

POSGRADO EN ASTROFISICA

Examen de Admisión
para ingresar al semestre 2026-I
Fecha de examen: miércoles 30 de abril de 2025
11:00–12:30 h (hora centro)

Mecánica Clásica

INSTRUCCIONES

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

Problema 1

Una partícula P se proyecta verticalmente hacia arriba con velocidad \vec{v} y se mueve bajo gravedad uniforme. Encontrar la altura máxima alcanzada y la velocidad de P cuando vuelve a su punto de partida.

Problema 2

Un núcleo, originalmente en reposo, decae radiactivamente al emitir dos partículas: la primera es un electrón con momento $1.73 \text{ MeV}/c$ en la dirección del eje x , y la segunda es un neutrino con momento $1.0 \text{ MeV}/c$ a un ángulo $\alpha = 45^\circ$ con respecto a la dirección del momento del electrón. *Nota:* MeV/c es una unidad de momento lineal, cuyo valor es $5.34 \times 10^{-22} \text{ kg}\cdot\text{m}/\text{s}$.

1. ¿En qué dirección retrocede el núcleo después de decaer? ¿Cuál es su momento en unidades de MeV/c ?
2. Si la masa del núcleo residual es $3.90 \times 10^{-25} \text{ kg}$, ¿cuál es su energía cinética?

Problema 3

Una partícula de masa m se mueve en un potencial de la forma $V(x) = -ax + bx^2$, donde a y b son constantes positivas, y $a > b$. El diagrama de energía de la partícula se muestra en la Figura 1.

1. Determine el valor de la coordenada del punto de equilibrio. ¿Es este punto un punto de equilibrio estable o inestable?
2. Suponga que la partícula tiene una energía total E_1 . ¿Para qué intervalo o intervalos en x la energía cinética de la partícula es positiva?
3. Determine los valores de sus energías cinética y potencial cuando su energía total es E_2 . Repita lo anterior para cuando la energía total es E_3 . Discuta el movimiento de la partícula en ambos casos.
4. En base a sus respuestas de los incisos (b) y (c), ¿bajo qué condiciones el movimiento de la partícula será periódico? Si existe movimiento periódico, calcule el o los puntos de retorno.
5. Suponga que la partícula se mueve bajo el potencial dado y con una energía cinética positiva. Escriba el Lagrangiano de la partícula, y obtenga su ecuación de movimiento a partir de dicho Lagrangiano. Indique si hay coordenadas cíclicas, y explique su significado.
6. De la ecuación de movimiento anterior, ¿es posible obtener la fuerza asociada al potencial $V(x)$? ¿Es la fuerza asociada al potencial una fuerza conservativa? Explique.

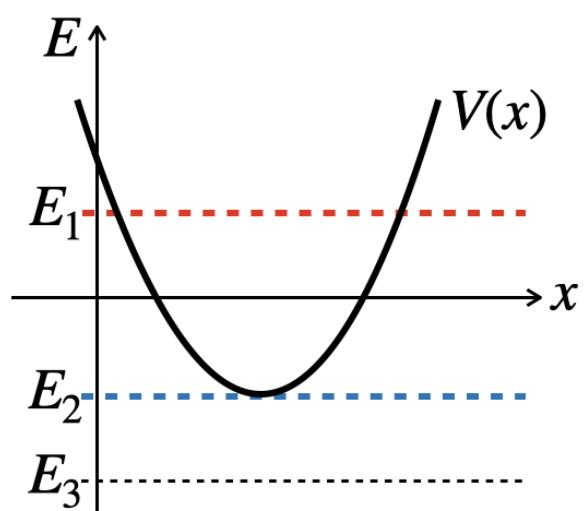


Figura 1: Diagrama de Energía problema 3



POSGRADO EN ASTROFÍSICA

Examen de Admisión
para ingresar al semestre 2026-I
Fecha de examen: viernes 2 de mayo de 2025
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. Se estudian dos metales diferentes A y B para construir un fotocátodo. Durante la prueba del metal A se usó una fuente de luz de frecuencia ν , y se encontró un voltaje de corte de 2.4 Volts. Para el metal B se utilizó una fuente de luz con frecuencia 3ν , y se encontró un voltaje de corte de 1.2 Volts. El voltaje de corte es $V_c = h\nu/e - W/e$ donde W es la función de trabajo y e la carga del electrón.

¿Cuál es el mejor metal para construir el fotocátodo?

Ayuda : El mejor metal será, el que tenga el menor cociente potencial/función de trabajo

Probelma 2. Consideramos el operador $\hat{A} = -\frac{d^2}{dx^2}$ en el intervalo $0 < x < a$.

- ¿Cuáles son las eigenfunciones normalizadas de \hat{A} que tienen un valor distinto a cero solamente en el intervalo $0 < x < a$?
- ¿Son las eigenfunciones de \hat{A} continuas o discretas? ¿Es finito el número de eigenfunciones?

Problema 3. Un sistema con momento angular $l = 1$ que encuentra en el estado $|\Psi\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}|1, -1\rangle + \frac{1}{2}|1, 0\rangle + B|1, 0\rangle$

- ¿Cuál debe de ser el valor de B, para que Ψ sea una función de onda?.
- Calcule el valor esperado de $\langle L_x \rangle$.
- ¿Cuál es la probabilidad de encontrar el valor de $m = 0$.

Ayuda : Los operadores de creación y aniquilación (también llamados de escalera) del momento angular que actúan sobre los estados $|l, m\rangle$ son:

$$L_+|l, m\rangle = \sqrt{l(l+1) - m(m+1)}|l, m+1\rangle, \quad L_-|l, m\rangle = \sqrt{l(l+1) - m(m-1)}|l, m-1\rangle$$

L_x y L_y pueden ser expresados en términos de estos operadores como:

$$L_+ = L_x + iL_y, \quad L_- = L_x - iL_y$$

Problema 4.

- ¿Cuáles son las funciones de onda asintóticas del átomo de hidrógeno para energías mayores que el potencial de ionización de 13.6 eV? Recuerde que en coordenadas esféricas la ecuación de Schrödinger es:

$$\left[-\frac{\hbar^2}{2m r} \frac{1}{r} \frac{\partial^2}{\partial r^2} r + \frac{\hat{L}^2}{2mr^2} + V(r) \right] \psi(r, \theta, \phi) = E\psi(r, \theta, \phi)$$

donde \hat{L} es el operador de momento angular.

- ¿Qué cantidades están cuantizadas en este caso?



POSGRADO EN ASTROFÍSICA

Examen de Admisión
para ingresar al semestre 2026-I
Fecha de examen: viernes 2 de mayo de 2025
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

Consideremos un sistema que inicialmente está en T_1, P_1, V_1 , que está compuesto de un mol de gas ideal para el cual $PV = nRT$ y $U = A + BT$ donde A y B son constantes. Dejemos que el sistema evolucione en 4 pasos.

- El primer proceso es una compresión muy lenta a P_2, V_2 a una temperatura constante T_1 .
- El segundo proceso es una compresión muy rápida (adiabática) a T_3, P_3, V_3 .
- El tercer proceso es una expansión muy lenta a P_4, V_4 a una temperatura constante T_3 .
- El cuarto proceso es una expansión muy rápida (adiabática) de regreso a T_1, P_1, V_1 .

Calcular las relaciones entre el trabajo total hecho por el sistema, el calor absorbido (Q_1) en el primer proceso y el calor (Q_3) del tercer proceso, expresando el resultado en términos de T_1 y T_3 .

Problema 2

Un sistema σ realiza un ciclo entre 3 fuentes que tienen temperaturas $T_1 = 300$ K, $T_2 = 400$ K y $T_3 = 500$ K. Suponga que intercambia calor $Q_1 = -3000$ J con la fuente a temperatura T_1 y calor $Q_2 = -4000$ J con la fuente a temperatura T_2 .

- ¿Cuál es el calor Q_3 que intercambia con la fuente a temperatura T_3 si el ciclo es reversible?
- ¿Qué tipo de proceso sería si intercambiara con la fuente a temperatura T_3 un calor Q_3 menor al calculado en (a)?
- ¿Qué tipo de proceso sería si intercambiara con la fuente a temperatura T_3 un calor Q_3 mayor que el calculado en (a)?
- ¿Se podría construir un ciclo de Carnot usando solo dos de las tres fuentes de temperaturas dadas T_1, T_2, T_3 de manera que su eficiencia sea mayor que la del ciclo que usa las tres fuentes?

Problema 3

Considere un coeficiente de expansión volumétrico dado por

$$\beta = \frac{1}{T + AP}$$

Donde A es una constante. Y un coeficiente de compresibilidad dado por

$$\kappa = \frac{T}{P(T + AP)}$$

- (a) A partir de esta información encuentre una ecuación de estado $V(T, P)$.
- (b) ¿Qué sucede con la ecuación de estado en el límite $P \rightarrow 0$?
- (c) ¿Puede recuperarse la ecuación del gas ideal en este límite?, ¿Bajo qué condición?, ¿Se requiere alguna condición adicional para que el límite tenga sentido físico?

Ayuda $\kappa = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_T$ y $\beta = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P$

POSGRADO EN ASTROFÍSICA

Examen de Admisión
para ingresar al semestre 2026-I
Fecha de examen: miércoles 30 de abril de 2025
12:30–14:00 h (hora centro)

Electromagnetismo

INSTRUCCIONES

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

Problema 1

Se te da el siguiente potencial eléctrico en función de las coordenadas espaciales x , y y z :

$$V(x, y, z) = x^2 + 2y - z$$

- a) Calcula el campo eléctrico \mathbf{E} en términos de x , y , z .

Problema 2

Obtén el campo eléctrico de un cable infinitamente largo con densidad lineal de carga λ y a una distancia s (donde s se mide perpendicularmente al cable).

Problema 3

Obtén la ecuación de onda para el campo eléctrico partir de las ecuaciones de las ecuaciones de Maxwell.

Problema 4

Considera la siguiente onda electromagnética en el vacío:

$$\mathbf{E} = E_0 \cos(kx - \omega t) \hat{\mathbf{y}} + E_0 \sin(kx - \omega t) \hat{\mathbf{z}}$$

- Encuentre el campo magnético (\mathbf{B}).
- Que tipo de polarización tiene la onda?
- Calcula el vector de Poynting para esta onda electromagnética.

POSGRADO EN ASTROFÍSICA

Examen de Admisión

para ingresar al semestre 2026-I

Fecha de examen: miércoles 30 de abril de 2025

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 30 de abril 2025

1. ¿Cuál es la luminosidad aproximada (en luminosidades solares, L_{\odot}) de una estrella con 10 veces la temperatura solar y con un radio 10 veces más grande que el Sol?
 - a) $10 L_{\odot}$
 - b) $10^6 L_{\odot}$
 - c) $1000 L_{\odot}$
 - d) $10^4 L_{\odot}$
2. Considere el espectro de una estrella A5V distante que presenta líneas tanto de la propia atmósfera de la estrella como de gas interestelar frío que se encuentra entre la estrella y el observador. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera?
 - a) Tanto las líneas producidas por la atmósfera como por el gas frío son en absorción y pueden presentar diferente corrimiento Doppler.
 - b) Las líneas producidas por la atmósfera y por el gas frío son en emisión y presentan el mismo corrimiento Doppler.
 - c) Las líneas producidas por la atmósfera son en absorción y presentan un corrimiento al rojo, mientras que las producidas por el gas frío son en emisión y están corridas al azul.
 - d) La atmósfera no puede producir líneas por estar caliente y el gas interestelar frío produce líneas en absorción con un corrimiento al rojo proporcional a su distancia.
3. En un sistema binario una de las estrellas tiene una magnitud aparente $m_1 = 2.0$ y la otra $m_2 = 4.0$ ¿Cuál es la magnitud total del sistema (m_{sys})?
 - a) $m_{sys} = 6.0$
 - b) $m_{sys} = 3.9$
 - c) $m_{sys} = 1.8$
 - d) $m_{sys} = 2.7$
4. ¿Cuál es la temperatura de un cuerpo negro cuyo espectro tiene un máximo en la emisión a la longitud de onda de 4000 Å?
 - a) 7245 K
 - b) 1400 K
 - c) 4000 K
 - d) 1159 K

5. La estación espacial internacional (ISS) orbita acerca de la Tierra, con una órbita prácticamente circular, a una distancia de 412 km. Su período orbital es de:
- 12.8 h
 - 1.5 h
 - 0.02 h
 - 24 h
6. En la secuencia principal una estrella de 4 masas solares:
- Produce energía por colapso gravitacional.
 - Transforma helio en carbono según el proceso triple-alfa.
 - Transforma hidrógeno en helio principalmente a través de la cadena protón-protón.
 - Tiene un núcleo convectivo y una envoltura radiativa.
7. ¿Cuál de las siguientes fases evolutivas de una remanente de supernova ocurre al final de su evolución?
- Estacionaria
 - Expansión libre
 - Radiativa
 - Adiabática
8. Dentro de las subclasificaciones de núcleos activos de galaxias (AGN), existen dos tipos denominados Seyfert 1 y Seyfert 2. ¿Qué diferencias observacionales existen entre estos dos tipos de galaxias?
- Las Seyfert 1 presentan líneas de emisión anchas y angostas, con anchos de línea que varían entre 1000 y 5000 km/s. Las Seyfert 2 solo presentan líneas angostas, típicamente de 500 km/s.
 - Las Seyfert 1 presentan únicamente líneas de emisión anchas, con anchos de línea aproximados de 1000 km/s. Las Seyfert 2 presentan líneas angostas con valores cercanos a 500 km/s.
 - Las Seyfert 1 muestran alta variabilidad y líneas de emisión angostas. Las Seyfert 2 tienen poca variabilidad y líneas de emisión delgadas.
 - Ninguna de las anteriores.

9. ¿Cuáles son las tres grandes evidencias observacionales que respaldan el modelo del Big Bang?
- a) La radiación cósmica de fondo, la gran inflación y la expansión del universo.
 - b) La razón de abundancia entre hidrógeno y helio, la radiación cósmica de fondo y la expansión del universo.
 - c) La gran inflación, las fluctuaciones de la radiación cósmica de fondo y la razón H a He.
 - d) La expansión del universo, la estructura a gran escala y la radiación cósmica de fondo.
10. Los cúmulos globulares...
- a) contienen estrellas tipo O y B.
 - b) contienen estrellas muy masivas y calientes.
 - c) contienen objetos tipo T-Tauri y Herbig-Haro.
 - d) Ninguna de las anteriores.
11. Escoja la(s) afirmacione(s) sobre los Núcleos Activos de Galaxias (NAG) que son correctas
- a) Los NAG emiten la radiación de fondo cósmico en microondas.
 - b) Todas las galaxias flocculentas contienen un NAG.
 - c) Los nombres galaxia flocculenta, de gran diseño y lenticular están asociados a tipos de NAG.
 - d) Los nombres galaxia Seyfert, cuásar y blazar están asociados a tipos de NAG.
12. Utilice la ley de Hubble para medir la distancia a una galaxia que se aleja de nosotros con una velocidad radial de 7,000 km/s, utilizando un valor de $H_0=70$ km/s/Mpc.
- a) 100 km
 - b) 49 pc
 - c) 100 Mpc
 - d) 490,000,000 km
13. ¿Cuáles de las afirmaciones sobre las nubes de H_2 en las galaxias espirales son incorrectas?
- a) Se detectan indirectamente usando emisión de la molécula de CO.
 - b) Se concentran en los núcleos de las galaxias elípticas .
 - c) Tienen temperaturas de aproximadamente 20 K.
 - d) Se pueden encontrar a lo largo de los brazos espirales.

14. ¿Qué tipo de objeto es un cuásar?
- Un cúmulo de estrellas.
 - Un agujero negro supermasivo activo.
 - Una estrella en explosión.
 - Un planeta fuera de nuestra galaxia.
15. ¿Cómo se denomina al desplazamiento de líneas espectrales hacia el rojo en galaxias lejanas?
- Efecto Doppler.
 - Corrimiento al rojo gravitacional.
 - Redshift cosmológico.
 - Reducción espectral.
16. ¿Qué caracteriza a una galaxia elíptica?
- Alta tasa de formación estelar.
 - Discos de formación estelar.
 - Presencia de mucho gas y polvo.
 - Forma ovalada o circular sin estructura espiral.
17. El ciclo CNO y la cadena protón-protón son procesos en el núcleo de una estrella mediante los cuales:
- El helio se transforma en hidrógeno.
 - Cuatro protones se transforman en un núcleo de ${}^4\text{He}$.
 - Tres helios se transforman en ${}^{12}\text{C}$.
 - Los protones decaen en neutrones, positrones y neutrinos.
18. ¿Qué mide la constante de Hubble?
- La aceleración de la expansión.
 - El ritmo de formación estelar.
 - La tasa de expansión del universo.
 - La energía del vacío cuántico.
19. Suponga que el Sol tiene una velocidad de rotación de 220km/s y su órbita es circular y kepleriana. La distancia del Sol al centro de nuestra galaxias es de 8 kpc. Estime la cantidad de masa que existe dentro de la órbita del Sol en la Vía Láctea.
- $9 \times 10^{10} M_{\text{Sol}}$.
 - $9 \times 10^{12} M_{\text{Sol}}$.
 - $9 \times 10^8 M_{\text{Sol}}$.
 - $12 \times 10^9 M_{\text{Sol}}$.
20. ¿Por qué (y cómo) se utilizan las variables tipo cefeida para determinar las distancias?
- Porque son del mismo tamaño.
 - Porque son del mismo brillo.
 - Porque las de mayor período son intrínsecamente más brillantes.
 - Porque las de menor período son intrínsecamente más brillantes.