



## POSGRADO EN ASTROFÍSICA

Examen de Admisión  
para ingresar al semestre 2025-II  
Fecha de examen: lunes 11 de noviembre de 2024  
14:00–15:30 h (hora centro)

### Astronomía General

#### INSTRUCCIONES

- Duración del examen: **1.5** hora.
- El examen consta de **20** preguntas de respuestas múltiples.
- Responder las **20** preguntas en hojas escritas por una sola cara.
- **No olvidar escribir su clave en cada una de las hojas.**

## Astronomía General – Examen de admisión 11 de noviembre 2024

- ¿Que dirección indican las coordenadas Galácticas  $l = 0$  y  $b = 0$  ?
  - al centro de la Galaxia.
  - a la Tierra
  - al Sol
  - a las coordenadas ( $\alpha=0h$ ,  $\beta=0^\circ$ )
  - depende del origen de referencia
- La magnitud total de un sistema de tres estrellas es 1.0. Dos de sus componentes son iguales y tienen magnitudes  $m_1 = m_2 = 2.0$ . ¿Cuál es la magnitud de la tercera?
  - $m_3 = 0.50$
  - $m_3 = 2.00$
  - $m_3 = 2.73$
  - $m_3 = 3.33$
  - $m_3 = 3.999$
- Se llama escala de distancias a la forma de determinar la distancia a objetos lejanos. ¿Cuál es la secuencia (de menor a mayor distancia)?
  - Paralaje, cefeidas, supernovas, paralaje espectroscópico
  - Supernovas, cefeidas, regiones II brillantes
  - Paralaje dinámico, estrellas RR Lyrae, novas, relación Tully-Fisher
  - Cuasares, cefeidas, estrellas RR Lyrae, novas
  - Radar, paralaje, cefeidas, supernovas
- ¿Por qué en las estrellas O la líneas de hidrógeno son débiles o nulas?
  - No tienen H en sus atmósferas.
  - Su temperatura es muy baja para excitar los electrones arriba del nivel base.
  - Se mezclan con las líneas de absorción de He II.
  - Sus atmósferas son muy calientes y el H se encuentra casi totalmente ionizado.
  - Se mezclan con las líneas de emisión de He II.
- A continuación se presentan varias afirmaciones sobre las poblaciones estelares: (i) Las estrellas de Población I son más jóvenes que las de Población II (ii) Las estrellas de Población I tienen más elementos pesados que las de Población II (iii) Todas las estrellas de Población II son rojas de tipo espectral M (iv) El disco de la Vía Láctea esta formado por estrellas de Población I (v) El disco de la nebulosa de Andromeda esta formado por estrellas de Población II. ¿Cuál de los siguientes incisos lista todas las afirmaciones correctas?
  - i, ii, iv
  - i, ii, v
  - i, iii, iv
  - ii, iii, v
  - ii, iv
- ¿Cuál de las siguientes fases es la última etapa en la evolución de una estrella de baja masa ( $M \leq 8M_\odot$ )?
  - Supernova tipo II
  - Formación de un agujero negro
  - Nebulosa planetaria y enana blanca
  - Estrella de neutrones
  - Gigante roja

7. Una estrella de 15 veces la masa del Sol, obtiene su energía en la secuencia principal mediante:
- Reacción triple alfa
  - La cadena p-p
  - El ciclo CNO
  - $^{12}\text{C} + ^4\text{He} \Rightarrow ^{16}\text{O}$
  - Proceso URCA
8. ¿Porqué se utilizan las variables tipo cefeida para determinar las distancias?
- Porque son del mismo tamaño
  - Porque son del mismo brillo
  - Porque se brillo se puede determinar de su periodo, aunque no son muy brillantes
  - Porque son muy brillantes, y su brillo se puede determinar de su periodo
  - Porque se encuentran en el centro de las galaxias
9. Para que una nube de gas colapse bajo su propia gravedad se requiere que
- Su tamaño debe ser menor a la longitud de Jeans
  - Su tamaño debe ser mayor a la longitud de Jeans
  - El valor de la constante de Oort debe ser negativo
  - El valor de la constante de Jeans debe ser positiva
  - El valor de la constante de Oort debe ser positiva
10. ¿Qué proceso genera la línea de 21 cm?
- Movimiento de electrones en un campo magnético muy intenso
  - El polvo caliente en discos de acreción
  - Explosiones de supernova
  - Los chorros de estrellas jóvenes
  - El cambio en la dirección del espín en el átomo de hidrógeno
11. La recombinación se refiere a:
- El proceso en el cual un núcleo, o protón, captura un electrón, liberando un fotón
  - La época donde las primeras estrellas ionizan el universo
  - El proceso en el que el gas de las supernovas se mezcla con el medio interestelar
  - El proceso en que los átomos se unen para formar moléculas complejas
  - La combinación de los diferentes métodos para determinar distancias.
12. Las nubes moleculares son regiones que, comparadas con la atmósfera de la Tierra, tienen:
- alta densidad y alta temperatura
  - la misma composición química
  - baja densidad y baja temperatura
  - alta densidad y baja temperatura
  - campos magnéticos más intensos

Las constantes de Oort permiten

13.
  - Calcular el ritmo de expansión del Universo
  - Caracterizar, de manera local, la curva de rotación de nuestra galaxia
  - Estimar el valor asintótico al que tiende la curva de rotación de nuestra galaxia
  - Medir distancias a estrellas variables tipo cefeidas
  - Calcular el ritmo de acreción del agujero central de nuestra galaxia
14. La curva de rotación de nuestra galaxia
- Es de tipo kepleriana
  - Es típica de un cuerpo rígido

- c) Tiene una forma asintótica decreciente
  - d) Presenta una región plana en la vecindad solar
  - e) Es de tipo DeSitter
15. La ley de de Vaucouleurs, conocida como  $R^{-1/4}$ , se aplica a galaxias elípticas y describe, para estas galaxias:
- a) el brillo superficial como función de la distancia a centro
  - b) la masa de las galaxias
  - c) la rotación galáctica
  - d) la existencia de materia oscura
  - e) la distancia media a la que se encuentran
16. En un diagrama HR de un cúmulo galáctico. ¿Qué elemento se utiliza para determinar la edad de los cúmulos?
- a) La magnitud de las estrellas mas brillantes
  - b) La magnitud de las estrellas mas débiles
  - c) La pendiente de la secuencia principal
  - d) El color más rojo de las estrellas en la secuencia principal
  - e) El color más azul de las estrellas en la secuencia principal
17. La ley de Hubble-Lemaitre establece
- a) Que la luminosidad intrínseca de las estrellas cefeidas escala con el periodo de su variabilidad
  - b) Que la dispersión de velocidades de las galaxias elípticas es proporcional a una ley de potencias de su propia luminosidad
  - c) Que las galaxias distantes parecen alejarse de nosotros a una velocidad que es proporcional a su distancia
  - d) Que el Universo tuvo su origen en una Gran Explosión
  - e) Que el Universo es homogéneo e isotrópico
18. La Gran Explosión es una teoría que pretende explicar el inicio del Universo. ¿Cuáles de las observaciones que se mencionan a continuación corroboran esta teoría ? (i) el corrimiento al rojo de las galaxias, (ii) la curva de rotación de las galaxias espirales, (iii) la radiación de fondo de 3K, (iv) la edad de las estrellas más viejas de la galaxia, (v) el valor primordial del He. Las observaciones correctas son:
- a) i, ii, v
  - b) i, iii, v
  - c) i, iii, iv
  - d) ii, iii, iv
  - e) ii, iii, v
19. Si la luz de un cuasar varía en una escala de tiempo de 100 días. ¿Cual es el tamaño de la region de emisión?
- a) 0.1parsec
  - b)  $1 \times 10^7$ km
  - c) 100AU
  - d) 100 años luz
  - e) 100 parsec
20. ¿Cuáles de las siguientes observaciones se consideran evidencia de materia oscura? (i) la velocidad lineal de rotacion den las galaxias espirales no disminuye a gran distancia radial , (ii) la aceleración de la expansión del universo, (iii) la dispersión de velocidades en cúmulos de galaxias , (iv) la rotación diferencial de la Vía Láctea , (v) las observaciones de ondas gravitacionales.

- a) ninguna de éstas
- b) ii, iv
- c) ii, iii, iv
- d) i, iii
- e) iii, v



## POSGRADO EN ASTROFÍSICA

Examen de Admisión  
para ingresar al semestre 2025-II  
Fecha de examen: martes 12 de noviembre de 2024  
11:00–12:30 h (hora centro)

### Termodinámica

#### INSTRUCCIONES

- Duración del examen: **1.5** hora.
- El examen consta de **3** problemas.
- Responder los problemas en hojas separadas escritas por una sola cara.
- **No olvidar escribir su clave en cada una de las hojas.**

## Problema 1

Dos bloques del mismo metal y tamaño están a diferentes temperaturas  $T_1$  y  $T_2$ . Estos bloques se ponen en contacto térmico hasta que alcanzan el equilibrio (suponemos de forma reversible). Muestre que el cambio en la entropía en el proceso está dado por:

$$\Delta S = C_p \ln \frac{T_1 + T_2}{4T_1 T_2} \quad (1)$$

siempre que  $C_p$  sea constante y se desprecia el trabajo realizado en el proceso.

## Problema 2

Considere un gas en la superficie de un planeta que obedece la distribución de velocidades de Maxwell-Boltzmann. Suponiendo que la energía potencial gravitacional de las partículas está dada por  $m \cdot g \cdot z$ , donde  $m$  es la masa de las partículas en la atmósfera,  $g$  es la aceleración de la gravedad y  $z$  es la altura con respecto al suelo),

- Derive la densidad de partículas en función de  $z$ , suponiendo que la atmósfera está a una temperatura  $T$  uniforme (distribución barométrica).
- Encuentre la escala de altura para esta distribución en función de la temperatura, la masa de las partículas y la aceleración de la gravedad.

## Problema 3

Una mol de un gas se encuentran en un recipiente de 25 L a 1 atm.

- En un primer proceso cuasi-estático se transfiere este gas a un recipiente aislado con volumen de 50 L (conservando su temperatura).
- Estando en este recipiente se permite que el sistema se ponga en equilibrio térmico con el medio que lo rodea a  $T=298.15\text{K}$ . ¿Cual es el cambio de entropía total de estos dos procesos?.

(Nota considere que el el calor específico a volumen constante es  $c_v=12.47 \text{ J/mol K}$ , la constante universal de los gases es  $R=8.3144 \text{ J/K mol}=0.08205 \text{ L atm/mol K}$ )



## POSGRADO EN ASTROFÍSICA

Examen de Admisión  
para ingresar al semestre 2025-II  
Fecha de examen: lunes 12 de noviembre de 2024  
12:30–14:00 h (hora centro)

### Mecánica Cuántica

#### INSTRUCCIONES

- Duración del examen: **1.5** hora.
- El examen consta de **4** problemas de los que hay que responder **3**.
- Responder los problemas en hojas separadas escritas por una sola cara.
- **No olvidar escribir su clave en cada una de las hojas.**



## Problema 1

Considere un sistema de dos partículas, cada uno con su operador de momento angular,  $J_1$  y  $J_2$ . Demuestre que  $J = J_1 + J_2$  es también un operador de momento angular.

## Problema 2

Para luz incidente sobre una superficie metálica, el voltaje de corte (es decir el voltaje para frenar los electrones) es de 3.2V. Cuando se usa una segunda fuente de luz, cuya longitud de onda es el triple de la primera, el voltaje de corte cae a 0.8V. Calcula:

- La longitud de onda de la primera fuente de luz
- El potencial de trabajo y la frecuencia mínima para emitir fotoelectrones

## Problema 3

Un sistema se encuentra en el estado:

$$|\psi(x)\rangle = \frac{1}{A}(2|\eta_1\rangle + 3|\eta_2\rangle + |\eta_3\rangle + |\eta_4\rangle), \quad (1)$$

donde A es una constante y  $|\eta_k\rangle$  con  $k=1,2,3,4$  eigenestados del Hamiltoniano tales que:

$$\mathbf{H}|\eta_k\rangle = kB|\eta_k\rangle, \quad (2)$$

con B una constante tal que  $(\frac{A}{B})^2=3$ .

$$\mathbf{x}|\eta_k\rangle = \frac{kA^2}{5}|\eta_{k+1}\rangle, \quad (3)$$

para  $k < 4$ .

- Encuentre los valores de A y B.
- ¿Cuáles son los posibles valores de energía y su probabilidad?
- ¿Cuáles son las matrices que representan a los operadores?

## Problema 4

El átomo de hidrógeno consta de un protón y un electrón, ambos con spin  $s = 1/2$ .

- En su estado base, ¿cuáles son los posibles valores del momento angular del átomo de hidrógeno?
- La línea de 21 cm que se utiliza para estudiar el hidrógeno molecular a través el universo es emitido cuando el átomo efectúa la transición de tener los spines paralelos a tenerlos encontrados. Deduzca el momento angular del fotón emitido.



## POSGRADO EN ASTROFISICA

Examen de Admisión  
para ingresar al semestre 2025-II  
Fecha de examen: lunes 11 de noviembre de 2024  
11:00–12:30 h (hora centro)

### Mecánica Clásica

#### INSTRUCCIONES

- Duración del examen: 1.5 hora.
- El examen consta de 3 problemas.
- Responder los problemas en hojas separadas escritas por una sola cara.
- **No olvidar escribir su clave en cada una de las hojas.**

## Problema 1

Considere un colisión elástica entre dos cuerpos de igual masa (por ejemplo, dos bolas de billar). Sean  $\mathbf{v}_1$  y  $\mathbf{v}_2$  las velocidades de ambos cuerpos antes de la colisión, y  $\mathbf{v}'_1$  y  $\mathbf{v}'_2$  las velocidades después de la colisión.

- Calcule  $\mathbf{v}'_1$  y  $\mathbf{v}'_2$  (magnitud y dirección) en el caso que  $\mathbf{v}_2 = 0$ .
- Analice el caso en el cual  $\mathbf{v}_2 = 0$  y  $\mathbf{v}'_1 = 0$ .

## Problema 2

Una partícula de masa  $m$  está sujeta a dos fuerzas: una fuerza central  $\mathbf{f}_c$  y una fuerza friccional  $\mathbf{f}_F$ , que se pueden expresar como:

$$\mathbf{f}_c = \mathbf{F}(r)\hat{r}, \quad (1)$$

$$\mathbf{f}_F = -b\mathbf{v}, \quad b > 0, \quad (2)$$

donde,  $\mathbf{F}$  es la fuerza central,  $b$  es una constante y  $\mathbf{v}$  es la velocidad.

- Si la partícula tiene inicialmente un momento angular  $\mathbf{L}_0$  en torno a  $\mathbf{r} = 0$ , encuentre su momento angular para todo tiempo subsecuente,  $\mathbf{L}(t)$  (sugerencia:  $\tau = \frac{d\mathbf{L}}{dt}$ ).
- Use el teorema del virial para explicar que su velocidad aumenta a pesar de que  $\mathbf{f}_F$  se opone a  $\mathbf{v}$ .

## Problema 3

Considere dos partículas que se mueven libremente en tres dimensiones con energía potencial  $U(\mathbf{r}_1, \mathbf{r}_2)$ :

- Escriba las seis ecuaciones de movimiento que se obtienen aplicando la segunda ley de Newton a cada partícula.
- Escriba el lagrangiano  $\mathcal{L}(\mathbf{r}_1, \mathbf{r}_2, \dot{\mathbf{r}}_1, \dot{\mathbf{r}}_2)$  y demuestre que las seis ecuaciones de Lagrange coinciden con las ecuaciones de Newton de (a).



## POSGRADO EN ASTROFÍSICA

Examen de Admisión  
para ingresar al semestre 2025-II  
Fecha de examen: lunes 11 de noviembre de 2024  
12:30–14:00 h (hora centro)

### Electromagnetismo

#### INSTRUCCIONES

- Duración del examen: **1.5** hora.
- El examen consta de **3** problemas.
- Responder los problemas en hojas separadas escritas por una sola cara.
- **No olvidar escribir su clave en cada una de las hojas.**

## Problema 1

En la nube electrónica del átomo de hidrógeno la densidad media de la carga equivale a  $\rho = -(q/(\pi * a^3)) \exp(2r/a)$  siendo  $a$  el radio de Bohr y  $r$  la distancia hasta el protón con carga  $q$ . Determinar el campo eléctrico  $\mathbf{E}$  en el átomo de hidrógeno. Investigar  $\mathbf{E}$  a pequeñas ( $r \ll a$ ) y grandes ( $r \gg a$ ) distancias del protón.

## Problema 2

Un protón de masa  $m = 1.67 \times 10^{-27}$  kg y carga  $q = e = 1.6 \times 10^{-19}$  C se mueve en un círculo de radio  $r = 21$  cm, perpendicularmente a un campo magnético  $B = 4000$  G. Determinar:

- a el periodo del movimiento
- b la velocidad del protón.

## Problema 3

Utilizando la ley de Gauss calcular los siguientes campos eléctricos

- a Campo eléctrico de una placa infinita de carga ( $\sigma =$  densidad superficial de carga)
- b Campo eléctrico de una línea infinita de carga ( $\lambda =$  densidad lineal de carga)