

9 de noviembre de 2019

## Fase Final

### Prueba teórica — Nivel 6°, 7°, 8°

Documento de identidad:

---

#### Instrucciones

Esta prueba consiste en un conjunto de **4 problemas de Astronomía** que están diseñados para evaluar, más que tu conocimiento o memoria para la astronomía, tu comprensión lectora y capacidad para abordar una situación problema que se le presenta a través de la interpretación y discusión de la misma. **¡No te preocupes si no sabes resolver todos los problemas!** La idea es que te diviertas solucionando este reto astronómico.

Por favor marca esta hoja **únicamente con tu documento de identidad**. Tu solución a los problemas deben ser entregados todos sobre estas hojas o al reverso de ellas. Si crees que necesitas más hojas, levanta la mano y pídelas. La prueba está diseñada para que no tengas que usar nada más que calculadora científica y algo con qué escribir. **No está permitido** usar libros, apuntes personales, celular u otras herramientas.

La duración de la prueba es de máximo 3 horas y se califica sobre 100 puntos. Cada problema vale 25 puntos y cada inciso tiene indicado el valor que se le asigna a cada pregunta. **Encierra en un recuadro la respuesta que obtengas de cada una de las preguntas**

¡En la respuesta de todos los ejercicios hay que dar el valor numérico **hasta el tercer decimal** (si lo tiene)! Si la respuesta es  $9/16$ , la respuesta debe ser expresada como 0,563. Recuerda también la notación científica: 123456789 puede ser escrito como  $1,235 \times 10^8$ .

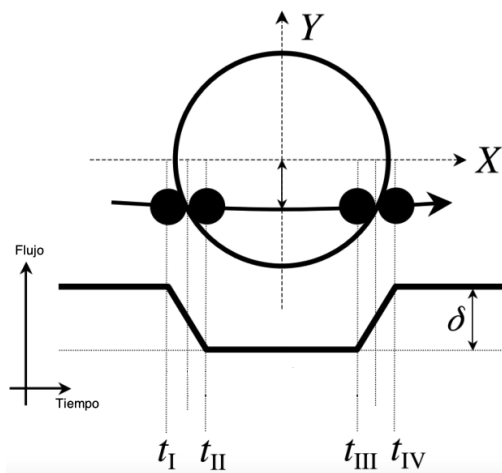
¡Ojo!, **respuestas sin justificación no serán valoradas.**

¡Éxitos!

## 1. Tránsito de Mercurio (25 puntos.)

El próximo lunes 11 de noviembre, entre las 7:36:05 y las 13:04:09 (hora local) podremos apreciar un tránsito de Mercurio; esto es, el planeta más cercano al Sol pasando por delante de este en nuestra línea de visión. Será una oportunidad para disfrutar de un fenómeno astronómico local y hacer medidas que nos permitan conocer un poco más de nuestro vecindario solar.

Una de las cosas que podemos medir es la llamada curva de luz del Sol: la cantidad de luz que nos llega del Sol en cualquier instante de tiempo dado. Mientras que Mercurio pase por delante, la cantidad de luz que detectemos será menor que la que medimos normalmente. Una gráfica de la curva de luz típica mientras que se da un tránsito se ve a continuación:



Se sabe que la profundidad de la curva de luz es aproximadamente igual a  $\delta = (R_p/R_\star)^2$ , donde  $R_p$  es el radio del planeta y  $R_\star$  es el radio de la estrella.

- (15 puntos.) Si el radio del Sol es de 695 508 km y que mientras que sucede el tránsito se recibe el 99.99877% del flujo que normalmente se recibe del Sol, ¿cuál es el radio de Mercurio?
- (10 puntos.) Suponga que, a diferencia de lo que se muestra en la figura, Mercurio “atravesará” el Sol por toda la mitad y que la rotación de la Tierra afecta muy poco los tiempos que dura el tránsito. ¿Cuánto tiempo dura, entonces, la entrada y la salida de Mercurio al tránsito? Esto es, ¿cuánto duran los intervalos de tiempos  $t_{II} - t_I$  y  $t_{IV} - t_{III}$ ?

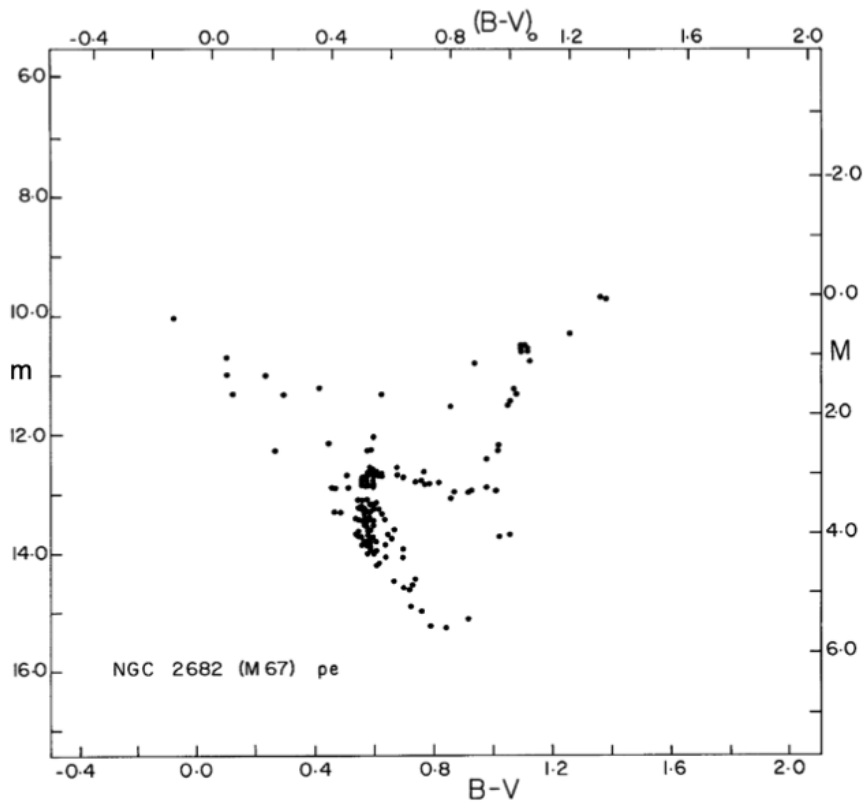
## 2. *Turn-off Point* en el Diagrama HR (25 puntos.)

Uno de los mayores desafíos en astronomía es aquel de calcular las distancias a las que se encuentran los objetos que observamos. Una de las formas en las que podemos lograr este objetivo es midiendo el brillo de un objeto desde la Tierra (magnitud aparente  $m$ ) y, a partir de sus propiedades físicas, saber cuánto brillaría puesto a 10 parsecs de distancia (magnitud absoluta  $M$ ). Así, aplicando la ecuación del módulo de distancia:

$$m - M = 5 \log_{10}(d/10),$$

en donde  $d$  está en pc, se puede saber a qué distancia está el objeto.

Publications of the  
David Dunlap  
Observatory, Toronto,  
Canada. Vol 4, 1970.  
Gretchen L. Hagen An  
Atlas of Colour  
Magnitude Diagrams.



En la figura de arriba se muestra el diagrama color-magnitud del cúmulo estelar Messier 67 (M67). En él se puede reconocer la secuencia principal y el punto de retorno de la misma (*turn-off point*), esto es, el punto donde el diagrama deja la secuencia principal después de que a las estrellas en él se les agote su combustible.

- (10 puntos.) Identifique la magnitud aparente  $m$  y magnitud absoluta  $M$  del *turn-off point*.
- (15 puntos.) Estime la distancia a la cual se encuentra dicho cúmulo respecto a la Tierra.

Tal vez le sirva recordar que la definición del logaritmo de un número es tal que si  $\log_b x = a$ , entonces  $x = b^a$ .

### 3. Estamos Perdiendo los Nevados (25 puntos.)



Un estudiante de Olimpiadas mide la longitud de la sombra proyectada por un palo de 1m incrustado verticalmente cerca de la base del Nevado del Tolima y obtiene una medida de 200 cm.

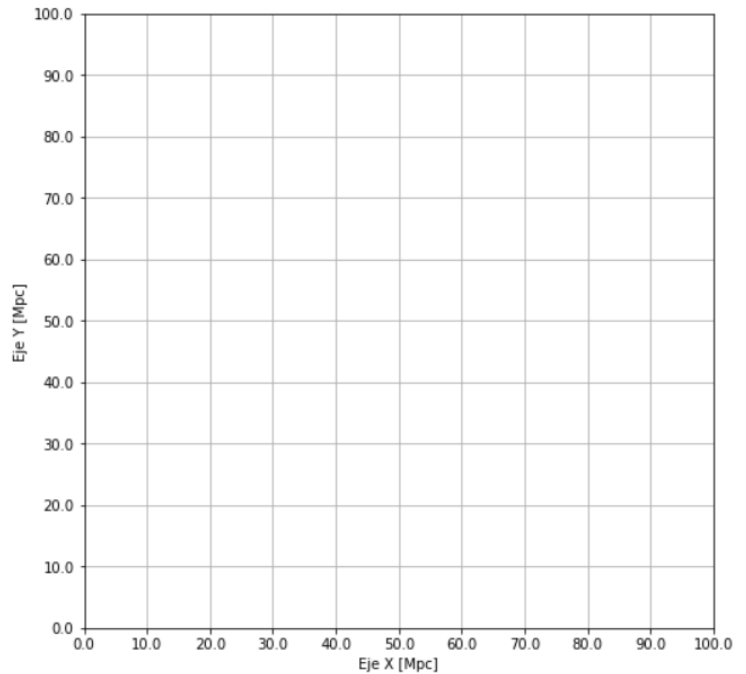
- a) (8 puntos.) Haga un diagrama del Nevado y su sombra en ese momento a escala, teniendo en cuenta la proyección del palo. Asuma que la pendiente de la montaña es de  $45^\circ$  e ignore la curvatura de la Tierra.
- b) (12 puntos.) Teniendo en cuenta que la altura del Nevado del Tolima es de 5215 m, ¿cuál será la longitud de la sombra que subtiende la montaña en ese momento?
- c) (5 puntos.) Ahora, considerando que la altura del Nevado no es despreciable con respecto al radio de la Tierra, realice un esquema de cómo sería realmente la proyección de la sombra. ¿Será más prolongada o más corta?

## 4. El Supercúmulo de Virgo (25 puntos.)

La Vía Láctea junto con Andrómeda y otras galaxias, hacen parte del Grupo Local. Y este a su vez pertenece a una estructura conocida como el Supercúmulo de Virgo. La dinámica de este super grupo sigue siendo objeto de estudio, pero sabemos que todas las galaxias en nuestra vecindad se están acercando a una región llamada “El Gran Atractor”. Sin embargo, si esta atracción no existiera, a esa escala empieza a ser apreciable la expansión del universo: todas las galaxias verían que sus vecinas se alejan de ellas a una velocidad que aumenta mientras más lejos estén.

a) (5 puntos.) Grafique los siguientes cuatro cúmulos en la cuadrícula.

Cúmulo	Posición
Grupo Local	(50,50)
Grupo del Fénix	(20,40)
Grupo del Delfín	(80,10)
Grupo de Orión	(60,90)



b) (10 puntos.) A través del gráfico, deduzca una forma geométrica de calcular las distancias desde el Grupo Local al resto de cúmulos galácticos y calcule el valor de dichas distancias.

Distancia a	Valor [Mpc]
Grupo del Fénix	
Grupo del Delfín	
Grupo de Orión	

c) (10 puntos.) La Ley de Hubble enuncia que la velocidad de recesión cosmológica entre dos puntos es de 70 km/s por cada Mega Parsec (Mpc) de separación entre ellos. Según la información anterior, ¿cuál es el Grupo de Galaxias que más rápido se aleja de nosotros, y a qué rapidez lo hace?