

Martes 2/02/2016

Tiempo: 120 minutos

Nombre:

D.N.I:

**Instrucciones.**

1. *Escriba su nombre y D.N.I. en cada folio que entregue.*
2. *Conteste de forma concisa y razonadamente. Justifique siempre su respuesta.*
3. *Está totalmente prohibido el uso de calculadoras o móviles durante el examen.*
4. *Al final del examen, grape todas las hojas que vaya a entregar.*
5. *Al final del examen, firme la hoja de asistencia, en caso contrario el examen no tendrá validez.*

**Cuestiones**

**C1] [0.5 puntos]** Suponga dos bolas, separadas por cierta distancia, portando igual carga y produciendo una fuerza repulsiva cada una sobre la otra. Si una fracción de la carga de una bola es transferida a la segunda, el módulo de la fuerza eléctrica entre ellas ¿ aumentará, disminuirá o seguirá igual ?. Justifique su respuesta.

**C2] [[0.5 puntos]** Si una carga se traslada a una pequeña distancia en la dirección de un campo eléctrico, ¿ aumenta o disminuye su energía potencial electrostática?. Justifique su respuesta.

**C3] [0.5 puntos]** ¿ Un campo magnético contante puede poner en movimiento un protón en reposo?. Justifique su respuesta.

**C4] [0.5 puntos]** Si tenemos 3 condensadores iguales y una batería, ¿ cómo se combinarían de manera que almacenaran la máxima energía posible ?. Justifique su respuesta.

**C5] [0.5 puntos]** Se quiere usar un circuito RLC para sintonizar una emisora AM que emite a una frecuencia de 1.59 MHz ( $1,59 \approx \frac{10^7}{2\pi}$ ), para ello se dispone de un único condensador de 10 nF y una colección de bobinas de cualquier valor. ¿ Qué inductancia elegiría para que el circuito sintonizador funcionara eficientemente?

**C6] [0.5 puntos]** Si un electrón se traslada a una órbita menor, ¿ aumenta o disminuye su energía cinética según el modelo de Bohr ?. Justifique su respuesta.

# Problemas

**P1][1 punto]** Una esfera sólida de radio  $a$  tiene una densidad de carga volumétrica uniforme  $\rho$  y una carga positiva total  $Q$ . Calcule la magnitud del campo eléctrico en un punto fuera de la esfera usando la ley de Gauss

**P2][1 punto]** Dos raíles conductores paralelos separados de  $40\text{ cm}$ , figura 1(a), y una barra también conductora que se desliza sobre ellos con una velocidad constante de  $v = 0,2\text{ m/s}$  alejándose del extremo origen que está cerrado por una resistencia de  $5\ \Omega$ . Se considera que tanto los raíles y la barra son conductores ideales que carecen de resistencia. Bajo los raíles existe un campo magnético uniforme de  $0,5\text{ T}$  perpendicular y saliente del plano del papel. a) Calcular la fem y b) corrientes inducidas en el circuito (indicando su dirección).

**P3][1 punto]** La diferencia de potencial entre los extremos de un elemento en un circuito son las siguientes:  $v(t) = 10\sin(10t + 5\pi/6)\text{ V}$  y  $i(t) = 100\sin(10t + \pi/3)\text{ A}$ . ¿ De qué elemento se trata?. Justifique su respuesta y calcule su valor.

**P4][1 punto]** Suponiendo el modelo de diodo ideal en el circuito de la figura 1(b) , calcule a) la caída de potencia en cada diodo y b) la corriente en cada diodo.

**P5][1 punto]** El 2N7000 es un MOSFET con  $v_{to} = 2\text{ V}$  y  $R_{DS(ON)} = 10\ \Omega$ . Calcular el voltaje de salida  $V_{out}$ , en el circuito de la figura 1(c), cuando a)  $V_{in}=0\text{ V}$  y b)  $V_{in}=4.5\text{ V}$ .

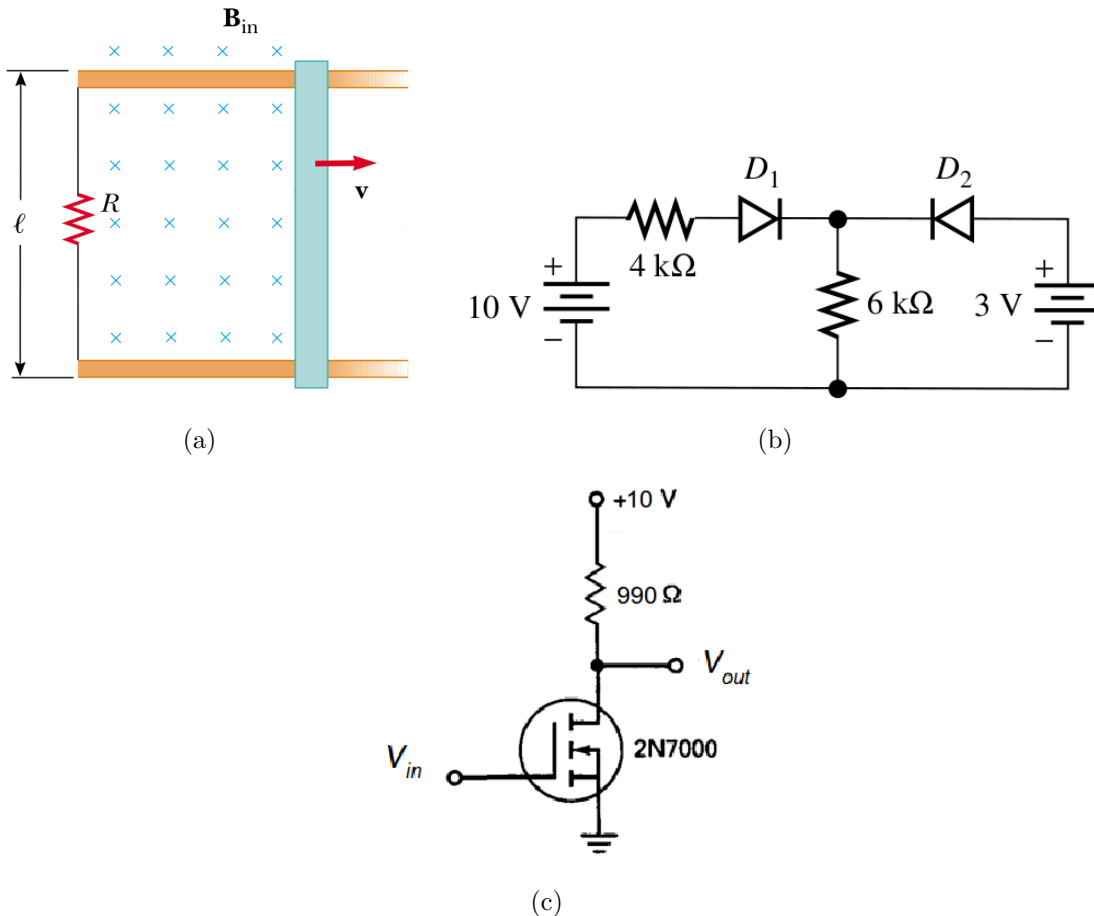


Figura 1: a) Figura del problema P2; b) Figura del problema P4; c) Figura del problema P5.

C1) [0'5 puntos]

- Fuerza en el primer escenario  $F = k \frac{q^2}{d^2}$
- Fuerza en el segundo escenario  $F' = k \frac{(q - \Delta q)(q + \Delta q)}{d^2}$

$$F' = k \frac{q^2 - \Delta q^2}{d^2} = \frac{k q^2}{d^2} - k \frac{\Delta q^2}{d^2} = F - k \frac{\Delta q^2}{d^2}$$

$$\text{Como } k \frac{\Delta q^2}{d^2} > 0 \Rightarrow F' < F \quad [0'5 \text{ puntos}]$$

La fuerza disminuye

C2) [0'5 puntos]

- El campo eléctrico siempre apunta hacia las zonas de potencial decreciente ~~decreciente~~  $\Rightarrow \Delta V < 0$  [0'25 puntos]
  - La energía potencial varía como  $\Delta U = \Delta V \cdot q$
- $\Rightarrow$  la variación depende de  $q$

$$\Delta U = \begin{cases} \Delta U < 0 & \text{si } q > 0 \\ \Delta U > 0 & \text{si } q < 0 \end{cases} \quad [0'25 \text{ puntos}]$$

C3] [0'5 puntos]

Fuerza sobre una carga dentro de un campo magnético

$$\vec{F}_B = q \vec{v} \times \vec{B} \quad [0'25 \text{ puntos}]$$

Como  $\vec{v} = 0 \Rightarrow \vec{F}_B = 0$

Si  $\vec{F}_B = 0 \Rightarrow$  No puede poner en movimiento un protón. [0'25 puntos]

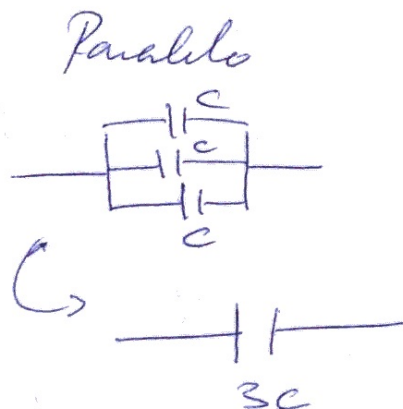
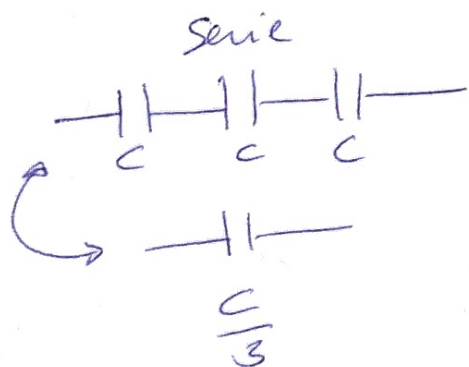
---

C4] [0'5 puntos]

Energía potencial almacenada en un condensador

$$U = \frac{1}{2} C V^2 ; \text{ como } V = ct \Rightarrow U \propto C \quad [0'25 \text{ puntos}]$$

y la capacidad es máxima cuando combinamos los condensadores en paralelo [0'25 puntos]



C5] [0,5 puntos]

Queremos que la frecuencia de resonancia sea la de emisión de una AM;  $\Rightarrow f = f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = 1,59 \text{ MHz} = \frac{10^7}{2\pi} \text{ Hz}$

[0,25 puntos]

$\Rightarrow$

$$2\pi f_0 = \omega_0 = 10^7 \text{ Hz} \approx \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$\Rightarrow 10^{14} = \frac{1}{LC} \Rightarrow L = \frac{1}{10^{14} \cdot 10^{-8}} = \frac{1}{10^6} = 1 \mu\text{H}$$

La inductancia ha de ser  $1 \mu\text{H}$ . [0,25 puntos]

[0,5 puntos]

C6] Pasamos de  $u \rightarrow m$  con  $m < u$ ;  $u, m \in \mathbb{N}$

IV postulado de Bohr  $\underbrace{m_e v r = n \hbar}_{[0,25 \text{ puntos}]} \Rightarrow v = \frac{n \hbar}{m_e r}$

los radios del átomo de H  $r = a_0 n^2$

$$\Rightarrow v = \frac{n \hbar}{m_e a_0 n^2} = \left( \frac{\hbar}{m_e a_0} \right) \frac{1}{n}$$

↑  
cte

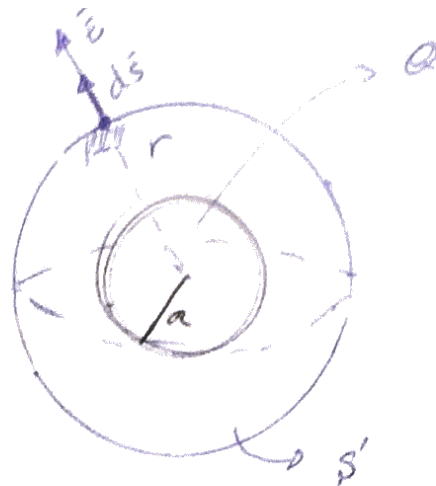
$v$  es inversamente proporcional al número cuántico principal

$\Rightarrow$  la velocidad **aumenta** y por tanto la energía cinética  $\rightarrow$  [0,25 puntos]

P1] [1 punto]

ley de Gauss

$$\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{s} = \frac{Q_{\text{int}}}{\epsilon_0} \quad [0.25 \text{ puntos}]$$



$$\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{s} = \int_S \vec{E} \cdot d\vec{s} = \int_S E_{\text{uniforme}} ds = E \int_S ds = E 4\pi r^2$$

$$Q_{\text{int}} = Q \Rightarrow E 4\pi r^2 = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2} = k \frac{Q}{r^2} \quad [0.75 \text{ puntos}]$$

P2] [1 punto];  $l = 0.4 \text{ m}$ ;  $v = 0.2 \text{ m/s}$ ;  $R = 5 \Omega$ ;  $B = 0.5 \text{ T}$

$$\mathcal{E} = - \frac{d\phi_B}{dt}; \quad \phi_B = \int_S \vec{B} \cdot d\vec{s} = \int_B B ds = B \int_S ds = B \cdot l \cdot x$$

$$x = v \cdot t \Rightarrow \phi_B = B l v \cdot t \Rightarrow \frac{d\phi}{dt} = B l v$$

$$\mathcal{E} = - 0.5 \cdot 0.4 \cdot 0.2 = -40 \cdot 10^{-3} \text{ V} = -40 \text{ mV} = -0.04 \text{ V} \quad [0.5 \text{ puntos}]$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{-0.04 \text{ V}}{5 \Omega} = -0.008 \text{ A} = -8 \text{ mA} \quad [0.25 \text{ puntos}]$$

La corriente será antihoraria, ya que así se opondrá al aumento de flujo magnético que le crea (ley de Lenz) [0.25 puntos]

P3] [1 punto]

$$v(t) = 10 \cos(10t + \frac{5\pi}{6}) \quad , \quad i(t) = 100 \cos(10t + \pi/3)$$

$$\phi_{ax,v} - \phi_{ax,i} = \frac{5\pi}{6} - \frac{\pi}{3} = \frac{5\pi - 2\pi}{6} = \frac{3\pi}{6} = +\frac{\pi}{2}$$

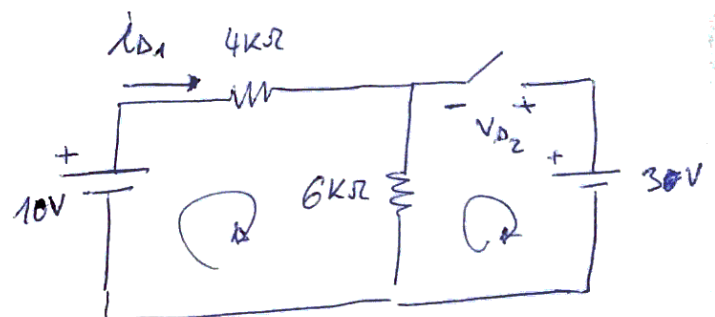
La corriente está atrasada respecto al voltaje  
 $\Rightarrow$  se trata de un inductor [0.5 puntos]

$$X_L = \frac{V_{max}}{I_{max}} = \frac{10}{100} = \omega L \Rightarrow L = 0.01 \text{ H}$$

[0.5 puntos]

P4] [1 punto]

D1 conduce y D2 en corte [0.25 puntos]  
 $i_{D1} > 0$        $V_{D2} < 0$



$$10 - i_{D1} 4k\Omega - i_{D1} 6k\Omega = 0$$

$$\Rightarrow i_{D1} = 1 \text{ mA} > 0$$

$$i_{D2} = 0$$

[0.25 puntos]

$$3V - V_{D2} - 6V = 0$$

$$\Rightarrow V_{D2} = -3V$$

$$V_{D1} = 0$$

[0.25 puntos]

Como  $i_{D1} > 0$  y  $V_{D2} < 0$  mi suposición inicial  
 es correcta [0.25 puntos]



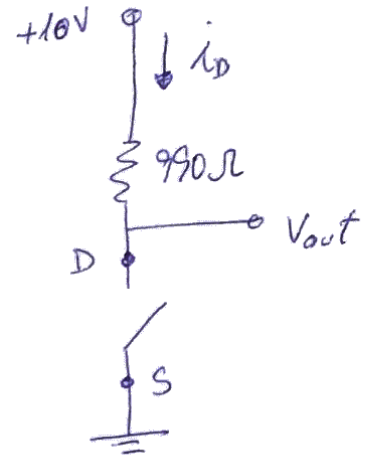
P5] [1 punto]  $V_{to} = 2V$ ;  $R_{DS(on)} = 10\Omega$

a)  $V_{in} = 0 \Rightarrow V_{gs} = 0 < V_{to} \Rightarrow$  R. de Corte

$\Rightarrow I_D = 0$

Aplicamos 2<sup>a</sup> regla de Kzdr.

$V_{out} = 10V$  [0.5 puntos]

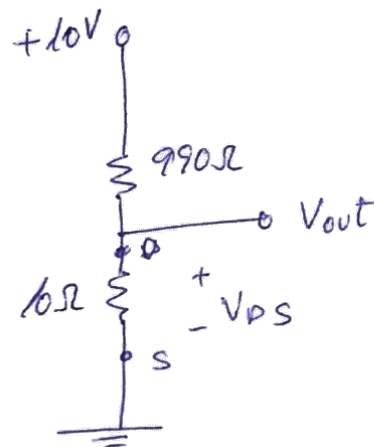


b)  $V_{in} = 4.5V \Rightarrow V_{gs} = 4.5V > V_{to} \Rightarrow$  No estoy en R. Corte

Supongamos R. ohmica

Es un divisor de tensión

$V_{out} = 10V \cdot \frac{10\Omega}{(990 + 10)\Omega} = 0.1V$  [0.25 puntos]



$V_{DS} = V_{out} = 0.1V$

$V_{DS} < V_{gs} - V_{to}$   
 $0.1V < 4.5V - 2V$   
 $2.5$

$\Rightarrow$  Nuestra suposición de R. ohmica es correcta [0.25 puntos]