


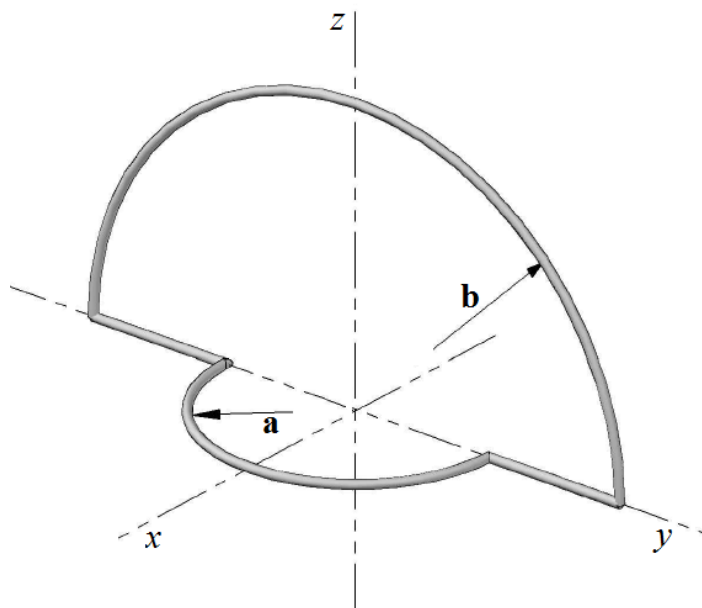
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES		
M.Sc. LUIS DIEGO MARÍN NARANJO	IE-0307 – I CICLO 2015	
M.Sc. ADOLFO SANTANA REY	Primer examen parcial - 18/04/2015 Duración 3 horas	
		1.1


Instrucciones:

1. Leer cuidadosamente cada uno de los problemas. Resolver la totalidad de los problemas planteados en este examen indicando de forma detallada cada uno de los pasos para llegar a la solución. Explicar y justificar los procedimientos y la lógica utilizada para resolver cada pregunta que se le plantea. No se revisarán procedimientos que estén desordenados y/o tengan letras o números ilegibles.
2. Los resultados finales del examen deben ser presentados utilizando bolígrafo. No se atenderán reclamos por resultados o procedimientos hechos con lápiz.
3. Puede utilizar hojas en blanco, cuaderno de examen u hojas rayadas, para resolver su examen. En cualquier caso, debe numerar las hojas de su examen antes de entregarlo.
4. El examen es individual, y está permitido el uso de calculadora y libro de texto.
5. El tiempo máximo para resolver el examen es de 3 horas.
6. No usar teléfono celular durante el examen.

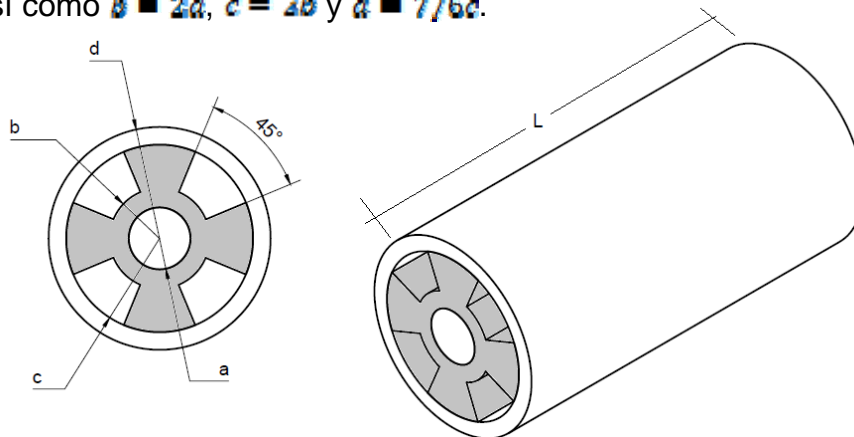
Problema 1 (25 %). En la siguiente figura se muestra una distribución de carga eléctrica uniforme, en el vacío, que se compone de dos semicírculos de radios a y b en los planos XY y YZ respectivamente, cuyos centros están situados en el origen, y unidos por dos secciones que se encuentran en el eje y . Si la carga eléctrica total de la distribución es de $2 \mu\text{C}$ y los radios a y b de los semicírculos son respectivamente 0.5 m y 1 m , determinar:

- a) La densidad de carga en $\mu\text{C}/\text{m}$ (5 %).
- b) El potencial eléctrico en el origen (10 %).
- c) La densidad de campo eléctrico en el origen (10 %).



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES		
M.Sc. LUIS DIEGO MARÍN NARANJO	IE-0307 – I CICLO 2015	
M.Sc. ADOLFO SANTANA REY	Primer examen parcial - 18/04/2015 Duración 3 horas	
		1.2

Problema 2 (25 %). La siguiente figura muestra los planos de construcción de un capacitor cilíndrico de longitud L , que tiene un soporte dieléctrico ϵ_r que permite que el conductor central esté concéntricamente alineado con el conductor exterior. Las partes huecas del relleno están en el vacío. Los radios de construcción del capacitor son: a , b , c y d están relacionados entre sí como $b = 2a$, $c = 2b$ y $d = 7/6c$.



- a. (15 %) Demostrar que la capacitancia de dicho capacitor es:

$$C = \frac{2\pi\epsilon_0\epsilon_r(a_r + 1)L}{(3a_r + 1) \ln 2}$$

- b. (10 %) Si el capacitor tiene una la diferencia de potencial V_0 entre los conductores interior y exterior y el dieléctrico tiene un valor de $\epsilon_r = (\sqrt{2} + 1)$, determinar la energía electrostática en dicho capacitor.

Problema 3 (50 %). Se adjunta un texto extraído de una referencia sobre Electromagnetismo (Electrostática). Con esta información exponer lo que se solicita:

- Explicar el giro de la turbina eléctrica con el viento de electróstática del GVG.
- Explicar el comportamiento del penacho o hebras de seda con el GVG.
- Analizar como se puede determinar la carga eléctrica generada en el GVG utilizando la cubeta de Faraday y el electrómetro, si se conoce la capacitancia del sistema de medición.

3-9 RIGIDEZ DIELECTRICA

La intensidad de campo E en un dieléctrico no puede aumentarse indefinidamente. Si se sobrepasa cierto valor, ocurre una chispa o descarga eléctrica y se dice que el dieléctrico sufre una falla de aislación. La máxima intensidad de

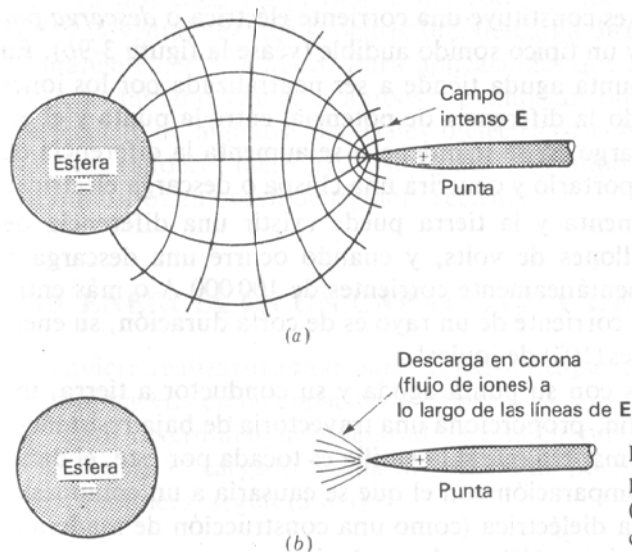


Figura 3-9 : Conductores esférico y de punta mostrando su mapa de campo (a) mostrando el intenso campo E cerca de la punta produciendo una descarga de corona en el aire (b).

campo que un dieléctrico puede soportar sin que ocurra una descarga eléctrica se llama *rigidez dieléctrica*.

En el diseño de capacitores es importante conocer la máxima diferencia de potencial que puede aplicarse antes de que ocurra la descarga disruptiva o disrupción. Para una separación o espaciamento determinado de placas, esta disrupción es proporcional a la rigidez dieléctrica del medio entre las placas. El radio de curvatura de la superficie conductora es otro factor. El campo eléctrico E adyacente a un conductor es proporcional a la densidad de carga eléctrica ρ_s sobre la superficie del conductor (Sec. 3-6), y esta densidad de carga tiende a ser mayor en las superficies con radio de curvatura pequeño y menor en las superficies con radio de curvatura grande (Sec. 3-19).

Al aumentar E gradualmente, ocurre la chispa en el aire casi inmediatamente después de que se excede cierto valor crítico del campo si el mismo es uniforme (E es paralelo en todas partes), pero puede ocurrir una descarga antes si el campo no es uniforme (diverge) con la subsecuente formación de un marco al aumentar E todavía más.

Cerca de las puntas agudas E puede llegar a ser muy alto (véase figura 3-9a), y aunque el aire se considera normalmente como un medio no conductor, contiene iones† producidos por los rayos cósmicos y por radiactividad en la Tierra. Por lo tanto, una punta cargada, atraerá iones de polaridad opuesta con una fuerza $F = qE$ (donde q = carga de ión), y si E es lo suficientemente grande, los iones se acelerarán a velocidades tales que pueden producir más iones

† Los iones son átomos o moléculas con una carga eléctrica. Por lo tanto, cuando un electrón es desligado de una molécula, la molécula a la que le falta un electrón se convierte en un ión positivo, mientras que una molécula que adquiere un electrón extra se convierte en un ión negativo.

por choque. Este flujo de iones constituye una corriente eléctrica o *descarga por corona* con un brillo visible y un típico sonido audible (véase la figura 3-9b). En este proceso la carga en la punta aguda tiende a ser neutralizada por los iones atraídos hacia ella, reduciendo la diferencia de potencial entre la punta y el espacio que la rodea. Sin embargo, si se mantiene o se aumenta la diferencia de potencial, el aire puede no soportarlo y ocurrirá una chispa o descarga eléctrica.

Entre una nube de tormenta y la tierra puede existir una diferencia de potencial de más de 100 millones de volts, y cuando ocurre una descarga o relámpago pueden fluir momentáneamente corrientes de 100 000 A o más entre la nube y el suelo. Aunque la corriente de un rayo es de corta duración, su energía puede ser de ¡1000 millones (10^9) de joules!

La varilla del pararrayos con su punta aguda y su conductor a tierra, inventada por Benjamin Franklin, proporciona una trayectoria de baja resistencia para la corriente del rayo, de manera que si la varilla es tocada por éste, el daño producido será mínimo en comparación con el que se causaría a un compuesto mal conductor, con estructura dieléctrica (como una construcción de madera o de mampostería). (El calentamiento I^2R puede producir vapor u otros gases con efectos explosivos.) En principio, una aguja de pararrayos debe ayudar a reducir el campo eléctrico arriba de ella por medio del efecto o descarga en corona y en consecuencia reducir las posibilidades de una descarga, pero el factor importante es que, si ocurre una descarga, la varilla con su cable a tierra y la adecuada conexión a tierra, pueden manejar la descarga del rayo sin que haya daño.

El fenómeno de descarga electrostática tiene muchas aplicaciones importantes. La impresión por electrochorro, la pintura por rociado alrededor de las esquinas y la precipitación de partículas materiales provenientes de los humos de chimeneas y otras se basan en principios electrostáticos, como son también todas las máquinas copiadoras electrofotográficas y similares (véanse los problemas 2-4-1, 3-5-5, 3-5-7, 3-5-13 y 3-5-14).

Tabla 3-3 Rigideces dieléctricas

Material	Rigidez dieléctrica MV m^{-1}
Aire (a presión atmosférica)	3
Petróleo, aceite mineral	15
Papel (impregnado)	15
Poliestireno	20
Caucho (duro)	21
Baquelita	25
Vidrio (placa)	30
Parafina	30
Cuarzo (fundido)	30
Mica	200