

INSTRUCCIONES

- No olvide escribir claramente su nombre completo en la esquina superior derecha de cada hoja de sus respuestas, y utilizar una hoja nueva para responder cada problema. Indique claramente en la parte superior también el número del ejercicio que está resolviendo en cada hoja.
- El examen es a libro cerrado, por lo que no puede consultar libros, apuntes, formularios, etc. Tampoco puede usar dispositivos electrónicos como “tablets”, “smart-phones”, etc. Si lo requiere, puede usar una calculadora simple.
- El tiempo total para la primera parte es de tres horas y para la segunda de 45 minutos. Le sugerimos utilizar no más de 30 minutos para responder a cada una de las secciones de problemas.
- Usted podrá llevarse los enunciados del examen de admisión.
- Estudiantes exentos: La duración del examen depende del número de secciones que debe resolver (40 min. por sección/materia). En todos los casos, deberá resolver la “Segunda Parte” (ensayo) de este examen.

Primera Parte

I MECÁNICA CLÁSICA

- I-1. [3 pts] Si L es un lagrangiano para un sistema de n grados de libertad, satisfaciendo las ecuaciones de Lagrange, muestre que

$$L' = L + \frac{dF(q_1, \dots, q_n, t)}{dt}$$

también satisface las ecuaciones de Lagrange, donde F es una función arbitraria pero diferenciable en sus argumentos.

- I-2. [4 pts] Un péndulo esférico es una masa puntual suspendida por una varilla rígida y sin peso.
- i. Encuentre el número de constricciones y grados de libertad del sistema.
 - ii. Encuentre las ecuaciones de movimiento del péndulo.
- I-3. [3 pts] Determine los momentos principales de inercia de una esfera, considerando que su masa está distribuida de manera homogénea.

II MECÁNICA CUÁNTICA

II-1. Una partícula se mueve en un pozo infinito definido como

$$V(x) = \begin{cases} 0, & \text{para } 0 \leq x \leq a \\ \infty, & \text{para } x < 0 \text{ y } x > a \end{cases},$$

cuyas funciones de onda son $\psi_n = \sqrt{2/a} \sin(n\pi x/a)$.

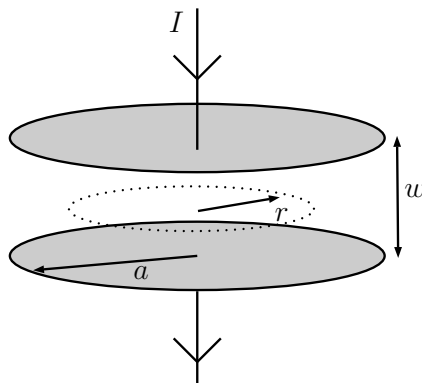
- i. **[3 pts]** Determine la corrección a primer orden en los niveles de energía en presencia de una perturbación $V' = \lambda\delta(x - b)$, con $0 \leq b \leq a$.
- ii. **[3 pts]** Describa cómo se modifican los niveles de energía no perturbados cuando $b = 0$, $b = a$, y $b = a/2$.

II-2. Utilice la ecuación de Schrödinger para demostrar lo siguiente:

- i. **[2 pts]** Si \hat{A} es una observable que conmuta con el hamiltoniano \hat{H} de un sistema, entonces el valor del promedio $\langle \hat{A} \rangle$ es una constante de movimiento.
- ii. **[2 pts]** ¿En cuáles casos el valor promedio del impulso lineal $\langle \hat{p} \rangle$ es una constante de movimiento?

III ELECTROMAGNETISMO

III-1. La figura muestra el esquema de un capacitor de placas paralelas que se está cargando. Los alambres por los que circula la corriente I son muy delgados y están conectados al centro de las placas, definiendo “el eje” del capacitor. La corriente I es constante, el radio de las placas del capacitor es a y la separación entre las placas es $w \ll a$. Suponga que la corriente fluye de tal forma que la carga eléctrica en las placas del capacitor se distribuye uniformemente para cualquier tiempo t y que es cero cuando $t = 0$.



- (a) [2 pts] Determine la magnitud y dirección del campo eléctrico \vec{E} entre las placas como función del tiempo t . Desprecie los efectos de borde, recuerde que $w \ll a$. [0.5 pts] Haga un esquema de las líneas del campo eléctrico (considere $t > 0$).
- (b) [2 pts] Considere la circunferencia punteada de la figura (circunferencia de radio $r < a$, con centro en el eje del capacitor y localizada en la región intermedia a las placas sobre un plano paralelo a las mismas). Determine la intensidad de la corriente de desplazamiento I_D que fluye a través del área encerrada por dicha circunferencia.
- (c) [2 pts] Determine la magnitud y dirección del campo magnético \vec{B} en la región entre las placas como función de la distancia r medida desde el eje del capacitor. Suponga $r < a$. [0.5 pts] Haga un esquema de las líneas del campo magnético.
- (d) [1 pts] Determine la magnitud y dirección del vector de Poynting.
- (e) [2 pts] ¿Cuál es el significado físico del vector de Poynting?

IV TERMODINÁMICA

IV-1. La energía interna, U , de un sistema particular satisface la relación

$$U = a \frac{S^3}{NV}$$

donde S denota la entropía del sistema, V su volumen, N el número de partículas y a es una constante positiva.

- [1 pts] ¿Es la expresión dada para U la ecuación fundamental que describe al sistema? Justifique su respuesta.
- [2 pts] Encuentre la presión P del sistema (ecuación de estado). Escriba su resultado explícitamente en la forma $PV = f(U)$.
- [3 pts] Considere una expansión cuasi-estática del sistema cuando éste está aislado térmicamente de sus alrededores. Encuentre la ecuación de las adiabatas del sistema.
- [4 pts] Considere la expansión libre (irreversible) del gas desde un volumen V_1 a uno V_2 con $V_2 > V_1$. Si el sistema está aislado de sus alrededores, demuestre que $\Delta S = S_2 - S_1 > 0$, como establece la segunda ley de la termodinámica. S_1, S_2 denotan la entropía del sistema en los volúmenes 1 y 2, respectivamente.

V FÍSICA MODERNA

- V-1. [4 pts] Un cuerpo de masa m se encuentra en reposo. Instantáneamente se desintegra en dos partes que tienen masas en reposo m_1 y m_2 y velocidades v_1 y v_2 , respectivamente. Demuestre que $m > m_1 + m_2$.
- V-2. [3 pts] La vida media de ${}_{11}^{24}\text{Na}$ es de 15 hrs. ¿Cuánto tardará en desintegrarse el 93.75 por ciento de una muestra de este isótopo?
- V-3. [3 pts] ¿Cuáles de las siguientes reacciones pueden ocurrir? En caso de no ser posible, indique las leyes de conservación que son violadas.

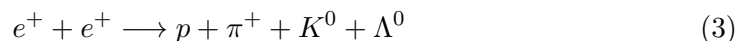
i.



ii.



iii.



Segunda Parte

De entre los temas listados a continuación elija uno y desarrolle una reflexión propia sobre él. Su desarrollo debe limitarse a una extensión máxima de una página, ser cualitativo, no exhaustivo, y debe evitar el uso de fórmulas innecesarias.

- Cinemática de cuerpo rígido
- Premios Nobel de Física recientes y sus contribuciones
- La Física en la vida diaria
- Problemas actuales de la Física por resolver
- Simetrías, leyes de conservación y constantes de movimiento