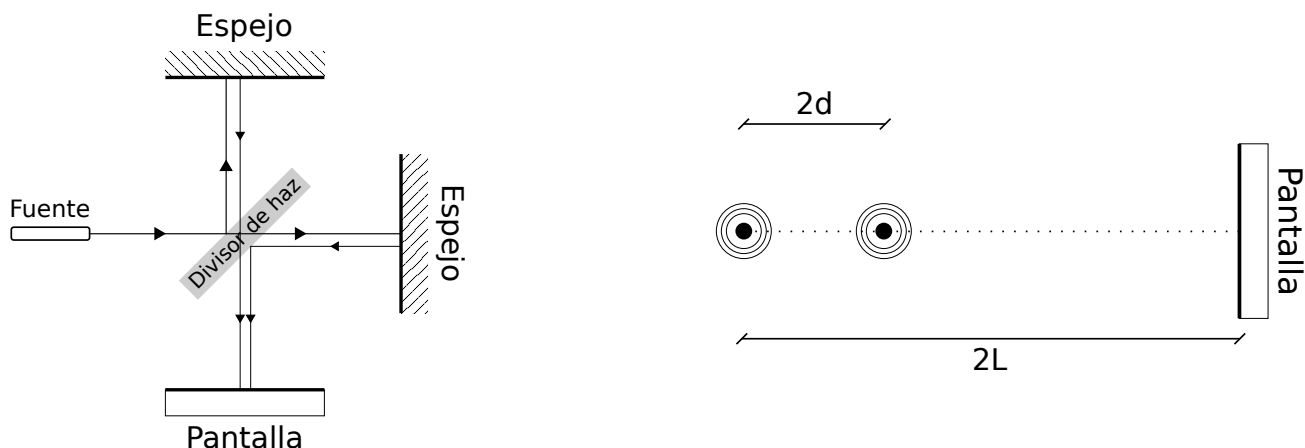


Segundo Parcial - Física 2 (Q) - 1er Cuat 2018 - Cátedra Estrada

Para la aprobación de este parcial debe tener al menos 60% del examen bien resuelto y dos problemas con al menos 60% bien resuelto. Los tres problemas tienen el mismo puntaje máximo.

Problema 1

En la figura de la izquierda se ve un interferómetro de Michelson. El divisor de haz está a una distancia L de un espejo, y a una distancia más corta $L - d$ del otro espejo. Como el divisor refleja la mitad de la luz y transmite la otra mitad, un haz va y vuelve por la rama larga del interferómetro y el otro lo hace por la rama corta. Entonces, **desde la pantalla se ve las fuentes virtuales a distinta distancia pero en la misma dirección** (ver figura de la derecha). Además, hay cambios de fase de π radianes por las reflexiones, pero como cada haz se refleja dos veces, no se altera la diferencia de camino óptico entre ellos. De esta forma, **el interferómetro de la derecha es equivalente al interferómetro de Michelson**, pero es más sencillo de analizar. Por esta razón, el interferómetro de la derecha será el que utilizará a lo largo del ejercicio.



A partir del diagrama de la derecha:

- Encuentre la diferencia de camino óptico entre las dos fuentes virtuales y un punto de observación arbitrario en la pantalla. Considere que $2d \ll 2L$. Ayuda: Recuerden la aproximación realizada en el interferómetro de Young.
- Determine la distancia angular entre las franjas de interferencia constructiva.

La intensidad del centro del patrón de interferencia (donde la línea punteada toca la pantalla) depende, entre otras cosas, de la distancia d entre las fuentes virtuales. Como ante pequeñas variaciones de d el patrón de interferencia cambia drásticamente, este interferómetro suele usarse para medir minúsculas variaciones en la distancia d .

- ¿Para qué valores de d veo intensidad máxima en el centro del patrón de interferencia?
- Si mi fuente es un láser de helio-neón de 633nm de longitud de onda, y al mover un poco un espejo (o sea, variar lenta y controladamente la distancia d) observo que por el centro del patrón pasaron 10 máximos de interferencia, ¿cuánto habrá variado d ?

Comentarios adicionales: Interferómetros de este tipo fueron usados en dos de los experimentos más relevantes de la física moderna:

- El de Michelson y Morley, que en 1887 mostró resultados consistentes con que la luz no necesita un medio para propagarse, llevando luego al desarrollo de la teoría de la relatividad especial.
- El del proyecto LIGO, que en 2015 mostró resultados consistentes con la existencia de ondas gravitacionales, predichas por la teoría de la relatividad general pero nunca observadas con anterioridad.

Problema 2

La lámpara fluorescente compacta (LFC), comúnmente conocida como “lámpara de bajo consumo”, utiliza la tecnología de los tradicionales tubos fluorescentes en lámparas de menor tamaño. Busca así sustituir a las incandescentes (con un filamento de tungsteno), que tiene un consumo eléctrico mucho mayor y mucho menor tiempo de vida. El esquema básico de una LFC consiste en un tubo que contiene una mezcla de gases y un circuito eléctrico que se encarga de ionizarlos.

El tipo de LFC más común en el uso doméstico es el denominado “trifósforo”. Consiste en una lámpara con una mezcla de gases que emiten mayormente en tres longitudes de onda, correspondientes al azul, verde y rojo, dado que los fotoreceptores del ojo tienen una mayor sensibilidad en estos colores.

Ahora sí, pasemos al problema. Se iluminan $N = 5$ rendijas con una LFC que emite en tres longitudes de onda: $\lambda_{\text{azul}} = 450 \text{ nm}$, $\lambda_{\text{verde}} = 540 \text{ nm}$ y $\lambda_{\text{rojo}} = 610 \text{ nm}$.

- Se observa que el máximo de interferencia de orden 10 de $\lambda_{\text{azul}} = 450 \text{ nm}$ se encuentra en $\theta = 13^\circ$. Halle la distancia d entre las rendijas. ¿Cuál es el máximo orden de interferencia visible para cada una de las longitudes de onda?
- Sabiendo que el tamaño D de cada rendija es $D = 1,0 \mu\text{m}$, halle el orden de los máximos de interferencia que se encuentran totalmente apantallados (es decir, el orden de los máximos de interferencia que coinciden con los mínimos de difracción). Realice el cálculo para las tres longitudes de onda. ¿Nota algo llamativo? Explique a qué se debe esta “casualidad”.
- Halle el ancho de la campana principal de difracción para una de las longitudes de onda (la que prefiera).
- Además de la LFC, también se ilumina la red con una luz con longitud de onda λ_0 . Sabiendo que el máximo de orden 25 de λ_0 coincide con el primer mínimo de difracción de λ_{verde} , halle el valor de λ_0 .

Problema 3

Una fuente emite luz circularmente polarizada derecha (es decir, tal que el vector del campo eléctrico gira en sentido horario visto por el receptor) de amplitud E_0 . La misma incide primero sobre una lámina de $1/4$ de onda cuyo eje rápido forma un ángulo α con la horizontal, y luego sobre un polarizador cuyo eje de transmisión forma un ángulo β con la horizontal.

- Escriba la expresión completa del campo eléctrico emitido por la fuente y su vector de Jones asociado. Halle la intensidad emitida.
- Si $\alpha = 90^\circ$ y $\beta = 45^\circ$, halle la expresión del campo eléctrico que llega al detector. Determine el tipo de polarización y calcule la intensidad detectada.
- Repita el ítem b si la lámina y el polarizador intercambian sus posiciones en el banco óptico. ¿Qué porcentaje de la intensidad emitida es detectada?
- Sin hacer las cuentas, repita el ítem b si ambos ángulos, α y β , son rotados en conjunto un ángulo γ .

