



POSGRADO EN ASTROFÍSICA

Examen de Admisión
para ingresar al semestre 2024-I
Fecha de examen: lunes 13 de noviembre 2023
14:00–15:30

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.**

1. Imagina que te encuentras a 40 grados de latitud Norte. ¿Cuándo está el Sol en el cenit al medio día en tu localidad?
 - a) Todos los días del año
 - b) En el solsticio de verano
 - c) Cuando hay Luna llena del lado opuesto de la Tierra
 - d) Nunca
 - e) b) y c)

2. El paralaje de una estrella se mide en 5 milisegundos de arco. Se observa un disco circumestelar alrededor de la estrella con un radio angular de 0.5 segundos de arco. ¿Cuál es la distancia de la estrella al Sol en pársec y cuál es el radio físico del disco en unidades astronómicas?
 - (a) Distancia 50 pc, radio del disco 10 AU
 - (b) Distancia 200 pc, radio del disco 100 AU
 - (c) Distancia 500 pc, radio del disco 500 AU
 - (d) Distancia 500 pc, radio del disco 100 AU
 - (e) Distancia 2000 pc, radio del disco 500 AU

3. La siguiente tabla lista las magnitudes aparentes y las distancias desde la Tierra a tres estrellas de Casiopea. ¿Cuál es el orden de luminosidad, de menos brillante a más brillante, de estas estrellas?

Estrella	Magnitud aparente	Distancia [parsec]
I	2.24	70
II	2.28	17
III	3.37	126

- (a) I, III, II
 - (b) II, I, III
 - (c) II, III, I
 - (d) III, I, II
 - (e) III, II, I
4. ¿Porqué no presentan absorción en las líneas He las estrellas de tipo solar (G2V)?
 - (a) Porque no tienen He en la atmósfera
 - (b) Porque son muy calientes y el helio está completamente ionizado en su atmósfera

- (c) Porque el helio se forma en el núcleo de la estrella
 - (d) Porque el helio se ha asentado hacia el interior
 - (e) Porque la temperatura de su atmósfera no es suficiente para alcanzar los niveles excitados del helio
5. Una binaria espectroscópica se compone de dos estrellas con masas de $16.6 M_{\odot}$ cada una. Una de las estrellas tiene una línea espectral con longitud de onda en reposo de $\lambda_0 = 500 \text{ nm}$ que se desplaza espectralmente de $+0.12 \text{ nm}$ a -0.12 nm respecto a λ_0 durante 2 meses.
- ¿Cuál es el período de la órbita en años?
 - ¿Cuál es la velocidad orbital de las estrellas alrededor del centro de masa común en km/s? (Asume órbitas circulares y vistas de canto.)
 - Utilizando la tercera ley de Kepler (período en años y separación en unidades astronómicas) ¿cuánto es la separación entre las estrellas?
- (a) 0.33 años; 72 km/s; 1.54 UA
 - (b) 0.25 años; 5 km/s; 1.44 UA
 - (c) 0.17 años; 72 km/s; 3.52 UA
 - (d) 0.17 años; 5 km/s; 3.52 UA
 - (e) 6 años; 420 km/s; 0.2 AU
6. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones sobre las estrellas de la secuencia principal es VERDADERA?
- (a) La mayor parte de la luminosidad radiativa de una estrella de secuencia principal proviene de la quema constante de helio en las capas que rodean el núcleo.
 - (b) Las estrellas más masivas tienden a tener vidas más largas en la secuencia principal.
 - (c) Una estrella de secuencia principal es menos luminosa que una enana blanca de la misma temperatura efectiva
 - (d) El ciclo CNO es más importante en aquellas estrellas de la secuencia principal menos masivas que el sol.
 - (e) Una vez finalizada la fase de secuencia principal, la envoltura exterior de la estrella se expande y se enfría.
7. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es CIERTA?
- (a) Las estrellas se forman dentro de nubes de gas coronal, porque las temperaturas de millones de grados de ese gas ayudan a la nucleosíntesis.
 - (b) Las estrellas se forman en las regiones HII porque el exceso de presión de estas regiones ayuda a la nucleosíntesis.

- (c) Las estrellas se forman en las regiones más densas y frías nubes moleculares porque la baja temperatura ayuda al colapso de la nube.
 - (d) Las estrellas se forman en cualquier lugar porque la materia oscura ayuda al colapso de las estrellas.
 - (e) Las estrellas se forman en las nubes de hidrógeno atómico porque el hidrógeno es el elemento más abundante del Universo.
8. ¿De qué manera terminará su vida una estrella de $1.5 M_{\odot}$?
- (a) Explosión de supernova + estrella de neutrones
 - (b) Estrella de neutrones sin remanente gaseosa
 - (c) Explosión de supernova + enana blanca
 - (d) Enana blanca sin remanente gaseosa
 - (e) Nebulosa planetaria + enana blanca
9. ¿Porqué se utilizan las variables tipo cefeida para determinar las distancias?
- (a) Porque todas las cefeidas son del mismo tamaño
 - (b) Porque todas las cefeidas tienen el mismo periodo
 - (c) Porque todas las cefeidas son del mismo brillo
 - (d) Porque son muy brillantes, y de su brillo se puede determinar su periodo
 - (e) Porque el brillo se puede determinar de periodo, aunque no son muy brillantes
10. ¿A qué se refiere el concepto de enrojecimiento interestelar?
- (a) Se refiere a la expansión del universo
 - (b) Las estrellas parecen más rojas que lo que indica su tipo espectral
 - (c) Las estrellas emiten más radiación en el infrarrojo y son más fáciles de detectar
 - (d) Se refiere al cambio aparente en la longitud de onda debido al movimiento relativo
 - (e) Se refiere al cambio en la magnitud aparente de los objetos debido a la atmósfera de la Tierra
11. Bajo condiciones interestelares el hidrógeno molecular, H_2 , es difícil de observar. ¿Con cuál de las siguientes opciones podemos inferir información sobre la densidad columnar de H_2 en las nubes moleculares? Observando:
- (a) La línea de 21 cm
 - (b) Hidrógeno Neutro

- (c) El polvo interestelar
 - (d) La molécula de monóxido de carbono (CO)
 - (e) Ninguna de las anteriores
12. El espectro óptico característico del gas de una region HII consiste de
- (a) Emisión continua o tipo cuerpo negro, con líneas en absorción
 - (b) Emisión continua muy débil y líneas intensas de emisión
 - (c) Emisión continua con líneas de absorción y emisión
 - (d) Emisión continua sin líneas de absorción
 - (e) Emisión continua mas intensa en el rojo
13. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones sobre los granos de polvo interestelares es CIERTA?
- (a) En nubes de polvo, hay aproximadamente un grano de polvo por cada 100,000 átomos de hidrógeno
 - (b) En promedio, son más grandes que la radiación óptica, favoreciendo el fenómeno del enrojecimiento
 - (c) Constituyen aproximadamente el 1% de la masa de las nubes moleculares
 - (d) Son aproximadamente esféricos, haciéndolos ideales para polarizar la luz
 - (e) Estan compuestos principalmente de Hidrógeno y Helio
14. A partir de los diagramas observados (V, B–V) de dos cúmulos galácticos o abiertos ¿cuáles parámetros se utilizan para determinar sus distancias relativas?
- (a) Se igualan las magnitudes de las estrellas más brillantes
 - (b) Se igualan las magnitudes de las estrellas más debiles
 - (c) Se iguala el color promedio
 - (d) Se empalman las secuencias principales de ambos
 - (e) Se empalman las estrellas RR Lyrae
15. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es FALSA para la Vía Láctea?
- (a) Tiene decenas de cúmulos globulares en su halo
 - (b) La mayor parte del gas esta en un disco muy delgado ($\sim 100\text{pc}$)
 - (c) Es una galaxia espiral de tipo Sbc
 - (d) Tiene un hoyo negro de $4 \times 10^6 M_{\odot}$ en el centro
 - (e) Todas las estrellas tienen la misma edad

16. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es CIERTA?
- (a) Una galaxia con una curva de rotación plana de 200 km/seg a una distancia de 20 kpc tiene más materia oscura que otra galaxia cuya curva de rotación plana es de 220 km/seg a la misma distancia.
 - (b) Una galaxia con una curva de rotación plana de 200 km/seg a una distancia de 20 kpc tiene menos materia oscura que una cuya curva de rotación plana es de 220km/seg a la misma distancia.
 - (c) Las galaxias activas siempre tienen más materia oscura que las galaxias no activas.
 - (d) Las galaxias elípticas siempre tienen menos materia oscura que las galaxias espirales.
 - (e) Las galaxias espirales siempre tienen menos materia oscura que las galaxias elípticas.
17. Muchas galaxias muestran patrones espirales. ¿Cuáles de las siguientes frases son CIERTAS?
- I. Es una onda de densidad donde se acumulan las estrellas viejas y polvo
 - II. Es un mismo conjunto de estrellas formadas al mismo tiempo que giran y conservan el rastro donde se formaron
 - III. Es una onda de densidad donde se acumulan las nubes densas y se están formando estrellas
 - IV. En los brazos espirales hay polvo y estrellas jóvenes
 - V. En los brazos espirales hay regiones HII
- (a) I, II, III
 - (b) II, III, IV
 - (c) III, IV, V
 - (d) I, III, V
 - (e) II, III, V
18. La clasificación de Hubble permite entender
- (a) Las estrellas cefeidas en Andrómeda
 - (b) Las galaxias activas.
 - (c) Las distancias a las galaxias.
 - (d) La morfología de las galaxias.
 - (e) La expansión del Universo.

19. En la radiación de fondo se mide actualmente una temperatura de ~ 2.7 K
¿Cuál es la temperatura asociada al fondo cósmico de radiación cuando el factor de escala del Universo, $R(t)$, era la mitad del tamaño actual, $R(t_0)$?
- (a) ~ 21.6 K
 - (b) ~ 5.4 K
 - (c) ~ 2.7 K
 - (d) ~ 1.35 K
 - (e) Cero absoluto
20. Hubble descubrió la expansión del Universo porque midió:
- (a) El corrimiento al rojo de varias galaxias como función de su distancia.
 - (b) La paralaje de varias galaxias como función de su velocidad.
 - (c) La relación periodo luminosidad de Andrómeda.
 - (d) El corrimiento al rojo de una estrella cefeida.
 - (e) El corrimiento al rojo de muchas estrellas cefeidas en Andrómeda como función de su distancia al centro de su galaxia.



POSGRADO EN ASTROFÍSICA

Examen de Admisión
para ingresar al semestre 2024-II
Fecha de examen: martes 14 de noviembre 2023
11:00–12:30

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

Considere la entropía S como función de estado de un sistema. Muestre que:

- $\Delta S \geq 0$, siendo $S = \oint \frac{\Delta Q}{T}$.
- ¿Bajo qué condiciones se da un proceso con $\Delta S = 0$? Dé ejemplos de procesos para los cuales aplica la igualdad.
- ¿Qué signo (\geq) debe describir la evolución del Universo? Comente sus suposiciones.

Problema 2

El calor transferido durante un proceso infinitesimal cuasi-estático de un gas ideal puede escribirse:

$$dQ = \frac{C_v}{nR} V dP + \frac{C_p}{nR} P dV \quad (1)$$

donde, n es el número de moles, R , la constante Universal de los gases y c_v , c_p calores específicos. Para un proceso adiabático, use esta expresión para:

- mostrar que $PV^\gamma = \text{const}$ donde $\gamma = c_p/c_v$ y $\gamma = \frac{f+2}{f}$ y f son los grados de libertad.
- ¿cuál sería el valor γ para un gas de H_2 ? y ¿para un gas de O_2 ? Suponga la temperatura ambiente (25°C).

Problema 3

Escriba expresiones y comente el significado físico que tienen en mecánica estadística las variables de estado clásicas macroscópicas S, P, U, T (entropía, presión, energía interna y temperatura). Por ejemplo,

Cuadro 1: Ejemplo

clásico	estadístico
$P = nkT$	$\frac{3}{2}kT = \frac{1}{2}m \langle v^2 \rangle$
(ec. de estado)	calor es velocidad molecular
$S = ?$	$S = ?$



POSGRADO EN ASTROFÍSICA

Examen de Admisión
para ingresar al semestre 2024-II
Fecha de examen: martes 14 de noviembre 2023
12:30–14:00

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.**

Problema 1

Dos observables \hat{A} y \hat{B} que no dependen explícitamente del tiempo conmutan con el hamiltoniano: $[\hat{A}, \mathcal{H}] = 0$, $[\hat{B}, \mathcal{H}] = 0$. Suponga que los eigenestados del hamiltoniano no son degenerados. Muestre que $[\hat{A}, \hat{B}] = 0$ ¿Hay excepciones? Dé ejemplos.

Problema 2

Dado el operador Hamiltoniano de un oscilador armónico $H = \hbar\omega \left(\frac{1}{2} + A^\dagger A \right)$, donde

$$A = \sqrt{\frac{m\omega}{2\hbar}}x + i\frac{p}{\sqrt{2m\omega\hbar}}, \quad A^\dagger = \sqrt{\frac{m\omega}{2\hbar}}x - i\frac{p}{\sqrt{2m\omega\hbar}}, \quad (1)$$

muestre las siguientes relaciones:

- i) $[A, A^\dagger] = 1$,
- ii) $[H, A] = -\hbar\omega A$,
- iii) $[H, A^\dagger] = \hbar\omega A^\dagger$
- iv) Para un operador definido como $N \equiv A^\dagger A$, mostrar que sus eigenvalores correspondientes son $n = 0, 1, 2, \dots$

Problema 3

En el tiempo inicial, $t = 0$, considere un átomo de hidrógeno en el estado

$$\psi(r, 0) = \frac{1}{\sqrt{2}}R_{30}(r)Y_0^0(\theta, \phi) + \frac{1}{\sqrt{3}}R_{31}(r)Y_1^{-1}(\theta, \phi) + \frac{1}{\sqrt{6}}R_{32}(r)Y_2^2(\theta, \phi),$$

donde $R_{kl}(r)$ y $Y_l^m(\theta, \phi)$ son las funciones radial y angular usuales, ortonormalizadas para distintos valores de k , l y m , $\langle R_{k'l'}(r)|R_{kl}(r)\rangle = \delta_{k'k}\delta_{l'l}$ y $\langle Y_{l'}^{m'}(\theta, \phi)|Y_l^m(\theta, \phi)\rangle = \delta_{l'l}\delta_{m'm}$.

- a) ¿Cuál es el estado en el tiempo t , $\psi(r, t)$?
- b) Si se mide la energía del átomo, ¿cuáles valores son posibles y con cuáles probabilidades?
- c) Si se mide el operador L_z , ¿cuáles valores son posibles y con cuáles probabilidades?
- d) Si se mide el operador L_z , obteniendo el valor mínimo, ¿cuáles valores son posibles para una medición de L^2 y con cuáles probabilidades?



POSGRADO EN ASTROFÍSICA

Examen de Admisión
para ingresar al semestre 2024-II
Fecha de examen: lunes 13 de noviembre 2023
11:00–12:30

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

Se tiene un péndulo simple, el cual consiste de una masa puntual m_1 y un hilo de longitud l con masa despreciable. Al tiempo $t = 0$, el péndulo está fijo formando un ángulo θ_0 con la vertical. En ese momento, se suelta el péndulo. Al llegar a su punto más bajo, el cuerpo m_1 colisiona de forma totalmente inelástica con otro cuerpo de masa m_2 . Hay gravedad. Para este problema se pide:

- Calcule la velocidad de m_1 justo antes de chocar con m_2 .
- Encuentre la velocidad de ambos cuerpos una vez que colisionaron inelásticamente.
- Halle el ángulo θ_f que ambos cuerpos alcanzan.

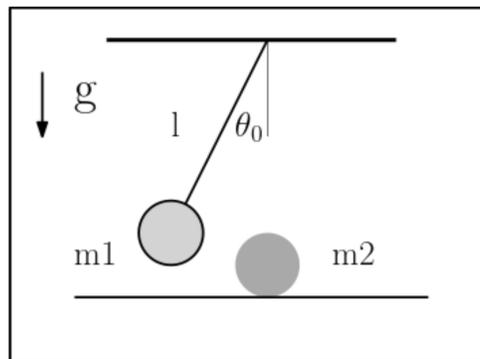


Figura 1: Sistema problema 1.

Problema 2

Dos partículas de masas m_1 y m_2 se mueven a lo largo del eje horizontal. Ambas partículas están unidas por un resorte de longitud natural l_0 y constante elástica k . Para este problema se pide:

- ¿Cuántos grados de libertad tiene el sistema?
- Escribe el Lagrangiano y a partir de él encuentre las cantidades conservadas.

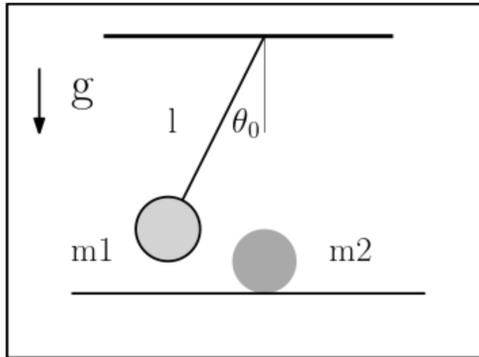


Figura 2: Sistema problema 2.

Problema 3

Dos exoplanetas P_1 y P_2 orbitan en torno a su estrella de manera que $\tau_{P_2}/\tau_{P_1} = 3$. sus órbitas son prácticamente circulares. Encuentre la relación que existe entre sus radios orbitales.



POSGRADO EN ASTROFÍSICA

Examen de Admisión
para ingresar al semestre 2024-II
Fecha de examen: lunes 13 de noviembre 2023
12:30–14:00

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

Consideremos dos bucles circulares de radio R paralelos entre sí y perpendiculares a su eje común (Oz). La distancia entre los bucles es d y en ambos circula una corriente eléctrica I en el mismo sentido (Figura 1, izquierda). Calcula el campo magnético \mathbf{B} a lo largo del eje (Oz) y demuestra que $\frac{\partial B}{\partial z} = 0$ en el punto medio entre los dos bucles ($z = 0$ en la figura).

Problema 2

Una cascara esférica gruesa (Figura 1, centro) tiene una distribución de carga volumétrica

$$\rho(r) = \frac{k}{r^2} \quad a \leq r \leq b.$$

1. Calcula el campo eléctrico $\mathbf{E}(r)$ en (i) $r > b$, (ii) $a \leq r \leq b$, y (iii) $r < a$.
2. Calcula el potencial electrostático $V(r)$ en estas mismas tres regiones tomando $r = \infty$ como punto de referencia.

Problema 3

Un bucle conductor cuadrado (de lado a) gira a una velocidad angular ω constance en una región del espacio donde hay un campo magnético uniforme \mathbf{B} perpendicular al eje de rotación (Figura 1, derecha). Calcula la fuerza electromotriz en el bucle.

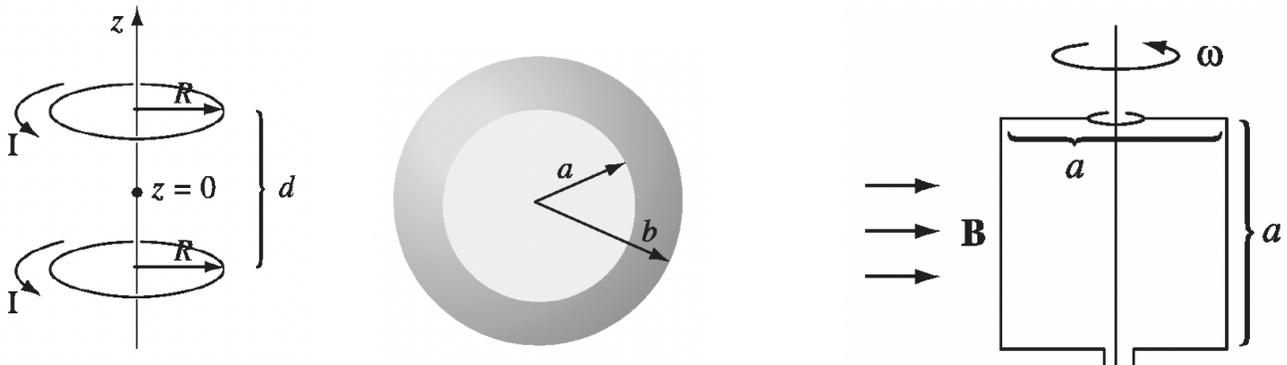


Figura 1: Situaciones consideradas en el problema 1 (panel izquierdo), el problema 2 (panel central) y el problema 3 (panel derecho).