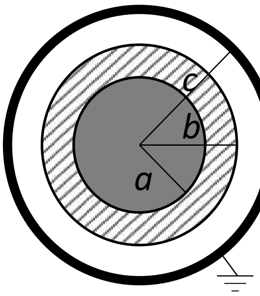
ELECTROMAGNETISMO II

2º Curso Grado de Ingeniería Electrónica de Comunicaciones Curso 2014-15

TEMA 1. Energía y fuerzas en campos electrostáticos y magnetostáticos. Energía electromagnética.

1. Dos esferas conductoras idénticas, de radio R, tienen respectivamente cargas q_1 y q_2, y la distancia entre sus centros es r >>R. a) Calcular la energía electrostática del sistema; b) Calcular el cambio en la energía electrostática cuando se conectan eléctricamente ambas esferas mediante un alambre conductor.

2. Un conductor esférico de radio *a*, cargado con una carga *Q*, está rodeado por una corteza esférica conductora de radio *c* conectada a tierra. En el interior se sitúa un dieléctrico de permitividad ε, que ocupa el espacio situado entre *a* y *b*, quedando el resto del espacio vacío ($a < b < c$). Calcular la energía eléctrica almacenada en el sistema.



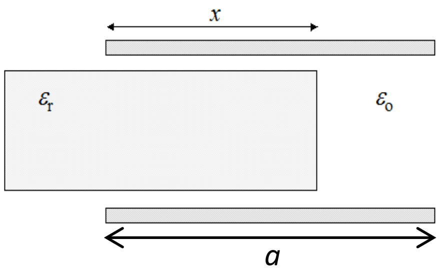
3. Una esfera conductora de radio *R* se carga a un potencial V_0 y se aísla. A continuación se sitúa sobre ella una capa esférica de radios *R* y *2R* de un material dieléctrico de permitividad $\varepsilon = \varepsilon_0\, 2R/r$, siendo r la distancia al centro de la esfera. Calcular la energía eléctrica del sistema.

4. La región entre dos esferas conductoras concéntricas de radios, *a* y *b* ($a < b$) está rellena de un material dieléctrico inhomogéneo cuya permitividad dieléctrica viene dada por la expresión:
$$\varepsilon = \frac{\varepsilon_0}{1+kr}$$
donde *k* es una constante. La esfera interior se carga con una carga Q mientras que la exterior se mantiene a tierra. Hallar la energía del sistema.

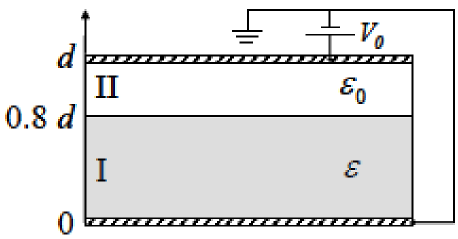
5. Sobre una esfera conductora de radio *a*, cargada con una carga *q*, se coloca un estrato dieléctrico isótropo y esférico con $\varepsilon(r) = \varepsilon_0 \dfrac{b^2}{r^2}$, concéntrico con la esfera conductora de radios *a* y *b* ($b > a$). Hallar la energía electrostática de la esfera.

6. Un dieléctrico de permitividad no uniforme $\varepsilon = \varepsilon_0 e^{\alpha x}$ llena el espacio comprendido entre las placas de un condensador plano-paralelo, una de las cuales, coincidente con el plano YZ está a tierra, mientras que la otra, separada una distancia *d* en el sentido positivo del eje X, se encuentra a un potencial *V*. Calcular la fuerza sobre las placas del condensador.

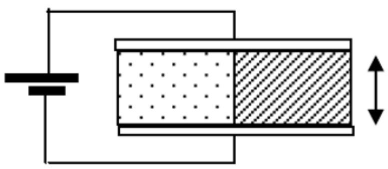
7. Dos láminas conductoras paralelas tienen numéricamente la misma densidad superficial de carga, σ, pero de signo opuesto y están separadas por un dieléctrico de permitividad $\varepsilon_r = 3$. La intensidad de campo eléctrico resultante en el dieléctrico es 10^6 V/m. En estas condiciones, se aísla el sistema y se extrae parcialmente el dieléctrico, tal y como se ilustra en la figura. ¿Cuál es la fuerza que actúa sobre el dieléctrico?



8. Considérese un condensador plano paralelo cuya distancia entre placas es d. La placa inferior está a tierra mientras que la superior se mantiene a un potencial V_0. En estas condiciones se introduce en el condensador, en contacto con la placa a tierra, una lámina dieléctrica de permitividad ε y de espesor 0.8 d. Determinar la energía del condensador.



9. Un condensador plano de área a x b tiene el espacio entre sus placas ocupado por dos dieléctricos de permitividades ε_1 y ε_2 que llenan cada uno la mitad del espacio entre las mismas como se muestra en la figura. La separación entre placas es d. Si manteniendo las placas conectadas a una batería de d.d.p. V_0 se extrae con velocidad constante v el trozo de dieléctrico de permitividad ε_2, calcular:
   a) El balance energético del proceso.
   b) La corriente eléctrica que circula entre la batería y el condensador durante el proceso de extracción del dieléctrico.
   Nota: Despreciar los efectos de borde y los rozamientos.



10. Un condensador cilíndrico de radio interior a, radio exterior b y longitud L ($L>>b$) se carga con una d.d.p. V_0 y se aísla. A continuación se introduce un dieléctrico de permitividad $\varepsilon=\varepsilon_o b/r$ que ocupa el espacio comprendido entre $r=a$ y $r=c$ ($a<c<b$). Calcular la variación de energía que se produce al introducir el dieléctrico.
Repetir el cálculo si el condensador se conecta a una batería que mantiene constante e igual a V_0 la diferencia de potencial entre las placas.

11. Un condensador plano paralelo de dimensiones *a* (horizontal) y *b* (profundidad) y distancia de separación entre placas *d* tiene el espacio comprendido entre placas ocupado por un dieléctrico de permitividad ε. Si se extrae el dieléctrico mientras se conecta el condensador a una batería V_0. Calcular la potencia suministrada para extraer el dieléctrico a velocidad constante *v*. *(Examen Junio 2014)*

12. Dado un solenoide muy largo con N vueltas por unidad de longitud y radio R, calcular la fuerza radial, por unidad de longitud, sobre una vuelta del arrollamiento suponiendo: a) que la corriente del solenoide se mantiene constante; b) que el flujo se mantiene constante por el sistema de una bobina superconductora aislada.

13. Un cable coaxial, de radio interior a y exterior b, conecta una batería de voltaje V con una resistencia R. La longitud del cable coaxial es l (l >>a, b). Se desprecian los efectos de bordes y, en principio, también la resistencia del cable. Calcular:
   a) La energía eléctrica y magnética almacenada en el cable.
   b) La potencia disipada en la resistencia mediante aplicación del teorema de Poynting.

14. Un condensador plano-paralelo de placas circulares de radio R y distancia entre placas d tiene en su interior un dieléctrico imperfecto de permitividad, ε, y conductividad, σ. El condensador está inicialmente descargado y comienza a cargarse mediante una corriente eléctrica de valor constante I_0, que permanecerá siempre con este valor. Hallar:
   a) El vector de Poynting en un punto cualquiera del interior del condensador.
   b) El flujo del vector de Poynting a través del área lateral del condensador comprobando el teorema de Poynting.

15. Por un solenoide de radio b, longitud l (l >> b) y N espiras, circula una corriente eléctrica I. El interior del solenoide está totalmente relleno con dos materiales aislantes, magnéticamente lineales, de permeabilidades $\mu 1$ y $\mu 2$, respectivamente. El primero ocupa el espacio 0 < r < a; el segundo el espacio a < r < b (a < b). Calcular:
   a) La energía magnética almacenada en el interior del solenoide.
   b) Si la corriente varía como $I = I_0 \frac{t}{\tau}$ comprobar el teorema de Poynting en el interior del solenoide.

16. Un solenoide de radio a, longitud L >> a, y n espiras por unidad de longitud, está recorrido por una corriente I_S. Coaxial con el solenoide hay una espira circular de radio b >> a, cuya resistencia es R. Cuando la corriente en el solenoide se disminuye gradualmente de forma lineal, $I_S = I_{So}-kt$, aparece una corriente inducida I_R en la espira. Calcular el flujo del vector de Poynting a través de la superficie del solenoide comprobando el teorema de Poynting.

17. Un solenoide largo y estrecho de radio a tiene n espiras por unidad de longitud y está recorrido por una corriente I_0 que en un cierto instante empieza a disminuir linealmente hasta anularse, según la ecuación $I = I_0 - kt$. En el exterior, y coaxial con el solenoide, se coloca un tubo conductor de

radios b y c (c>b>a), de conductividad σ, permitividad ε_0 y permeabilidad μ_0. Durante el tiempo que tarda en anularse la intensidad de la corriente del solenoide, calcular:

a) La energía magnética almacenada por unidad de longitud en el solenoide
b) El flujo por unidad de longitud del vector de Poynting a través del área del tubo.
c) El balance energético mediante la comprobación del teorema de Poynting en el tubo conductor.