

Olimpíada Argentina de Física

Pruebas Preparatorias Segunda Prueba: Termodinámica, Electricidad y Magnetismo Parte Teórica

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

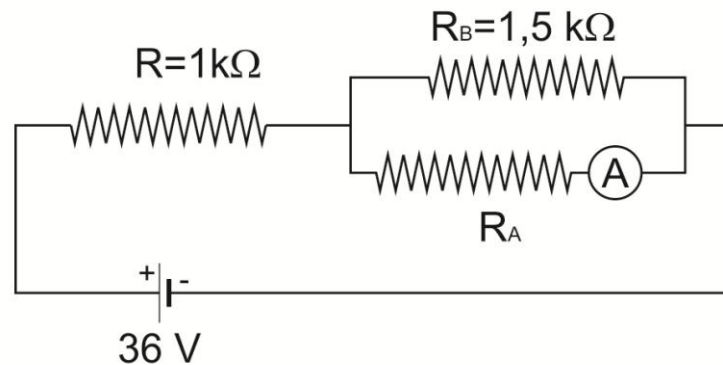


Facultad de Matemática, Astronomía y Física
Universidad Nacional de Córdoba

Facultad de Matemática, Astronomía y Física. Ciudad Universitaria. 5000. Córdoba. Tel: (0351) 5353701 (int. 41361)
Correo Electrónico: oaf@famaf.unc.edu.ar / Página web: www.famaf.unc.edu.ar/oaf

Problema Teórico 1

Sea el circuito que se muestra en la figura.



Sabiendo que el amperímetro indica una corriente de 6 mA,

- Escriba una expresión para la resistencia equivalente (R_P) del paralelo formado por las resistencias R_A y R_B .
- Escriba una expresión que vincule las corrientes i_A e i_B que circulan por las resistencias R_A y R_B , respectivamente, con las resistencias R_A y R_B .
- Escriba la expresión que vincula la corriente i que circula por la fuente con las corrientes i_A e i_B .
- Escriba una relación entre las caídas de tensión a los bornes de R y de R_P y el voltaje entregado por la fuente (V_F).
- A partir de los puntos anteriores, determine el valor de la resistencia R_A .
- Determine el valor de la corriente que circula por la fuente.
- Determine el valor de la resistencia R_e que disipa la misma energía por unidad de tiempo que las tres resistencias del circuito.

Auspicia:





Ministerio de Educación,
de la Nación Argentina



Olimpíada Argentina de Física



Facultad de Matemática, Astronomía y Física
Universidad Nacional de Córdoba

Facultad de Matemática, Astronomía y Física. Ciudad Universitaria. 5000. Córdoba. Tel: (0351) 5353701 (int. 41361)
Correo Electrónico: oaf@famaf.unc.edu.ar / Página web: www.famaf.unc.edu.ar/oaf

Problema Teórico 2

En un termo de vidrio (rígido y adiabático), con un volumen total de 750 cm^3 , se colocan 250 cm^3 de agua a 4°C y se completa con hielo a -20°C .

- a) Determine la masa de hielo utilizada.
- b) Determine el estado final del sistema agua-hielo.
- c) Determine si el termo se rompe.

Auspicia:





Ministerio de Educación,
de la Nación Argentina



Olimpíada Argentina de Física



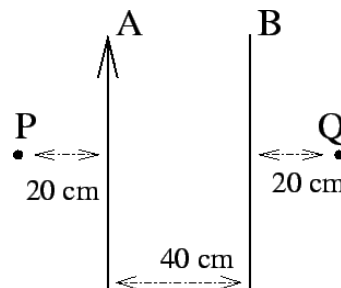
Facultad de Matemática, Astronomía y Física
Universidad Nacional de Córdoba

Facultad de Matemática, Astronomía y Física. Ciudad Universitaria. 5000. Córdoba. Tel: (0351) 5353701 (int. 41361)
Correo Electrónico: oaf@famaf.unc.edu.ar / Página web: www.famaf.unc.edu.ar/oaf

Problema Teórico 3

En la figura se representan dos hilos paralelos conductores muy largos. Por "A" circula una corriente eléctrica de 12 A en sentido indicado en la figura.

- Calcular el valor y sentido de la corriente eléctrica que circula por "B", teniendo en cuenta que el campo magnético en el punto Q es nulo.
- ¿Cuál es el valor, dirección y sentido del campo magnético en el punto P?
- ¿Qué fuerza por unidad de longitud, se ejercen los hilos entre sí? ¿Se atraen o se repelen?



Constantes:

Densidad del agua 1000 kg m^{-3}

Densidad del hielo 900 kg m^{-3}

Calor específico del agua $1 \text{ cal gr}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

Calor específico del hielo $0,5 \text{ cal gr}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

Calor latente de fusión 80 cal gr^{-1}

Permeabilidad magnética del vacío $4\pi \times 10^{-7} \text{ N A}^{-2}$

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. Tel: (0351) 5353701 (int. 41361)
Correo Electrónico: oaf@famaf.unc.edu.ar / Página web: www.famaf.unc.edu.ar/oaf

Problema Teórico 1

Hoja de Respuesta

Inciso		Puntaje
a)	$R_p =$	
b)		
c)		
d)		
e)	$R_A =$	
f)	$i =$	
g)	$R_e =$	

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. Tel: (0351) 5353701 (int. 41361)
Correo Electrónico: oaf@famaf.unc.edu.ar / Página web: www.famaf.unc.edu.ar/oaf

Problema Teórico 2

Hoja de Respuesta

Inciso		Puntaje
a)	$m_h =$	
b)	Estado Final:	
c)		

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. Tel: (0351) 5353701 (int. 41361)
Correo Electrónico: oaf@famaf.unc.edu.ar / Página web: www.famaf.unc.edu.ar/oaf

Problema Teórico 3

Hoja de Respuesta

Inciso		Puntaje
a)	$i_B =$	
b)	$\mathbf{B}(P) =$	
c)	$\mathbf{F}/l =$	

Auspicia:



Olimpíada Argentina de Física

Pruebas Preparatorias Segunda Prueba: Termodinámica, Electricidad y 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. Tel: (0351) 5353701 (int. 41361)
Correo Electrónico: oaf@famaf.unc.edu.ar / Página web: www.famaf.unc.edu.ar/oaf

Objetivo: Determinar el calor latente de fusión del agua.

Elementos:

- Recipiente aislante (vaso de café)
- Jeringa descartable de 10 cm^3
- Agua a temperatura ambiente
- Cubos de hielo a 0°C (Se obtiene poniendo el hielo en agua y esperando unos minutos para que el sistema agua + hielo llegue al equilibrio)

Elementos en el aula

- Termómetro (provisto por el Profesor)

Teoría

Cuando dos cuerpos a distintas temperaturas se ponen en contacto térmico en un recinto adiabático (esto es, que no permite el intercambio de calor con el exterior), calor fluye del cuerpo de mayor temperatura al de menor temperatura hasta que ambos cuerpos alcanzan una misma temperatura (temperatura de equilibrio). En caso que uno de los cuerpos alcance la temperatura que corresponde a un cambio de fase de la sustancia que lo compone, el calor entregado o recibido por el cuerpo no le modifica su temperatura, que permanece constante, sino que es utilizado para cambiar de una fase a la otra. La cantidad de calor necesaria para que un gramo de la sustancia cambie de una fase a la otra se denomina *calor latente*.

Con los elementos solicitados, se pretende determinar el calor latente de fusión del agua (λ_f).

- Escriba las ecuaciones calorimétricas correspondientes a la situación planteada. Suponga que el recipiente es adiabático y que la temperatura de equilibrio de una mezcla de agua y hielo es 0°C . Desprecie efectos debido al cambio de la densidad de agua con la temperatura.
- Coloque una cantidad de hielo a 0°C en el recipiente y agregue una volumen de agua conocido (V_a), a temperatura ambiente. Agite la mezcla por al menos 15 segundos, teniendo cuidado de que siempre haya una mezcla de agua y hielo. Utilizando la jeringa, determine el nuevo volumen de agua (V_f). Repita la medición al menos 10 veces.
- A partir del análisis teórico realizado y de las mediciones, determine el valor de λ_f con su incerteza.

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. Tel: (0351) 5353701 (int. 41361)
Correo Electrónico: oaf@famaf.unc.edu.ar / Página web: www.famaf.unc.edu.ar/oaf

Parte Experimental

Hoja de Respuesta

Inciso							Puntaje
a)							
b)	#	Va [cm ³]	Vf [cm ³]	(Vf-Va)[cm ³]	Ta [°C]	λ _f [cal gr ⁻¹]	
	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						
	7						
	8						
	9						
	10						
c)	$\bar{\lambda}_f =$						

Auspicia:



Problema Teórico 1

Hoja de Respuesta

Inciso		Puntaje
a)	$R_p = \frac{R_A R_B}{R_A + R_B}$	1 pto
b)	$i_A R_A = i_B R_B$	1 pto
c)	$i = i_A + i_B$	1 pto
d)	$V_F = i(R + R_p)$	1 pto
e)	$R_A = 3000\Omega = 3k\Omega$	4 ptos
f)	$i = \frac{V_F}{R + R_p} = 18 \times 10^{-3} A = 18 mA$	1 pto
g)	$R_g = 2000\Omega = 2k\Omega$	1 pto

Problema Teórico 2

Hoja de Respuesta

Inciso		Puntaje
a)	$m_h = \rho_h V_h = 450g$	2 ptos
b)	Estado final de sistema: 206.25 g de agua y 493.75 g de hielo a 0°C.	6 ptos
c)	El termo se rompe.	2 ptos

Problema Teórico 3

Hoja de Respuesta

Inciso		Puntaje
a)	$i_B = 4A$ y sentido opuesto a i_A	3 ptos
b)	$B(P) = 1.067 \times 10^{-5} T$. Perpendicular a la hoja y saliente	3 ptos
c)	$\frac{F}{l} = 2,4 \times 10^{-5} Nm^{-1}$. Se repelen	4 ptos

Solución Problema 1

a.

$$\frac{1}{R_P} = \frac{1}{R_A} + \frac{1}{R_B} = \frac{R_B + R_A}{R_A R_B}$$

$$R_P = \frac{R_A R_B}{R_A + R_B}$$

b.

$$V_P = i_A R_A = i_B R_B$$

c.

$$i = i_A + i_B$$

d.

$$V_F = i(R + R_P)$$

e.

Del punto b.

$$R_B = \frac{i_A}{i_B} R_A$$

Luego

$$R_P = \frac{R_A \frac{i_A}{i_B} R_A}{R_A + \frac{i_A}{i_B} R_A} = \frac{\frac{i_A}{i_B} R_A}{1 + \frac{i_A}{i_B}} = \frac{i_A R_A}{i_A + i_B} = \frac{i_A}{i} R_A$$

$$V_F = i(R + R_P) = iR + i_A R_A = (i_A + i_B)R + i_A R_A$$

Del punto c.

$$i_B = \frac{R_A}{R_B} i_A$$

Reemplazando en V_F

$$V_F = \left(i_A + \frac{R_A}{R_B} i_A \right) R + i_A R_A = i_A \left(R + \frac{R_A}{R_B} R + R_A \right)$$

$$V_F - i_A R = \left(\frac{R}{R_B} + 1 \right) R_A = \frac{R + R_B}{R_B} R_A$$

$$R_A = (V_F - i_A R) \frac{R_B}{R + R_B} = 3000 \Omega = 3 k\Omega$$

f.

$$i = \frac{V_F}{R + R_p} = 18 \times 10^{-3} A = 18 mA$$

g.

Energía entregada por la fuente por unidad de tiempo

$$P = i V_F = \frac{V_F^2}{R_g} = 0.648$$

$$R_g = 2000 \Omega = 2 k\Omega$$

Solución Problema 2

a.

$$V_T = V_a + V_h = 750 \text{ cm}^3$$

$$m_h = \rho_h V_h = 450 \text{ cm}^3$$

b.

Sistema adiabático,

$$Q_a + Q_b = 0$$

donde Q_a y Q_b son el calor entregado/cedido por el agua y el hielo, respectivamente.

Supongo que el estado final del sistema es agua y hielo a 0°C

$$m_a c_a (0^\circ\text{C} - 4^\circ\text{C}) + m_h c_h (0^\circ\text{C} + 20^\circ\text{C}) - m'_a \lambda_f = 0$$

$$m'_a = 43.75 \text{ g}$$

Estado final de sistema: 206.25 g de agua y 493.75 g de hielo a 0°C .

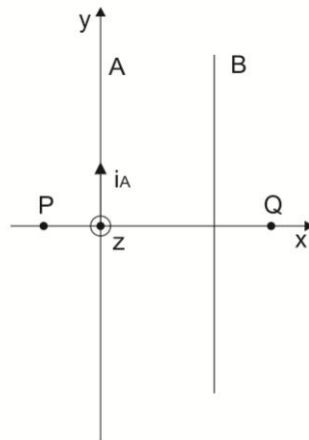
c.

$$V_T = V_a + V_h = \frac{(m_a - m'_a)}{\rho_a} + \frac{(m_h - m'_a)}{\rho_h} = 754.86 \text{ cm}^3 > 750 \text{ cm}^3$$

El termo se rompe.

Solución Problema 3

a.



$$\vec{B}_A(Q) + \vec{B}_B(Q) = 0$$

$$\vec{B}_A(Q) = -\frac{\mu_0 i_A}{2\pi d_{AQ}} \hat{k}$$

$$\vec{B}_B(Q) = \frac{\mu_0 i_A}{2\pi d_{AQ}} \hat{k} = \frac{\mu_0 i_B}{2\pi d_{BQ}} \hat{k}$$

Luego i_B tiene sentido opuesto a i_A e

$$i_B = i_A \frac{d_{BQ}}{d_{QA}} = 4A$$

b.

$$\vec{B}(P) = \vec{B}_A(P) + \vec{B}_B(P) = \frac{\mu_0 i_A}{2\pi d_{AP}} \hat{k} - \frac{\mu_0 i_B}{2\pi d_{BP}} \hat{k} = 1,067 \times 10^{-5} T \hat{k}$$

c.

$$\vec{F} = i_A \vec{l}_A \times \vec{B}_B(A) = -i_A l_A B_B(A) \hat{i}$$

$$\vec{F} = i_B \vec{l}_B \times \vec{B}_A(B) = i_B l_B B_A(B) \hat{i}$$

Las corrientes se repelen con una fuerza por unidad de longitud

$$\frac{F}{l} = \frac{\mu_0 i_B i_A}{2\pi d_{AB}} = 2,4 \times 10^{-5} \text{ Nm}^{-1}$$

Problema Experimental

Hoja de respuesta.

Inciso							Puntaje
a)	$Q_a + Q_h = 0$ $m_a c_a (T_s - T_a) + m'_h \lambda_f = 0$ $\lambda_f = -\frac{m_a}{m'_h} c_a (T_s - T_a) = \frac{m_a}{m'_h} c_a T_a$ $m_a = \rho_a V_a$ $m'_h = \rho_a (V_f - V_a)$ $\lambda_f = \frac{V_a}{V_f - V_a} c_a T_a$						5 ptos
b)	#	Va [cm ³]	Vf [cm ³]	(Vf-Va)[cm ³]	Ta [°C]	λ_f [cal gr ⁻¹]	
	1	10±1	13±1	3±2	20,2±0,5	70±50	1 pto
	2	10±1	14±1	4±2	20,2±0,5	50±30	1 pto
	3	10±1	13±1	3±2	20,2±0,5	70±50	1 pto
	4	10±1	12±1	2±2	20,2±0,5	100±100	1 pto
	5	10±1	14±1	4±2	20,2±0,5	50±30	1 pto
	6	10±1	13±1	3±2	20,2±0,5	70±50	1 pto
	7	10±1	14±1	4±2	20,2±0,5	50±30	1 pto
	8	10±1	13±1	3±2	20,2±0,5	70±50	1 pto
	9	10±1	12±1	2±2	20,2±0,5	100±100	1 pto
	10	10±1	13±1	3±2	20,2±0,5	70±50	1 pto
c)	$\lambda_f = (70 \pm 30) \text{ cal } g^{-1}$						5 ptos

Solución Problema Experimental

a.

Como el recipiente es adiabático, todo el calor entregado por el agua (Q_a) es absorbido por el hielo (Q_h).

$$Q_a + Q_h = 0$$

Como el hielo se encuentra a 0°C , que es la temperatura de fusión del agua, todo el calor absorbido por el hielo es utilizado para fundir una cierta masa del mismo (m'_h).

$$m_a c_a (T_e - T_a) + m'_h \lambda_f = 0$$

donde m_a es la masa de agua a temperatura ambiente (T_a) que se agrega, c_a es el calor específico del agua ($1 \text{ cal gr}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$) y T_e es la temperatura de fusión del agua (0°C).

$$\lambda_f = -\frac{m_a}{m'_h} c_a (T_e - T_a) = \frac{m_a}{m'_h} c_a T_a$$

$$m_a = \rho_a V_a$$

$$m'_h = \rho_a (V_f - V_a)$$

$$\lambda_f = \frac{V_a}{V_f - V_a} c_a T_a$$

b.

#	Va [cm ³]	Vf [cm ³]	(Vf-Va)[cm ³]	Ta [°C]	λ_f [cal gr ⁻¹]
1	10±1	13±1	3±2	20,2±0,5	70±50
2	10±1	14±1	4±2	20,2±0,5	50±30
3	10±1	13±1	3±2	20,2±0,5	70±50
4	10±1	12±1	2±2	20,2±0,5	100±100
5	10±1	14±1	4±2	20,2±0,5	50±30
6	10±1	13±1	3±2	20,2±0,5	70±50
7	10±1	14±1	4±2	20,2±0,5	50±30
8	10±1	13±1	3±2	20,2±0,5	70±50
9	10±1	12±1	2±2	20,2±0,5	100±100
10	10±1	13±1	3±2	20,2±0,5	70±50

$$\frac{\Delta\lambda_f}{\lambda_f} = \frac{\Delta V_a}{V_a} + \frac{\Delta(V_f - V_a)}{V_f - V_a} + \frac{\Delta c_a}{c_a} + \frac{\Delta T_a}{T_a}$$

c.

$$\bar{\lambda}_f = (70 \pm 30) \text{ cal } g^{-1}$$

El error en λ_f se tomó como el valor medio entre el máximo y el mínimo valor obtenido.