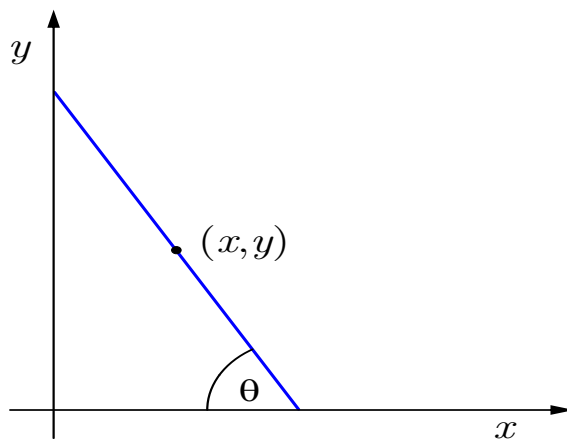

MECÁNICA CLÁSICA

M1. [6 puntos] Una escalera de longitud L y masa m (con distribución de masa uniforme), tiene uno de sus extremos apoyado en el piso y el otro sobre una pared vertical (ver figura). La escalera está inicialmente en reposo y forma un ángulo θ con respecto a la horizontal. En un momento dado, la escalera comienza a resbalar sin que sus extremos pierdan contacto con el piso y la pared.

- Escribe las constricciones del sistema y el Lagrangiano correspondiente.
- Utilizando los resultados del inciso anterior, escribe el Hamiltoniano.



- M2. [2 puntos] En el caso de un sólido rígido que rota, explica qué significa que el momento angular \vec{L} y la velocidad angular $\vec{\omega}$ sean paralelos.
- M3. [2 puntos] Explica dos diferencias entre el formalismo Hamiltoniano y Lagrangiano.

ELECTROMAGNETISMO

E1 El espacio entre dos esferas concéntricas conductoras, de radios R_1 y R_2 ($R_1 < R_2$), se llena de un medio dieléctrico inhomogéneo con función dieléctrica:

$$\epsilon(r) = \frac{\epsilon_0}{1 + \kappa r},$$

donde ϵ_0 es la permitividad del vacío, κ es una constante y r es la coordenada radial. Sobre la esfera interior se distribuye uniformemente una carga Q , mientras que la exterior está aterrizada. Calcula:

- a) [**3 puntos**] El campo eléctrico en la región entre las dos esferas.
- b) [**3 puntos**] La diferencia de potencial entre las esferas.

E2 Partiendo de las ecuaciones de Maxwell en un medio material de permitividad ϵ y permeabilidad μ , así como la solución de tipo onda plana monocromática

$$\mathbf{E} = \mathbf{E}_0 e^{i(\mathbf{k}\cdot\mathbf{r}-\omega t)}, \quad \mathbf{B} = \mathbf{B}_0 e^{i(\mathbf{k}\cdot\mathbf{r}-\omega t)},$$

- a) [**2 puntos**] demuestra que \mathbf{E}_0 , \mathbf{B}_0 y \mathbf{k} son ortogonales entre sí;
- b) [**2 puntos**] demuestra que $\frac{B_0}{E_0} = \epsilon\mu\frac{\omega}{k}$.

MECÁNICA CUÁNTICA

Consideremos luz en los estados de polarización circular $|\psi_L\rangle$ y $|\psi_R\rangle$, tales que

$$|\psi_{L,R}\rangle = \frac{1}{N} (|\rightarrow\rangle \mp i|\uparrow\rangle)$$

donde la polarización en la dirección horizontal x es $|\rightarrow\rangle = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}$ y la polarización en la dirección vertical y es $|\uparrow\rangle = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}$.

- C1. [2 puntos] ¿Cuál es el valor de N ? Justifica tu respuesta.
- C2. [3 puntos] Para cada uno de los estados iniciales $|\psi_{L,R}\rangle$, ¿cuál es la probabilidad de que, al pasar a través de un polarizador con ángulo θ , la luz emerja en el estado $|\theta\rangle = \cos\theta|\rightarrow\rangle + \sin\theta|\uparrow\rangle$?
- C3. [3 puntos] Da la expresión para los proyectores $\hat{P}_{L/R} = |\psi_{L/R}\rangle\langle\psi_{L/R}|$.
- C4. [2 puntos] Calcula el producto $\hat{P}_L\hat{P}_R$.

TERMODINÁMICA

T1. [6 puntos] Considera una sustancia en un rango de presión y temperatura donde su coeficiente de expansión isobárico sea negativo:

$$\alpha = \frac{1}{v} \left(\frac{\partial v}{\partial T} \right)_p < 0 .$$

(a) Muestra que

$$\left(\frac{\partial p}{\partial T} \right)_v < 0 .$$

(b) Muestra que

$$\left(\frac{\partial s}{\partial v} \right)_T < 0 .$$

(c) En una compresión adiabática de semejante sustancia, ¿la temperatura sube o baja?

T2. [4 puntos] Un mol de agua se separa en hidrógeno y oxígeno por electrólisis.

¿Cuál es la masa generada de hidrógeno y de oxígeno?

¿Cuántos moles de cada cual se produjeron?

¿Cuál es la relación del volumen de oxígeno generado al volumen de hidrógeno generado?

Datos útiles: Número de masa del hidrógeno: 1. Del oxígeno: 16. Fórmula del agua H_2O .
Del hidrógeno H_2 . Del oxígeno O_2 .

FÍSICA MODERNA (Maestría en Física)

- F1. [4 puntos] Supón que dos partículas relativistas idénticas, cada una con masa m y energía cinética K , tienen una colisión colineal *totalmente* inelástica. ¿Cuál es la energía cinética relativa K_{rel} , es decir, la energía cinética de la partícula final en el sistema de reposo de alguna de las partículas iniciales?
- F2. [3 puntos] Asume que la molécula de H_2 se comporta exactamente como un oscilador armónico con una constante de fuerza de 573 N/m.
- a) [1.5 puntos] Calcula la energía (en eV) de su estado base y primer estado vibracional excitado.
- b) [1.5 puntos] Calcula el número cuántico vibracional que corresponde aproximadamente a su energía de disociación 4.5 eV.
- Datos útiles: $m_H = 1.6736 \times 10^{-27}$ kg (masa de un átomo de hidrógeno).
 $h = 6.626 \times 10^{-34}$ J.s = 4.136×10^{-15} eV.s (constante de Planck).
- F3. [3 puntos] Demuestra que es imposible que un fotón transfiera toda su energía y momento a un electrón libre.

FÍSICA MODERNA (Maestría en Física Médica)

- FM1. [6 puntos] En una persona promedio, la masa de potasio en el cuerpo es de 140 g. El 0.0117% del potasio natural es ^{40}K , el cual es un isótopo radioactivo del potasio que puede decaer vía β^- al ^{40}Ca , y vía β^+ o captura electrónica al ^{40}Ar .
- La masa atómica del ^{40}K es 39.96399817 u, del ^{40}Ca es 39.96259085 u y del ^{40}Ar es 39.96238312 u. La vida media del ^{40}K es de 1.248×10^9 años. Con esta información, calcula:
- La energía máxima (en MeV) de las partículas β^- y β^+ emitidas en cada caso. ¿Qué se emite cuando el ^{40}K decae por captura electrónica? Ayuda: $1 \text{ u} = 931.49 \text{ MeV}/c^2$.
 - La actividad debida al contenido de ^{40}K en una persona promedio. Expresa la actividad en Bq y en μCi . Ayuda: $N_A = 6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$; $1 \text{ Ci} = 3.7 \times 10^{10} \text{ Bq}$.
- FM2. [4 puntos] Se requiere un blindaje para reducir la intensidad de un haz delgado de N_0 fotones de 0.511 MeV a la décima parte, es decir, a $N_0/10$. Para esto, el blindaje está conformado de una primera capa de 10 cm de espesor de concreto. Para completar el blindaje es necesario agregar una capa adicional de plomo, como se muestra en la figura. Calcula el espesor (en mm) de la capa de plomo necesaria.
- Para fotones de 0.511 MeV, toma los siguientes valores: $(\mu/\rho)_{\text{concreto}} = 0.0892 \text{ cm}^2/\text{g}$, $(\mu/\rho)_{\text{Pb}} = 0.1614 \text{ cm}^2/\text{g}$, $\rho_{\text{concreto}} = 2.3 \text{ g}/\text{cm}^3$, $\rho_{\text{Pb}} = 11.35 \text{ g}/\text{cm}^3$.

