



# Olimpíada Argentina de Física

**Pruebas Preparatorias 2013**

**Segunda Prueba: Termodinámica – Electricidad – Magnetismo**

Nombre: .....

D.N.I.: .....

Escuela: .....

- Antes de comenzar a resolver la prueba lea cuidadosamente TODO el enunciado de la misma.
- Escriba su nombre y su número de D.N.I. en el sitio indicado. No escriba su nombre en ningún otro sitio de la prueba.
- No escriba respuestas en las hojas del enunciado pues no serán consideradas.
- Escriba en un solo lado de las hojas.

Auspicia:





Ministerio de Educación,  
de la Nación Argentina



Olimpiada Argentina de Física



Facultad de Matemática, Astronomía y Física  
Universidad Nacional de Córdoba

Facultad de Matemática, Astronomía y Física. Ciudad Universitaria. 5000. Córdoba. Telefax: (0351) 469-9342  
Correo Electrónico: oaf@famaf.unc.edu.ar / Página web: www.famaf.unc.edu.ar/oaf

---

### **Problema Teórico 1**

En un recipiente se han medido  $300 \text{ cm}^3$  de tolueno a la temperatura de  $0 \text{ }^\circ\text{C}$  y en otro recipiente se han medido  $110 \text{ cm}^3$  de tolueno a la temperatura de  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ . El coeficiente de dilatación cúbica del tolueno es  $\beta = 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ . Se supone que en la mezcla de los líquidos no hay pérdidas de calor con el exterior.

Si se mezclan los dos líquidos encuentre:

- una expresión para el Volumen de tolueno a  $100 \text{ }^\circ\text{C}$  en función del volumen de tolueno a  $0 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $V_0$ , y del coeficiente de dilatación cúbica  $\beta$ ,
- la densidad del tolueno a  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ ,
- la temperatura de equilibrio de la mezcla,
- la densidad del tolueno a la temperatura de equilibrio,
- el volumen de la mezcla,

Auspicia:





Ministerio de Educación,  
de la Nación Argentina



Olimpiada Argentina de Física



Facultad de Matemática, Astronomía y Física  
Universidad Nacional de Córdoba

Facultad de Matemática, Astronomía y Física. Ciudad Universitaria. 5000. Córdoba. Telefax: (0351) 469-9342  
Correo Electrónico: oaf@famaf.unc.edu.ar / Página web: www.famaf.unc.edu.ar/oaf

## Problema Teórico 2

Una bombilla eléctrica de resistencia  $R_0 = 2\Omega$  funciona a un voltaje  $U_0 = 4,5\text{ V}$ . Se conecta a una batería de resistencia interna despreciable y fuerza electromotriz  $U = 6\text{ V}$  mediante un reóstato de cursor que funciona como un potenciómetro. Se desea que la eficiencia ( $e = \text{potencia consumida en la bombilla} / \text{Potencia total de la batería}$ ) no sea menor que 0,6.

- Calcular el valor de la resistencia del reóstato.
- ¿Cuál es la máxima eficiencia posible?
- En la situación del inciso b) ¿Cómo se debe conectar la bombilla al reóstato?

El esquema del circuito eléctrico es el de la figura 1.

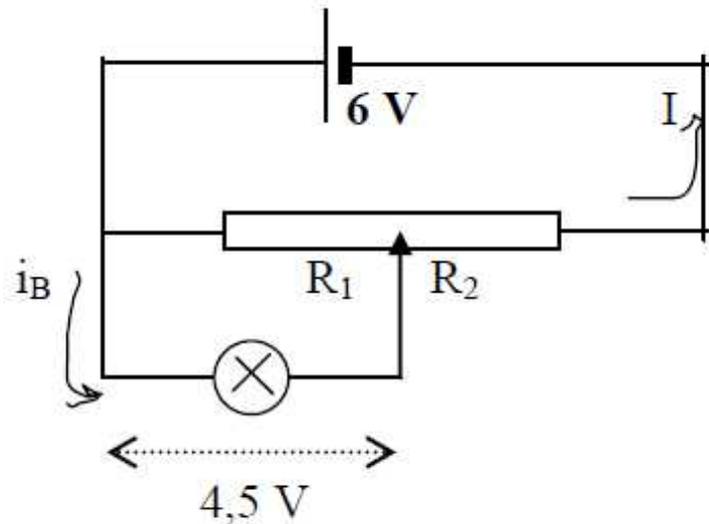


Fig 1

Auspicia:





Ministerio de Educación,  
de la Nación Argentina



Olimpiada Argentina de Física



Facultad de Matemática, Astronomía y Física  
Universidad Nacional de Córdoba

Facultad de Matemática, Astronomía y Física. Ciudad Universitaria. 5000. Córdoba. Telefax: (0351) 469-9342  
Correo Electrónico: [oaf@famaf.unc.edu.ar](mailto:oaf@famaf.unc.edu.ar) / Página web: [www.famaf.unc.edu.ar/oaf](http://www.famaf.unc.edu.ar/oaf)

---

### **Problema Teórico 3**

Un electrón de carga  $q = -1.6 \times 10^{-19}$  C se mueve con una velocidad  $\mathbf{v} = (0.5 \times 10^5 \mathbf{i} + 0.5 \times 10^5 \mathbf{j})$  (m/s). En el momento en que pasa por el punto de coordenadas (1, 1) calcular:

a) El campo magnético  $\mathbf{B}$  que el electrón crea en los puntos (-1, -1) y (0, 2).

La fuerza que sufre un protón situado en el punto (0, 2) si lleva una velocidad:

b)  $\mathbf{v} = 2 \times 10^5 \mathbf{k}$  (m/s)

c)  $\mathbf{v} = 2 \times 10^5 \mathbf{j}$  (m/s)

Datos:  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$  Tm/A

(Nota: los símbolos en negrita denotan vectores)

Auspicia:





Ministerio de Educación,  
de la Nación Argentina



Olimpiada Argentina de Física



Facultad de Matemática, Astronomía y Física  
Universidad Nacional de Córdoba

Facultad de Matemática, Astronomía y Física. Ciudad Universitaria. 5000. Córdoba. Telefax: (0351) 469-9342  
Correo Electrónico: oaf@famaf.unc.edu.ar / Página web: www.famaf.unc.edu.ar/oaf

---

**Problema Teórico 1**  
**Hoja de respuestas.**

inciso		puntaje
a)	$V_{100} =$	2p
b)	$\dots_{100} =$	2p
c)	$T_e =$	2p
d)	$\dots_{\text{equilibrio}} =$	1p
e)	$V_{\text{mezcla}} =$	3p

Auspicia:





Ministerio de Educación,  
de la Nación Argentina



**Olimpiada Argentina de Física**



Facultad de Matemática, Astronomía y Física  
Universidad Nacional de Córdoba

Facultad de Matemática, Astronomía y Física. Ciudad Universitaria. 5000. Córdoba. Telefax: (0351) 469-9342  
Correo Electrónico: [oaf@famaf.unc.edu.ar](mailto:oaf@famaf.unc.edu.ar) / Página web: [www.famaf.unc.edu.ar/oaf](http://www.famaf.unc.edu.ar/oaf)

---

**Problema Teórico 2**  
**Hoja de respuestas.**

<b>inciso</b>		<b>puntaje</b>
<b>a)</b>	<b>R =</b>	<b>4p</b>
<b>b)</b>	<b><math>e_{\max}</math> =</b>	<b>4p</b>
<b>c)</b>	<b>Diagrama</b>	<b>2p</b>

Auspicia:





Ministerio de Educación,  
de la Nación Argentina



**Olimpiada Argentina de Física**



Facultad de Matemática, Astronomía y Física  
Universidad Nacional de Córdoba

Facultad de Matemática, Astronomía y Física. Ciudad Universitaria. 5000. Córdoba. Telefax: (0351) 469-9342  
Correo Electrónico: [oaf@famaf.unc.edu.ar](mailto:oaf@famaf.unc.edu.ar) / Página web: [www.famaf.unc.edu.ar/oaf](http://www.famaf.unc.edu.ar/oaf)

---

**Problema Teórico 3**  
**Hoja de respuestas.**

inciso		puntaje
a)	$B(-1, -1) =$ $B(0, 2) =$	4p
b)	$v =$	3p
c)	$v =$	3p

Auspicia:





# Olimpíada Argentina de Física

## Pruebas Preparatorias 2013 Segunda Prueba: Termodinámica – Electricidad – Magnetismo Parte Experimental

Nombre: .....

D.N.I.: .....

Escuela: .....

- Antes de comenzar a resolver la prueba lea cuidadosamente TODO el enunciado de la misma.
- Escriba su nombre y su número de D.N.I. en el sitio indicado. No escriba su nombre en ningún otro sitio de la prueba.
- No escriba respuestas en las hojas del enunciado pues no serán consideradas.
- Escriba en un solo lado de las hojas.

Auspicia:





Ministerio de Educación,  
de la Nación Argentina



Olimpiada Argentina de Física



Facultad de Matemática, Astronomía y Física  
Universidad Nacional de Córdoba

Facultad de Matemática, Astronomía y Física. Ciudad Universitaria. 5000. Córdoba. Telefax: (0351) 469-9342  
Correo Electrónico: oaf@famaf.unc.edu.ar / Página web: www.famaf.unc.edu.ar/oaf

**Objetivo:**

- Estudiar la potencia calórica de una vela.

**Breve descripción**

Una vela es un cilindro de cera con un pabilo en el eje para que pueda encenderse y como resultado de la combustión de la cera irradiar luz y calor.

La llama de la vela tiene diferentes temperaturas (ver la figura) e irradia calor y luz en todas direcciones. Sin embargo, por el mecanismo de convección, el calor principalmente fluye en la dirección vertical (hacia donde apunta la llama).

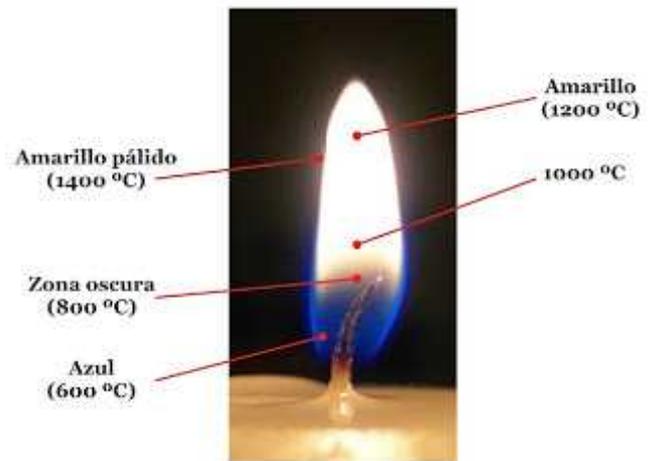


Figura 1

El flujo de calor que emite la vela en la dirección de su eje (vertical) se puede estudiar mediante el dispositivo que se esquematiza en la Figura 2. El mismo consiste de un cubito de hielo, apoyado sobre una chapa metálica fina, que está ligeramente inclinada. Por debajo de la chapa y en coincidencia con un eje que pasa por el centro del cubito se coloca la vela. La llama de esta última está a una distancia  $d$  de la chapa. En el extremo inferior de la chapa se ubica una jeringa graduada, sin émbolo y con el extremo fino (donde va la aguja) tapado (podría ser reemplazada por una probeta).

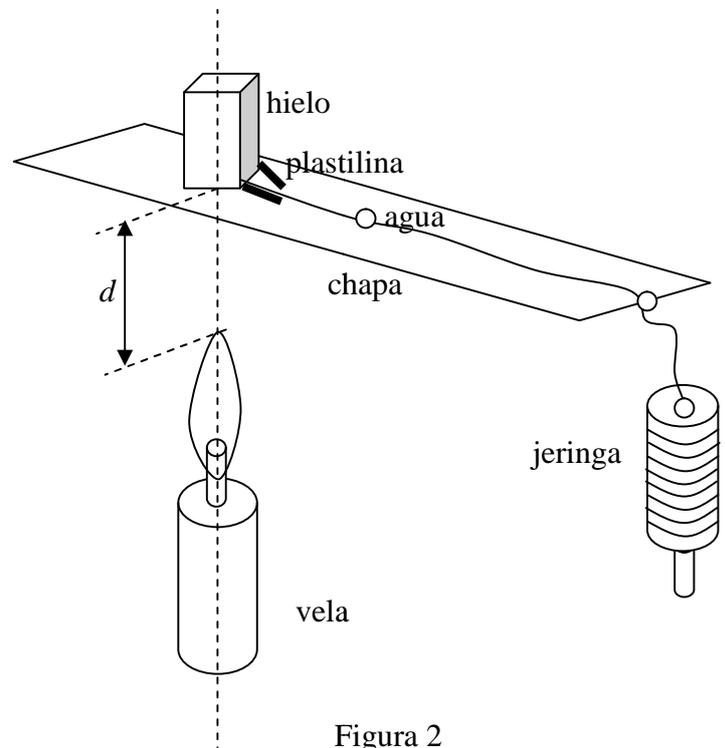


Figura 2

El agua producida por la fusión del hielo se recolecta en la jeringa y se determina su volumen  $V_a$ . Determinando  $V_a$  en función del tiempo ( $t$ ) y sabiendo el calor latente del hielo (80cal/g), se puede estimar la cantidad de energía por unidad de tiempo (potencia) que le ha llegado al hielo proveniente de la vela.

Auspicia:





Ministerio de Educación,  
de la Nación Argentina



Olimpiada Argentina de Física



Facultad de Matemática, Astronomía y Física  
Universidad Nacional de Córdoba

Facultad de Matemática, Astronomía y Física. Ciudad Universitaria. 5000. Córdoba. Telefax: (0351) 469-9342  
Correo Electrónico: oaf@famaf.unc.edu.ar / Página web: www.famaf.unc.edu.ar/oaf

---

### Consignas

- Enuncie algunas de las hipótesis que se han realizado en la descripción previa y que no se han enunciado explícitamente. Algunas que involucran a la chapa y se relacionan con sus dimensiones. Otras que se relacionan con la temperatura del ambiente, del hielo, del agua.
- Mida la temperatura ambiente.
- Implemente el dispositivo propuesto.
- Mida el aporte de calor proveniente del ambiente. Determine si es despreciable o no.
- Realice las mediciones de  $V_a$  en función de  $t$  para, al menos, tres distancias chapa-llama ( $d$ ) diferentes. Cada conjunto debe estar compuesto por no menos de diez pares ( $t, V_a$ ).
- Haga un gráfico  $t$  vs *masa de hielo fundido*, correspondiente a cada distancia  $d$ . Verifique si el comportamiento es aproximadamente lineal, en tal caso ajuste una recta.
- A partir de los gráficos anteriores estime la potencia ( $P$ ) recibida por el cubito de hielo en cada caso.
- Presente estos resultados en un gráfico ( $d$  vs  $P$ ). Extrapole estos resultados al valor  $d=0$  y determine un valor  $P_M$ .

### Elementos que pueden resultar de utilidad:

- Chapa metálica fina (espesor despreciable).
- Cubitos de hielo (al menos 3).
- Plastilina (para evitar que el hielo deslice como consecuencia de la pendiente con la que se ha puesto la chapa).
- Vela (marca Ranchera o de calidad equivalente).
- Regla, papel milimetrado o cuadriculado, lápiz.
- Jeringa graduada de 10ml o más.
- Cronómetro.
- Soportes, pinzas de madera (tipo broches de los de colgar la ropa).
- Recipientes para agua.

Auspicia:





Ministerio de Educación,  
de la Nación Argentina



**Olimpiada Argentina de Física**



Facultad de Matemática, Astronomía y Física  
Universidad Nacional de Córdoba

Facultad de Matemática, Astronomía y Física. Ciudad Universitaria. 5000. Córdoba. Telefax: (0351) 469-9342  
Correo Electrónico: [oaf@famaf.unc.edu.ar](mailto:oaf@famaf.unc.edu.ar) / Página web: [www.famaf.unc.edu.ar/oaf](http://www.famaf.unc.edu.ar/oaf)

---

### **Problema Experimental**

#### **Hoja de respuestas.**

#### **Consigna**

<b>inciso</b>		<b>puntaje</b>
<b>a)</b>	Hipótesis	
<b>b)</b>	Valor	
<b>c)</b>	Esquema y elementos utilizados	
<b>d)</b>	Método utilizado, resultados.	
<b>e)</b>	Tablas de mediciones.	
<b>f)</b>	Gráficos	
<b>g)</b>	Tabla de resultados	
<b>h)</b>	Gráfico y valor obtenido de $P_M$	

Auspicia:



## Problema teórico I

$V_0$  volumen de tolueno a  $t_0 = 0^\circ\text{C}$

$m_0$  masa de tolueno a  $t_0 = 0^\circ\text{C}$

$V_{100}$  volumen de tolueno a  $t = 100^\circ\text{C}$

$m_{100}$  masa de tolueno a  $t = 100^\circ\text{C}$

$t_e$  temperatura de equilibrio que se obtiene al mezclar los dos líquidos

Quando el tolueno se calienta a  $100^\circ\text{C}$  la masa permanece constante pero el volumen aumenta como

$$V_{100} = V_0 (1 + \beta t)$$

La densidad a  $100^\circ\text{C}$  será

$$\rho_{100} = \frac{m_{100}}{V_{100}} = \frac{m_0}{V_{100}} = \frac{V_0 \rho_0}{V_0 (1 + \beta t)}$$

$$= \frac{\rho_0}{1,1}$$

La masa de los  $110 \text{ cm}^3$  de tolueno es

$$m_{100} = V_{100} \times \rho_{100} = 110 \frac{\rho_0}{1,1} = 100 \rho_0$$

Al no existir pérdidas de calor

$$m_0 c_e (t_e - 0) = m_{100} c_e (100 - t_e)$$

$$t_e = \frac{m_{100} \times 100}{m_{100} + m_0} = \frac{100 \rho_0 \times 100}{100 \rho_0 + 300 \rho_0} = 25^\circ\text{C}$$

La densidad del tolueno a  $t = 25^\circ\text{C}$

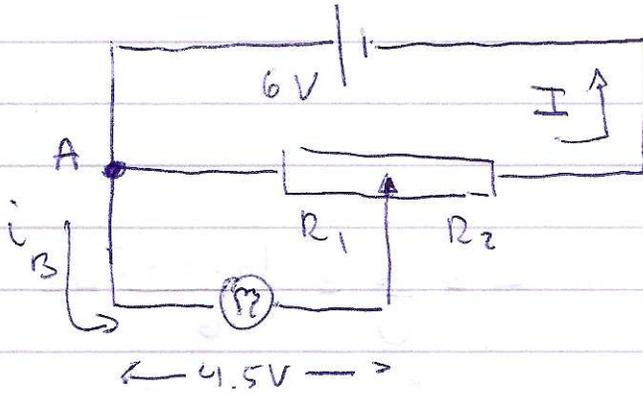
$$\rho_{25} = \frac{\rho_0}{1 + \beta \times 25} = \frac{\rho_0}{1 + 25 \times 10^{-3}}$$

La masa de la mezcla

$$m_{25} = m_0 + m_{100} = 300 \rho_0 + 100 \rho_0 = 400 \rho_0$$

$$V_{\text{mezcla}} = \frac{m_{25}}{\rho_{25}} = \frac{400 \rho_0}{\rho_0 (1 + 25 \times 10^{-3})^{-1}} = 410 \text{ cm}^3$$

Problema teórico 2



La resistencia total del resistor es  $R_1 + R_2$

La intensidad de corriente que circula por la batería y por  $R_2$  es  $I$

La intensidad de corriente que circula por la lamparita es

$$i_B = \frac{V_0}{R_0} = \frac{4,5}{2} \text{ A} = 2,25 \text{ A}$$

La potencia disipada en la lamparita es

$$P_0 = i_B^2 R_0 = 10,125 \text{ W}$$

La potencia total es

$$e = \frac{P_0}{P_t}$$

$$P_t = \frac{P_0}{e} = \frac{10,125}{0,6} = 16,875 \text{ W}$$

En el nodo A (ver figura) se cumple

$$I = i_{R_1} + i_B$$

$$i_{R_1} = I - i_B =$$

La intensidad  $I$  es  $I = \frac{P_t}{U} = \frac{16.875 \text{ W}}{6 \text{ V}} =$

$$I = 2.8125 \text{ A}$$

$$i_{R_1} = I - i_B = (2.8125 - 2.25) \text{ A} = 0.5625 \text{ A}$$

$$R_1 = \frac{4.5 \text{ V}}{0.5625 \text{ A}} = 8 \Omega$$

$$R_2 = \frac{(6 - 4.5) \text{ V}}{2.8125 \text{ A}} = 0.53 \Omega$$

La resistencia del resistor es  ~~$R_0$~~

$$R = R_1 + R_2 = 8.53 \Omega$$

Cuando la lamparita funciona correctamente consume una potencia

$$P_0 = 10.125 \text{ W}$$

La eficiencia es  $e = \frac{P_0}{P_t} = \frac{P_0}{UI}$

La potencia <sup>óptima</sup> de la lamparita es fija y la fem de la batería también

La eficiencia y la intensidad que crece por la batería son inversamente proporcionales

$$\left[ e = \frac{P_0}{U} \quad \frac{1}{I} = d \quad \frac{1}{I} \right] \quad d = \frac{P_0}{U}$$

Si queremos e máxima necesitamos I mínima

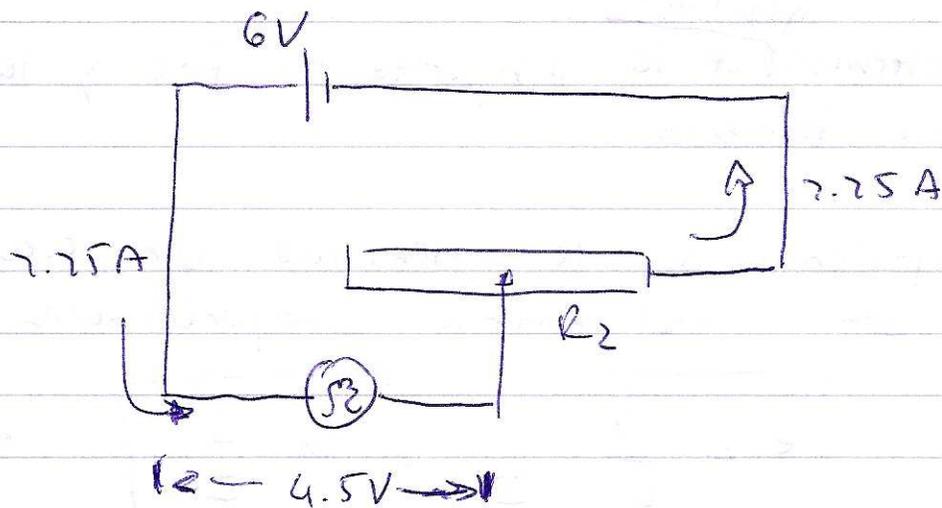
Para que la lamparita no se "queme"  $i_B \leq 2.25 A$  pero si  $i_B < 2.25 A$  la lamparita pierde potencia y no ilumina bien

$$\left[ P_0 = i_B^2 R_0 \right]$$

Entonces necesitamos que la máxima corriente que crece por la lamparita sea  $i_B = 2.25 A$  y a su vez sea la mínima corriente que circula por la batería, I.

con esto  $e = \frac{P_0}{UI} = \frac{10.125}{6 \times 2.25} = 0.75$

Esto se logra con el siguiente circuito



Ahora  $I = 2.25\text{ A}$  y

$$R_2 = \frac{6 - 4.5}{2.25} = 0.67\ \Omega$$

La eficiencia máxima es  $e = 0.75$

## Problema teórico III

a)

Campo magnético creado por una carga  $q$  que se mueve con velocidad  $\vec{v}$

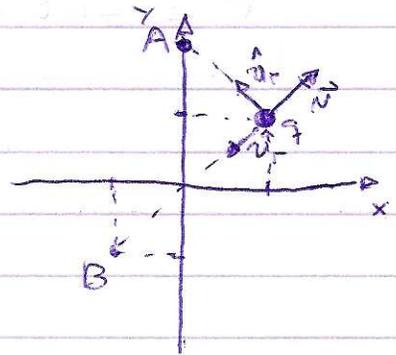
$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} q \frac{\vec{v} \times \vec{u}_r}{r^2}$$

$\vec{u}_r$  versor con origen en la posición de la carga y orientado hacia el punto del espacio donde quiero conocer  $\vec{B}$ ,  $r$  distancia entre la carga y el punto campo.

Punto  $(-1, -1)$   $\vec{B} = (0, 0, 0)$  ya que  $\vec{v}$  y  $\vec{u}_r$  son paralelos para ese punto

Punto  $(0, 2)$

$$r_B = \sqrt{2} \text{ m} \quad \vec{u}_r = \frac{1}{\sqrt{2}} (-\hat{i} + \hat{j})$$



$$\vec{B}_A = \frac{4\pi \times 10^{-7}}{4\pi} (-1.6 \cdot 10^{-19}) \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{(5 \times 10^4 \hat{i} + 5 \times 10^4 \hat{j})}{2}$$

$$\times (-\hat{i} + \hat{j}) \text{ (T)}$$

$$\vec{B}_A = -5.65 \times 10^{-22} \hat{k} \text{ (T)}$$

$$b) \vec{N}_{\text{proton}} = 2 \times 10^5 \vec{k}$$

$$\vec{B}_A = -5.65 \times 10^{-22} \vec{k}$$

$$\vec{F} = q \vec{N} \times \vec{B} = \vec{0}$$

$$\vec{N}_{\text{proton}} = 2 \times 10^5 \vec{k}$$

$$\vec{B}_A = -5.65 \times 10^{-22} \vec{k}$$

$$\vec{F} = q \vec{N} \times \vec{B} = 1.6 \times 10^{-19} [2 \times 10^5 \vec{j} \times$$

$$(-5.65 \times 10^{-22} \vec{k})]$$

$$\vec{F} = -1.8 \times 10^{-35} \vec{c} \text{ (N)}$$

# PRUEBA EXPERIMENTAL

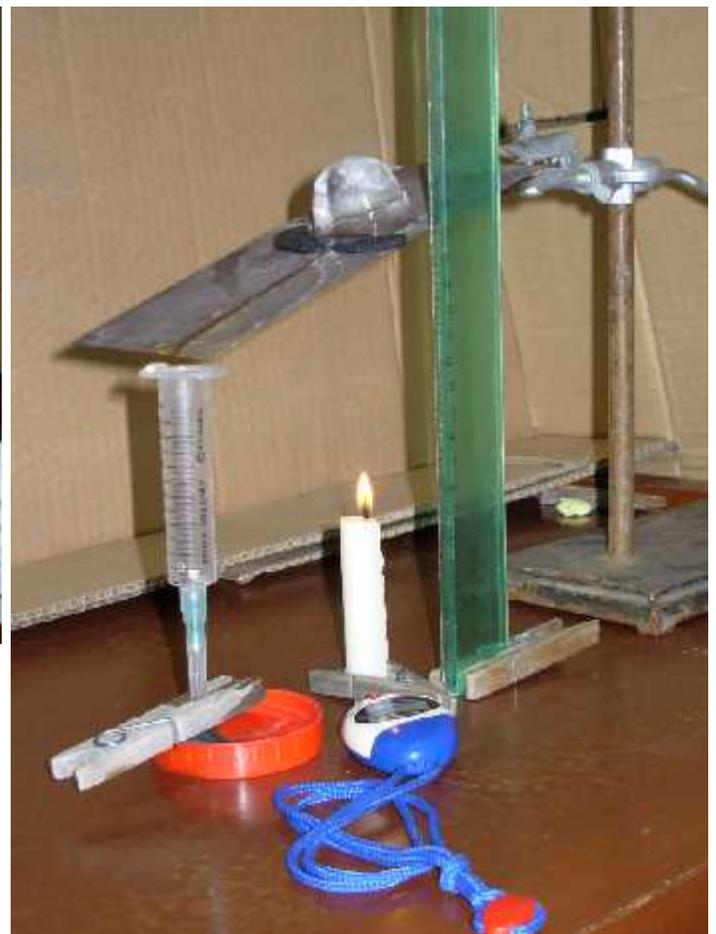
## IMPORTANTE

# En el punto (e) se consideran de los seis puntos:

- dos puntos para cada medición (saturando en 6)

# En el punto (f) se consideran de los seis puntos:

- un punto por cada gráfico (saturando en 3)
- un punto por cada pendiente (saturando en 3)



Nota: observar que se pueden utilizar distintos soportes.



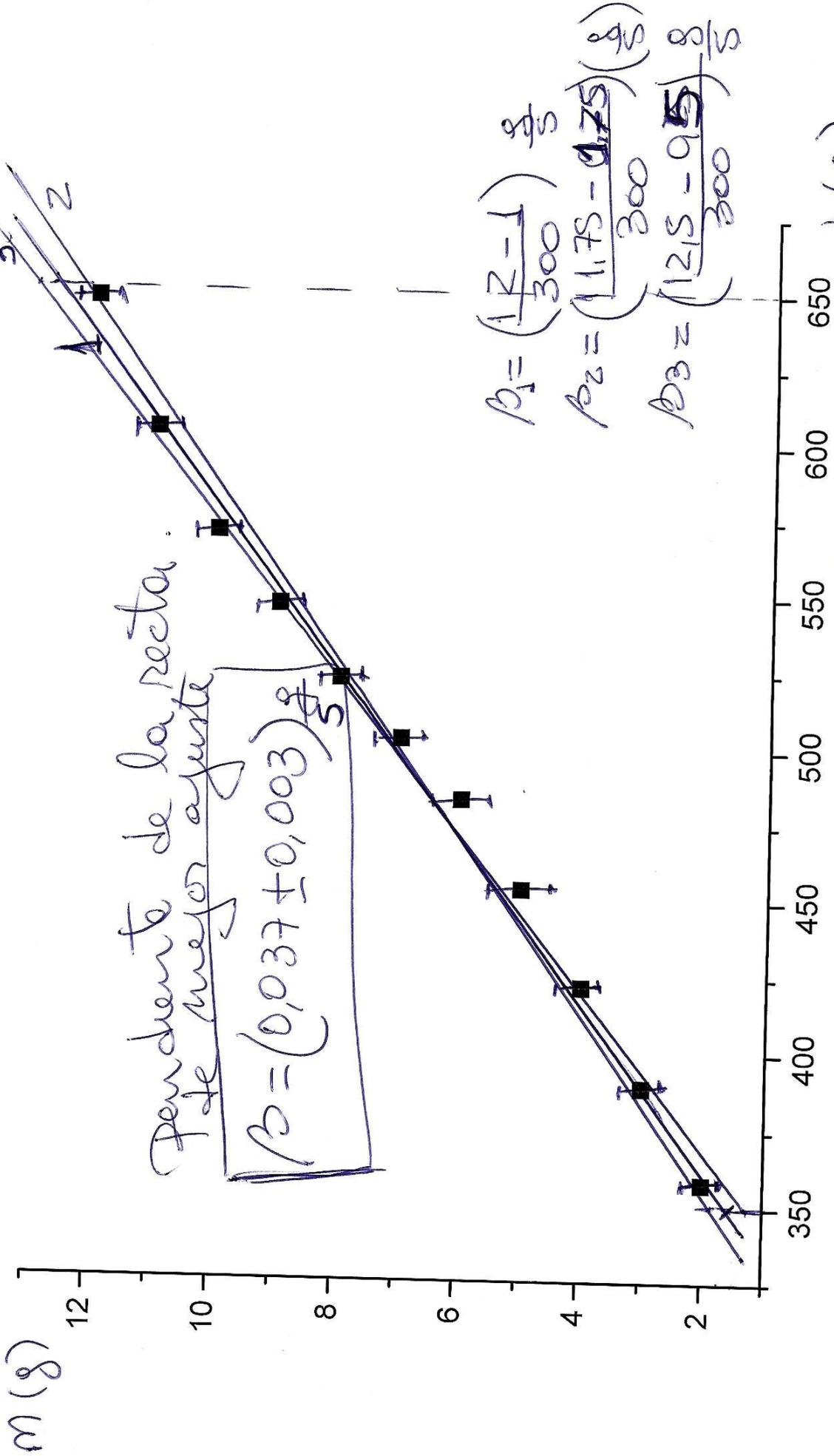
# Appendix 1

$$m = pV \quad \Delta m = VA\rho + \rho \Delta V$$

$$p = (100 \pm 0.01) \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \quad L_f = (80 \pm 1) \frac{\text{cm}}{g}$$

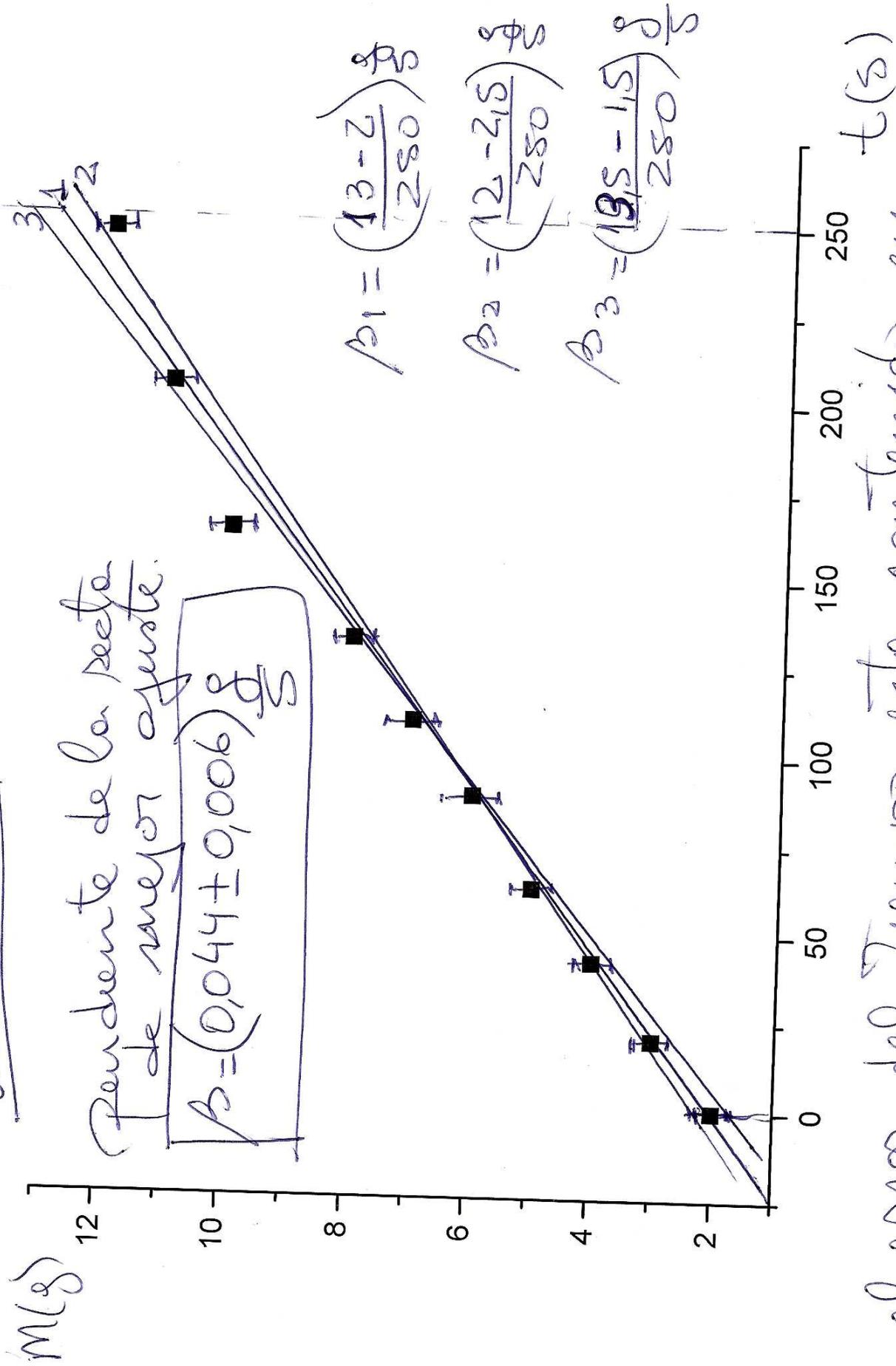
$(V \pm 0.2) \text{ml}$	$m(g)$	$d = \frac{m}{V} = \frac{(12 \pm 1) \text{cm}}{t(s) \pm 1s}$	$d = (c \pm 1) \text{cm}$	$d = (10 \pm 1) \text{cm}$	$d = (7 \pm 1) \text{cm}$	$d = (7 \pm 1) \text{cm}$
1,0	$1,0 \pm 0,2$			0	0	0
2,0	$2,0 \pm 0,2$	358	0	30	308	15
3,0	$3,0 \pm 0,2$	389	20	52	342	32
4,0	$4,0 \pm 0,2$	422	42	76	363	50
5,0	$5,0 \pm 0,3$	454	63	100	389	70
6,0	$6,0 \pm 0,3$	484	89	129	416	90
7,0	$7,0 \pm 0,3$	504	110	160	435	110
8,0	$8,0 \pm 0,3$	524	133	190	452	131
9,0	$9,0 \pm 0,3$	548		213	469	155
10,0	$10,0 \pm 0,3$	572	164	235	487	172
11,0	$11,0 \pm 0,3$	606	205	252	501	187
12,0	$12,0 \pm 0,3$	649	248	271	516	201
		Medicament 1	Medicament 2	Medicament 3	Medicament 4	Medicament 5

Medicion 1



el error de t está incluido en el tamaño del punto.

# Medidor 2.

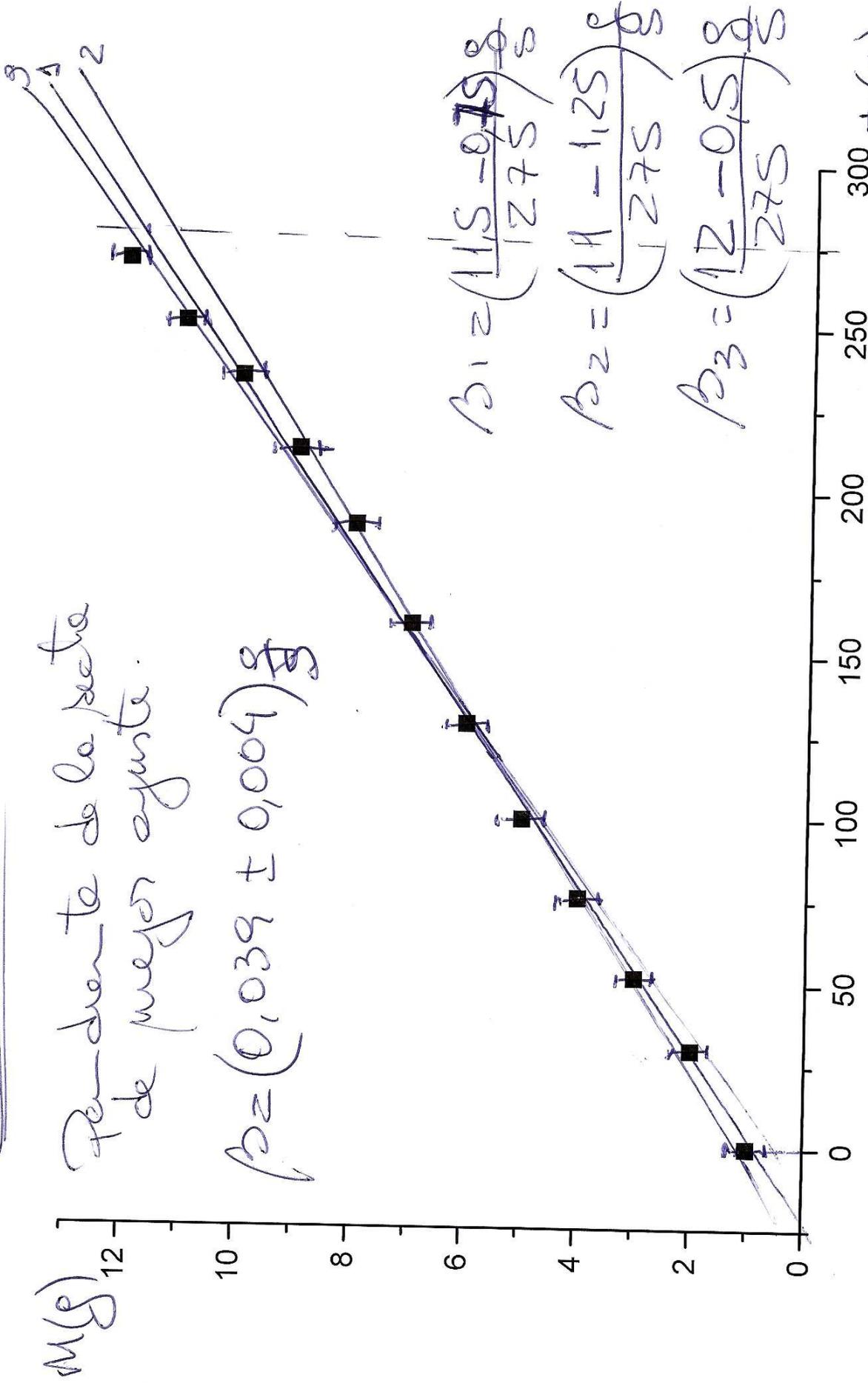


el error del tiempo esta contenido en el tamaño del punto.

### Medición 3

Pendiente de la recta  
de mejor ajuste.

$$\beta = (0,039 \pm 0,004) \frac{g}{s}$$



$$\beta_1 = \left( \frac{11,5 - 0,75}{127,5} \right) \frac{g}{s}$$

$$\beta_2 = \left( \frac{11 - 1,25}{127,5} \right) \frac{g}{s}$$

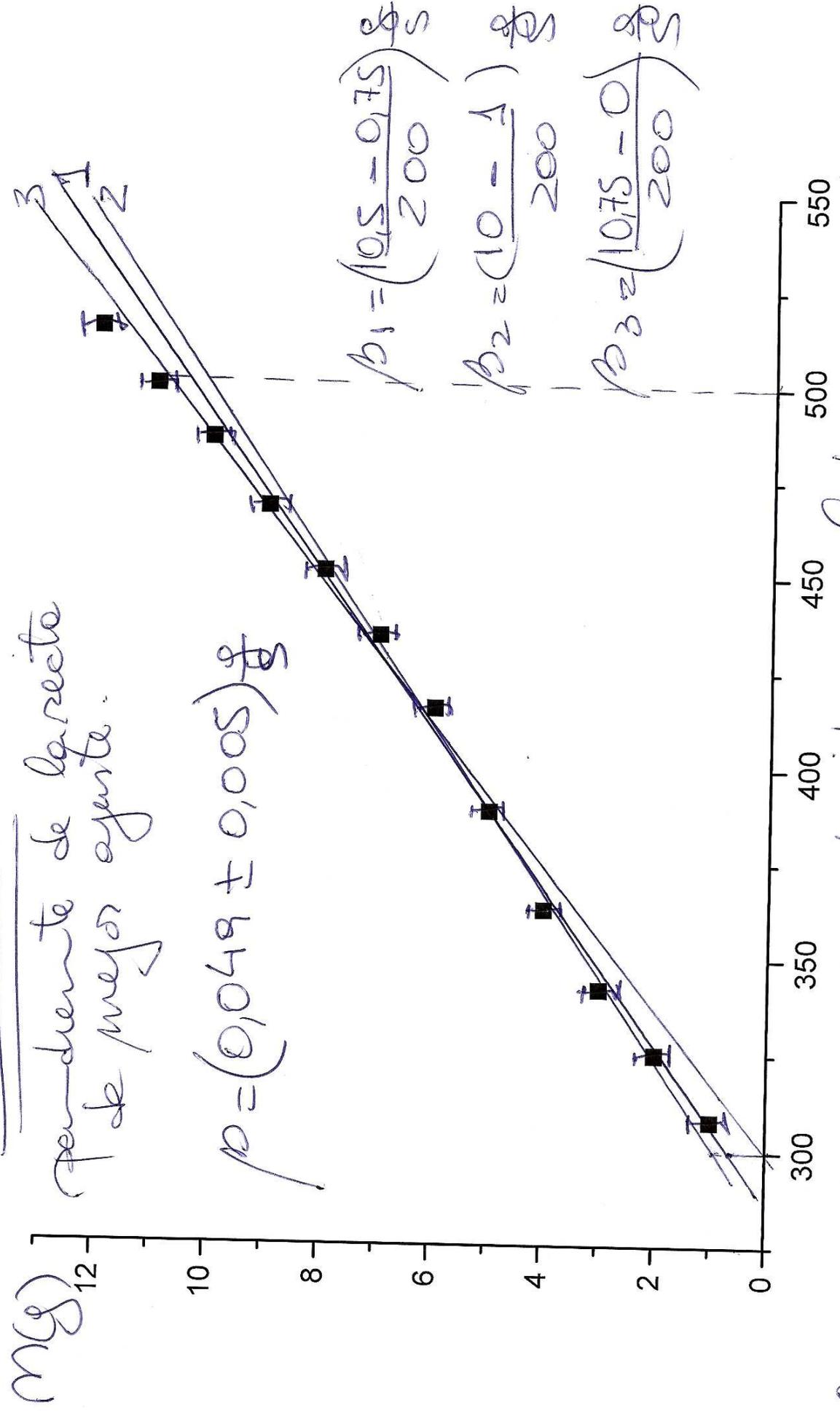
$$\beta_3 = \left( \frac{12 - 0,5}{127,5} \right) \frac{g}{s}$$

el error de  $t$  está contenido en el tamaño del punto

# Mediación 4

pendiente de la recta de mejor ajuste.

$$\beta = (0,049 \pm 0,005) \frac{g}{S}$$

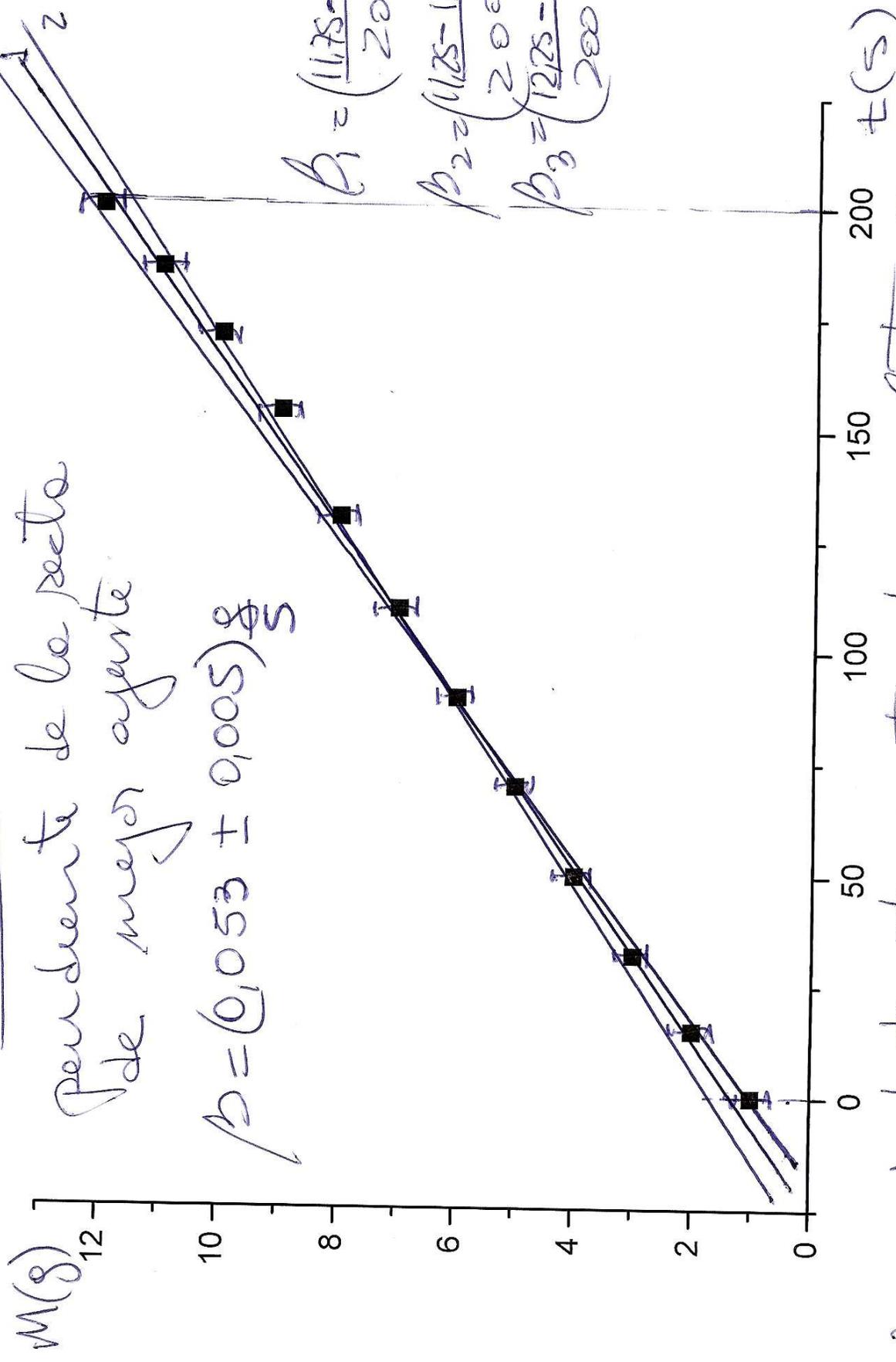


el error de t está contenido en el tamaño del punto.

# Mediciones

Pendiente de la recta de mejor ajuste

$$\beta = (0,053 \pm 0,005) \frac{g}{s}$$



$$\beta_1 = \left( \frac{11,75 - 1,25}{200} \right) \frac{g}{s}$$

$$\beta_2 = \left( \frac{11,75 - 1,75}{200} \right) \frac{g}{s}$$

$$\beta_3 = \left( \frac{12,25 - 1}{200} \right) \frac{g}{s}$$

el error de t este contenido en el tamaño del punto.

Medición Apéndice 3 Pendiente Potencia Distancia

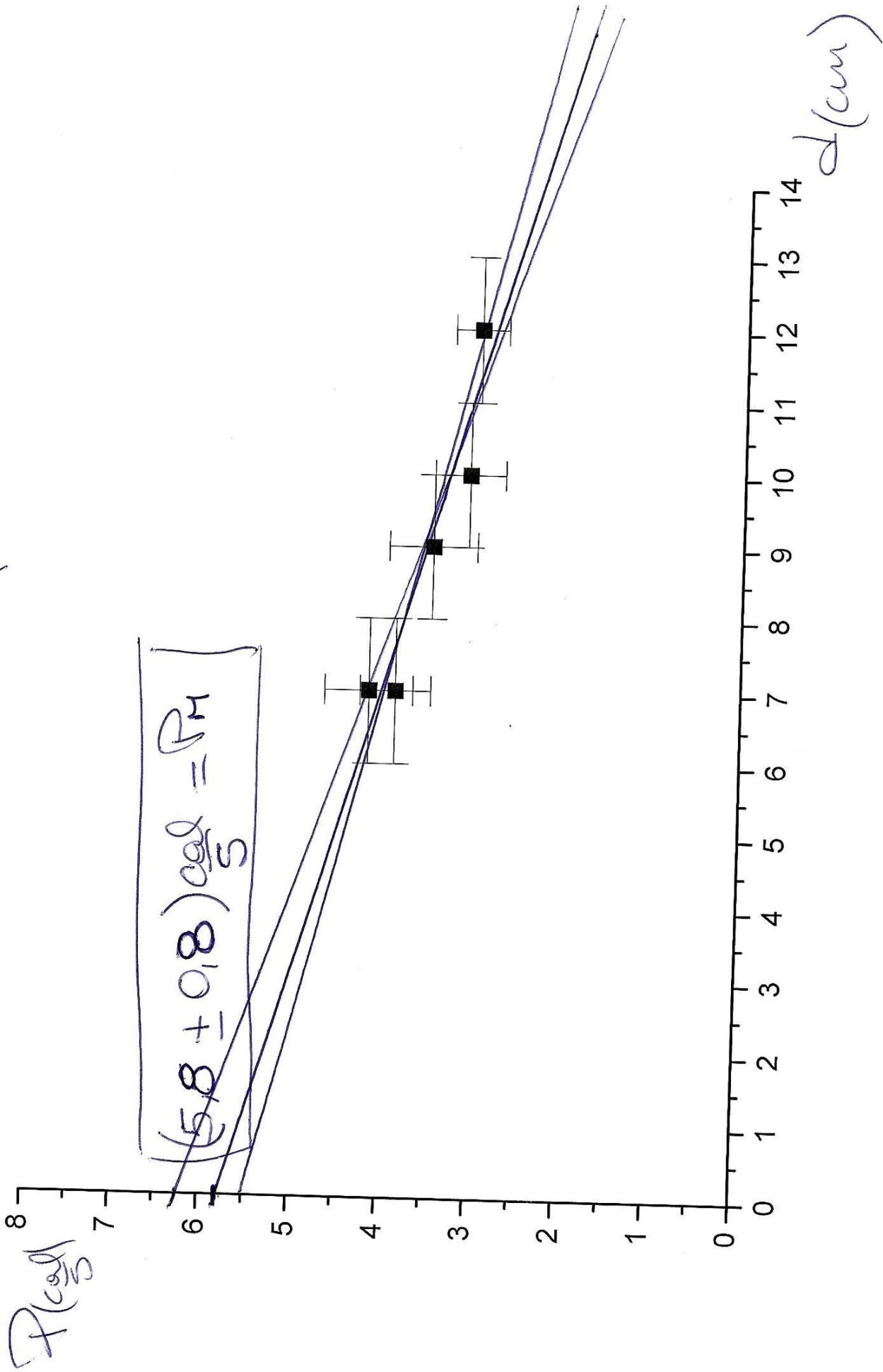
	$\beta \left(\frac{g}{s}\right)$	$P\left(\frac{cal}{s}\right)$	$d\text{(cm)}$
1	$(0,037 \pm 0,003)$	$(3,0 \pm 0,3)$	$(12 \pm 1)$
2	$(0,044 \pm 0,006)$	$(3,5 \pm 0,5)$	$(9 \pm 1)$
3	$(0,039 \pm 0,004)$	$(3,1 \pm 0,4)$	$(40 \pm 1)$
4	$(0,049 \pm 0,005)$	$(3,9 \pm 0,4)$	$(7 \pm 1)$
5	$(0,053 \pm 0,005)$	$(4,2 \pm 0,5)$	$(7 \pm 1)$

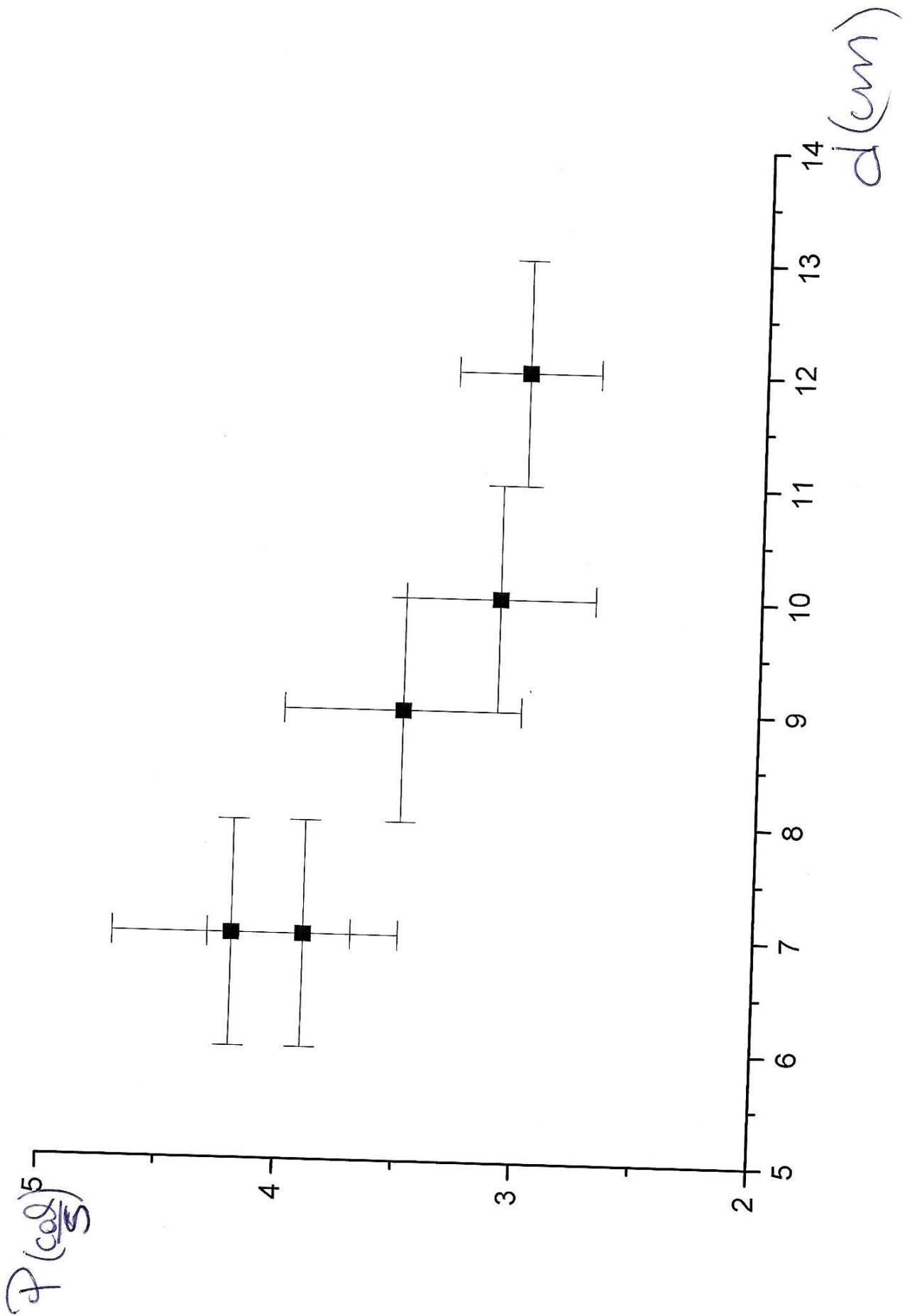
$$P = \beta \cdot L_f$$

$$\Delta P = \beta \Delta L_f + L_f \Delta \beta$$

$$P_M = (5,8 \pm 0,8) \frac{cal}{s}$$

Extrapolační







Ministerio de Educación,  
de la Nación Argentina



Olimpiada Argentina de Física



Facultad de Matemática, Astronomía y Física  
Universidad Nacional de Córdoba

Facultad de Matemática, Astronomía y Física. Ciudad Universitaria. 5000. Córdoba. Telefax: (0351) 469-9342  
Correo Electrónico: oaf@famaf.unc.edu.ar / Página web: www.famaf.unc.edu.ar/oaf

**Problema Teórico 1**  
**Hoja de respuestas.**

inciso		puntaje
a)	$V_{100} = V_0 (1 + \beta t)$	2p
b)	$\rho_{100} = \rho_0 / 1,1$	2p
c)	$T_e = 25^\circ\text{C}$	2p
d)	$\rho_{\text{equilibrio}} = \rho_0 / (1,025)$	1p
e)	$V_{\text{mezcla}} = 410 \text{ cm}^3$	3p

Auspicia:





Ministerio de Educación,  
de la Nación Argentina



## Olimpiada Argentina de Física



Facultad de Matemática, Astronomía y Física  
Universidad Nacional de Córdoba

Facultad de Matemática, Astronomía y Física. Ciudad Universitaria. 5000. Córdoba. Telefax: (0351) 469-9342  
Correo Electrónico: oaf@famaf.unc.edu.ar / Página web: www.famaf.unc.edu.ar/oaf

### Problema Teórico 2 Hoja de respuestas.

inciso		puntaje
a)	$R = 8.53 \Omega$	4p
b)	$e_{\max} = 0.75$	4p
c)	<p>Diagrama</p> <p>The diagram shows a circuit with a 6V battery at the top. A resistor <math>R_2</math> is connected in parallel with a branch containing a voltmeter (V) and a resistor <math>R_1</math>. The voltmeter shows a reading of 4.5V. The current through the <math>R_1</math> branch is labeled as 2.75A. The total current leaving the battery is labeled as <math>I = 2.75A</math>.</p>	2p

Auspicia:





Ministerio de Educación,  
de la Nación Argentina



## Olimpiada Argentina de Física



Facultad de Matemática, Astronomía y Física  
Universidad Nacional de Córdoba

Facultad de Matemática, Astronomía y Física. Ciudad Universitaria. 5000. Córdoba. Telefax: (0351) 469-9342  
Correo Electrónico: oaf@famaf.unc.edu.ar / Página web: www.famaf.unc.edu.ar/oaf

### Problema Teórico 3 Hoja de respuestas.

a)	$B(-1, -1) = \vec{0}$ $B(0, 2) = -5.65 \times 10^{-22} \vec{k} \text{ (T)}$	4p
b)	$\vec{F} = \vec{0}$	3p
c)	$\vec{F} = -1.8 \times 10^{-35} \vec{c} \text{ (N)}$	3p

Auspicia:





Ministerio de Educación,  
de la Nación Argentina



Olimpiada Argentina de Física



Facultad de Matemática, Astronomía y Física  
Universidad Nacional de Córdoba

Facultad de Matemática, Astronomía y Física. Ciudad Universitaria. 5000. Córdoba. Telefax: (0351) 469-9342  
Correo Electrónico: oaf@famaf.unc.edu.ar / Página web: www.famaf.unc.edu.ar/oaf

## **Problema Experimental**

### **Hoja de respuestas.**

#### **Consigna**

<b>inciso</b>		<b>puntaje</b>
<b>a)</b>	<p>Hipótesis:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La energía que emite la vela es captada completamente por el hielo.</li> <li>- La energía captada por la chapa y disipada directamente al ambiente es despreciable.</li> <li>- La geometría del cubito de hielo se mantiene aproximadamente constante durante el transcurso del experimento.</li> <li>- El sistema se estudia en estado estacionario.</li> <li>- No se produce evaporación del agua producida, ni sublimación del hielo.</li> <li>- La llama de la vela no cambia durante el experimento.</li> </ul>	<b>0.2</b>
<b>b)</b>	<p>Valor</p> <p><math>(21 \pm 1)^\circ\text{C}</math></p>	<b>0.2</b>
<b>c)</b>	<p>Esquema y elementos utilizados</p> <p>Foto</p>	<b>3</b>
<b>d)</b>	<p>Método utilizado, resultados.</p> <p>Se pone el cubito sobre la chapa, con la vela apagada, y se determina el tiempo necesario para que se funda una cantidad de hielo correspondiente a <math>(1,0 \pm 0,2)</math> ml de agua.</p> <p>Se encontró que el tiempo era <math>(5 \pm 1)</math> minutos.</p>	<b>1.6</b>
<b>e)</b>	<p>Tablas de mediciones.</p> <p>Se realizaron cinco mediciones. Para cada una de ellas se determino la distancia (<math>d</math>) entre el "borde superior" de la llama de la vela y la base del cubito. Esta medición tiene al menos 1 cm de incerteza.</p> <p>Antes de comenzar a tomar los valores de tiempo (<math>t</math>) y volumen de agua (<math>V</math>), se esperó un tiempo razonable para que el sistema alcance un estado estacionario. Se controló que la longitud de la llama no variara más de 2 cm durante la medición (esta variación se produce por el cambio en la longitud del pabito). Se calculó la masa correspondiente a cada volumen medido (<math>m= V \dots</math>, donde <math>\dots</math> es la densidad del agua).</p> <p>Tablas en Apéndice 1</p>	<b>6</b>
<b>f)</b>	<p>Gráficos</p> <p>Se realizaron los gráficos correspondientes a cada medición, verificando que era razonable ajustarlos mediante funciones lineales (<math>m= t+C</math>). Se determinó la pendiente de cada uno de ellos.</p> <p>Gráficos en Apéndice 2</p>	<b>6</b>

Auspicia:





Ministerio de Educación,  
de la Nación Argentina



## Olimpiada Argentina de Física



Facultad de Matemática, Astronomía y Física  
Universidad Nacional de Córdoba

Facultad de Matemática, Astronomía y Física. Ciudad Universitaria. 5000. Córdoba. Telefax: (0351) 469-9342  
Correo Electrónico: oaf@famaf.unc.edu.ar / Página web: www.famaf.unc.edu.ar/oaf

<b>g)</b>	Tabla de resultados Se realizó una tabla con: las pendientes determinadas, las distancias llama-hielo correspondientes y los valores de potencia calculados. Considerando que la potencia $P$ que le llega al hielo viene dada por: $P = L_f$  Donde $\dots$ es la pendiente determinada y $L_f$ es el calor de fusión del hielo.  Tablas en Apéndice 3	<b>2</b>
<b>h)</b>	Gráfico y valor obtenido de $P_M$  Se realizó el gráfico de $P$ en función de $d$ . De los datos se determinó que era razonable ajustar a todos mediante una función lineal y usar esta recta para extrapolar el valor de $P$ para $d = 0$ ( $P_M$ ). $P_M = (5,8 \pm 0,8) \text{ cal s}^{-1}$ Gráficos en Apéndice 4	<b>1</b>

Auspicia:

