

# Fenómenos Termoeléctricos

## Efecto Peltier

*Laboratorio de termodinámica (TP)*

José Pazos Pérez

Grupo T2a

# Índice

<b>I</b>	<b>Introducción</b>	<b>2</b>
1.	Obxetivos	2
2.	Material	2
3.	O problema de estudo	2
3.1.	¿Cómo funciona?	3
3.2.	Ecuación de Peltier	3
3.3.	Calor de Peltier	3
<b>II</b>	<b>Procedemento experimental</b>	<b>5</b>
1.	Sentido da corrente	5
2.	Evolución ó estado estacionario	5
2.1.	Procedemento	5
2.2.	Medidas	5
2.3.	Representación gráfica	7
2.4.	Regresión non lineal	8
3.	Calor de Peltier	10
3.1.	Conductividade	10
3.2.	Potencia de Fourier	10
3.3.	Potencia da resistencia interna	11
3.4.	Potencia da resistencia calefactora	11
3.5.	Resultados do calor de Peltier	11
4.	Coeeficiente de Peltier	12
<b>III</b>	<b>Conclusións</b>	<b>13</b>

## Parte I

# Introducción

## 1. Obxetivos

Nesta práctica continuaremos a experimentación co dispositivo termoeléctrico utilizado para comprobar o efecto Seebeck. O obxectivo principal da práctica é **obter o coeficiente de Peltier  $\pi_{AB}$**  do dispositivo termoeléctrico.

Tamén buscaremos a intuición co efecto Peltier. Así mesmo, volveremos a facer regresións a unha función exponencial como na práctica anterior, e comprobar as outras constantes coñecidas do dispositivo.

## 2. Material

- **Dispositivo termoeléctrico** con 142 pares de conductores A e B
- **Unión fría:** conectada ó grifo
- **Unión quente:** conectada á resistencia calefactora
- Fonte de corrente alterna
- Fonte de corrente continua
- Multímetro en configuración voltímetro AC
- Multímetro en configuración amperímetro DC
- Termómetro dixital conectado ás unións fría e quente

## 3. O problema de estudo

Mentres que o efecto Seebeck crea un potencial eléctrico entre os bornes dun dispositivo termoeléctrico a distintas temperaturas, o efecto Peltier describe como, ó someter as unións do dispositivo a unha diferenza de potencial, os bornes varían a súa temperatura.

### 3.1. ¿Cómo funciona?

Temos dous materiais conductores, **A** e **B**, con diferentes densidades electrónicas. Os conectamos en dúas partes, chamadas *unións*, inicialmente á mesma temperatura. Se facemos circular unha corrente aparecerá un fluxo de calor entre ambas, e unha enfriarase (*unión fría*) e outra quentarse (*unión quente*).

Ó revertir o sentido da corrente invértese o intercambio de calor, polo que cambian as unións fría e quente. Dicimos pois que o efecto Peltier é reversible.

### 3.2. Ecuación de Peltier

Nesta práctica queremos calcular o coeficiente de Peltier,  $\pi_{AB}$ . Para iso, podemos utilizar a ecuación que relaciona a calor que flúe dun extremo a outro, de Peltier,  $\dot{Q}_P$ , coa intensidade que aplicamos:

$$\dot{Q}_P = \pi_{AB} \cdot I \quad (1)$$

Para atopar o coeficiente primeiro necesitamos coñecer  $I$  e  $\dot{Q}_P$ . A intensidade  $I$  pode ser medida co amperímetro. Para o fluxo de calor teremos que facer un desarroio máis complexo.

### 3.3. Calor de Peltier

Montaremos as unións da mesma maneira que na práctica de Seebeck: o grifo conectado na unión fría e a unión quente coa mesma resistencia calefactora que xa utilizáramos,  $R_C$ . A ecuación diferencial de balance enerxético da unión quente proporciona unha maneira de despexar a calor:

$$C \frac{dT_2}{dt} = W_{R_C} - \lambda_T(T_2 - T_1) + \frac{1}{2}I^2r_i \pm \dot{Q}_p \quad (2)$$

$W_{R_C}$  é a potencia proporcionada pola resistencia  $R_C$  por efecto Joule.  $-\lambda_T(T_2 - T_1)$  é o fluxo de calor entre ambas unións por estar a distintas temperaturas, o efecto Fourier.  $\frac{1}{2}I^2r_i$  é o quecemento do módulo termoeléctrico, tamén por efecto Joule, debido á corrente que circula por él. O factor  $\frac{1}{2}$  ven da suposición que este incremento na temperatura se distribúe de igual maneira entre ambos extremos. Por último temos  $\dot{Q}_P$ , a calor de Peltier que, ó ser reversible, pode ter signo  $\pm$ .

Cando se acada o estado estacionario,  $T_2$  no varía co tempo, e  $\frac{dT_2}{dt} = 0$ . Isto anula o lado esquerdo da igualdade. Reescribiremos a fórmula anterior considerando que o efecto

Peltier enfriará a unión quente (tomando o signo negativo para  $\dot{Q}_P$ ), e que  $W_{R_C} = \frac{V^2}{R_C}$ :

$$\dot{Q}_p = \frac{V^2}{R_C} - \lambda_T(T_2^\infty - T_1) + \frac{1}{2}I^2r_i \quad (3)$$

Os parámetros  $R_C$ ,  $\lambda_T$  e  $r_i$  xa os calculamos na práctica anterior. Tomamos a media dos valores obtidos para ambos potenciais e amosamos os valores cos que traballaremos no seguinte cadro:

$R_C = 818,5 \pm 1,0 \, \Omega$
$\lambda_T = 0,867 \pm 0,042 \, W/K$
$C = 1318 \pm 66 \, J/K$
$r_i = 4,650101 \pm 5,5 \cdot 10^{-5} \, \Omega$

Cadro 1: Medicións realizadas na práctica de Seebeck

Mediremos  $T_1$  cando o dispositivo acade o estado estacionario. Para calcular  $T_2^\infty$  podemos utilizar a mesma ecuación de evolución temporal que na práctica anterior, e facer unha regresión non lineal:

$$T_2(t) = T_2^\infty - (T_2^\infty - T_2(0))e^{\frac{\lambda_T}{C}t} \quad (4)$$

## Parte II

# Procedemento experimental

## 1. Sentido da corrente

Antes de comezar coa práctica debemos asegurarnos de que o circuito quente, conectado á resistencia calefactora, é o que se enfría. Realizaremos a montaxe completa detallada no guión da práctica: O módulo, a fonte de DC e o amperímetro en serie; a resistencia calefactora, a fonte de AC e o voltímetro en paralelo.

Asegurámonos de que o termómetro está acendido e ben conectado, e acendemos a fonte de DC. Veremos que unha das dúas unións sube de temperatura. Se é  $T_2$  apagamos a fonte e intercambiamos a súa polaridade.

## 2. Evolución ó estado estacionario

### 2.1. Procedemento

Unha vez configurado o circuito correctamente podemos acender ambas fontes de corrente. Fixamos a fonte de AC a  $150V$  (medición co voltímetro de  $152,0 \pm 0,5V$ ) e non a cambiaremos no transcurso da práctica.

Agora colocamos a fonte de DC en  $0,5A$  e anotamos as temperaturas  $T_1$  e  $T_2$  cada minuto. Cando o incremento de  $T_2$  sexa menor a  $0,1^\circ C$  cada dous minutos consideraremos acadado o estado estacionario. Entón repetiremos estas medidas aumentando a intensidade en intervalos de  $0,5A$ . É importante que  $T_2$  non baixe de  $5^\circ C$  xa que se podería conxelar a auga e dañar o dispositivo termoeléctrico.

### 2.2. Medidas

Presentamos a continuación as táboas de datos obtidos no laboratorio. O tempo se expresará en minutos e terá unha incertidumbre de  $\pm 3s$  pola posible imprecisión pola nosa parte ó anotar o resultado. A temperatura aparece en  $^\circ C$  e ten unha incertidumbre de  $0,1^\circ C$  do termómetro. Para a representación estas unidades son máis intuitivas, pero para facer os cálculos utilizaremos segundos e Kelvin respectivamente.

$t(min)$	$T_1(^{\circ}C)$	$T_2(^{\circ}C)$	$t(min)$	$T_1(^{\circ}C)$	$T_2(^{\circ}C)$	$t(min)$	$T_1(^{\circ}C)$	$T_2(^{\circ}C)$	$t(min)$	$T_1(^{\circ}C)$	$T_2(^{\circ}C)$
1	15,0	13,7	20	16,0	27,1	39	16,4	33,3	58	16,7	36,3
2	14,9	13,8	21	16,0	27,5	40	16,4	33,6	59	16,8	36,4
3	14,9	14,5	22	16,0	27,9	41	16,4	33,8	60	16,8	36,6
4	15,0	15,5	23	15,9	28,4	42	16,5	34,0	61	16,8	36,8
5	15,1	16,6	24	16,0	28,8	43	16,5	34,1	62	16,8	36,9
6	15,2	17,4	25	16,1	29,2	44	16,5	34,3	63	16,8	37,0
7	15,3	18,2	26	16,1	29,7	45	16,5	34,5	64	16,8	37,0
8	15,3	19,0	27	16,1	30,2	46	16,5	34,7	65	16,8	37,1
9	15,5	19,9	28	16,1	30,4	47	16,6	34,7	66	16,8	37,2
10	15,6	20,7	29	16,2	30,7	48	16,6	34,9	67	16,8	37,2
11	15,6	21,4	30	16,2	31,0	49	16,5	35,0	68	16,8	37,3
12	15,5	22,1	31	16,2	31,4	50	16,5	35,2	69	16,8	37,4
13	15,6	22,9	32	16,4	31,7	51	16,5	35,4	70	16,8	37,4
14	15,7	23,6	33	16,2	32,0	52	16,6	35,5	71	16,8	37,5
15	15,7	24,1	34	16,2	32,3	53	16,7	35,7	72	16,8	37,7
16	15,7	24,9	35	16,2	32,4	54	16,6	35,8	73	16,8	37,8
17	15,8	25,4	36	16,2	32,6	55	16,7	35,9	74	16,8	37,8
18	15,8	26,0	37	16,4	32,8	56	16,6	36,0	75	16,8	37,8
19	15,9	26,5	38	16,4	33,1	57	16,7	36,1			

Cadro 2: Datos  $T_1$  e  $T_2$  respecto ó tempo para  $I = 0,5A$

$t(min)$	$T_1(^{\circ}C)$	$T_2(^{\circ}C)$	$t(min)$	$T_1(^{\circ}C)$	$T_2(^{\circ}C)$	$t(min)$	$T_1(^{\circ}C)$	$T_2(^{\circ}C)$	$t(min)$	$T_1(^{\circ}C)$	$T_2(^{\circ}C)$
76	37,4	17,2	84	36,0	17,5	92	34,9	17,3	100	34,2	17,2
77	37,1	17,4	85	35,8	17,6	93	34,8	17,3	101	34,1	17,2
78	36,9	17,4	86	35,7	17,5	94	34,8	17,3	102	34,0	17,2
79	36,7	17,5	87	35,6	17,5	95	34,7	17,3	103	34,1	17,3
80	36,5	17,4	88	35,5	17,5	96	34,6	17,3	104	34,1	17,3
81	36,4	17,4	89	35,3	17,4	97	34,6	17,3			
82	36,2	17,4	90	35,1	17,4	98	34,4	17,2			
83	36,1	17,5	91	35,1	17,4	99	34,4	17,3			

Cadro 3: Datos  $T_1$  e  $T_2$  respecto ó tempo para  $I = 1,0A$

$t(min)$	$T_1(^{\circ}C)$	$T_2(^{\circ}C)$	$t(min)$	$T_1(^{\circ}C)$	$T_2(^{\circ}C)$	$t(min)$	$T_1(^{\circ}C)$	$T_2(^{\circ}C)$	$t(min)$	$T_1(^{\circ}C)$	$T_2(^{\circ}C)$
105	33,6	17,8	112	31,7	17,9	119	30,6	17,7	126	29,8	17,7
106	33,2	17,9	113	31,5	17,8	120	30,4	17,7	127	29,7	17,7
107	32,8	18,0	114	31,4	17,7	121	30,3	17,7	128	29,6	17,6
108	32,5	17,9	115	31,2	17,8	122	30,2	17,7	129	29,5	17,7
109	32,2	18,0	116	31,0	17,7	123	30,1	17,8	130	29,4	17,6
110	32,1	18,0	117	30,8	17,6	124	30,1	17,7	131	29,3	17,6
111	31,9	17,9	118	30,7	17,7	125	29,9	17,7	132	29,3	17,7

Cadro 4: Datos  $T_1$  e  $T_2$  respecto ó tempo para  $I = 1,5A$

$t(min)$	$T_1(^{\circ}C)$	$T_2(^{\circ}C)$	$t(min)$	$T_1(^{\circ}C)$	$T_2(^{\circ}C)$	$t(min)$	$T_1(^{\circ}C)$	$T_2(^{\circ}C)$	$t(min)$	$T_1(^{\circ}C)$	$T_2(^{\circ}C)$
133	29,1	18,1	141	26,9	18,3	149	25,7	18,1	157	24,9	18,1
134	28,6	18,5	142	26,8	18,2	150	25,6	18,1	158	24,8	18,0
135	28,3	18,5	143	26,6	18,2	151	25,5	18,2	159	24,7	18,0
136	28,0	18,4	144	26,4	18,1	152	25,4	18,2	160	24,5	17,9
137	27,8	18,3	145	26,3	18,2	153	25,3	18,2	161	24,5	17,9
138	27,6	18,4	146	26,1	18,1	154	25,2	18,2	162	24,3	18,0
139	27,3	18,4	147	26,0	18,2	155	25,1	18,2	163	24,3	18,0
140	27,2	18,4	148	25,8	18,2	156	25,0	18,2			

Cadro 5: Datos  $T_1$  e  $T_2$  respecto ó tempo para  $I = 2,0A$

$t(min)$	$T_1(^{\circ}C)$	$T_2(^{\circ}C)$	$t(min)$	$T_1(^{\circ}C)$	$T_2(^{\circ}C)$	$t(min)$	$T_1(^{\circ}C)$	$T_2(^{\circ}C)$	$t(min)$	$T_1(^{\circ}C)$	$T_2(^{\circ}C)$
164	24,1	18,3	170	22,7	18,7	176	21,9	18,6	182	21,4	18,5
165	23,7	18,7	171	22,6	18,7	177	21,9	18,6	183	21,3	18,5
166	23,4	18,7	172	22,4	18,6	178	21,8	18,6	184	21,2	18,5
167	23,2	18,8	173	22,3	18,7	179	21,6	18,6	185	21,1	18,6
168	23,0	18,8	174	22,1	18,6	180	21,6	18,6	186	21,0	18,5
169	22,9	18,7	175	22,0	18,7	181	21,5	18,5	187	21,0	18,5

Cadro 6: Datos  $T_1$  e  $T_2$  respecto ó tempo para  $I = 2,5A$

## 2.3. Representación gráfica

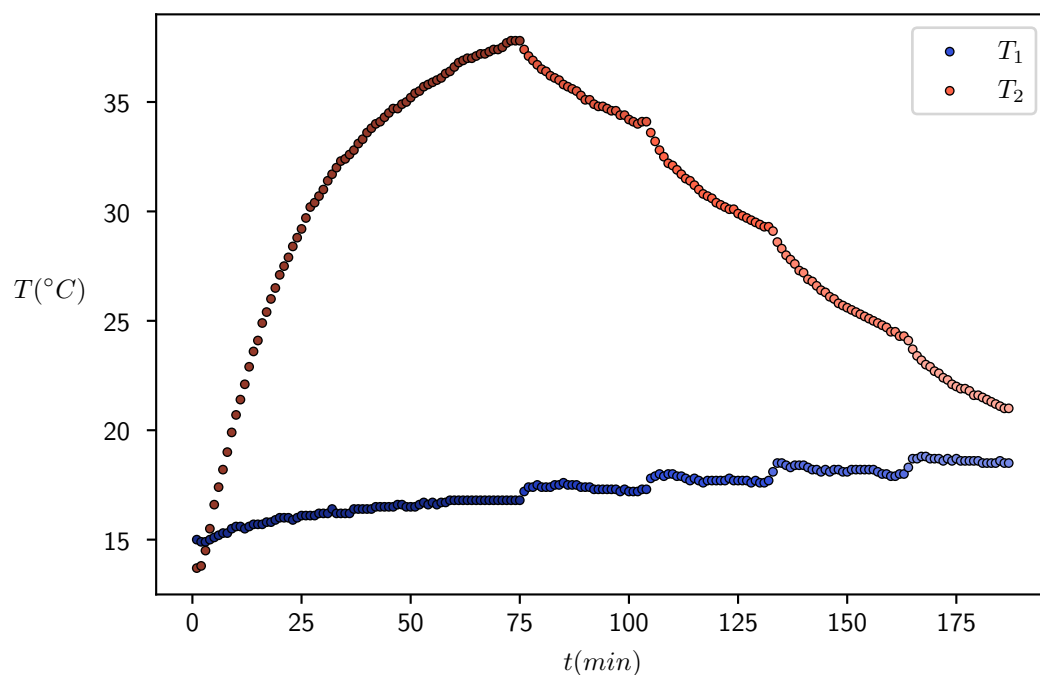


Figura 1: Temperaturas  $T_1$  e  $T_2$  fronte ó tempo



Na figura anterior podemos ver a evolución do sistema co tempo. Ambas partes están compostas por cinco curvas diferenciadas, cuxas fronteiras son os momentos nos que incrementamos a intensidade.

Vemos que a parte azul, correspondente a  $T_1$ , ten un comportamento escalonado. Cada vez que aumentamos a intensidade o efecto Joule da corrente dentro do termoeléctrico repártese entre ambos extremos, e por ende aumente a temperatura da unión fría. Tamén vemos que incluso antes de cambiar a intensidade por primeira vez, esta unión se quentaba moi pouco a pouco. Isto se debe á transmisión de calor da unión quente á fría que xa analizamos na práctica anterior.

Pola súa banda, a liña vermella, representando  $T_2$ , primeiramente crece exponencialmente ata acadar o estado estacionario, onde o efecto Joule da resistencia e do termoeléctrico (aportando calor) e o efecto Peltier (restando calor) están en equilibrio.

Cando aumentamos a intensidade, o efecto Peltier do termoeléctrico faise máis potente e polo tanto o novo estado estacionario é de menor temperatura. A curva descenderá exponencialmente ata acadalo. Este proceso se repetirá cada vez que disminuamos a intensidade.

Non conseguimos que as curvas vermella e azul se cruzaran na baixada por falta de tempo, pero de seguir aumentando a intensidade estas chegarían a cruzarse, e nese punto o efecto Peltier pasa a ser máis potente que a combinación do efecto Joule da resistencia e do termoeléctrico, e a unión "quente" pasa a estar máis fría ca fría.

## 2.4. Regresión non lineal

Agora tomaremos cada unha das curvas diferenciadas de  $T_2$  e realizaremos un axuste non lineal a unha función do tipo:

$$y = a + b \cdot e^{cx} \quad (5)$$

Podemos identificar as variables desta regresión cos parámetros da ecuación (4):

$$\begin{aligned} y &\equiv T_2(t) & x &\equiv t \\ a &\equiv T_2^\infty & b &\equiv -(T_2^\infty - T_2(0)) & c &\equiv -\frac{\lambda_T}{C} \end{aligned} \quad (6)$$

Agora podemos utilizar `python` para facer unha regresión lineal e obter estes parámetros e as gráficas correspondentes:

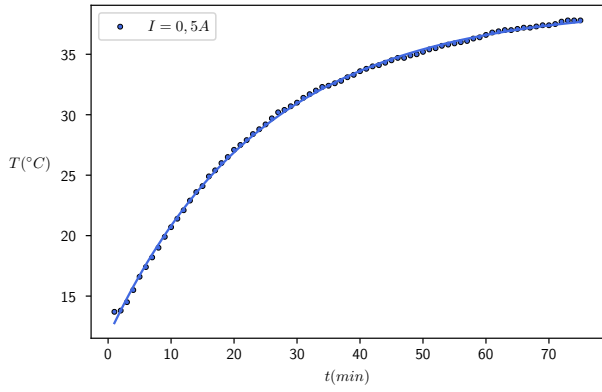


Figura 2:  $T_2$  con  $I = 0,5A$

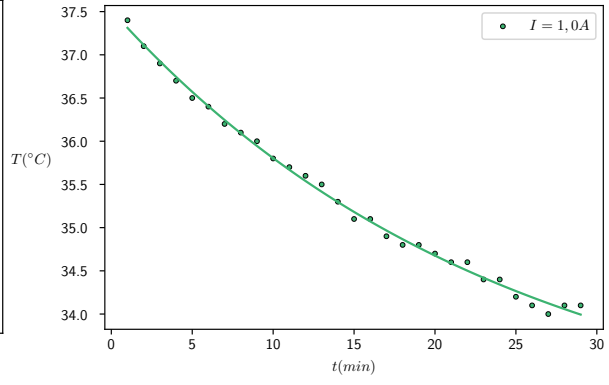


Figura 3:  $T_2$  con  $I = 1,0A$

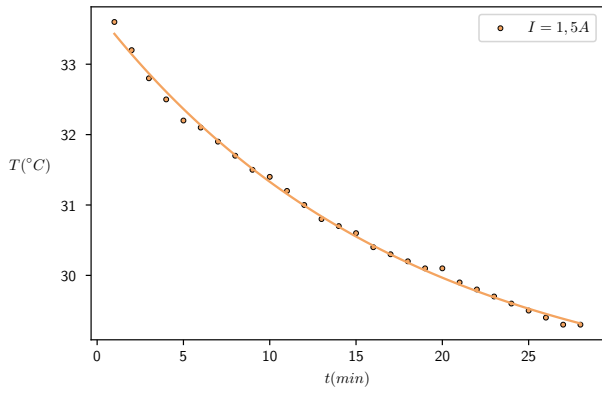


Figura 4:  $T_2$  con  $I = 1,5A$

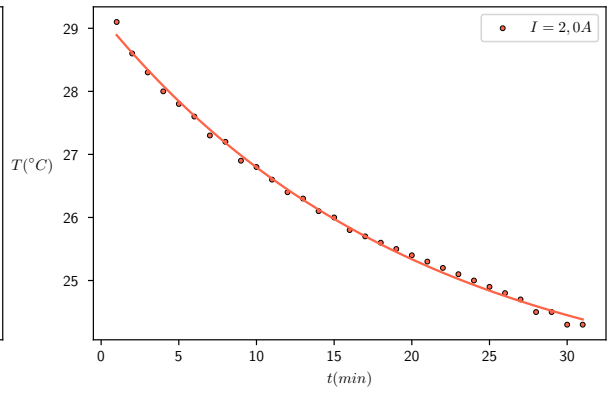


Figura 5:  $T_2$  con  $I = 2,0A$

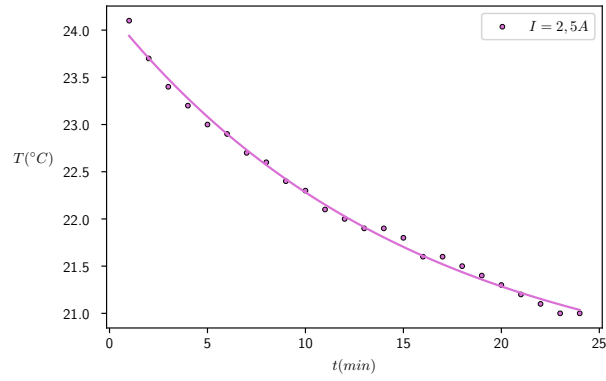


Figura 6:  $T_2$  con  $I = 2,5A$

	<b>a(K)</b>	<b>b(K)</b>	<b>c(s<sup>-1</sup>)</b>
<b>I = 0,5V</b>	$311,956 \pm 0,077$	$-27,280 \pm 0,085$	$-(6,797 \pm 0,065) \cdot 10^{-4}$
<b>I = 1,0V</b>	$305,50 \pm 0,23$	$5,02 \pm 0,20$	$-(6,95 \pm 0,56) \cdot 10^{-4}$
<b>I = 1,5V</b>	$301,19 \pm 0,15$	$5,55 \pm 0,11$	$-(9,49 \pm 0,53) \cdot 10^{-4}$
<b>I = 2,0V</b>	$296,07 \pm 0,16$	$6,12 \pm 0,13$	$-(8,27 \pm 0,44) \cdot 10^{-4}$
<b>I = 2,5V</b>	$293,20 \pm 0,16$	$3,99 \pm 0,13$	$-(1,08 \pm 0,091) \cdot 10^{-3}$

Cadro 7: Valores do axuste non lineal

### 3. Calor de Peltier

#### 3.1. Condutividade

Utilizando as equivalencias dos parámetros do axuste anterior (6) podemos despxar  $\lambda_T$ :

$$\lambda_T = C \cdot (-c) \quad s(\lambda_T) = \sqrt{(c \cdot s(C))^2 + (C \cdot s(c))^2} \quad (7)$$

Tomando o valor da capacidade calorífica do cadro (1),  $C = 1318 \pm 66 J/K$  podemos calcular o valor de  $\lambda_T$  para cada estado estacionario:  $l = 0.896 \pm 0.046$   $l = 0.916 \pm 0.087$   $l = 1.251 \pm 0.094$   $l = 1.090 \pm 0.080$   $l = 1.42 \pm 0.14$

I(A)	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
$\lambda_T(W/K)$	$0,896 \pm 0,046$	$0,916 \pm 0,087$	$1,251 \pm 0,094$	$1,090 \pm 0,080$	$1,42 \pm 0,14$

Cadro 8: Cálculo de  $\lambda_T$  para distintos estados estacionarios

#### 3.2. Potencia de Fourier

Podemos calcular a potencia do efecto Fourier coa seguinte expresión:

$$W_F = \lambda_T(T_2^\infty - \bar{T}_1) \quad (8)$$

$$s(W_F) = \sqrt{(\lambda_T \cdot s(T_2^\infty))^2 + (\lambda_T \cdot s(\bar{T}_1))^2 + ((T_2^\infty - \bar{T}_1) \cdot s(\lambda_T))^2}$$

Tomaremos como  $T_1$  a media dos seus valores no intervalo no que estemos traballando, xa que apenas aumenta no intervalo.

I(A)	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
$\bar{T}_1(K)$	$289,31 \pm 0,11$	$290,35 \pm 0,10$	$290,76 \pm 0,10$	$291,19 \pm 0,10$	$291,62 \pm 0,10$

Cadro 9: Media de  $T_1$  para distintos estados estacionarios

E agora podemos calcular as potencias de Fourier:

I(A)	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
$W_F(W)$	$20,3 \pm 1,0$	$13,9 \pm 1,3$	$13,0 \pm 1,0$	$5,32 \pm 0,44$	$2,25 \pm 0,35$

Cadro 10: Potencias de Fourier para distintos estados estacionarios

### 3.3. Potencia da resistencia interna

Para obter o valor da potencia do efecto Joule causado pola resistencia interna do módulo termoeléctrico utilizamos:

$$W_{r_i} = \frac{1}{2}I^2r_i \quad s(W_{r_i}) = \frac{1}{2}\sqrt{(2Ir_i \cdot s(I))^2 + (I^2 \cdot s(r_i))^2} \quad (9)$$

Tomaremos o valor da resistencia interna que obtivemos na práctica do efecto Seebeck (1),  $r_i = 4,650101 \pm 5,5 \cdot 10^{-5}\Omega$ , e tomaremos a incertidumbre da intensidade como  $s(I) = 0,01A$ . Agora podemos calcular a potencia de Joule para cada estacionario:

I(A)	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
$W_{r_i}(W)$	$0,581 \pm 0,023$	$2,325 \pm 0,047$	$5,231 \pm 0,070$	$9,300 \pm 0,093$	$14,53 \pm 0,12$

Cadro 11: Potencias de Joule da resistencia interna para distintos estados estacionarios

### 3.4. Potencia da resistencia calefactora

Finalmente temos que calcular a potencia xerada pola resistencia calefactora. Esta será constante xa que non variamos o voltaxe aplicado. Empregamos:

$$W_{R_C} = \frac{V^2}{R_C} \quad s(W_{R_C}) = \sqrt{\left(\frac{2s(V)}{V}\right)^2 + \left(\frac{2s(R_C)}{R_C}\right)^2} \quad (10)$$

A medición do voltímetro da  $V = 152,0 \pm 0,5V$  (engadimos incertidumbre porque variaba un pouco). Tomamos o valor de  $R_C$  obtido na práctica anterior (1),  $R_C = 818,5 \pm 1,0\Omega$ . Con todos os datos, calculamos a potencia da resistencia calefactora:

$$W_{R_C} = 28,23 \pm 0,19W \quad (11)$$

### 3.5. Resultados do calor de Peltier

Con todas as potencias podemos finalmente calcular o calor de Peltier:

$$\dot{Q}_P = W_{R_C} + W_{r_i} - W_F \quad (12)$$

I(A)	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
$\dot{Q}_P(W)$	$8,5 \pm 1,1$	$16,7 \pm 1,4$	$20,4 \pm 1,0$	$32,21 \pm 0,49$	$40,51 \pm 0,41$

Cadro 12: Calor de Peltier para distintos estados estacionarios

## 4. Coeficiente de Peltier

Se temos en conta a ecuación (1) podemos axustar mediante unha regresión lineal sen término independente  $\dot{Q}_P$  e  $I$  para obter o coeficiente de Peltier,  $\pi_{AB}$ . Utilizamos os datos do cadro anterior (12) e `python` para facer un axuste ponderado por mínimos cadrados:

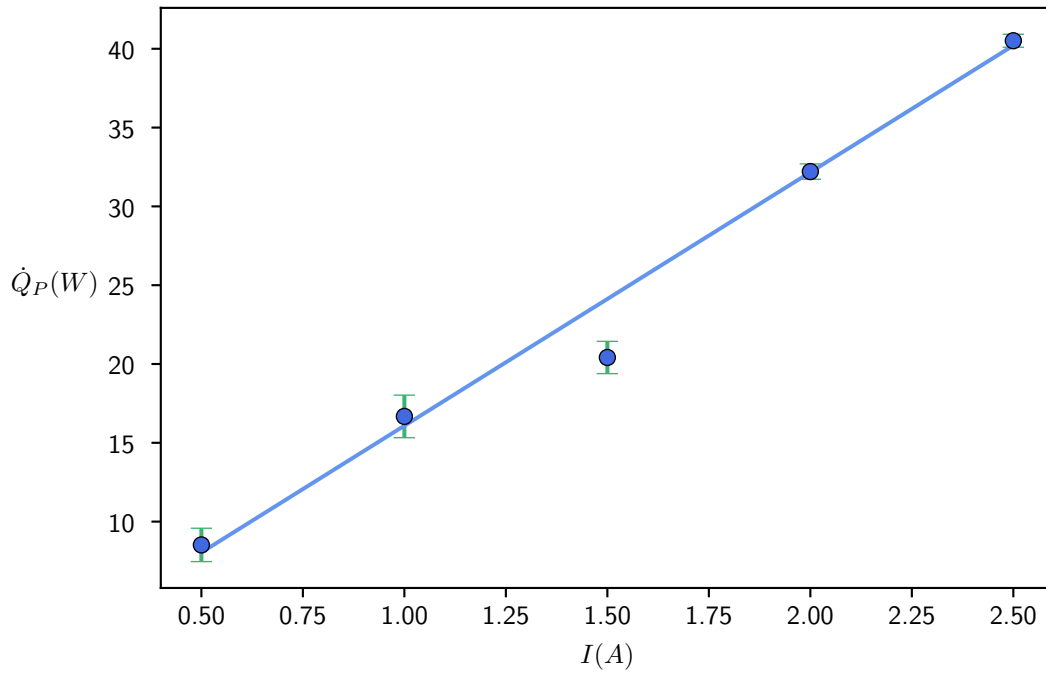


Figura 7: Regresión lineal ponderada sen término independente de  $\dot{Q}_P(W)$  fronte a  $I$

Cun axuste de 3 noves, con  $R^2 = 0,9995$ , finalmente obtemos o coeficiente de Peltier, obxectivo último da práctica:

$$\pi_{AB} = 16,08 \pm 0,13W/A \quad (13)$$

## Parte III

# Conclusións

O obxectivo desta práctica era o estudo do efecto Peltier: nos extremos de dous materiais conductores sometidos a unha diferenza de potencial prodúcese un fluxo de calor. Para iso realizamos unhas experiencias e cálculos co fin de obter o coeficiente de Peltier do módulo termoeléctrico co que traballamos.

Finalmente calculamos un valor de  $\pi_{AB}$ , pero non podemos comprobar a súa adecuación á realidade xa que non temos unha referencia do valor tabulado, como sí tiñamos na práctica anterior para o coeficiente de Seebeck.

As posibles fontes de erro son varias. Primeiramente, tomamos datos para os cálculos directamente da práctica anterior. Se ben estes tiñan aproximadamente un valor razoable, os posibles erros desa práctica trasládanse ó resultado desta. Xa discutimos todas as fontes de incertidumbre, pero cabería destacar especialmente o mal funcionamento do termómetro durante a primeira metade da mesma. Polo tanto, é posible que os valores que tomamos como seguros non sexan tan precisos e introduxeran erros.

Outros posibles factores son a variación da temperatura do foco frío polo calor do quente. As condicións do laboratorio, debido a ventilación obligatoria, tamén puideron contribuír a turbulencias na temperatura, así mesmo a variación da auga do grifo, aínda que de existir estas serían despreziables fronte a outras fontes máis claras. Por último, tamén é posible a existencia de erros humanos pola nosa parte na toma de datos ou montaxe experimental.

Con todo, dende un punto de vista cualitativo, os datos parecen ter sentido e non son moi disparatados, así mesmo as incertidumbres. A valoración da práctica é pois positiva.