

Olimpiada Argentina de Física

Pruebas Preparatorias Segunda Prueba Parte Teórica

Nombre:

DNI:

Escuela:

- Antes de comenzar a resolver la prueba lea cuidadosamente TODO el enunciado de la misma.
- Escriba su nombre y su número de DNI 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.

Problema 1

Se quiere determinar el calor específico c de una sustancia desconocida. Para ello, se realizan los siguientes experimentos utilizando un calorímetro. Se supone que el calorímetro es adiabático.

1. El calorímetro contiene 30 g de agua a 20°C y se le agrega 50 g de agua a 60°C , y se mide que la temperatura final del sistema es 40°C .
2. El calorímetro contiene 80 g de agua a 40°C y se le agrega 100 g de la sustancia desconocida a 150°C . Se mide que la temperatura final del sistema es de 50°C .

Nota. La sustancia desconocida tiene un cambio de fase para una temperatura mayor a 400°C .

3. El calorímetro contiene 30 g de agua a 80°C y se agrega 100 g de la sustancia desconocida a 300°C .

Determine

- a) El equivalente en agua π del calorímetro.
- b) El valor del calor específico c de la sustancia desconocida.
- c) El estado final del sistema luego del tercer experimento.

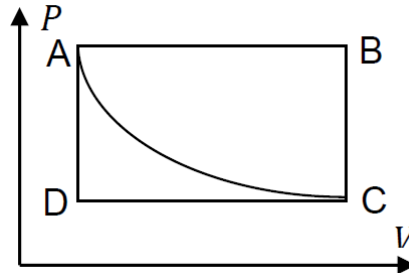
$c_A = 1\text{ cal g}^{-1}\text{C}^{-1}$: Calor específico del agua

$c_v = 1\text{ cal g}^{-1}\text{C}^{-1}$: Calor específico del vapor de agua

$\lambda_v = 540\text{ cal g}^{-1}$: Calor latente del agua

Problema 2

La figura muestra el diagrama PV con cinco transformaciones que realizan 4 mol de un gas ideal monoatómico. Los estados A y C están conectados por una transformación isotérmica. Si $P_D = 4 \times 10^5 \text{ Pa}$, $P_A = 1 \times 10^6 \text{ Pa}$ y $V_A = 10 \text{ l}$.

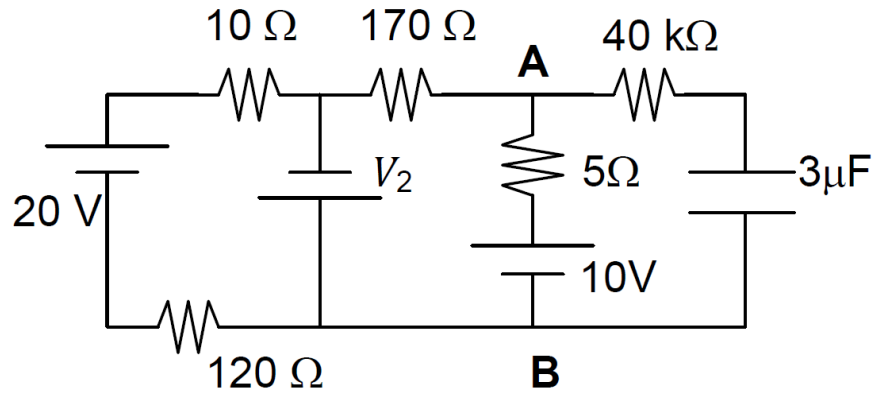


$$R = 8,314 \text{ J mol}^{-1}\text{K}^{-1}$$

- Determine el volumen V_B .
- Determine la temperatura de los estados A , B y D .
- Determine el trabajo efectuado en el ciclo $ABCD$.
- Determine el calor absorbido/entregado en el ciclo $ABCD$.
- Realice el gráfico en el plano PT .

Problema 3

En régimen estacionario (capacitor cargado), la potencia que disipa la resistencia de $5\ \Omega$ del circuito de la figura es $0,05\ W$.



Determine

- El valor de V_2 .
- La potencia P disipada por la resistencia de $120\ \Omega$.
- La diferencia de potencial V_{AB} entre los puntos A y B.
- La carga Q del capacitor.

Problema Teórico 1

Hoja de Respuesta

Inciso		Puntaje
a)		
b)		
c)		

Problema Teórico 2

Hoja de Respuesta

Inciso		Puntaje
a)		
b)		
c)		
d)		
e)		

Problema Teórico 3

Hoja de Respuesta

Inciso		Puntaje
a)		
b)		
c)		
d)		

Olimpiada Argentina de Física

Pruebas Preparatorias Segunda Prueba Parte Experimental

Nombre:

DNI:

Escuela:

- Antes de comenzar a resolver la prueba lea cuidadosamente TODO el enunciado de la misma.
- Escriba su nombre y su número de DNI 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.

Objetivo: Determinar el calor latente de fusión del agua.

Elementos:

- Recipiente aislante (vaso de café)
- Jeringa descartable de 10 cm³
- 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).

- a) 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.

- b) Coloque una cantidad de hielo a 0°C en el recipiente y agregue un 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.

c) A partir del análisis teórico realizado y de las mediciones, determine el valor de λ_f con su incerteza.

Problema Experimental
Hoja de respuestas.

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)	$\bar{\lambda}_f =$						

Problema Teórico 1
Hoja de Respuestas

Inciso		Puntaje
a.	$\pi = 20 \text{ g}$	2 pts
b.	$c = 0,1 \text{ cal g}^{-1}\text{C}^{-1}$	2 pts
c.	El estado final del sistema es 28,15 g agua, 1,85 g de vapor y 100 g de la sustancia desconocida a una temperatura de 100°C.	6 pts

a.

Del experimento 1. $m_a = 30 \text{ g}$; $T_i = 20^\circ\text{C}$; $M_a = 50 \text{ g}$; $T_0 = 60^\circ\text{C}$; $T_f = 40^\circ\text{C}$.

$$(m_a + \pi)c_a(T_f - T_i) + M_a c_a(T_f - T_0) = 0$$

$$\pi = \frac{M_a(T_0 - T_f) - m_a(T_f - T_i)}{(T_f - T_i)} = 20 \text{ g}$$

b.

Del experimento 2. $m_a = 80 \text{ g}$; $\pi = 20 \text{ g}$; $T_i = 40^\circ\text{C}$; $M = 100 \text{ g}$; $T_0 = 150^\circ\text{C}$; $T_f = 50^\circ\text{C}$.

$$(m_a + \pi)c_a(T_f - T_i) + M c(T_f - T_0) = 0$$

$$c = \frac{(m_a + \pi)c_a(T_f - T_i)}{M(T_0 - T_f)} = 0,1 \text{ cal g}^{-1}\text{C}^{-1}$$

c.

Del experimento 3. $m_a = 30 \text{ g}$; $\pi = 20 \text{ g}$; $T_i = 80^\circ\text{C}$; $M = 100 \text{ g}$; $T_0 = 300^\circ\text{C}$.

Primero se supone que el sistema llega a una $T_f < 100^\circ\text{C}$

$$(m_a + \pi)c_a(T_f - T_i) + M c(T_f - T_0) = 0$$

$$T_f = \frac{(m_a + \pi)c_a T_i + M c T_0}{(m_a + \pi)c_a + M c} = 116,67^\circ\text{C}^{-1} > 100^\circ\text{C}$$

Luego, el sistema alcanza una temperatura $T_f \geq 100^\circ\text{C}$.

Supongo que $T_f = 100^\circ\text{C}$ y que se evapora una masa m_v de agua.

$$(m_a + \pi)c_a(T_f - T_i) + m_v \lambda_v + M c(T_f - T_0) = 0$$

$$m_v = \frac{(m_a + \pi)c_a(T_i - T_f) + M c(T_0 - T_f)}{\lambda_v} = 1,85 \text{ g}$$

El estado final del sistema es 28,15 g agua, 1,85 g de vapor y 100 g de la sustancia desconocida a una temperatura de 100°C.

Problema Teórico 2
Hoja de Respuestas

Inciso		Puntaje
a.	$V_B = 2,5 \times 10^{-2} m^3 = 25 l$	1 pto
b.	$T_A = 300,7 K$ $T_B = 751,7 K$ $T_D = 120,3 K$	3 ptos
c.	$W_{ABCD A} = 9 \times 10^3 J$	2 ptos
d.	$Q = 9 \times 10^3 J$	1 pto
e.		3 ptos

a.

Del diagrama $V_B = V_C$

$$P_A V_A = nRT_A = nRT_C = P_C V_C$$

$$\Rightarrow V_B = V_A \frac{P_A}{P_C} = 2,5 \times 10^{-2} m^3 = 25 l$$

b.

$$P_A V_A = nRT_A \Rightarrow T_A = \frac{P_A V_A}{nR} = 300,7 K$$

$$P_B V_B = nRT_B \Rightarrow T_B = \frac{P_B V_B}{nR} = 751,7 K$$

$$P_D V_D = nRT_D \Rightarrow T_D = \frac{P_D V_D}{nR} = 120,3 K$$

c.

Ciclo $ABCD A$: Procesos $A \rightarrow B$ y $C \rightarrow D$: Procesos isobáricos.

Procesos $B \rightarrow C$ y $D \rightarrow A$: Procesos isocóricos: $W_{BC} = W_{DA} = 0$

$$W_{ABCD} = W_{AB} + W_{CD} = P_A(V_B - V_A) + P_D(V_D - V_C)$$

Dado que $V_A = V_D$ y $V_B = V_C$

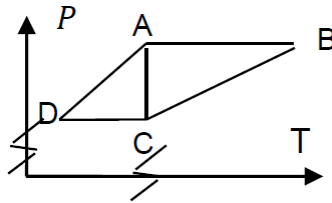
$$W_{ABCD} = P_A(V_B - V_A) + P_D(V_A - V_B)$$

$$W_{ABCD} = (P_A - P_D)(V_B - V_A) = 9 \times 10^3 J$$

d. Ciclo $ABCD$: La variación de energía interna $\Delta U = 0 = Q - W$

$$\Rightarrow Q = W = 9 \times 10^3 J$$

e.



Problema Teórico 3
Hoja de Respuestas

Inciso		Puntaje
a.	$V_2 = 7,5 V$	3 ptos
b.	$P_{120\Omega} = 5,39 W$	3 ptos
c.	$V_{AB} = 9,5 V$	3 ptos
d.	$Q = 28,5 \mu C$	1 pto

a. Dado que el capacitor está cargado, no circula corriente por la resistencia de $40 k\Omega$ y por las resistencias de 5Ω y de 170Ω circula la misma corriente i_3 dada por,

$$P_{5\Omega} = i_3 V_{5\Omega} = R_{5\Omega} i_3^2 \Rightarrow i_3 = \sqrt{\frac{P_{5\Omega}}{R_{5\Omega}}} = \sqrt{\frac{0,05 W}{5 \Omega}} = 0,1 A$$

Se tiene que

$$V_2 = i_3 (R_{5\Omega} + R_{170\Omega}) - V_3 = 0,1 A \times 175\Omega - 10 V = 7,5 V$$

b. Sea i_1 la corriente que circula por la resistencia de 120Ω , luego

$$V_{20V} - i_1 R_{10\Omega} + V_2 - i_1 R_{120\Omega} = 0$$

$$i_1 = \frac{V_{20V} + V_2}{R_{10\Omega} + R_{120\Omega}} = 0,212 A$$

$$\Rightarrow P_{120\Omega} = R_{120\Omega} i_1^2 = 5,39 W$$

c.

$$V_{AB} = V_{10V} - R_{5\Omega} i_3 = 9,5 V$$

d. Dado que por la resistencia de $40 k\Omega$ no circula corriente, la caída de tensión en el capacitor V_C es,

$$V_C = V_{AB} = 9,5 \text{ V}$$

Y la carga Q en el capacitor es,

$$Q = C V_{AB} = 3\mu\text{F} \times 9,5 \text{ V} = 28,5 \mu\text{C}$$

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.