solar.

- 4. a. 11
- b. 2012
- c. 1997

4<sup>to</sup> DE SECUNDARIA

TELESCOPIO REFLECTOR



TELESCOPIO REFRACTOR



- 1.
- 2. Como:  $RA = 250000\lambda/d$ , entonces,  $d = 250000\lambda/RA_{OH} = 250000 \times 10^{-8}/60 = 4.17 \times 10^{-5}m = 0.0000417m!!!$ . El diámetro de un ojo humano está en el rango de 3 a 4.5mm. Si tomamos por ejemplo 0.00417 esa supuesta pupila debería ser 100 veces más pequeña que la que tenemos.
- 3. a. iv. Los rayos de luz provenientes de la cara de un actor deben reflejarse del espejo y entrar en la cámara. Si estos rayos de luz se invierten, la luz de la cámara se refleja en el espejo y entra en los ojos del actor.
- b. En caso de emergencia, una ambulancia debe ir a altas velocidades. Si un conductor escucha tocar bocina proveniente de atrás lo primero que hace es mirar por el espejo retrovisor, lo que verá en su espejo es el nombre clarísimo: **AMBULANCIA** y le dará paso. Sin duda has notado que cuando te miras a un espejo y levantas la mano izquierda tu imagen levanta la

mano derecha o si cierras el ojo derecho tu imagen cierra el ojo izquierdo. Esa inversión de la imagen es la que utilizan las ambulancias para hacer entender rápidamente a los otros conductores su urgencia.

4. a.  $5000 \times 0.158 = 790km$

b. La circunferencia es  $C = 2\pi R$

Como a  $7^\circ 12' = 7.2$  le corresponden  $790km$ , entonces a  $360^\circ$  le corresponderá la circunferencia  $C$ , es decir:

$C = 360 \times 790/7.2 = 39500km$

c.  $R = C/2\pi = 6286.6km$ , valor no muy alejado del real:  $6378.1km$ .

Calculemos el error relativo:

$E_{Rel} = |6378.1 - 6286.6|/6378.1 \times 100 = 1.44\%$

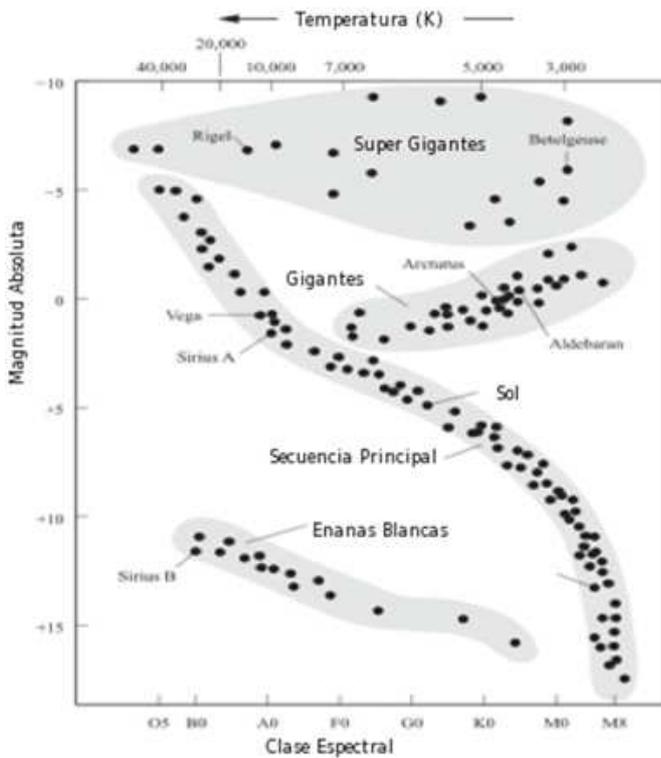
nada mal para un cálculo realizado hace más de 2200 años!

5<sup>to</sup> DE SECUNDARIA

| Clase | Temperatura   | Color              | Luminosidad | %       |
|-------|---------------|--------------------|-------------|---------|
| O     | > 33000       | Azul               | > 30000     | 0.00003 |
| B     | 10000 a 33000 | Blanco azulado     | 25 a 30000  | 0.13    |
| A     | 7500 a 10000  | Blanco             | 5 a 25      | 0.6     |
| F     | 6000 a 7500   | Blanco Amarillento | 1.5 a 5     | 3       |
| G     | 5200 a 6000   | Amarillo           | 0.6 a 1.5   | 7.6     |
| K     | 3700 a 5200   | Naranja            | 0.08 a 0.6  | 12.1    |
| M     | < 3700        | Rojo Naranja       | < 0.08      | 76.45   |

- 1.
- 2. a.  $E_a = Lt = 3.846 \times 10^{26} J/s \times 10^{10} años \times 3.16 \times 10^7 s/año = 1.2 \times 10^{44} J$
- b.  $E_b = GM_{Sol}^2/R_{Sol}$   
 $E_b = 6.673 \times 10^{-11} m^3/kg s^2 (1.989 \times 10^{30} kg)^2 / 6.961 \times 10^8 m = 3.8 \times 10^{41} J$
- c.  $E_b$  es 1000 veces más pequeña que  $E_a$  por lo que la energía liberada tienen otros orígenes que la energía producida en la contracción o colapso gravitacional, estos orígenes son nucleares, procesos que suceden internamente dentro de cada estrella.
- 3. Cuando el periodo se mide en años y la distancia media de la Tierra al Sol  $D_{TS}$  se mide en unidades astronómicas(UA), la 3ra ley de Kepler nos dice:  $P^2 = D_{TS}^3$ . Usando mecánica de Newton, es posible expresarla como:  $P^2 = 4\pi^2 D_{TS}^3 / (G(m + M))$ . Asumiendo que  $m \ll M$  (la masa de la Tierra es mucho más pequeña que la masa del Sol) entonces  $m + M \approx M$ , por lo tanto,  $M = 4\pi^2 D_{TS}^3 / (GP^2) = 2 \times 10^{30} kg$ .

4.



6<sup>to</sup> DE SECUNDARIA

1. d. las fronteras entre los conjuntos no están bien definidas entre los rayos X y la radiación UV por ejemplo, o los rayos X y la radiación gamma.

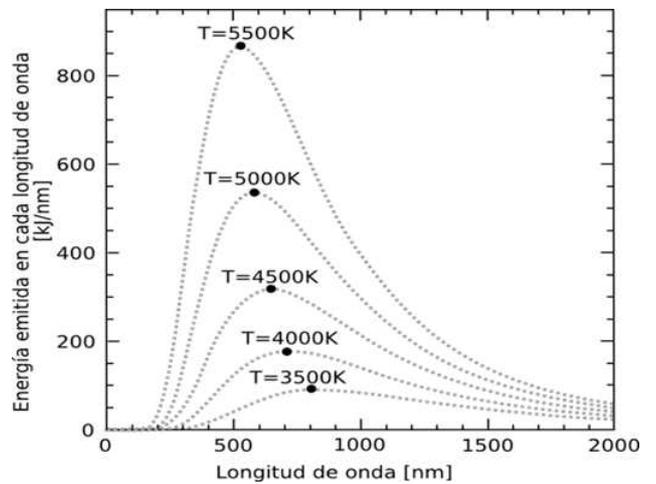
| Banda                            | Longitud de onda (m) | Frecuencia (Hz) | Energía (J)                  |
|----------------------------------|----------------------|-----------------|------------------------------|
| Rayos gamma                      | < 10 pm              | > 30,0 EHz      | > 20 × 10 <sup>15</sup> J    |
| Rayos X                          | < 10 nm              | > 30,0 PHz      | > 20 × 10 <sup>18</sup> J    |
| Ultravioleta extremo             | < 200 nm             | > 1,5 PHz       | > 993 × 10 <sup>21</sup> J   |
| Ultravioleta cercano             | < 380 nm             | > 789 THz       | > 523 × 10 <sup>21</sup> J   |
| Luz Visible                      | < 780 nm             | > 384 THz       | > 255 × 10 <sup>21</sup> J   |
| Infrarrojo cercano               | < 2,5 μm             | > 120 THz       | > 79 × 10 <sup>21</sup> J    |
| Infrarrojo medio                 | < 50 μm              | > 6,00 THz      | > 4 × 10 <sup>21</sup> J     |
| Infrarrojo lejano/submilimétrico | < 1 mm               | > 300 GHz       | > 200 × 10 <sup>24</sup> J   |
| Microondas                       | < 30 cm              | > 1 GHz         | > 2 × 10 <sup>24</sup> J     |
| Ultra Alta                       | < 1 m                | > 300 MHz       | > 19.8 × 10 <sup>26</sup> J  |
| Frecuencia - Radio               |                      |                 |                              |
| Muy Alta                         | < 10 m               | > 30 MHz        | > 19.8 × 10 <sup>28</sup> J  |
| Frecuencia - Radio               |                      |                 |                              |
| Onda Corta - Radio               | < 180 m              | > 1,7 MHz       | > 11.22 × 10 <sup>28</sup> J |
| Onda Media - Radio               | < 650 m              | > 650 kHz       | > 42.9 × 10 <sup>29</sup> J  |
| Onda Larga - Radio               | < 10 km              | > 30 kHz        | > 19.8 × 10 <sup>30</sup> J  |
| Muy Baja                         | > 10 km              | < 30 kHz        | < 19.8 × 10 <sup>30</sup> J  |
| Frecuencia - Radio               |                      |                 |                              |

2. a. ii. Rigel, por que es azul y en consecuencia tiene una longitud de onda más corta que el Rojo (Betelgeuse) lo que implica una mayor temperatura según la ley de Wien.

b. La ley del desplazamiento de Wien indica como el pico de la distribución de la longitud de onda se desplaza hacia longitudes de onda

| ν                 | λ                       | E                       | Radiación            |
|-------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------|
| 10 <sup>22</sup>  | 10 <sup>-13</sup>       | 10 <sup>8</sup>         | RAYOS GAMMA          |
| 10 <sup>21</sup>  |                         | 10 <sup>7</sup>         |                      |
|                   |                         | 10 <sup>6</sup> = 1MeV  | RAYO X               |
| 10 <sup>18</sup>  | 10 <sup>-10</sup> 1Å°   | 10 <sup>5</sup>         |                      |
|                   | 10 <sup>-2</sup> 1nm    | 10 <sup>4</sup>         | ULTRAVIOLETA         |
| 10 <sup>15</sup>  |                         | 10 <sup>3</sup> = 1 keV |                      |
|                   |                         | 1 eV                    | VISIBLE              |
|                   |                         | 10 <sup>-1</sup>        | INFRARROJO           |
| 1 THZ (terahertz) | 10 <sup>-12</sup>       | 10 <sup>-2</sup>        |                      |
|                   | 10 <sup>-3</sup> = 1 mm | 10 <sup>-3</sup>        | MICROONDAS           |
| 1 GHZ (gigahertz) | 10 <sup>9</sup>         | 10 <sup>-4</sup>        |                      |
|                   | 10 <sup>0</sup> = 1 m   | 10 <sup>-6</sup>        | Radiofrecuencia      |
|                   |                         | 10 <sup>-7</sup>        |                      |
| 1 MHz (megahertz) | 10 <sup>6</sup>         | 10 <sup>-8</sup>        | Transmisión de radio |
|                   | 10 <sup>-3</sup> = 1 km | 10 <sup>-9</sup>        |                      |
| 1 KHz (kilohertz) | 10 <sup>3</sup>         | 10 <sup>-10</sup>       | RADIOFRECUENCIA      |
|                   | 10 <sup>0</sup> = 1 mm  | 10 <sup>-12</sup>       |                      |
|                   |                         | 10 <sup>-13</sup>       |                      |
|                   |                         | 10 <sup>-14</sup>       |                      |
|                   |                         | 10 <sup>-15</sup>       |                      |

más cortas conforme aumenta la temperatura:  $\lambda_{max}T = k_{Wien} = 2.8977686 \times 10^{-3}m$ , donde  $\lambda_{max}$  es la longitud de onda que alcanza el máximo de la curva: intensidad de la radiación de un cuerpo negro vs la longitud de onda y T es la temperatura absoluta de la superficie del objeto que emite la radiación:



Las longitudes de onda del rojo y del azul son respectivamente:  $7 \times 10^{-7}m$  y  $4.5 \times 10^{-7}m$  por lo tanto:

$$T_{Betelgeuse} = 2.8977686 \times 10^{-3}mK / 7 \times 10^{-7}m = 4139.669K$$

$$T_{Rigel} = 2.8977686 \times 10^{-3}mK / 4.5 \times 10^{-7}m = 6439.486K$$

3. a. Usando el concepto de densidad, los datos sobre la masa del Sol y el radio de la Tierra dados en la hoja del examen en:  $\rho = M/V = M/(4\pi R^3/3)$ , tendremos:

| Masa          | Radio            | $\rho(kg/m^3)$                             |
|---------------|------------------|--|
| $0.5 M_{Sol}$ | $1.5 R_{Tierra}$ | $272636544 \approx 2.726 \times 10^8$      |
| $1.0 M_{Sol}$ | $0.9 R_{Tierra}$ | $2524412450 \approx 2.523 \times 10^9$     |
| $1.3 M_{Sol}$ | $0.4 R_{Tierra}$ | $37381026230 \approx 3.738 \times 10^{10}$ |

Cuanto más pequeña, la estrella enana blanca tiene una densidad más elevada.

b. La enana blanca más masiva tiene un tamaño mas pequeño que la enana blanca menos masiva que tiene un tamaño más grande y en consecuencia mayor área para emitir ondas electromagnéticas o luz.

4. Nota.- En realidad existe cierto tipo de radiación que si puede escapar de un agujero negro, la misma ha sido predicha por la mecánica cuántica y se la ha detectado en el caso de Cygnus X1.

a.  $\rho \approx 6.177 \times 10^{17} (MSol/M)^2 = \rho_{Agua} = 1000kg/m^3$ , entonces:

$$M = [(6.177 \times 10^{17} \times (2 \times 10^{30})^2) / 1000]^{1/2} = 4.97 \times 10^{37} kg \approx 25 \times 10^6 M_{Sol}$$

b.  $\rho \approx 6.177 \times 10^{17} (M_{Sol}/4.5 \times 10^6 M_{Sol})^2 = 6.177 \times 10^{17} (1/4.5 \times 10^6)^2 \approx 30504kg/m^3$

# SOLUCIONES NACIONAL

17<sup>va</sup> OLIMPIADA BOLIVIANA FÍSICA

3<sup>ro</sup> DE SECUNDARIA

## I. Preguntas Cortas

1. e)

Las distancias entre A y 0 y entre B y 0 son, al cabo de  $t$  segundos,  $E2t[m]$  y  $3t[m]$ , respectivamente. En el triángulo rectángulo AOB, AB es la hipotenusa, de donde  $AB = \sqrt{4 + 9}$ ,  $t = \sqrt{13}t$ .

2. a)

3. c)

4. a)

5.  $E = 0.0012$ ;  $E\% = 0.12\%$

6. d)

7. d)

8. e)

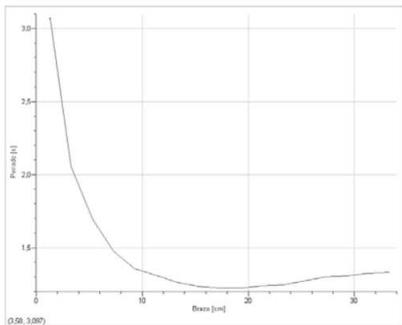
## II. Problemas

1. a) 29013310873.90

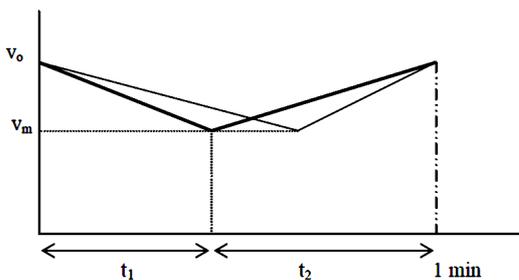
b) 9784640.96

c) 11.22

2. El valor de T mínimo corresponde a  $b = 18[cm]$  y es igual a  $T = 1.22[s]$  aproximadamente.



3. Este problema se resuelve fácilmente de manera gráfica.



El valor numérico del área de los dos trapecios vale  $1[km]$

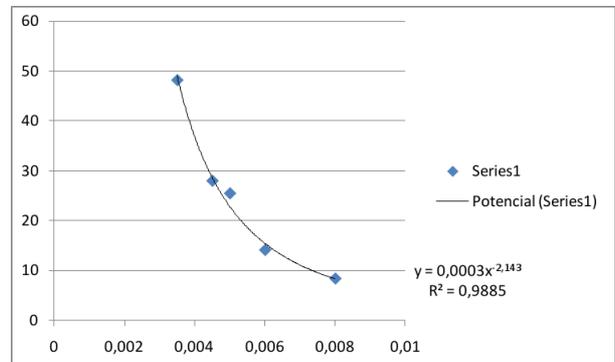
$$1 = \frac{V_0 + V_m}{2}t_1 + \frac{V_0 + V_m}{2}t_2 = \frac{(V_0 + V_m)}{2}(t_1 + t_2)$$

$$V_m = \frac{2}{t_1 + t_2} - V_0 = 30 \frac{km}{h}$$

4. b)

- Prueba Experimental  
Resultados

| Diámetro [m] | Tiempo [s] |
|--------------|------------|
| 0.0035       | 48.19      |
| 0.0045       | 28.04      |
| 0.0050       | 25.53      |
| 0.0060       | 14.19      |
| 0.0080       | 8.47       |



Se observa que a medida que aumenta el diámetro del orificio, disminuye el tiempo de descarga tal como era de esperar.

## 4<sup>to</sup> DE SECUNDARIA

### I. Preguntas Cortas

1. a)

2. a)

3. a)

Existe un retraso en la marcha de la primera y la última fila debido al tiempo que tarda el sonido de los golpes de tambor en atravesar la longitud del regimiento. Según el enunciado, este tiempo es igual al tiempo que tardan los soldados en dar un paso. La frecuencia de marcha de  $120 \text{ pasos/min}$  equivale a  $2 \text{ pasos/seg}$ , de donde cada paso demora  $1/2s$ . Por tanto la longitud del regimiento es  $340m/s \times 1/2s = 170m$

4. b)

El máximo ángulo alfa se encuentra asumiendo que el ángulo  $\beta$  entre el rayo incidente y la normal a la cara 'ac' es el ángulo límite para la interfase cristal-agua, o sea:  $\text{sen}\beta = n_{\text{agua}}/n_{\text{cristal}}$ . Como alfa y beta son complementarios:  $\alpha = \pi/2 - \arcsen(n_{\text{agua}}/n_{\text{cristal}})$ . Numéricamente este es un valor cercano a los  $30^\circ$ .

5. e)

Basta aplicar la ecuación del efecto Doppler con la velocidad de la fuente nula, velocidad del observador (el jet) igual a la del sonido y considerando que la frecuencia aumenta por existir una aproximación relativa entre fuente y observador.

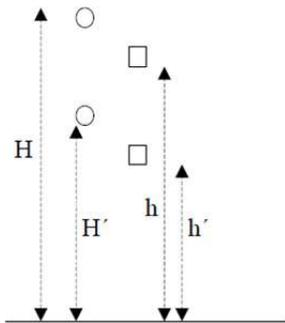
6. b)

7. A)

8. d)

II. Problemas

1. Designamos con  $H$  la altura a la que está el submarino respecto del fondo del mar cuando empieza a emitir el sonido y con  $H'$  la posición cuando termina de emitirse la señal. Con  $h$  designamos la posición del submarino cuando empieza a recibir la señal reflejada en el fondo y  $h'$  cuando termina. La figura inferior aclara estos valores.



Las posiciones se han puesto separadas para claridad de la figura. Entre las posiciones  $H$  y  $H'$  el tiempo transcurrido es  $T_0$  y entre  $h$  y  $h'$ ,  $T$ .

$$H - H' = vT_0$$

$$h - h' = vT$$

El sonido emitido en  $H$  viaja  $H + h$  al llegar al submarino y emplea un tiempo  $\tau_1$  y en ese mismo tiempo el submarino recorre  $H - h$ .

$$H + h = c\tau_1; H - h = v\tau_1$$

$$\rightarrow \frac{H + h}{c} = \frac{H - h}{v}$$

$$\rightarrow H(c - v) = h(c + v)$$

$$\rightarrow H = \frac{c + v}{c - v}h$$

El fin de la señal sonora se emite en la posición del submarino  $H'$  y esa señal recorre la distancia  $H' + h'$  cuando llega al submarino empleando un tiempo  $\tau_2$  y en ese mismo tiempo el submarino recorre  $H' - h'$

$$H' + h' = c\tau_2; H' - h' = v\tau_2$$

$$\rightarrow \frac{H' + h'}{c} = \frac{H' - h'}{v}$$

$$\rightarrow H'(c - v) = h'(c + v)$$

$$\rightarrow H' = \frac{c + v}{c - v}h'$$

Sustituyendo  $H$  y  $H'$  en la primera ecuación:

$$\frac{c + v}{c - v}h - \frac{c + v}{c - v}T = T_0 \rightarrow \frac{c + v}{c - v}(h - h') = vT_0$$

Sustituyendo en la última ecuación  $h - h'$  se tiene:

$$\frac{c + v}{c - v}vT = vT_0 \rightarrow \frac{c + v}{c - v}T = T_0$$

$$\rightarrow cT + vT = cT_0 - vT_0 \rightarrow v = \frac{T_0 - Tc}{T_0 + T}c$$

2. Los rayos que llegan a la cara BC y se reflejan deben hacerlo con un ángulo  $\delta$  el cual a ser mayor que el ángulo límite, ya que si es menor se refractan en la cara BC.

De la figura se deduce: que el ángulo de incidencia sobre la cara AC vale:  $90 - \epsilon$  y  $\gamma = 90 - \delta$   
Según la ley de Snell:  $n \cdot \text{sen}(90 - \epsilon) = 1 \cdot \text{sen } \beta$   
Para que  $\beta$  sea el mayor ángulo posible es necesario que sea  $\epsilon$  sea menor posible.

$$\epsilon + \gamma + \alpha = 180 \rightarrow \epsilon = 180 - (90 - \delta) - \alpha = 90 + \delta - \alpha$$

De la última expresión se deduce que el valor mínimo de  $\epsilon$  ocurre cuando  $\delta$  sea mínimo precisamente el valor mínimo de  $\delta$  se produce cuando es igual al ángulo límite prisma aire.

$$1.5 \text{sen } 1 = 1 \text{sen } 90 \rightarrow \text{sen } 1 = 11.5 \rightarrow 1 = \delta = 41.8^\circ$$

$$1.5 \text{sen}[90 - (30 + \delta)] = \text{sen } \beta$$

$$\rightarrow 1.5 \text{sen}(90 - 71.8) = \text{sen } \beta \rightarrow \beta = 27.9^\circ$$

3. Dado que la bala alcanza al pato en un tiempo  $t_i$ , en ese instante las coordenadas del pato y de la bala son las mismas coordenadas del pato en el tiempo  $t_i : (x_o + ut_i; h)$ .

La bala describe una trayectoria parabólica siendo sus ecuaciones:

$$x = v \cos \alpha t; y = v \text{sen } \alpha t - \frac{1}{2}gt^2$$

Coordenadas de la bala en el tiempo  $t_i :$   
 $(v \cos \alpha t_i, h = v \text{sen } \alpha t_i - \frac{1}{2}gt_i^2)$

$$v \cos \alpha t_i = x_o + ut_i \rightarrow t_i = \frac{x_o}{v \cos \alpha - u}$$

$$v \text{sen } \alpha t_i - \frac{1}{2}gt_i^2 = h$$

sustituyendo el tiempo en la segunda ecuación

$$v \operatorname{sen} \alpha \frac{x_o}{v \cos \alpha - u} - \frac{1}{2} g \left( \frac{x_o}{v \cos \alpha - u} \right)^2 = h$$

$$\frac{x_o}{v \cos \alpha - u} \left[ v \operatorname{sen} \alpha - \frac{1}{2} g x_o v \cos \alpha - u \right] = h$$

De la figura se deduce:

$$\tan \alpha = \frac{h}{x_o} \rightarrow x_o = \frac{h}{\tan \alpha}$$

$$\frac{h}{\tan(v \cos \alpha - u)} \left[ v \operatorname{sen} \alpha - \frac{1}{2} \frac{gh}{\tan \alpha (v \cos \alpha - u)} \right] = h$$

$$\rightarrow \frac{v \cos \alpha}{v \cos \alpha - u} - \frac{gh}{2 \tan^2 \alpha (v \cos \alpha - u)^2} = 1$$

$$\frac{gh}{2 \tan^2 \alpha (v \cos \alpha - u)^2} = \frac{v \cos \alpha}{v \cos \alpha - u} - 1 = \frac{u}{v \cos \alpha - u}$$

$$\rightarrow \frac{gh}{2 \tan^2 \alpha (v \cos \alpha - u)^2} = u$$

$$h = \frac{2u \tan^2 \alpha (v \cos \alpha - u)}{g}$$

- Prueba Experimental

Resultados

$m\lambda = dsen\theta$ , donde  $\theta = \arctan(s/l)$

Tomando  $m = 1$  y  $\lambda = 780[nm]$  (especificaciones del laser):

$l = 8[cm]$

$s = 4,8[cm]$

$\theta = \arctan(4,8/8) = 30,96375653^\circ$

$d = m\lambda/sen\theta = 780 \times 10^{-9}/sen(30,96)$

$d = 1,5144511 \times 10^{-6}[m]$

5<sup>to</sup> DE SECUNDARIA

I. Preguntas Cortas

1. a)

2. d)

3. a)

4. e)

5. a)

6. d)

El gas en el cilindro es calentado y se expande.

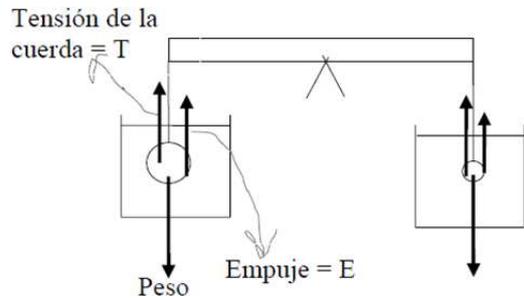
7. c)

Para el funcionamiento de máquinas térmicas de cualquier tipo es indispensable la existencia de diferencias de temperaturas (un calentador y un refrigerador). Eso exige la llamada segunda ley de la termodinámica las aguas del océano pueden considerarse como un calentador gigantesco. Pero para la instalación térmica que utilice sus recursos energéticos, se requiere un refrigerador del mismo tamaño, que no estamos en condiciones de proponer.

8. e)

II. Problemas

1. En la figura inferior se hace un esquema de las fuerzas que actúan sobre los cuerpos



Sobre cada cuerpo actúan su peso  $P$ , la tensión de la cuerda  $T$  y el empuje del líquido. Para ambos cuerpos el peso es el mismo por lo dicho en el enunciado, la tensión es la misma porque la reacción a cada  $T$  está aplicada en la palanca y ésta se encuentra en equilibrio, finalmente los empujes han de ser iguales y si los líquidos tienen diferentes densidades es que los cuerpos tienen diferentes volúmenes.

$$v_1 \rho_1 g = v_2 \rho_2 g \rightarrow \frac{m}{d_1} \rho_1 g = \frac{m}{d_2} \rho_2 g \rightarrow \frac{d_1}{d_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2}$$

2. a) Consideremos un sistema de referencia ligado al suelo, el eje  $X$  paralelo al suelo y el eje  $Y$  perpendicular al anterior. Respecto de este sistema, en el instante inicial de salida de la bola, su velocidad horizontal es  $v$  y su velocidad vertical  $v_b$ .

Las ecuaciones de movimiento son:

$$x = vt; y = v_b t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$v_x = \frac{dx}{dt} = v; v_y = \frac{dy}{dt} = v_b - gt$$

Cuando la bola alcance la altura máxima  $h$ ,  $v_y = 0$ , por tanto:

$$0 = v_b - g t_h \rightarrow t_h = \frac{v_b}{g}$$

$$y = h = v_b \frac{v_b}{g} - \frac{1}{2} g \frac{v_b^2}{g^2} = \frac{1}{2} \frac{v_b^2}{g}$$

Cuando la bola vuelva a ocupar la misma posición vertical que a la salida, entonces su abscisa es  $\Delta x$  y su ordenada cero. Designando por  $t_m$  al tiempo.

$$0 = v_b t_m - \frac{1}{2} g t_m^2 \rightarrow t_m = 0$$

$$t_m = \frac{2v_b}{g} = 2t_h \rightarrow v t_m = v \frac{2v_b}{g}$$

Entonces:

$$v_b = \sqrt{2gh} \sqrt{2 \cdot 9.81 \cdot 0.50} = 3.13 \frac{m}{s}$$

$$v = \frac{\Delta x g}{2v} = \frac{0.40 \cdot 9.81}{2 \cdot 3.13} = 0.63 \frac{m}{s}$$

b) Puesto que la bola tiene las mismas velocidades que en el apartado a) su altura máxima  $h$  y su alcance horizontal  $\Delta x$  son los mismos. Para que la bola pase rozando la parte superior del carrito es preciso que éste se desplace una distancia  $\Delta x$  mas la mitad de la longitud del carrito mas el radio de la bola, esto es:

$$\Delta x' = \Delta x + 0.05 + 0.001m = 0.46m$$

La ecuación del desplazamiento del carrito sobre el rail es:

$$\Delta x' = vt + \frac{1}{2}at^2$$

El tiempo de duración del movimiento del carrito es el mismo que el de la bola en el aire y se calculó en el aparato anterior  $t_m = \frac{2v_h}{g}$ .

La aceleración del carrito es provocada por la masa  $m$  que debe arrastrar a la masa  $M$  del carrito

$$mg = (m + M)a \rightarrow a = \frac{m}{m + M}g$$

Finalmente:

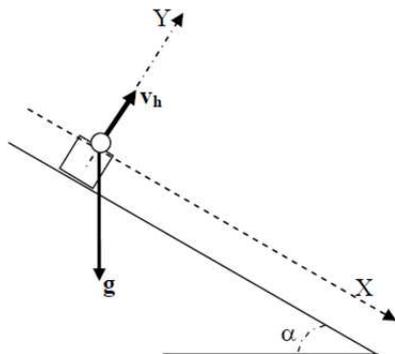
$$0.46 = v \frac{2v_b}{g} + \frac{1}{2} \frac{m}{m + M} g \left( \frac{2v_h}{g} \right)^2$$

$$\rightarrow 0.46 = 0.63 \frac{2 \cdot 3.13}{9.81} + \frac{4m \cdot 3.13^2}{2m + 1.39 \cdot 81}$$

$$\rightarrow 0.058 = 1.997 \frac{m}{m + 1.3} \rightarrow \frac{m + 1.3}{m} = 34.4$$

$$\rightarrow \frac{1.3}{m} = 34.4 \rightarrow m = 0.039kg$$

c) En la figura inferior se indica el sistema de referencia



Sobre ese sistema de referencia las componentes de la aceleración de la gravedad son:

$$Eje X : g \sen \alpha; Eje Y : -g \cos \alpha$$

Las ecuaciones de movimiento de la bola respecto al sistema son:

$$x = \frac{1}{2}g \sen \alpha t^2$$

$$y = v_h t - \frac{1}{2}g \cos \alpha t^2$$

Cuando la bola vuelva a alcanzar la altura  $d$  sobre el eje su coordenada  $y$  es nula

$$0 = v_h t_v - \frac{1}{2}g \cos \alpha t_v^2$$

$$\rightarrow t_v = 0 \vee t_v = \frac{2v_h}{g \cos \alpha}$$

La coordenada  $x$ , vale cuando  $t = t_v$

$$x = \frac{1}{2}g \sen \alpha \frac{4v_h^2}{g^2 \cos^2 \alpha} = \frac{2 \sen 30^\circ 3.13^2}{9.81 \cos^2 30^\circ} = 1.33m$$

El carrito parte del reposo con velocidad nula y está sometido igualmente a la aceleración  $g \sen \alpha$  por tanto su coordenada sobre el eje  $X$  es la misma anterior; en definitiva la bola vuelve al carrito aún cuando éste se haya desplazado con aceleración.

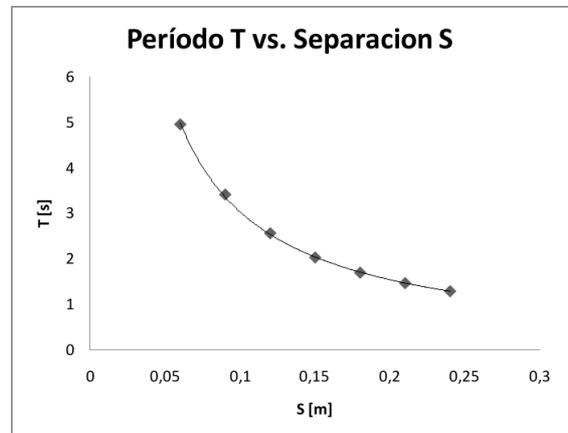
- Prueba Experimental

i. **T vs. s**

Manteniendo el largo  $\lambda$  de las cuerdas constante, construya la tabla de datos del periodo  $T$  de oscilación y la distancia  $s$ .

$$\lambda = 60[cm], m = 79.29[g], l = 35[cm]$$

| S [m] | T [s] |
|-------|-------|
| 0,06  | 4,953 |
| 0,09  | 3,414 |
| 0,12  | 2,566 |
| 0,15  | 2,034 |
| 0,18  | 1,702 |
| 0,21  | 1,472 |
| 0,24  | 1,294 |



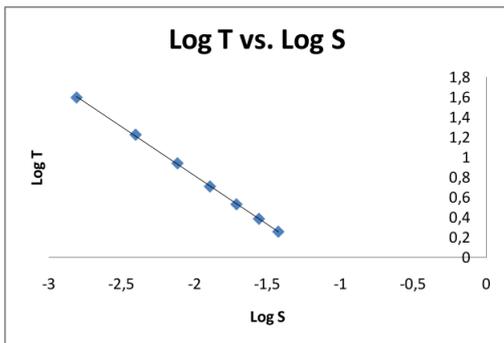
Tomando  $\lambda = cte.$  se tiene:  
 $\log T = m \log \lambda + n \log s + \log k$

$\Rightarrow \log T = c + n \log s,$

donde:  $c = m \log \lambda + \log k.$

Se ajusta:  $\log T = c + n \log s$  a  $y = A + Bx$

| Log S        | Log T      |
|--------------|------------|
| -2,813410717 | 1,59999345 |
| -2,407945609 | 1,22788462 |
| -2,120263536 | 0,94234827 |
| -1,897119985 | 0,7100043  |
| -1,714798428 | 0,53180403 |
| -1,560647748 | 0,38662202 |
| -1,427116356 | 0,2577382  |

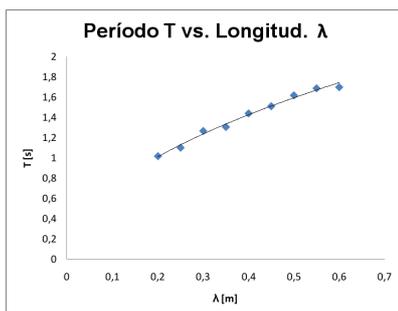


- $A = -1,136629187$
- $B = -0,9764366934 = b$
- $R = -0,9998441362$
- $\sigma_A = 0,01575415551$
- $\sigma_B = 0,00771076565 = \sigma_b$
- $a = 0,320898891 [ms]$
- $\sigma_a = 0,00505549103 [ms]$
- $T = 0,32 \times S^{-0,97} [s]$
- $n = b = -0,9764366934$

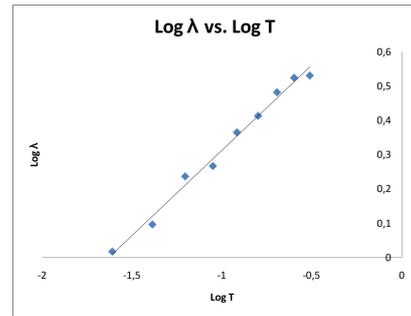
**ii. T vs.  $\lambda$**

Tomando  $S = 18 [cm]$  constante

| $\lambda$ [m] | T [s] |
|---------------|-------|
| 0,20          | 1,018 |
| 0,25          | 1,102 |
| 0,30          | 1,268 |
| 0,35          | 1,307 |
| 0,40          | 1,442 |
| 0,45          | 1,513 |
| 0,50          | 1,621 |
| 0,55          | 1,691 |
| 0,60          | 1,702 |



| Log $\lambda$ | Log T      |
|---------------|------------|
| -1,609437912  | 0,01783992 |
| -1,386294361  | 0,09712671 |
| -1,203972804  | 0,23744086 |
| -1,049822124  | 0,26773443 |
| -0,916290732  | 0,36603104 |
| -0,798507696  | 0,41409443 |
| -0,693147181  | 0,48304324 |
| -0,597837001  | 0,52532007 |
| -0,510825624  | 0,53180403 |



- $A = 0,8105567189$
- $B = 0,4967497684 = b$
- $R = 0,9947137756$
- $\sigma_A = 0,0200593253$
- $\sigma_B = 0,01938223452 = \sigma_b$
- $a = 2,249159788 [s/m^{1/2}]$
- $\sigma_a = 0,04511662784 [s/m^{1/2}]$
- $T = 2,25 \times \lambda^{0,497} [s]$
- $m = b = 0,4967497684$
- $a = k \times \lambda^m \Rightarrow k = a \times \lambda^{-m}$
- $\Rightarrow k = 0,321 \times 0,60^{-0,497}$
- $k = 0,412485614326$
- $k = 4\pi \sqrt{\frac{l}{mg}}$
- $\Rightarrow k = \frac{4}{3} \pi^2 \frac{l^2}{k^2}$
- $g = 9,445519839 [m/s^2]$

# SOLUCIONES NACIONAL

7<sup>ma</sup> OLIMPIADA BOLIVIANA DE ASTRONOMÍA Y ASTROFÍSICA

## 3<sup>ro</sup> DE SECUNDARIA

### I. PREGUNTAS CORTAS

1. c)

2. c)

3. d)

Las constelaciones son: a) Leo, b) Taurus, c) Scorpio y d) Canis Mayor, las tres primeras son constelaciones zodiacales, mientras que la cuarta no lo es, entonces (d) presenta diferencia con las demás, por tal razón.

4. d)

5. e)

6. c)

$$d(pc) = 1/p(arcsec) \Rightarrow 1.315pc \Rightarrow d = 4.29 años luz$$

7.  $6 \times 0.52 = 3.12^\circ$

Estaban separados 3 grados.

8. c)

9. d)

10. d)

11. f)

12. a)

13. b)

14. c)

15. b)

16. a)

17. a)

18. b)

### II. PREGUNTAS DE DESARROLLO

1. Dado que la escala de magnitudes obedece a una relación logarítmica, por la relación de Poisson:

La razón entre sus brillos (siendo  $I_1$  el brillo de la Luna y  $I_2$  el brillo de Venus) será:

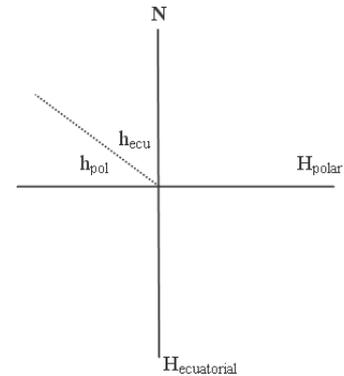
$$\frac{I_1}{I_2} \cong 2.512^{(m_2 - m_1)},$$

Reemplazando valores

$$\frac{I_1}{I_2} \cong 2.512^{(-4) - (-12.5)} = 2512.85...$$

Por lo tanto: El brillo de la Luna es  $2.5 \times 10^3$  veces mayor que el de Venus; (también se puede aceptar que: la Luna es 2500 veces más brillante que Venus).

2. El horizonte geocéntrico del observador en el ecuador terrestre es perpendicular al horizonte geocéntrico del observador en el polo norte.



La estrella, además, al estar culminando para el observador en el ecuador, determina que el plano de altura de ambos observadores sea el mismo (pasa por el meridiano del observador en el ecuador el cual pasa por los polos).

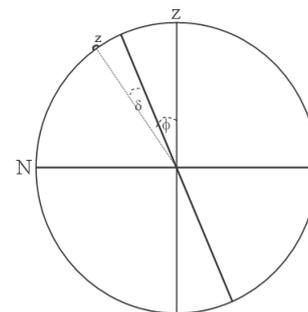
Así la altura a la que ve el observador ecuatorial la estrella es el complemento de la altura para el observador polar.

Así:

$$h_{ecu} = 90^\circ - h_{pol},$$

Reemplazando valores, se obtiene que la altura en que el Observador ecuatorial ve la estrella es de  $50^\circ$ .

3. En el gráfico se puede apreciar que:



$$\delta = z + \phi$$

para la distancia cenital se respeta la convención de signo al momento de culminación, además de lo habitual para los signos de la latitud y declinación.

Por lo tanto:  $\phi = \delta - z,$

Reemplazando valores:  $\phi = 20^\circ - 30^\circ = -10^\circ,$

La latitud del observador es de  $20^\circ$  al Sur del Ecuador.

4. Siendo el módulo de distancia:  $m - M = 5 \log(d) - 5$ ,

Donde  $d$  es la distancia dada en parsecs,  $m$  la magnitud aparente de la estrella (que es la incógnita) y  $M$  la magnitud absoluta de la estrella.

Despejando:  $m = 5 \log(d) - 5 + M$ ,

Reemplazando valores:  $m = 5 \log(40) - 5 + (-2) = 1.5$ ,

La magnitud aparente de la estrella será +1.0.

4<sup>to</sup> DE SECUNDARIA

I. PREGUNTAS CORTAS

1. d)

Las constelaciones son: a) Leo, b) Taurus, c) Scorpio y d) Canis Mayor, las tres primeras son constelaciones zodiacales, mientras que la cuarta no lo es, entonces (d) presenta diferencia con las demás, por tal razón.

2. e)

3. e)

4. a)

5. a)

6. b)

7. b)

8. c)

9. a)

10. b)

11. b)

12. b)

13. d)

14. c)

15. c)

16. b)

17. c)

18. a)

19. b)

20. c)

II. USO DE TELESCOPIO

21.

III. PROBLEMAS

TABLA 3  
TABLA DE RESPUESTAS - TELESCOPIO

| ITEM                              | N  |
|-----------------------------------|----|
| Ajuste de Acimut                  | 27 |
| Ajuste de Latitud                 | 26 |
| Anillos de Montaje                | 14 |
| Arnés de Montaje                  | 11 |
| Barra de Contrapesos              | 22 |
| Barra Espaciadora                 | 36 |
| Base de Barra de Contrapeso       | 20 |
| Base del Buscador                 | 7  |
| Buscador                          | 4  |
| Buscador de Alineación Polar      | 29 |
| Cabezal del Trípode               | 37 |
| Candado AR                        | 33 |
| Candado de Declinación            | 17 |
| Celda Frontal                     | 6  |
| Controlador Autoestar             | 12 |
| Dial de AR                        | 31 |
| Dial de Declinación               | 19 |
| Dial de Latitud                   | 28 |
| Iluminador LED del Buscador Polar | 30 |
| Motor de AR                       | 25 |
| Motor DEC                         | 24 |
| Ocular                            | 3  |
| Panel de Control Computarizado    | 24 |
| Patas del Trípode                 | 38 |
| Perilla en T y Rosca              | 35 |
| Perillas de aseguramiento         | 13 |
| Perillas de Enfoque               | 8  |
| Porta Ocular                      | 2  |
| Seguro de Contrapesos             | 23 |
| Seguro de Disco AR                | 32 |
| Seguro del enfocador              | 16 |
| Seguros de Contrapesos            | 21 |
| Tapa del Buscador Polar           | 18 |
| Tapa Frontal Corrector            | 9  |
| Tornillo del Buscador             | 15 |
| Tornillo Opresor del Ocular       | 1  |
| Tornillos de Alineación           | 5  |
| Tubo Óptico                       | 10 |
| Tuerca de Tensión                 | 39 |

1. Dado que la escala de magnitudes obedece a una relación logarítmica, por la relación de Poisson:

La razón entre sus brillos (siendo  $I_1$  el brillo de la Luna y  $I_2$  el brillo de Venus) será:

$$\frac{I_1}{I_2} \cong 2.512^{(m_2 - m_1)},$$

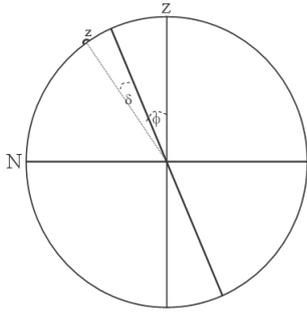
Reemplazando valores

$$\frac{I_1}{I_2} \cong 2.512^{(-4) - (-12.5)} = 2512.85...$$

Por lo tanto: El brillo de la Luna es  $2.5 \times 10^3$  veces mayor que el de Venus; (también se puede aceptar que: la Luna es 2500 veces más brillante que Venus).

2. En el gráfico se puede apreciar que:

$$\delta = z + \phi$$



para la distancia cenital se respeta la convención de signo al momento de culminación, además de lo habitual para los signos de la latitud y declinación.

Por lo tanto:  $\phi = \delta - z$ ,

Reemplazando valores:  $\phi = 20^\circ - 30^\circ = -10^\circ$ ,

La latitud del observador es de  $20^\circ$  al Sur del Ecuador.

3. Para la estrella de magnitud  $m_1$  se tiene que:

$$m_1 = -\frac{5}{2} \log\left(\frac{F_1}{F_0}\right).$$

Después del aumento se tiene que la nueva magnitud es:

$$m - 2 = -\frac{5}{2} \log\left(\frac{F_2}{F_1}\right).$$

Considerando que  $F_2 = 2F_1$  se tiene que la ecuación anterior se transforma en:

$$m_2 = -\frac{5}{2} \left[ \log\left(\frac{2F_1}{F_1}\right) \right]$$

$$m_2 = -\frac{5}{2} \log(2) + \log(F_1) - \log(F_0)$$

$$m_2 = -\frac{5}{2} \log(2) - \frac{5}{2} [\log(F_1) - \log(F_0)]$$

$$m_2 = -\frac{5}{2} \log(2) - \frac{5}{2} \log\left(\frac{F_1}{F_0}\right).$$

La expresión  $-\frac{5}{2} \log\left(\frac{F_1}{F_0}\right)$  es la Ecuación, por lo tanto:

$$m_2 = -\frac{5}{2} \log(2) + m_1$$

$$m_2 = m_1 - \frac{5}{2} \log(2)$$

**5<sup>to</sup> DE SECUNDARIA**

**I. PREGUNTAS CORTAS**

- 1. a)
- 2. d)

3. d)

Las constelaciones son: a) Leo, b) Taurus, c) Scorpio y d) Canis Mayor, las tres primeras son constelaciones zodiacales, mientras que la cuarta no lo es, entonces (d) presenta diferencia con las demás, por tal razón.

4. c)

Con el efecto Doppler podemos estimar la velocidad de las estrellas pero no la distancia. La distancia Tierra-Sol fue exitosamente estimada por la utilización del método de tránsito de Venus. La opción b) se refiere al método de paralaje. Las magnitudes absolutas de las supernovasson una especie de faro que permite medir distancias cosmológicas. Por tanto, resp: i, ii y iv.

5. d)

6. b)

7. a)

8. c)

9. a)

10. c)

11. b)

12. c)

13. b)

14. c)

15. b)

16. c)

17. c)

18. a)

19. c)

20. a)

21. b)

22. c)

**II. USO DE TELESCOPIO**

1.

**III. PROBLEMAS**

1. Dado que la ley de Hubble muestra que la  $\nu$  de recesión es proporcional a la distancia que nos separa de las galaxias, esto es:  $\nu = Hd$

Además, siendo  $\nu = \frac{d}{t}$

Mostramos que la edad del Universo es igual al inverso de la constante de Hubble (se trata de una aproximación aceptable), es decir  $t = \frac{1}{H}$

TABLA 4  
TABLA DE RESPUESTAS - TELESCOPIO

| ITEM                              | N  |
|-----------------------------------|----|
| Ajuste de Acimut                  | 27 |
| Ajuste de Latitud                 | 26 |
| Anillos de Montaje                | 14 |
| Arnés de Montaje                  | 11 |
| Barra de Contrapesos              | 22 |
| Barra Espaciadora                 | 36 |
| Base de Barra de Contrapeso       | 20 |
| Base del Buscador                 | 7  |
| Buscador                          | 4  |
| Buscador de Alineación Polar      | 29 |
| Cabezal del Trípode               | 37 |
| Candado AR                        | 33 |
| Candado de Declinación            | 17 |
| Celda Frontal                     | 6  |
| Controlador Autoestar             | 12 |
| Dial de AR                        | 31 |
| Dial de Declinación               | 19 |
| Dial de Latitud                   | 28 |
| Iluminador LED del Buscador Polar | 30 |
| Motor de AR                       | 25 |
| Motor DEC                         | 24 |
| Ocular                            | 3  |
| Panel de Control Computarizado    | 24 |
| Patatas del Trípode               | 38 |
| Perilla en T y Rosca              | 35 |
| Perillas de aseguramiento         | 13 |
| Perillas de Enfoque               | 8  |
| Porta Ocular                      | 2  |
| Seguro de Contrapesos             | 23 |
| Seguro de Disco AR                | 32 |
| Seguro del enfocador              | 16 |
| Seguros de Contrapesos            | 21 |
| Tapa del Buscador Polar           | 18 |
| Tapa Frontal Corrector            | 9  |
| Tornillo del Buscador             | 15 |
| Tornillo Opresor del Ocular       | 1  |
| Tornillos de Alineación           | 5  |
| Tubo Óptico                       | 10 |
| Tuerca de Tensión                 | 39 |

Por lo tanto:

$$t = \frac{1}{(40km \cdot s^{-1} Mpc^{-1})} = \frac{1}{40} s \frac{Mpc}{km}$$

es necesario convertir Mpc a km, lo cual da:

$$1Mpc = 3.085678 \times 10^{19} km$$

Por lo que:  $t = 24.4 \times 10^9 años$

Por lo que la edad del universo sería de 24 mil millones de años.

- Un satélite geostacionario su órbita se encuentra en el plano del ecuador terrestre y tiene un periodo de 24 horas. Su característica es que visto desde un lugar del ecuador parece que se encuentra en reposo respecto de ese lugar, puesto que su periodo de rotación coincide con el de la tierra.

Calculamos la distancia que existe desde el centro de la tierra a la posición del satélite, para

ello establecemos que la fuerza centrípeta que actúa sobre el satélite es la fuerza centrípeta que actúa sobre el satélite es la fuerza de atracción gravitatoria entre la tierra y dicho satélite.

$$\frac{m_s v^2}{R_s} = G \frac{M_T \times m_s}{R_s^2}$$

$$v^2 = G \frac{M_T}{R_s} \quad (1)$$

Por otra parte tenemos las ecuaciones:

$$v = \frac{2R_s}{T}$$

$$g_0 = G \frac{M_T}{R_T^2}$$

Que llevadas a la ecuación (1)

$$\frac{4^2 R_s^2}{T^2} = \frac{g_0 R_T^2}{R_s}$$

$$R_s = \sqrt[3]{\frac{g_0 R_T^2 T^2}{4\pi^2}} = 4,24 \times 10^7 [m]$$

En la figura siguiente se representa la situación del satélite y de la tierra.

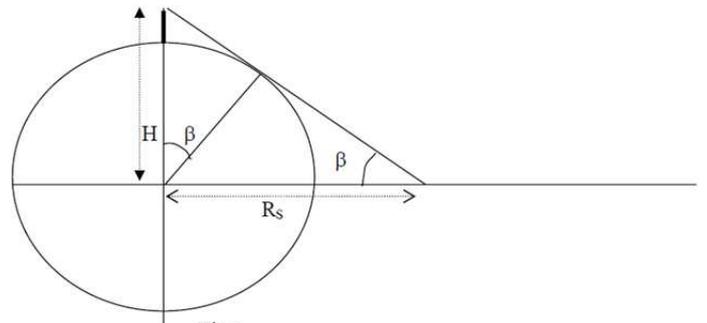


Fig.1

Observando la figura se deduce que:

$$\tan \beta = \frac{R_T}{R_s} = \frac{6400}{4.24 \times 10^4}$$

$$\beta = 8.59^\circ$$

$$\cos \beta = \frac{R_T}{H}$$

$H = 6473 km$ , la altura sobre el Polo Norte será 73 km.

- (a) Las dos estrellas están separadas por una distancia  $2R$ , tal que

$$F_g = \frac{GM^2}{(2R)^2} = \frac{GM^2}{4R^2}$$

b)

$$\frac{GM^2}{4R^2} = M \left( \frac{v^2}{R} \right)$$

$$\nu = \sqrt{\frac{GM}{4R}}$$

y

$$T = \frac{2R}{\nu} = 2\pi R \sqrt{\frac{4R}{GM}} = 4\pi \sqrt{\frac{R^3}{GM}}$$

c)

$$K_1 = \frac{1}{2}Mv^2 + \frac{1}{2}Mv^2 = 2\left(\frac{1}{2}M\right)\left(\frac{GM}{4R}\right) = \frac{GM^2}{4R}$$

$$U_1 = -\frac{GM^2}{2R}$$

Entonces la energía requerida es:

$$W = -(K_1 + U_1) = -\left(\frac{GM^2}{4R} - \frac{GM^2}{2R}\right) = \frac{GM^2}{4R}$$

### EXAMEN OBSERVACIONAL

#### I. Primera parte

1. (a) Estrella;  $\alpha$  Sco, Antares  
(b) Cúmulo globular; M 13, NGC 6205  
(c) Galaxia; NGC 5643
2. No.

#### II. Segunda parte

3. a. Arturo,  $-\alpha-$ , Bootes o Boyero  
b. Spica,  $-\alpha-$ , Virgo  
c. Altair,  $-\alpha-$ , Aguila  
d. Vega,  $-\alpha-$ , Lira  
e.  $\alpha$  Cen - Rigil Kentaurus -, Centauro
4. a. Identifica la estrella más importante del Triángulo austral  
b. Identifica la estrella más importante de Sagitario
5. Indentifica el punto cardinal sur.
6. a. Un planeta  
b. Saturno