



POSGRADO EN ASTROFÍSICA

Examen de Admisión
para ingresar al semestre 2025-I
Fecha de examen: lunes 27 de mayo 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.**

Elige la opción correcta:

1. El equinoccio de otoño (en el hemisferio norte) ocurre cuando el Sol cruza el ecuador celeste viajando hacia el sur. ¿Cuáles son sus coordenadas ecuatoriales?

- a) (AR, Dec)=(12h, 0)
- b) (AR, Dec)=(0h, 0)
- c) (AR, Dec)=(0h, 12)
- d) (AR, Dec)=(12h, 12)

2. ¿Cuál es la magnitud absoluta de una estrella que se encuentra a una distancia de 50 pc y tiene la magnitud aparente $m=11$?

- a) 11
- b) 14.5
- c) 5
- d) 7.5

3. En 1938, después de 4 años de observaciones de la estrella 61 Cygni, Friedrich Wilhelm Bessel anunció su medición de un ángulo de paralaje de $0.316''$. Esto corresponde a una distancia de

- a) 3.165 pc
- b) 3.651 pc
- c) 0.316 pc
- d) 0.651 pc

4. La temperatura superficial del sol es aproximadamente 5778 K. Utilizando la Ley de Desplazamiento de Wien, calcula la longitud de onda en la que el sol emite la máxima cantidad de radiación.

- a) 501 nm
- b) 656 nm
- c) 486 nm
- d) 658 nm

5. Calcular la temperatura efectiva de una estrella con una luminosidad de 10 veces la del Sol y con un radio de 9×10^{10} cm.

- a) ≈ 9000 K
- b) ≈ 12000 K
- c) ≈ 13000 K
- d) No hay suficientes datos

6. El diagrama Hertzsprung–Russell es una gráfica donde se representa

- a) La temperatura contra el radio para estrellas variables
- b) El enrojecimiento contra la distancia para galaxias
- c) La luminosidad contra la temperatura efectiva para estrellas
- d) La altura H sobre el plano galáctico contra la distancia R para estrellas del disco

7. Varias clases de estrellas pulsantes se encuentran en la franja de inestabilidad en el diagrama H-R, que es un intervalo angosto de temperatura efectiva en el cual la dependencia de la luminosidad es leve. ¿Cuál es el mecanismo que mantiene las pulsaciones en estas estrellas?

- a) Mecanismo γ
- b) Mecanismo ϵ
- c) Mecanismo κ
- d) Ninguno de los mencionados

8. El ciclo CNO y la cadena protón protón son procesos en el núcleo de una estrella mediante los cuales:

- a) El helio se transforma en hidrógeno
- b) Cuatro protones se transforman en un núcleo de ${}^4\text{He}$
- c) Tres helios se transforman en ${}^{12}\text{C}$
- d) Los protones decaen en neutrones, positrones y neutrinos

9. El flash de helio no se produce en estrellas de alta masa, porque:

- a) Tienen un núcleo no degenerado
- b) Tienen un núcleo degenerado
- c) Queman rápidamente helio
- d) Cuentan con un núcleo convectivo

10. La explosión de una supernova tipo Ia ocurre:

- a) En las estrellas tipo Sol que terminan su vida convirtiéndose en una enana blanca
- b) En las estrellas masivas cuando se convierten en un agujero negro
- c) En las estrellas masivas cuando se convierten en una estrella de neutrones
- d) En sistemas binarios en los cuales una es enana blanca

11. La primera fase que describe la evolución de un remanente de supernova es la de expansión libre. Debido a esto, en esta etapa el radio del remanente crece como

- a) $R \sim t$
- b) $R \sim t^{2/5}$
- c) el radio no crece
- d) el radio se contrae

12. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones sobre el polvo interestelar es incorrecta?
- a) El polvo interestelar se forma en las capas externas de gigantes rojas
 - b) El polvo interestelar actúa como catalizador para la formación de algunas moléculas
 - c) El polvo interestelar es destruido por fotones UV alrededor de estrellas OB y ondas de choque por supernovas
 - d) El polvo interestelar absorbe y dispersa más la luz roja que la luz azul
13. La masa de una nube molecular ha excedido la masa de Jeans. En este caso:
- a) La energía potencial domina y la nube se expande
 - b) La energía cinética domina y la nube se expande
 - c) La energía potencial domina y la nube colapsa
 - d) La energía cinética domina y la nube colapsa
14. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones acerca de las galaxias elípticas y espirales es incorrecta?
- a) El brillo superficial de las galaxias elípticas es descrito por la Ley de Vaucouleurs
 - b) Las galaxias espirales se pueden dividir en dos sub-clases: normales y barradas
 - c) Las galaxias elípticas siempre tienen un mayor contenido de gas molecular que las galaxias espirales
 - d) Los brazos de galaxias espirales se caracterizan por tener una gran abundancia de estrellas jóvenes
15. La relación entre el sentido de rotación de las galaxias espirales y la disposición de sus brazos permite diferenciar dos tipos de estructuras. ¿Cuáles son?
- a) Barradas, sin barra
 - b) Leading, Trailing
 - c) Brazo de Perseo, Brazo de Norma
 - d) Ninguna respuesta es correcta
16. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones acerca del modelo unificado de los núcleos activos de galaxias (NAGs) es incorrecta?
- a) El ángulo de visión determina las propiedades que observamos en su espectro óptico (presencia de líneas anchas y delgadas).
 - b) Un NAG está compuesto, principalmente, por un agujero negro supermasivo, disco de acreción, toro de polvo, nubes de gas caliente y un chorro de plasma.
 - c) La alta variabilidad del flujo observado de los blazares se puede explicar con un NAG cuyo chorro de plasma apunta hacia nosotros.
 - d) El chorro de plasma siempre está presente en un NAG.
17. Una galaxia tiene su línea espectral de 21 cm recorrida hacia 30 cm. ¿Cuál es la distancia a la galaxia? Considerar que la constante de Hubble es de ≈ 71 (km/s)/Mpc.
- a) No hay suficientes datos para calcular la distancia
 - b) ≈ 1810 Mpc

- c) ≈ 6110 kpc
- d) ≈ 9129 Mpc

18. ¿Cuáles son las principales diferencias observadas entre los QSOs y las galaxias Seyfert II?

- a) Las galaxias Seyfert II muestran líneas de emisión muy anchas (de entre 500 a 4000 km/s) y una fuerte emisión de radio. Los QSOs no tienen líneas
- b) Los QSOs muestran siempre emisión fuerte en radio, mientras que las galaxias tipo Seyfert II muestran una débil emisión en radio. Ninguna de ellas muestra líneas anchas
- c) Los QSO muestran líneas muy anchas (de entre 500 a 4000 km/s). Las galaxias tipo Seyfert II muestran solo líneas delgadas
- d) QSOs y Galaxias Seyfert II son de muy distinta edad

19. La radiación de cuerpo negro que llena el Universo, conocida como "Radiación de Fondo", ha sido estudiada por los satélites COBE, WMAP y Planck. ¿Cual de las siguientes afirmaciones sobre la Radiación de Fondo es FALSA?

- a) La radiación de fondo muestra pequeñas fluctuaciones de temperatura que corresponden a la creación de microestructuras en el Universo temprano
- b) La Radiación de fondo es homogénea e isotrópica, con pequeñas fluctuaciones de temperatura
- c) La temperatura actual de radiación de fondo es 2.7K y se irá enfriando lentamente a medida que el Universo evoluciona
- d) La Radiación de Fondo se originó pocos milisegundos después del Big Bang

20. Son pruebas fundamentales de que nuestro universo se comporta como un universo tipo Gran Explosión (Big Bang):

- a) La abundancia relativa de H y He en el universo, el Fondo Cósmico de Microondas y la inflación
- b) Expansión del universo, abundancia relativa de H y He en el universo y el Fondo Cósmico de Microondas
- c) El Fondo Cósmico de Microondas, la abundancia relativa de H y He en el universo y los lentes gravitacionales
- d) La inflación, la estructura a gran escala del universo y el Fondo Cósmico de Microondas



POSGRADO EN ASTROFÍSICA

Examen de Admisión
para ingresar al semestre 2025-I
Fecha de examen: lunes 28 de mayo de 2024
12:30–14:00 h (hora centro)

Mecánica Cuántica

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.**

1. Una partícula sin spin es confinada por un potencial a moverse en un anillo semicircular entre los ángulos $\pi/2$ y $-\pi/2$ con un potencial $V \equiv 0$. Fuera de este anillo semicircular el potencial es infinito.

a) Encuentre las eigenfunciones y eigenvalores de la energía. No necesita normalizar las eigenfunciones.

Ayuda: El laplaciano en coordenadas cilíndricas es:

$$\nabla^2 = \frac{1}{\rho} \frac{\partial}{\partial \rho} \rho \frac{\partial}{\partial \rho} + \frac{1}{\rho^2} \frac{\partial^2}{\partial \phi^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$$

b) ¿Puede haber un estado con energía 0?

c) ¿Si se mide el momento angular de la partícula en uno de los eigenestados de energía, qué valores se pueden obtener?

2. La función de onda de un oscilador armónico al tiempo $t = 0$ es

$$\Psi(x, 0) = \sqrt{2}A\phi_1 + \frac{1}{\sqrt{2}}A\phi_2 + A\phi_3$$

donde ϕ_i es el i -ésimo estado estacionario del problema del oscilador armónico y A es una constante.

a) ¿Cual debe de ser el valor de A , para que Ψ sea una función de onda?.

b) Calcule la función de onda $\Psi(x, t)$ para todo valor de t .

c) Calcule el valor de $\langle x \rangle$ para $t > 0$

d) Calcule la $\langle E \rangle$ a los tiempo $t = 0, t = \pi/\omega$ y $t = 2\pi/\omega$.

Ayuda: Los operadores de creación y aniquilación (también llamados de escalera) en el oscilador armónico actúan sobre los estados n :

$$a|n\rangle = \sqrt{n}|n-1\rangle \quad a^\dagger|n\rangle = \sqrt{n+1}|n+1\rangle$$

x en términos de estos operadores: $x = \sqrt{\frac{\hbar}{2m\omega}}(a + a^\dagger)$

Los estados de energía del oscilador armónico son: $E = (n + \frac{1}{2})\hbar\omega$

3. Considera un sistema cuyo hamiltoniano y estado inicial son

$$H = \epsilon \begin{pmatrix} 0 & i & 0 \\ -i & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{pmatrix} \quad \text{y} \quad |\psi_0\rangle = \frac{1}{\sqrt{5}} \begin{pmatrix} 1 - i \\ 1 - i \\ 1 \end{pmatrix}$$

donde ϵ es un constante con unidades de energía.

a) ¿Cuáles valores se podrán medir para la energía de este sistema y con cuáles probabilidades?

b) ¿Cuál es el valor esperado del hamiltoniano, $\langle H \rangle$?

c) ¿Cuál es el estado del sistema, $|\psi(t)\rangle$, un tiempo t después de medir una energía $E = -\epsilon$?

d) ¿Varía el estado con el tiempo después de la medición de la energía?



POSGRADO EN ASTROFÍSICA

Examen de Admisión
para ingresar al semestre 2024-II
Fecha de examen: lunes 27 de mayo 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

Un electrón se desplaza entre dos placas paralelas de acuerdo a lo mostrado en la Figura 1. Al iniciar su recorrido entre dichas placas, de longitud L , el electrón posee una velocidad inicial \mathbf{v}_o y un campo eléctrico, \mathbf{E} , existe entre dichas placas. Si $\mathbf{v}_o = (3 \times 10^6 \text{ m/s})\hat{\mathbf{i}}$, $\mathbf{E} = (200 \text{ N/C})\hat{\mathbf{j}}$ y $L = 0.1 \text{ m}$, calcule:

- La aceleración del electrón mientras cruza a través de las placas.
- El tiempo que tarda en cruzar.
- El desplazamiento vertical, Δy .

Problema 2

Considere dos cargas fijas idénticas, cada una de magnitud Q , colocadas en los puntos $(\pm a, 0)$ a lo largo del eje x , tal como se muestra en la Figura 2. Una partícula de prueba con carga positiva q y masa m se coloca inicialmente en reposo en el punto $(x_0, 0)$ con $x_0 \ll a$. La partícula sólo puede moverse a lo largo del eje x , es decir, en la línea que une las dos cargas fijas.

- Demuestre que la partícula realiza un movimiento armónico simple.
- Derive una expresión para la posición $x(t)$ de la partícula como función del tiempo.
- Encuentre la frecuencia angular de las oscilaciones.

Utilice la aproximación cuasi-estática para ignorar los efectos de otras fuerzas y asumir que la partícula responde instantáneamente a la configuración electrostática en cada instante.

Problema 3

Un segmento de alambre recto de longitud L lleva una corriente I como se muestra en la Figura 3.

- Demuestre que el campo magnético B asociado a una distancia R del segmento a lo largo del bisector perpendicular tiene magnitud dada por

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi R} \frac{L}{(L^2 + 4R^2)^{1/2}} \quad (1)$$

- Demuestre que esta expresión se reduce al resultado esperado cuando $L \rightarrow \infty$.

La siguiente integral te puede resultar de utilidad para este problema:

$$\int \frac{dx}{(a^2 + x^2)^{3/2}} = \frac{x}{a^2 \sqrt{a^2 + x^2}}$$

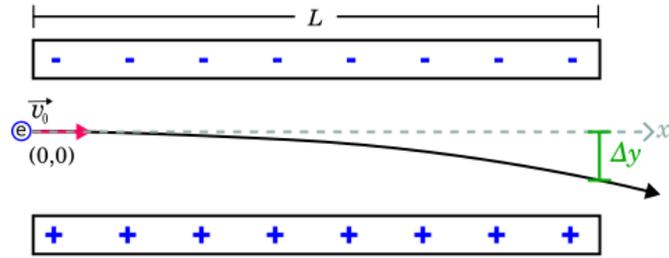


Figura 1: Figura del problema 1. Un electrón cruza a través de un campo eléctrico que se propaga de abajo hacia arriba en la dirección del eje vertical, y .

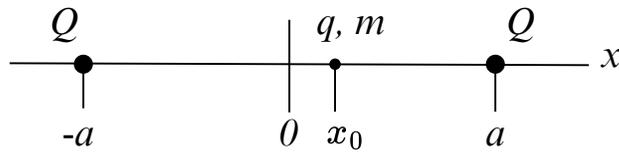


Figura 2: Figura del problema 2.

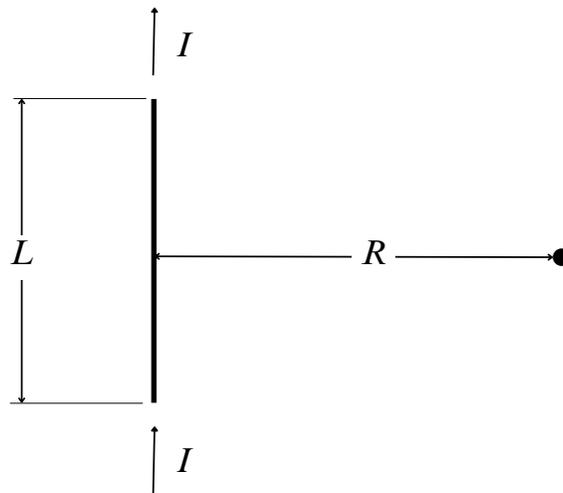


Figura 3: Figura del problema 3.



POSGRADO EN ASTROFÍSICA

Examen de Admisión
para ingresar al semestre 2025-I
Fecha de examen: lunes 27 de mayo de 2024
11:00–12:30 h (hora centro)

Mecánica Clásica

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.**

1. Fuerza Central I

Un objeto de masa m se mueve bajo la acción de una fuerza central cuya energía potencial es $U(r) = kr^4$ con $k > 0$.

1. Calcule el potencial efectivo U_{eff} del sistema.
2. ¿Para qué energía E y momento angular L la órbita del objeto será un círculo de radio a alrededor del origen? Para responder este inciso utilice el potencial efectivo U_{eff} .
3. Calcule una expresión para el período T de este movimiento circular.

2. Fuerza Central II

Un cuerpo de masa pequeña m está describiendo una órbita elíptica en torno a una masa central $M \gg m$. Las distancias extremas de m al cuerpo central son r_1 y r_2 . Cuando el cuerpo pasa en r_1 , su velocidad es $v_1 = (GM/2r_1)^{1/2}$.

1. Calcular r_2/r_1 .
2. Cual es la excentricidad de la órbita?

3. Virial

Considere un sistema estelar esférico de radio R , compuesto por N estrellas de masa m cada una, es decir, la masa total de este objeto es $M = Nm$. Suponga que un observador tiene la misma probabilidad de ver una estrella moviéndose en la dirección radial que en cualquiera de las otras dos direcciones perpendiculares, de tal forma que el promedio del cuadrado de la velocidad es

$$\langle v^2 \rangle = \langle v_r^2 \rangle + \langle v_\theta^2 \rangle + \langle v_\phi^2 \rangle = 3\langle v_r^2 \rangle = 3\sigma_r^2$$

donde σ_r es la dispersión de velocidades en la dirección r . *Hint:* Se considerará que el cúmulo de estrellas es una esfera homogénea.

1. Encuentre la energía potencial de este sistema.
2. Encuentre una expresión para la **masa virial** del sistema que solo dependa de R , σ_r^2 y G .
3. ¿Cuáles son las limitaciones de este modelo para calcular la masa de un sistema estelar?
4. Comente.

4. Lagrangiana

Una masa se mueve sin fricción sobre la superficie de una mesa. Está atraída hacia un cierto punto en la mesa con una fuerza dirigida directamente hacia el punto, y proporcional inversamente a la distancia cuadrada entre la masa y el punto.

1. Escribe la función lagrangiana del sistema.
2. Encuentre las ecuaciones de Lagrange.
3. En base de estas ecuaciones, identifica una cantidad física del sistema que se conserva.



POSGRADO EN ASTROFÍSICA

Examen de Admisión
para ingresar al semestre 2025-I
Fecha de examen: martes 28 de mayo 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.**

1. a) Considere la entropía S como función de estado de un sistema. A partir de la 2da. Ley de la Termodinámica, muestre que

$$\Delta S \geq 0$$
$$\left(S = \oint \frac{\Delta Q}{T} \right) \quad (1)$$

- b) ¿Bajo qué condiciones se da un proceso con $\Delta S = 0$? Dé ejemplos de procesos para los cuales aplica la igualdad.
- c) ¿Qué signo (\geq) debe describir la evolución del Universo? Comente sus suposiciones.
2. Suponga una nube interestelar donde existen moléculas como el monóxido de carbono (CO) y el metanol (CH₃OH). Todas las especies químicas en la nube están en equilibrio térmico entre si a una temperatura $T = 30$ K. Si el movimiento de las moléculas en la nube se debe solo a su temperatura, estime el ancho de la línea espectral del CO a $\nu_0 = 115.27$ GHz. Exprese su resultado en kHz y en km s⁻¹. Para la misma nube, ¿el ancho de la línea de CH₃OH a 100.64 GHz sería mayor o menor a la de CO en km s⁻¹? El gas de la nube puede suponerse ideal, y los movimientos de las partículas de gas isotrópicos.
3. Suponga que mezcla dos gases monoatómicos a temperaturas T_1 y T_2 , y que en el proceso no hay pérdida de energía. Si el número de moles en el primer gas es n_1 , y en el segundo n_2 , ¿cuál será la temperatura final de la mezcla?. ¿Cuál sería la temperatura de la mezcla si uno de los gases es poliatómico y el otro monoatómico? Suponga que mezcla 2 moles de He a 130° C y 3 moles de O₂ a 0° C, ¿cuál sería la T final de la mezcla? Justifique sus respuestas.