

## INSTRUCCIONES PARA REALIZAR EL TRABAJO SOBRE LAS PRÁCTICAS

La densidad del TGS y del LATGS es  $1.69 \text{ g/cm}^3$ .

Muestra	Sección $S$ ( $\text{mm}^2$ )	Espesor $d$ (mm)
TGS (ciclo de histéresis)	60	1.5
TGS (constante dieléctrica y coeficiente piroeléctrico)	64	2.1
LATGS (ciclo de histéresis)	27	1.5
LATGS (constante dieléctrica y coeficiente piroeléctrico)	86	2.2

Todos los ficheros son de texto, con extensión .DAT y las columnas de datos están separadas por comas. El separador decimal es el punto.

El documento que se entregue no debe ser sólo una colección de gráficas. Es necesario discutir los resultados obtenidos en relación con los contenidos que hemos visto en el estudio de materiales ferroeléctricos.

### Práctica 1: ciclo de histéresis.

*TGS*

La siguiente lista contiene la temperatura a la que se obtuvo cada ciclo y el nombre del fichero con los datos del ciclo.

Temperatura (K)	Nombre del fichero con los datos del ciclo
310.0	C1.DAT
313.0	C2.DAT
316.0	C3.DAT
317.0	C4.DAT
317.8	C5.DAT
318.6	C6.DAT
319.6	C7.DAT
320.6	C8.DAT
321.6	C9.DAT
322.6	C10.DAT
323.6	C11.DAT
324.6	C12.DAT

Los ficheros de los ciclos tienen tres columnas. La primera columna es el tiempo en segundos, la segunda columna es el campo eléctrico  $E$  en (V/cm) y la tercera columna es la polarización  $P$  en  $\mu\text{C/cm}^2$ . El separador decimal es el punto (tenedlo en cuenta a la hora de importar los datos).

#### *Tareas a realizar:*

- Para el ciclo C1.dat, C6.dat y C12.dat, analizad la señal del campo eléctrico frente al tiempo y de la polarización frente al tiempo, discutiendo cómo se relaciona con el carácter ferroeléctrico o paraeléctrico de la muestra.
- Obtened la polarización remanente  $P_r$  y el campo coercitivo  $E_c$  de cada uno de estos ciclos y representar los valores obtenidos frente a la temperatura. Discutid los resultados.

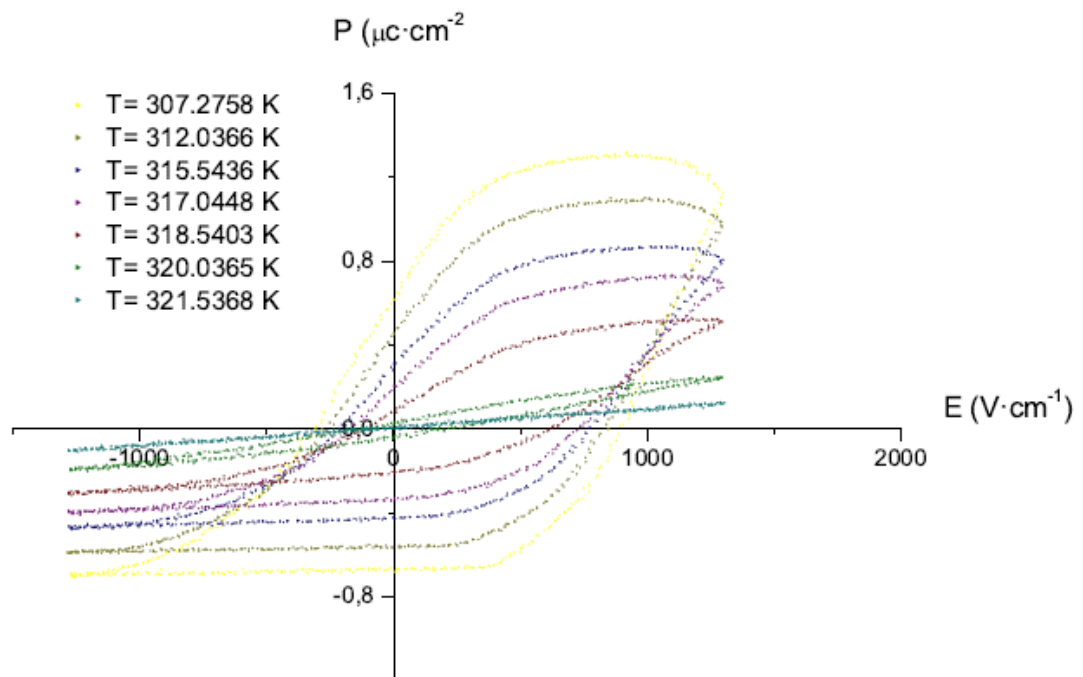
- Representad  $P_r^2$  frente a la temperatura y comprobad si se cumple la teoría de Landau (debe ser una línea recta). Ajustad los datos con una recta por el método de los mínimos cuadrados para ver si se cumple la relación lineal.

#### LATGS

Sólo se adjunta un fichero, llamado CLATGS.DAT que se ha obtenido a una temperatura  $T = 310\text{K}$ .

Tarea a realizar:

- Estudiad la asimetría en el ciclo y determinad los valores del campo coercitivo y las polarizaciones espontáneas. Comparadlo con el fichero C1.DAT correspondiente al TGS y obtenido a la misma temperatura. Obtened el desplazamiento del ciclo tanto en términos de la polarización como del campo eléctrico (este valor sería el campo interno).
- Usando otra muestra de LATGS, se obtienen unos ciclos como los que se muestran en la figura de abajo. Discute lo que se ha obtenido y cómo podría haberse mejorado el experimento. No se proporcionan tablas de datos (el análisis debe ser cualitativo).



#### Práctica 2: constante dieléctrica.

Se adjuntan dos ficheros de la medida de constante dieléctrica:

TGS: cd\_tgs.txt

LATGS: cd\_latgs.txt

Cada fichero tiene dos columnas. La primera columna es la temperatura en Kelvin y la segunda es la capacidad eléctrica en Faradios medida por el puente LRC.

TAREAS A REALIZAR:

- Determinad la constante dieléctrica relativa  $\epsilon$  para ambas muestras a partir de la ecuación

$$C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$$

donde debéis usar los valores de la sección  $S$  y el espesor  $d$  correspondientes a la muestra que se ha usado en cada experimento (ver tabla al inicio de este fichero). La constante dieléctrica del vacío es  $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}$  F/m.

- Dibujad la constante dieléctrica  $\epsilon$  de ambas muestras frente a la temperatura en la misma gráfica y discutid las diferencias. Analizad el efecto de la adición de alanina sobre la dependencia de la constante dieléctrica con la temperatura.
- Para el caso de la transición del TGS:

- Analizar la validez de la ley de Curie

$$\frac{1}{\epsilon} = \frac{(T - T_c)}{C_{CW}}$$

donde  $C_{CW}$  es la constante de Curie. Comprobad si se cumple esta ley y determinad el valor de la constante de Curie a partir de la recta de mejor ajuste.

- Para la fase ferroeléctrica  $T < T_c$ , la teoría de Landau también predice un comportamiento lineal de  $1/\epsilon$  frente a la temperatura, cuya pendiente debería ser el doble de la pendiente correspondiente a la fase paraeléctrica. Comprobad si se cumple (o si lo hace en algún rango de temperatura).

### Práctica 3: coeficiente piroeléctrico

Se proporcionan los ficheros de la medida del coeficiente piroeléctrico para el TGS.

TGS puro: piro\_tgs.txt

El fichero tiene cuatro columnas: tiempo  $t$  (segundos), temperatura  $T$  (K), corriente piroeléctrica  $i_p$  (amperios) y velocidad de la medida  $r$  (Kelvin/segundo).

Tareas a realizar:

- Calculad el coeficiente piroeléctrico para el TGS aplicando la ecuación:

$$\pi = \frac{i_p}{rS}$$

- Representad  $i_p$  frente a la temperatura y analizad la curva obtenida de acuerdo con el carácter paraeléctrico o ferroeléctrico de la muestra.
- Obtened la polarización del TGS mediante integración de los datos del coeficiente piroeléctrico.

### Figura piroeléctrica de mérito

Se proporcionan los datos de calor específico para el TGS en función de la temperatura en el fichero calorespecifico.txt. Tiene dos columnas, la primera es la temperatura en Kelvin y la segunda es el calor específico  $c$  en J/gK. Utilizad la densidad (se encuentra al principio de este documento) para determinar el calor específico por unidad de volumen ( $c^V$ ).

Tarea a realizar:

- Calcular la figura piroeléctrica de mérito  $F_v$  para el TGS a partir de la ecuación.

$$F_v = \frac{\pi}{\epsilon_0 \epsilon c^V}$$

Haced este cálculo para 310 K, 312 K, 314 K, 316 K, 318 K, 320 K, 321 K. Seleccionad una temperatura y buscad en las tablas de datos de  $\pi$ ,  $\varepsilon$  y  $c$  el valor que esté a la temperatura más próxima a cada una de éstas. Completad una tabla de este tipo y calculad  $F_v$ .

T	$\pi$	$\varepsilon$	$c$	$F_v$
310				
312				
...				
...				

- Representad  $F_v$  frente a la temperatura.

Un saludo

Javier