

## Examen de Física Moderna

29 de julio 2022

Se deberán comunicar claramente los razonamientos seguidos para la resolución de los problemas propuestos. Las respuestas que no incluyan una correcta justificación serán consideradas incompletas.

### Ejercicio 1

Una partícula de masa  $m$  se mueve en la dirección  $x$  bajo la acción de una fuerza restitutiva  $F(x) = -kx$ .

- Considere la ecuación de Schrödinger para este problema. Resuelva para la parte temporal suponiendo una solución de variables separables.
- Si el primer estado excitado es de la forma  $\Psi_1(x) = Ax \exp(-\frac{Bx^2}{2})$ , calcule el valor de  $A$  y  $B$ , y la energía asociada a dicho estado.
- Calcule la incertidumbre en la posición, en la cantidad de movimiento, y el producto entre ambas.
- Calcule el valor medio de la energía potencial y de la energía cinética para el primer estado excitado.

### Ejercicio 2

- Una misión espacial consiste en una nave que viajará a una estrella lejana y se posará en un asteroide que la orbita para tomar muestras de su superficie durante 6 meses. La nave viaja a una velocidad de  $0.95c$ , a la ida, y  $0.90c$  a la vuelta. Para un observador solidario a la nave, el viaje dura 5 años en su totalidad. ¿A qué distancia se encuentra el asteroide y cuál es la duración total del viaje para quienes monitorean la misión desde la Tierra?
- Dos partículas idénticas de masa  $m$  viajan una hacia la otra con velocidad  $v$  (medida respecto a la Tierra). Al colisionar, se forma una partícula de masa  $M$  y se libera un fotón. ¿Es posible que la partícula de masa  $M$  esté en reposo luego de la colisión? En el caso en que  $M$  no se mantiene en reposo, calcule las energías de las partículas luego de la colisión.

### Ejercicio 3

Dado un bloque de Silicio intrínseco a temperatura ambiente, responda justificando su respuesta:

- La cantidad de portadores libre aumenta si aumenta la temperatura?
- Explique cualitativamente por qué es semiconductor y cuáles son las propiedades principales que lo diferencian de un metal.
- Cuál es la finalidad de contaminar una muestra de silicio puro con átomos dopantes?

### Datos que pueden ser de utilidad:

Ecuación de Schödinger:  $i\hbar \frac{d\Psi(\vec{r},t)}{dt} = -\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 \Psi(\vec{r},t) + V(r,t)\Psi(\vec{r},t)$

Densidad de corriente de probabilidad:  $j(x) = \frac{i\hbar}{2m} \left( \Psi(x,t) \frac{d\Psi^*(x,t)}{dx} - \Psi^*(x,t) \frac{d\Psi(x,t)}{dx} \right)$

Resistividad:

$$\rho = \frac{1}{nq\mu_n + pq\mu_p}$$

Masa del electrón:  $m_e = 0,510 MeV/c^2 = 9,1 \times 10^{-31} kg$ .

Carga del electrón:  $1,6 \times 10^{19} C$

Constante de Planck:  $h = 4,13 \times 10^{-15} eV.s = 6,62 \times 10^{-34} J.s$

Constante de Boltzman:  $K_B = 8,62 \times 10^5 eV/K$

Número de avogadro:  $N_{av} = 6,02 \times 10^{23} \text{ átomos/mol}$

Datos sobre el Silicio: Masa atómica  $M_A(Si) = 28,1g/mol$ ; densidad  $d = 2,33g/cm^3$

Distribución de Fermi:

$$f(E) = \frac{1}{1 + e^{\frac{E-E_F}{K_B T}}}$$