



POSGRADO EN ASTROFÍSICA

Examen de Admisión
para ingresar al semestre 2022-I
Fecha de examen: miércoles 26 de mayo de 2021
14:00–15:30

Astronomía General

INSTRUCCIONES

- Duración del examen: 1 hora.
- Responder los problemas en hojas separadas escritas por una sola cara.
- No olvidar escribir su clave en cada una de las hojas.
- Al terminar el examen:
 1. Digitalizar sus respuestas (por ejemplo, tomando una foto con el celular).
 2. Mandar la versión digitalizada a `heike@astro.unam.mx`

1. Mizar y Alcor son dos estrellas de la constelación de la Osa Mayor que tienen una separación angular de 11.8 minutos de arco por lo que distinguir cada una a simple vista ha sido una prueba de visión entre los aficionados. Considerando que el paralaje de Mizar es de 41.7 milisegundos de arco y el de Alcor es de 39.9 milisegundos de arco, ¿Cuál de las dos estrellas es más cercana a la Tierra y en qué proporción?
2. Las estrellas más débiles que se detectan con telescopios modernos están más cercanas a ¿qué magnitud visual?
(a) -27 (b) 0 (c) +6 (d) +30
3. Describe las fases del medio interestelar.
4. La radiación de cuerpo negro que llena el Universo, conocida como “Radiación de Fondo”, ha sido estudiada por los satélites COBE, WMAP y Planck. ¿Cuál 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 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
5. Una región HII es fotoionizada por estrellas calientes en su interior. Su radio, llamado radio de Stromgren, depende del número de fotones ionizantes de la estrella y de la densidad del medio, tal que
 - (a) a mayor número de fotones ionizantes, menor radio de Stromgren.
 - (b) a mayor densidad del medio, mayor radio de Stromgren.
 - (c) a mayor densidad, menor radio de Stromgren
 - (d) a menor número de fotones ionizantes y mayor densidad, mayor radio de Stromgren

6. Las estrellas de una galaxia espiral, a 9 kpc del centro, rotan con velocidad de 220 km/s. La masa interna de la galaxia es:

- (a) 10^8 masas solares
- (b) $1,958 \cdot 10^{41}$ kg
- (c) $1.958 \cdot 10^{12}$ kg
- (d) $1.958 \cdot 10^6$ kg

Recuerda que $G = 6.673 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg s}^{-2}$

7. El espejo primario del Telescopio Espacial Hubble tiene un diámetro de 2.4 m y una resolución angular óptima (limitada por difracción) de 0.05 arcsec a una longitud de onda $\lambda = 5000 \text{ Å}$. ¿Cuál sería el diámetro necesario para que un telescopio obtenga esa misma resolución $\lambda = 8 \mu\text{m}$?

- (a) 9.6 m (b) 2.4 m (c) 1500 m (d) 38.4 m

8. Describe la estructura radial y vertical del disco de estrellas de nuestra galaxia.
9. Enlista los diferentes tipos de galaxias de acuerdo a la clasificación de Hubble. Es la clasificación de Hubble un modelo evolutivo de las Galaxias? ¿Qué son las galaxias activas? Explica cómo es que se entienden los diferentes tipos de galaxias activas, dentro de un mismo modelo físico.
10. Explica el origen de la línea de 21 cm y el tipo de hidrógeno que nos permite trazar.



POSGRADO EN ASTROFÍSICA

Examen de Admisión
para ingresar al semestre 2022-I
Fecha de examen: miércoles 23 de mayo de 2020
12:30–13:30

Electromagnetismo

INSTRUCCIONES

- Duración del examen: 1 hora.
- El examen consta de 2 problemas.
- Responder los problemas en hojas separadas escritas por una sola cara.
- No olvidar escribir su clave en cada una de las hojas.
- Al terminar el examen:
 1. Digitalizar sus respuestas (por ejemplo, tomando una foto con el celular).
 2. Mandar la versión digitalizada a `heike@astro.unam.mx`

1. Dada una onda eléctrica polarizada, moviéndose en un medio óhmico conductor libre de cargas,

$$\mathbf{E} = \mathbf{E}_0 \exp \left\{ i\omega \left[t - \frac{n}{c}(\mathbf{k} \cdot \mathbf{r}) \right] \right\}.$$

a) Escribe las ecuaciones de Maxwell para este medio.

b) Deriva, a partir de las ecuaciones de Maxwell, las relaciones entre $\mathbf{E}$, $\mathbf{k}$ y $\mathbf{H}$.

c) Obtén una expresión para el índice de refracción n en términos de ω , ϵ , μ y σ (la conductividad).

NOTA: Recuerda que $\nabla \times (\nabla \times \mathbf{A}) = \nabla(\nabla \cdot \mathbf{A}) - \nabla^2 \mathbf{A}$, para cualquier vector $\mathbf{A}$.

NOTA: Para el inciso c), debes llegar a una expresión del tipo:

$$\nabla^2 \mathbf{E} - \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 \mathbf{E}}{\partial t^2} = 0,$$

2.

a) Encuentra el campo magnético a una distancia s de una cable delgado y largo que lleva una corriente I .

b) Dos hojas conductoras de carga son paralelas entre sí (ver Figura 1). Cada hoja tiene densidad de carga superficial uniforme σ . Calcule el campo eléctrico entre las dos hojas.

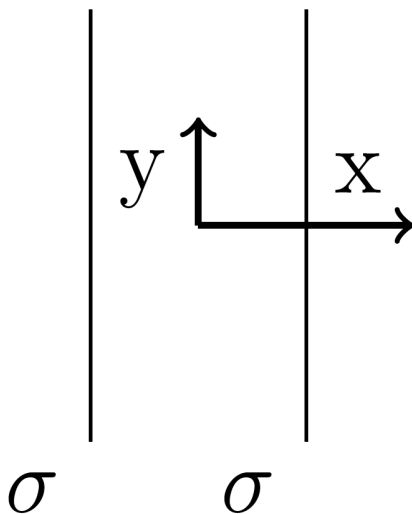


Figura 1: Figura del problema 2



POSGRADO EN ASTROFÍSICA

Examen de Admisión
para ingresar al semestre 2022-I
Fecha de examen: miércoles 26 de mayo 2021
11:00–12:00

Mecánica Clásica

INSTRUCCIONES

- Duración del examen: **1** hora.
- El examen consta de **3** problemas.
- Su calificación se basará en las **2** mejores respuestas.
- Responder los problemas en hojas separadas escritas por una sola cara.
- **No olvidar escribir su clave en cada una de las hojas.**
- **Al terminar el examen:**
 1. Digitalice sus respuestas (por ejemplo, tome una foto con el celular).
 2. Mandar la versión digitalizada a `heike@astro.unam.mx`

Nota. En cada problema que resuelva anuncie los principios o leyes de la mecánica clásica que está utilizando y explique por qué se aplican en ese caso en particular.

Problema 1

Un cuerpo de masa m_1 se encuentra inicialmente a una altura h . Se lo suelta y desciende por una rampa a un tramo horizontal. En el tramo horizontal choca de manera totalmente inelástica con otro cuerpo en reposo, de masa m_2 (ver Figura 1). Hay gravedad. Considere que el rozamiento es despreciable. Para este problema se pide:

1. Calcule la velocidad de la masa m_1 , una vez que descendió de la rampa y antes de chocar con la masa m_2 .
2. ¿Qué cantidades se conservan en un choque totalmente inelástico?
3. Encuentre la velocidad con que ambas masas se mueven luego del choque.

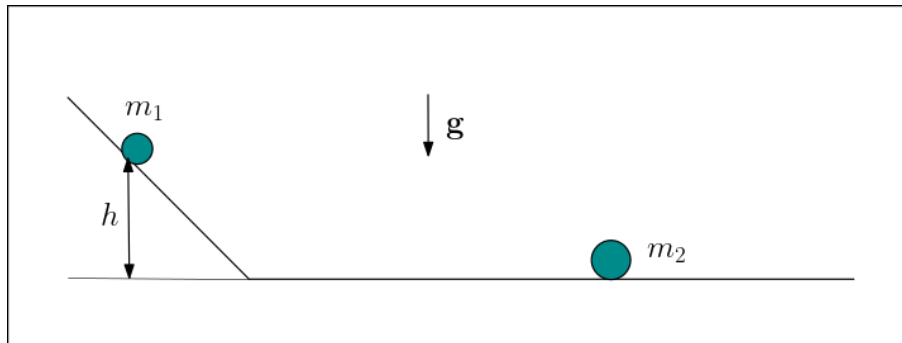


Figura 1: Figura del problema 1

Problema 2

Una partícula de masa m se mueve bajo la acción de un potencial central de la forma $V(r) = a \ln(r/r_0)$, donde a y r_0 son constantes positivas, mientras que r es la coordenada radial de polares.

1. Escribe el Lagrangiano de este problema y a partir de él encuentre las cantidades conservadas. Justifique.
2. Este problema se puede reducir a uno unidimensional equivalente. Halle el potencial efectivo y gráfiquelo.
3. Determine el radio de la órbita circular estable.

Problema 3

Considere una fuerza $F(t) = A - Bt$, donde A y B son constantes positivas.

1. Utilizando la segunda ley de Newton, determine las ecuaciones de movimiento que definen la velocidad $v(t)$ y el desplazamiento $x(t)$ de la partícula, en términos de A , B , m , v_0 y x_0 .
2. Construya las gráficas que describen el comportamiento de $F(t)$, $v(t)$ y $x(t)$, a lo largo del tiempo, para el caso en que $v_0 = 0$ y $x_0 > 0$.



POSGRADO EN ASTROFÍSICA

Examen de Admisión
para ingresar al semestre 2022-I
Fecha de examen: jueves 27 de Mayo 2021
12:30–13:30

Mecánica Cuántica

INSTRUCCIONES

- Duración del examen: 1 hora.
- El examen consta de 3 problemas.
- Su calificación se basará en las 2 mejores respuestas.
- Responder los problemas en hojas separadas escritas por una sola cara.
- No olvidar escribir su clave en cada una de las hojas.
- Al terminar el examen:
 1. Digitalizar sus respuestas (por ejemplo, tomando una foto con el celular).
 2. Mandar la versión digitalizada a `heike@astro.unam.mx`

Problema 1.

Sobre una superficie de Sodio se hace incidir luz de 3125 y 3650 Å. Esta luz ocasiona la emisión de electrones cuya máxima energía cinética es 2.128 y 1.595 eV respectivamente. A partir de estos datos calcule la constante de Planck y la función de trabajo del Sodio.

Problema 2.

Considere una partícula de masa m en un potencial

$$V(x) = \frac{m\omega^2}{2}x^2$$

1. Suponga que sabemos que la partícula está localizada dentro de una distancia del origen $\delta x = x \approx d/2$, donde $d \approx \hbar/p_x$. Use el principio de incertidumbre de Heisenberg para estimar sus posibles valores del momento en la dirección x : $\delta p_x = p_x$.
2. Estime la energía como función de d :

$$E(d) = \frac{p_x^2}{2m} + V(x)$$

y obtenga su mínimo valor como función de d .

3. Compare esta energía con los eigenvalores del oscilador armónico. ¿A qué números cuánticos corresponde? ¿Qué pasaría si en vez de tomar una distancia d tan chica, la tomamos como $d \gg \hbar/p_x$?

Problema 3.

Considere un sistema en el estado $|\psi(t)\rangle = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ -2 \end{pmatrix}$.

Considera los dos operadores:

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 3 & 0 \\ 3 & 0 & 2 \\ 0 & 2 & 0 \end{pmatrix},$$

y

$$B = \begin{pmatrix} 5 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 2 \\ 0 & 2 & 2 \end{pmatrix}.$$

1. ¿Cuál es la probabilidad que en un tiempo, t , el resultado de una medición del operador A tenga un valor de 0?
2. En el mismo momento, ¿cuál es la probabilidad que una medición del operador A resulte en un valor de -4?
3. Si hacemos dos mediciones consecutivas, primero del operador A y luego del operador B , ¿cuál es la probabilidad de primero encontrar un valor de 0 para A y un valor de 5 para B ?
4. Si invertimos el orden de las mediciones, ¿obtenemos el mismo resultado?



POSGRADO EN ASTROFÍSICA

Examen de Admisión
para ingresar al semestre 2022-I
Fecha de examen: jueves 27 de Mayo 2021
11:00–12:00

Física térmica

INSTRUCCIONES

- Duración del examen: 1 hora.
- El examen consta de 3 problemas.
- Su calificación se basará en las 2 mejores respuestas.
- Responder los problemas en hojas separadas escritas por una sola cara.
- No olvidar escribir su clave en cada una de las hojas.
- Al terminar el examen:
 1. Digitalizar sus respuestas (por ejemplo, tomando una foto con el celular).
 2. Mandar la versión digitalizada a `heike@astro.unam.mx`

Problema 1.

Un cilindro vertical de sección A y de paredes diatérmicas contiene hidrógeno molecular (H_2) a temperatura T_i y presión P_i , que también son la temperatura y la presión atmosféricas. La tapa del cilindro puede deslizarse sin rozamiento, no tiene masa, e inicialmente se encuentra a una altura h_i . Sobre la tapa se deposita muy lentamente, grano por grano, una masa M de arena. Calcule la altura final de la tapa, el trabajo realizado sobre el sistema entre el estado inicial y el final, y el flujo de calor entre el cilindro y la atmósfera durante el proceso.

Problema 2.

Considere que la atmósfera esta formada por un gas ideal monoatómico y que se cumple con una condición de adiabaticidad. Muestre que se puede expresar a la densidad como función de la altura como

$$\rho(z) = \rho_0 \left[1 - \frac{2}{5} \frac{gm}{kT_0} z \right]^{3/2}, \quad (1)$$

donde ρ_0 y T_0 son la densidad y temperatura a $z = 0$, y m la masa del elemento que forma el gas.

Problema 3.

Considere una máquina refrigeradora ideal que trabaja con un ciclo de Carnot. En cada ciclo se transfiere calor desde un reservorio frío que contiene agua líquida a una temperatura de 0° C a un reservorio caliente lleno con agua líquida a 100° C .

1. ¿Cuánta agua (en kg) debe congelarse en el reservorio frío para que 1 kg de agua en el reservorio caliente se evapore? Nota: considere que el vapor se mantiene a 100° C .
2. ¿Cuánto es el trabajo (en Joules) inyectado al sistema en cada ciclo?
Ayuda: el calor específico latente de fusión del agua es $L_f = 334 \text{ kJ kg}^{-1}$; el calor específico latente de evaporación del agua es $L_v = 2256 \text{ kJ kg}^{-1}$.