DEPARTAMENTO DE FÍSICA APLICADA EXAMEN DE TEORÍA DE F.F.I.	11 de Septiembre de 2000

1. Completa la siguiente tabla, indicando si la magnitud en cuestión es vectorial o escalar y sus unidades en el Sistema Internacional:

Magnitud	Escalar o vectorial	Unidades
Flujo campo eléctrico	*Escalar*	*m^2N/C* ó *Vm* ó *$Kg\ m^3\ s^{-3}\ A^{-1}$*
Intensidad de corriente	*Escalar*	*A*
Densidad de corriente	*Vectorial*	*A/m^2*
Fuerza contraelectromotriz	*Escalar*	*V*
Reactancia capacitiva	*Escalar*	*W*

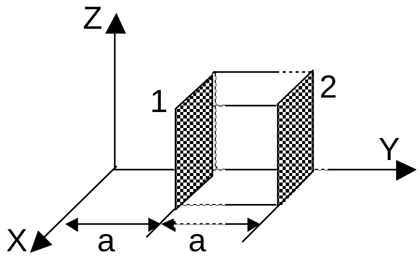
2. Dado el campo escalar U= $3x^2y^2 + 2zx - y^2z^2$, calcula:
   a) Gradiente de U en el punto (1,0,1).
   b) ¿Es el campo ∇U conservativo? Justifica la respuesta.

   a) $\nabla U = (6xy^2 + 2z)\vec{i} + (6x^2y - 2yz^2)\vec{j} + (2x - 2y^2z)\vec{k}$

   $\nabla U\big|_{(1,0,1)} = 2\vec{i} + 2\vec{k} = 2(\vec{i} + \vec{k})$

   b) Un campo vectorial es conservativo si se puede escribir como el gradiente de una función escalar. Evidentemente, ∇U *es el gradiente de la función escalar U.*

3. Enuncia el Teorema de Gauss y aplícalo para calcular la carga encerrada en el cubo de la figura, donde está definido un campo eléctrico $\vec{E} = (0, ay^2, 0)$.



El flujo del campo eléctrico a través de una superficie cerrada es igual a la carga total encerrada dentro de la superficie dividido por e_0:

$$f = \frac{Q_{enc}}{e_0}$$

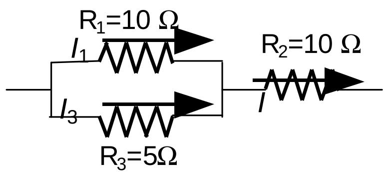
Aplicando el teorema de Gauss,

$$f = \int_S \vec{E}\cdot d\vec{S} = \int_{S_1} \vec{E}\cdot d\vec{S} + \int_{S_2} \vec{E}\cdot d\vec{S} = -\int_{S_1} E\,dS + \int_{S_2} E\,dS = -E_1\int_{S_1} dS + E_2\int_{S_2} dS = -E_1 S_1 + E_2 S_2 =$$

$$= -a\,a^2\,a^2 + a\,(2a)^2\,a^2 = -a^5 + 4a^5 = 3a^5$$

$$f = \frac{Q_{enc}}{e_0} \quad \Rightarrow \quad Q_{enc} = e_0\,f = 3\,e_0\,a^5$$

4. En el circuito de la figura, indicar:
   a) ¿Qué resistencia disipa más potencia por efecto Joule?
   b) ¿Qué resistencia disipa menos potencia?
   Justificar las respuestas.



$P = I^2 R$

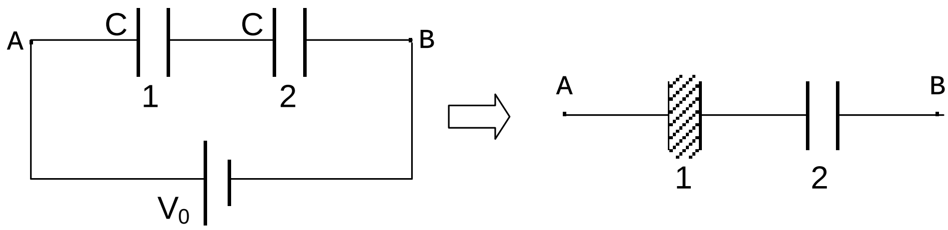
Resistencia 2: $P_2 = 10\, I^2$

Resistencias 1 y 3:

$$\left.\begin{array}{l} I = I_1 + I_3 \\ 10\, I_1 = 5 I_3 \end{array}\right\} \Rightarrow \left.\begin{array}{l} I_1 = \frac{1}{3} I \\ I_3 = \frac{2}{3} I \end{array}\right\} \Rightarrow \left.\begin{array}{l} P_1 = R_1\, I^2{}_1 = \frac{10}{9} I^2 \\ P_3 = R_3\, I^2{}_3 = \frac{20}{9} I^2 \end{array}\right\} \quad \text{Por tanto,} \quad P_1 < P_3 < P_2$$

   a) Resistencia 2.
   b) Resistencia 1.

5. Dos condensadores iguales de capacidad C unidos en serie, se conectan a una fuente de tensión V_0. Tras desconectar la fuente, a uno de los dos condensadores se le introduce un dieléctrico de ε_r=3 que llena todo el espacio del condensador. Completa la siguiente tabla:



	C_{eq}	Q_{TOTAL}	V_{AB}	Energía almacenada
Antes de introducir el dieléctrico en el condensador 1	C/2	V_0 C/2	V_0	$V_0^2\, C/4$
Después de introducir el dieléctrico en el condensador 1	3C/4	V_0 C/2	2 V_0/3	$V_0^2\, C/6$

ANTES:

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C} = \frac{2}{C} \quad \Rightarrow \quad C_{eq} = \frac{C}{2}$$

$$Q_{total} = V_0\, C_{eq} = \tfrac{1}{2} V_0\, C$$

$$V_{AB} = V_0$$

$$W = \tfrac{1}{2} V_0^2\, C_{eq} = \tfrac{1}{4} V_0^2\, C$$

DESPUES: la capacidad del condensador 1 es ahora 3*C*, y la carga no varía en el proceso:

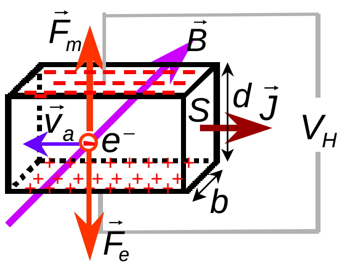
$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{3C} + \frac{1}{C} = \frac{4}{3C} \quad \Rightarrow \quad C_{eq} = \frac{3C}{4}$$

$$V_{AB} = Q_{total} / C_{eq} = \tfrac{2}{3} V_0$$

$$W = \tfrac{1}{2} V_{AB}^2\, C_{eq} = \tfrac{1}{6} V_0^2\, C$$

6. Describe el efecto Hall y deduce la expresión de la tensión Hall.

El efecto Hall se produce cuando en un material conductor o semiconductor, por el cual circula una corriente, se aplica un campo magnético perpendicular al movimiento de las cargas. Sobre dichas cargas, aparecen fuerzas magnéticas, perpendiculares a la velocidad de las cargas y al campo magnético, que alteran la concentración de cargas en el material. Dicha concentración de cargas crea a su vez un campo eléctrico, que produce un fuerza contraria a la fuerza magnética (ver figura). En el equilibrio, el módulo de ambas fuerzas es el mismo:



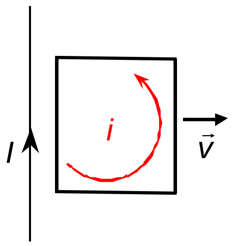
$$\left|\vec{F}_e\right| = \left|\vec{F}_m\right|$$

$$q\, E = q\, v_a\, B$$

$$\frac{V_H}{d} = v_a\, B \quad \Rightarrow \quad V_H = v_a\, B\, d = \frac{I\, B\, d}{n\, q\, S} = \frac{I\, B}{n\, q\, b}.$$

En esta expresión, *I* es la intensidad de corriente que circula, *B* es el módulo del campo magnético aplicado, *n* es la concentración de portadores de carga, *q* es la carga eléctrica de dichos portadores de carga, *d* es el espesor de la lámina, *S* es la superficie transversal de la lámina, y *b* es la anchura de la lámina (ver figura).

7. Enuncia la Ley de Faraday y pon un ejemplo en el que aparezcan corrientes inducidas, indicando el sentido correspondiente.



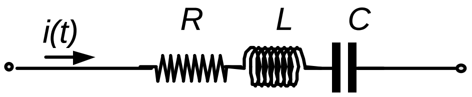
La fuerza electromotriz inducida en un circuito es igual menos la derivada del flujo que atraviesa la superficie delimitada por dicho circuito respecto del tiempo:

$$e = -\frac{df}{dt}$$

8. Justificar el comportamiento de los semiconductores tipo "N" y tipo "P", cuando aumentamos la temperatura y cuando comprobamos la existencia del efecto Hall.

9.- Explica brevemente el comportamiento de la unión PN polarizada en forma activa

10. Por un dipolo RLC circula una intensidad sinusoidal *i(t)=5√2·cos(5000t+45º)A.* La resistència tiene un valor de *10W*, el condensador es de *10mF*, y la bobina tiene una autoinducción de *2mH.* Determina el valor instantáneo de la diferencia de potencial en los tres elementos.



<u>Resistencia</u>

$$U_m^R = I_m R = 5\sqrt{2}\times 10 = 50\sqrt{2}$$
$$j = j_u - j_i = 0 \quad \Rightarrow \quad j_u = j_i = 45$$
$$u(t) = 50\sqrt{2}\cos(5000t + 45^{\circ})\,V$$

<u>Condensador</u>

$$U_m^C = \frac{I_m}{Cw} = \frac{5\sqrt{2}}{5000\times 10\times 10^{-6}} = 100\sqrt{2}$$
$$j = j_u - j_i = -90 \quad \Rightarrow \quad j_u = j_i - 90 = -45$$
$$u(t) = 100\sqrt{2}\cos(5000t - 45^{\circ})\,V$$

<u>Bobina</u>

$$U_m^L = I_m L w = 5\sqrt{2}\times 5000\times 2\times 10^{-3} = 50\sqrt{2}$$
$$j = j_u - j_i = 90 \quad \Rightarrow \quad j_u = j_i + 90 = 135$$
$$u(t) = 50\sqrt{2}\cos(5000t + 135^{\circ})\,V$$