



INSTITUTO DE ASTRONOMÍA
Y
CENTRO DE RADIOASTRONOMÍA Y ASTROFÍSICA

EXAMEN DE ADMISIÓN

Primavera de 2013

3 Y 4 DE DICIEMBRE DE 2012

La duración del examen es de 1.5 horas por área de conocimiento.

Son 5 áreas de conocimiento: Mecánica Clásica, Electromagnetismo, Física Cuántica, Física Térmica, y Astronomía General

Realice las áreas pertinentes. Seleccione 2 problemas por área; salvo para Astronomía que hay que realizarlas todas, hay opción múltiple de respuestas.

Responda las preguntas en hojas separadas (por una sola cara).

Escriba su nombre en cada una de las hojas utilizadas.

NÚMEROS ÚTILES

Velocidad de la luz	c	$3.00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
Carga del electrón	e	$1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$
Masa del electrón	m_e	$9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$; 0.511 MeV
Masa del protón	m_p	$1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$; 940 MeV
Constante de Planck	h	$6.63 \times 10^{-34} \text{ J s}^{-1} = 4.14 \times 10^{-15} \text{ eV s}$
	hc	12.4 keV Å
Constante de Stefan-Boltzmann	σ	$5.67 \times 10^{-5} \text{ erg cm}^{-2} \text{ K}^{-4} \text{ s}^{-1}$
Constante de radiación	$a = 4\sigma/c$	$7.566 \times 10^{-15} \text{ erg cm}^{-3} \text{ K}^{-4}$
Sección recta de Thomson	σ_T	$6.65 \times 10^{-29} \text{ m}^2$
Constante de gravedad	G	$6.67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$
Permitividad del vacío	ϵ_0	$8.85 \times 10^{-12} \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ C}^2$
Permeabilidad magnética del vacío	μ_0	$1.26 \times 10^{-6} \text{ m kg C}^{-2}$
Número de Avogadro	N_A	$6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Constante de Boltzmann	k	$1.38 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$
Constante de los gases	R	$8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
		$0.08205 \text{ L atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
Magnetón de Bohr	$\mu_B = \frac{e\hbar}{2m_e c}$	$5.788 \times 10^{-9} \text{ eV G}^{-1}$.
Electrón volt	eV	$1.602 \times 10^{-19} \text{ J}$, 12,000 K
Joule	J	10^7 erg
Angstrom	Å	$10^{-10} \text{ m} = 0.1 \text{ nm}$
statvolt/cm (campo eléctrico)	statv/cm	$3 \times 10^4 \text{ volt/m}$ (volt/m =N/C)
Atmósfera	atm	$1.01325 \text{ bar} = 101,325 \text{ Pa}$
Constante gravitacional	G	$4.299 \times 10^{-9} \text{ Mpc M}_\odot^{-1} (\text{km/s})^2$
Masa solar	M_\odot	$1.99 \times 10^{33} \text{ g}$
Radio solar	R_\odot	$6.96 \times 10^{10} \text{ cm}$
Luminosidad solar	L_\odot	$3.827 \times 10^{33} \text{ erg s}^{-1}$
Unidad Astronómica	AU	$1.496 \times 10^{13} \text{ cm}$
Parsec	pc	$3.086 \times 10^{18} \text{ cm}$
Constante de Hubble	H_0	$70 h_7 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$, $h_7 = 1.05$
Tiempo de Hubble	$t_H = 1/H_0$	$13.97 h_7^{-1} \text{ Gyr}$
Densidad critica	$\rho_{c0} = 3H_0^2/8\pi G$	$9.204 \times 10^{-27} h_7^2 \text{ kg m}^{-3}$

Parte I
Mecánica Clásica

[1] Se tiene un sistema formado por dos masas. La masa m_1 es libre de moverse a lo largo de un alambre en la dirección \hat{x} . La otra masa, m_2 se halla vinculada con la primera por una barra de masa despreciable y longitud l , se mueve solamente en un plano vertical (ver figura 1). Hay gravedad. No hay rozamiento entre el alambre y m_1 .

- ¿Cuántos grados de libertad tiene el problema?
- Escriba la energía cinética de cada masa y halle la lagrangiana del sistema. ¿Cuál es la ecuación de Lagrange para el movimiento a lo largo de \hat{x} ?
- ¿Qué magnitudes se conservan? Justifique su respuesta.

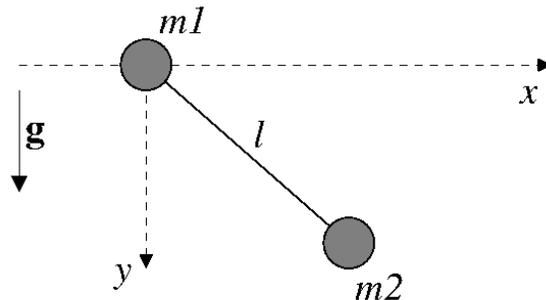


Figura 1

[2] Una partícula de masa m se encuentra sometida a un potencial $V(r) = ar^4$, donde r es la coordenada radial y a una constante. Se le pide:

- Hallar la fuerza a la que está sometida la partícula. ¿Se conserva el momento angular? Justifique su respuesta.
- Escribir la energía para el problema unidimensional equivalente. Graficar el potencial efectivo.
- ¿Existe una órbita circular? En tal caso encuentre su radio. ¿Es estable esta órbita? En general ¿cómo será el movimiento de la masa m ?

[3] Consideremos un aro de radio R y masa M que puede girar sin fricción alrededor de su eje de simetría z ; ver Figura 2. Pueden imaginarlo como una rueda de bicicleta que gira alrededor de su eje, pero donde podemos despreciar los rayos de ésta. Inicialmente, el aro está en reposo e ignoraremos la gravedad en todo el problema.

- Determine el momento de inercia del aro girando alrededor de su eje de simetría z .
- Lanzamos un pedazo de plastilina (arcilla de moldear) de masa m con una velocidad \mathbf{v} que se queda pegada en el aro en la posición P . Calcule la velocidad angular de rotación final ω de la rueda.

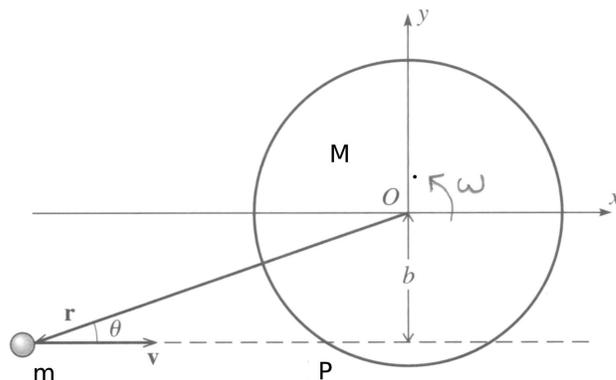


Figura 2

Parte II

Electromagnetismo

- [1] Un alambre circular infinito lleva una corriente I en la dirección $+x$. Otro alambre, en forma de un cuadro, de longitud a en cada lado, se aleja del alambre que lleva corriente con una velocidad radial \mathbf{u} ; ver Figura 3. El lado del cuadro más cercano al alambre infinito está a una distancia r_1 y el lado más lejano está a una distancia r_2 . Si conectamos un voltímetro dentro del cuadro, ¿cuál será la lectura?

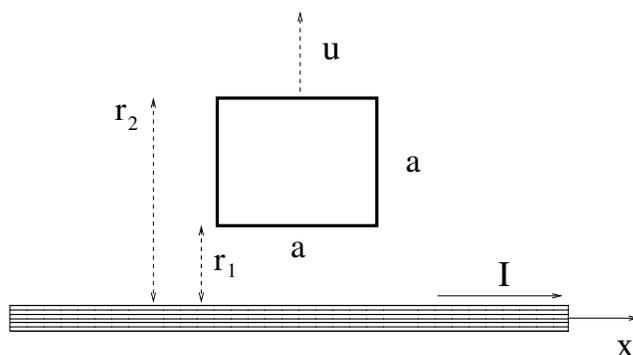


Figura 3

- [2] Un cable ancho de radio a conduce una corriente constante I uniformemente distribuida a lo largo de su sección transversal, Figura 4. El cable contiene un corte en la sección transversal con una separación muy fina de anchura $w \ll a$ que forma un capacitor plano-paralelo.

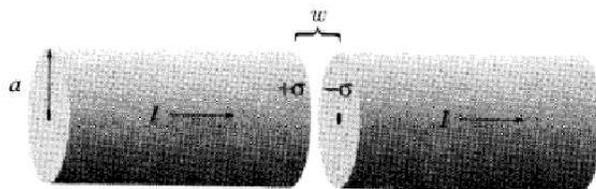


Figura 4

- Encuentre el campo eléctrico y el campo magnético dentro del hueco de la separación en función de la distancia s , desde el eje de simetría, y en función del tiempo t . Asuma que la carga es cero en $t = 0$.
- Encuentre la densidad de energía u_{em} y el Vector de Poynting \mathbf{S} en el hueco.

[3] Un marco de referncia S' tiene una velocidad $v = 0,6c$ relativa a un marco S . Los relojes de ambos están ajustados tal que $t = t' = 0$ en $x = x' = 0$. Dos eventos ocurren en el espacio-tiempo. El evento 1 está a $x_1 = 10$ m, $t_1 = 2 \times 10^{-7}$ s ($y_1 = z_1 = 0$). El evento 2 está a $x_2 = 50$ m, $t_2 = 3 \times 10^{-7}$ s ($y_2 = z_2 = 0$).

- a) ¿Cuál es la distancia entre los eventos, visto por S' ?
- b) ¿Cuál es el lapso de tiempo entre los eventos, visto por S' ?

Parte III
Astronomía General

- [1] La constante solar es la densidad de flujo de radiación solar que se recibe en la Tierra. Tiene un valor de $f_{\odot} = 1.36 \times 10^6 \text{ erg cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$. ¿Cuál sería la constante solar en un planeta localizado a 2 UA del Sol?
- a) $5.44 \times 10^6 \text{ erg cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$
 - b) $3.40 \times 10^5 \text{ erg cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$
 - c) $1.36 \times 10^6 \text{ erg cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$
 - d) $6.8 \times 10^4 \text{ erg cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$
- [2] Dos estrellas de masa idéntica orbitan alrededor de su centro de masas en un sistema binario. El paralaje de las estrellas se mide en 0.1 segundos de arco y la separación angular entre las estrellas es de 3 segundos de arco. Si la órbita es circular y el plano orbital es perpendicular a la línea de visión de la Tierra, ¿Cuánto mide el radio de la órbita binaria?
- a) 30 unidades astronómicas
 - b) 0.3 unidades astronómicas
 - c) 15 unidades astronómicas
 - d) 0.15 unidades astronómicas
- [3] Una línea de absorción de Calcio tiene una longitud de onda en reposo de 3968.5 Å. La misma línea se observa en el espectro de una estrella con una longitud de onda de 3967.2 Å. ¿Cuánto mide la velocidad radial aproximada de la estrella respecto a la Tierra?
- a) +100 km/s
 - b) -100 km/s
 - c) +10 km/s
 - d) -10 km/s
- [4] Dos estrellas, A y B, se observan con la misma magnitud bolométrica aparente. Se sabe que la estrella A se encuentra a una distancia de 100 parsec del Sol y que su luminosidad bolométrica es de $100 L_{\odot}$. ¿Cuál de las siguientes opciones es posible para la distancia y luminosidad bolométrica de la estrella B? (Despreciar la extinción interestelar.)
- a) 10 parsec y $10 L_{\odot}$
 - b) 1 parsec y $10 L_{\odot}$
 - c) 10 parsec y $1 L_{\odot}$
 - d) 1 parsec y $1 L_{\odot}$

- [5] ¿Cuál de estas afirmaciones **NO** aplica a las estrellas de un cúmulo globular?
- a) todas las estrellas tienen la misma edad
 - b) todas las estrellas tienen la misma masa
 - c) todas las estrellas tienen la misma metalicidad
 - d) todas las estrellas están a la misma distancia de la Tierra
- [6] La aceleración de gravedad en la superficie de la Tierra es $g_0=9.78 \text{ m/s}^2$. Dado que el Sol tiene una masa $M_\odot \sim 333,000 M_{Tierra}$ y un radio $R_\odot \sim 109 R_{Tierra}$, la aceleración de gravedad en su superficie (en unidades de g_0) tiene un valor de:
- a) $15 g_0$
 - b) $0.5 g_0$
 - c) $58 g_0$
 - d) $28 g_0$
- [7] ¿En dónde se aproxima el campo de radiación a un espectro de cuerpo negro?
- a) en el atmósfera de una estrella
 - b) en la corona de una estrella
 - c) en el interior de una estrella
 - d) en el medio interestelar
- [8] ¿Cuál de las siguientes afirmaciones acerca de las estrellas de la secuencia principal es **FALSA**?
- a) El centro de una estrella de $20M_\odot$ es más caliente que el centro de una estrella de $0.5M_\odot$
 - b) La densidad en el centro de una estrella de $20M_\odot$ es más alta que la densidad en el centro de una estrella de $0.5M_\odot$
 - c) Una estrella de $20M_\odot$ es más grande que una estrella de $0.5M_\odot$
 - d) La densidad promedio de una estrella de $0.5M_\odot$ es más alta que la de una estrella de $20M_\odot$

- [9] El diagrama HR es una gráfica donde se representa
- a) temperatura contra radio para estrellas variables
 - b) enrojecimiento contra distancia para galaxias
 - c) altura H sobre el plano galáctico contra la distancia R para estrellas del disco
 - d) la luminosidad contra la temperatura efectiva para estrellas
- [10] Las estrellas de alta masa evolucionan más rápido que las de baja masa porque las estrellas de alta masa
- a) son más grandes
 - b) tienen densidades más altas en sus núcleos
 - c) tienen temperaturas más altas en sus núcleos
 - d) están compuestas de elementos más pesados
- [11] El sistema binario de Sirio contiene dos estrellas de muy diferente brillo aparente. Sirio A tiene luminosidad absoluta $L \sim 40 L_{\odot}$, temperatura superficial $T \sim 10000$ K, y $R \sim 1.7 R_{\odot}$. Sirio B tiene $T \sim 25000$ K y radio $R \sim 0.008 R_{\odot}$. ¿Cuál es la luminosidad absoluta de Sirio B?
- a) $1 L_{\odot}$
 - b) $0.3 L_{\odot}$
 - c) $0.03 L_{\odot}$
 - d) $3 L_{\odot}$
- [12] Una región HII tiene densidad electrónica de 1,000 partículas por centímetro cúbico y una temperatura de 10,000 K. Está inmersa en un medio de hidrógeno neutro con densidad de 10,000 partículas por centímetro cúbico y una temperatura de 100 K. Se espera que la región HII
- a) se expanda
 - b) se contraiga
 - c) permanezca estacionaria
 - d) oscile

[13] Una región HII es ionizada por una estrella O6 y tiene una densidad de 1000 átomos de H por cm^{-3} . Su radio de Strömngren es de 0.5 pc. ¿Cuál es el radio de Strömngren (aproximado) de una región ionizada por una estrella idéntica, pero de densidad de 1,000,000 átomos de H por cm^{-3} ? (considere que no hay polvo y no tome en cuenta posibles efectos de temperatura)

- a) 0.05 pc
- b) 100 pc
- c) 0.005 pc
- d) 1.0 pc

[14] La masa de Jeans se refiere a

- a) La masa que debe de tener una estrella para llegar a ser hoyo negro.
- b) La masa máxima de una estrella para poder llegar a ser una enana blanca.
- c) La masa oscura incluida en una esfera con radio igual a la órbita de la Tierra.
- d) La masa que debe de tener una nube para contraerse gravitacionalmente.

[15] La primer 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

[16] Se observa que las estrellas en el disco exterior de una galaxia espiral se mueven en órbitas circulares a una velocidad constante de 200 km/s, independiente del radio del centro de la galaxia. Suponer que los brazos espirales rotan en un patrón fijo y con periodo de 200 millones de años. El *radio de corotación* es el radio en donde las estrellas giran a la misma velocidad del patrón espiral. ¿Cuanto mide el radio de corotación en esta galaxia?

- a) 6500 parsec
- b) $6,5 \times 10^6$ parsec
- c) 65,000 unidades astronómicas
- d) 6.5×10^{21} cm

- [17] La mayoría de las estrellas en la vecindad solar tienen velocidades bajas (< 50 km/s) con respecto al sol, pero algunas tienen velocidades mucho más altas (> 100 km/s). ¿Cuál de las siguientes afirmaciones respecto a estas estrellas de alta velocidad es *falsa*?
- a) Se muevan en órbitas elípticas en el halo Galáctico
 - b) Sus abundancias de metales son menores del Sol
 - c) Generalmente son más viejas que las estrellas de la población del disco galáctico
 - d) Se conocen como estrellas de Población I
- [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 teoría cosmológica con más aceptación hoy en día se llama “ Λ Cold Dark Matter” (Materia Oscura Fría con Constante Cosmológica). Según esta teoría, ¿cuál de las siguientes afirmaciones es verdad?
- a) La expansión del universo se encuentra en una época de deceleración
 - b) La densidad de energía del universo está dominada por energía oscura en la actualidad
 - c) Las partículas de materia oscura se muevan a velocidades relativistas
 - d) La mayoría de la masa en supercúmulos de galaxias es en forma bariónica
- [20] ¿Cuándo fueron emitidos los fotones de la radiación cósmica de fondo que ahora recibimos del Universo?
- a) Estos fotones provienen de la época de la recombinación.
 - b) Estos fotones se originaron durante la formación de las primeras galaxias.
 - c) Fueron emitidos antes de la Gran Explosión.
 - d) Estos fotones se originaron durante la formación de las primeras estrellas.