Problema 1.

$$x[n] = \frac{1}{P}\sum_{m=0}^{P-1} e^{j\tau\frac{m}{P}n}$$

Apartado A. Manipulamos para tener una serie geométrica y calculamos la suma:

$$x[n] = \frac{1}{P}\sum_{m=0}^{P-1}\left(e^{j\tau\frac{1}{P}n}\right)^{m}$$

$$x[n] = \frac{1}{P}\,\frac{e^{j\tau\frac{P}{P}n} - e^{j\tau\frac{0}{P}n}}{e^{j\tau\frac{1}{P}n} - 1} \quad \text{si } e^{j\tau\frac{1}{P}n} \neq 1$$

Simplificamos la expresión:

$$x[n] = \frac{1}{P}\,\frac{1-1}{e^{j\tau\frac{1}{P}n} - 1} \quad \text{excepto si } \tau \mid \tau\frac{1}{P}n$$

$$x[n] = 0 \quad \text{excepto si } P \mid n$$

Apartado B. No puedo particularizar la expresión resultante para n siendo un múltiplo de P ya que la condición lo impide (tendríamos que aplicar la expresión original: $x[n] = \frac{1}{P}\,P = 1$).

Respecto a $n \neq iP$, aquí sí aplica la expresión encontrada y tenemos $x[n] = 0$. Teniendo esto en cuenta, $x[n]$ corresponde a un tren de pulsos ya que todas las muestras son nulas excepto en n múltiplo de P.

Problema 2.

Apartado A. Se distinguen tres «deltas» diferenciadas en la DFT, cada una con su equivalente simétrica al otro lado. Por tanto habría tres sinusoides en la señal de entrada.

Apartado B. Respecto a las frecuencias, solo tenemos que determinar los bins donde estan situadas las deltas, y la frecuencia discreta correspondiente será $F = \frac{n}{N}$. Los bins son aproximadamente 52, 125 y 205. Ello daría frecuencias aproximadas de $F_1 = {}^1\!/_{10}$, $F_2 = {}^1\!/_4$ y $F_3 = {}^2\!/_5$.

Respecto a las amplitudes, la amplitud de las dos sincs que una sinusoide enventanada de amplitud 1 produce corresponde a ${}^L\!/_2$ (media longitud de la ventana). Las sincs correspondientes tienen amplitudes aproximadas de 480, 245 y 1200. Eso daría amplitudes aproximadas de ${}^{15}\!/_8$, ${}^{24}\!/_{25}$ y ${}^{47}\!/_{10}$.

Problema 3. La banda crítica de una cierta frecuencia f es el rango de frecuencias que nuestro sistema auditivo no nos permite diferenciar de f. La curva de la figura 2 indica que la banda crítica es aproximadamente $100\,\mathrm{Hz}$ para frecuencias de hasta $500\,\mathrm{Hz}$, y a partir de ese punto empieza a aumentar más o menos linealmente. El resultado es que discernimos bien las frecuencias medias pero tenemos más dificultad discerniendo las altas o bajas.

Problema 4. En condiciones escotópicas, las células receptoras que más se usan son los *bastones*. Son muchísimo más sensibles que los conos, y estan más dispersos por la retina (aportando mayor campo visual), pero por contra no permiten ningún tipo de percepción al color. Además, su baja densidad sumado al hecho de que los impulsos de varios de ellos se agrupan en el nervio óptico reduce considerablemente la nitidez.

Problema 5. La ley de Weber-Fechner indica que el incremento de percepción de brillo es proporcional al ratio entre la potencia anterior y la nueva. Dicho de otra forma: nuestra noción de brillo es (aproximadamente) logarítmica. Ante una fuente puntual que sube su potencia de forma lineal percibiremos un brillo que sube muy rápido al principio y luego apenas cambia.

Problema 6.

Apartado A. Cuantificación *mid-tread* ya que tiene nivel cero. Hay 5 niveles por codificar, con lo cual necesitamos $\mathsf{Nbits} = 3$ bits como mínimo.

Apartado B. En orden:

- Máximo absoluto del error de cuantificación.
- Mínimo absoluto del error de cuantificación.
- Integral cuadrática (energía) del error de cuantificación.
- Integral cuadrática (energía) de la señal original.
- SNR expresado en decibelios.

Los máximos y mínimos absolutos corresponden a medio paso, como se espera en un cuantificador. El SNR bajo indica que la cuantificación es muy mala (introduce mucho ruido), lo cual es consistente ya que el paso es muy grande.