FACULTAD DE INGENIERIA
Universidad de Buenos Aires

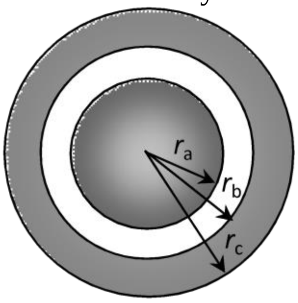
Guía 2: *Electrostática en Conductores y Dieléctricos*

Justifique en todos los ejercicios: el uso de la Ley de Gauss (o Ley de Gauss generalizada, según corresponda) para calcular el campo eléctrico $\overline{E}$, explicando claramente cómo determina la dirección de $\overline{E}$, la dependencia con las coordenadas y la superficie gaussiana elegida.

1. a) Calcular, usando la ley de Gauss, el campo creado en todo el espacio por una esfera metálica maciza de radio R cargada con carga total Q. ¿Cómo se distribuye la carga?
b) Graficar el campo y la diferencia de potencial entre un punto arbitrario y las siguientes referencias b_1) $r = 2R$ y b_2) $r \to \infty$.
c) Calcular el trabajo necesario para llevar una carga q = 3 μC desde un punto ubicado a una distancia 2R del centro de la distribución hasta el “infinito”. Discutir el signo y su relación con el trabajo realizado por el campo.

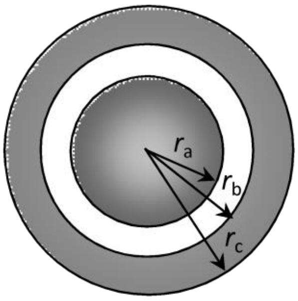
2. Una cáscara conductora **esférica**, de radio interior a = 5 cm y exterior b = 9 cm, tiene en su centro una carga puntual q = +1 μC.
a) Suponiendo que la cáscara está descargada determine:
a_1) el campo eléctrico generado por esta distribución de cargas. ¿Cómo se distribuye la carga?
a_2) la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos r_A= 3cm y r_B=12cm.
a_3) Grafique en función de una coordenada adecuada el campo y el potencial (con una referencia en el infinito). Discuta la continuidad o discontinuidad de las funciones calculadas.
b) Suponiendo que la cáscara está cargada con q_c = - 3μC. repita los apartados desde a_1, hasta a_3

3. Se tiene un conductor **cilíndrico** de largo L y radio r_a, rodeado por otro cascarón cilíndrico de radio interno r_b y externo r_c. El primero tiene carga Q_1 y el segundo Q_2. Entre los dos hay vacío. Considerando como válido el modelo de cilindro de largo infinito,



a) Discuta cómo y dónde se distribuyen las cargas.
b) Calcule las densidades de carga en todas las superficies,
c) Calcule $\overline{E}$ en todo el espacio.
d) Calcule y grafique en función de la coordenada r $V(r)$- $V(r_a)$ donde r es un punto genérico del espacio.
e) Discuta los resultados considerando que las cargas son del mismo signo y de distinto signo. Luego aplique a la situación $Q_1 = - Q_2$.

4. Se tiene un conductor **cilíndrico** de largo L y radio r_a, rodeado por otro cascarón cilíndrico de radio interno r_b y externo r_c (L >> r_c), ambos descargados inicialmente. El espacio entre ellos está vacío. Despreciando efectos de borde, y sabiendo que se ha conectado una batería tal que:



$V(r_b)$- $V(r_a)$=10 V,

a) Discuta por qué no es necesario especificar los puntos donde se conecta la batería sobre cada conductor.
b) Calcule las distribuciones de cargas en todas las superficies.
c) Calcule $\overline{E}$ en todo el espacio (**Justifique**). Graficar la componente r del campo eléctrico en función de la coordenada r.

d) Calcule $V(r)$- $V(r_a)$. Graficar V(r) en función de la coordenada r.

5. Se tiene una placa conductora cuadrada de lado L y espesor e ($L>>e$) con carga Q_1. Bajo el modelo de distribución plana infinita:

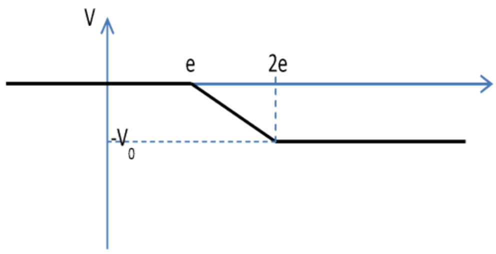
a) Calcular las densidades de carga libre en condiciones estáticas.
b) Calcular las densidades de carga libre si la misma placa estuviera enfrentada a una distribución plana de cargas de densidad superficial uniforme σ_0.

6. Se tienen dos placas conductoras cuadradas de lado L y espesor e ($L>>e$) enfrentadas y separadas una distancia d ($L>>d$), una de ellas con carga Q_1 y la otra con Q_2. Bajo el modelo de distribución plana infinita:

a) calcular las densidades de carga libre

b) Si $Q_2 = -Q_1$, calcular las densidades de carga libre y el campo eléctrico en todo el espacio

7 (Optativo). Dos placas conductoras planas de espesor e y lados a y b, se encuentran separadas una distancia e de tal forma que $e << a,b$. Las placas están cargadas y el espacio entre ellas está vacío. En la figura se representa la variación del potencial electrostático del sistema (respecto a algún punto del espacio) en la zona alejada de los bordes y a lo largo del eje z (que es perpendicular a las placas) donde es posible despreciar los efectos de los bordes.



a) ¿Qué valor tiene y cuál es el significado físico de la integral de línea $\int_0^{2e} \vec{E}\,.\overrightarrow{dz}$?

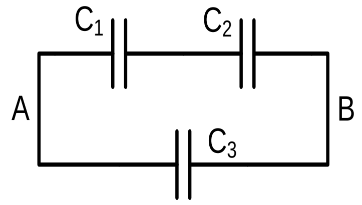
b) Calcule el campo eléctrico a lo largo del eje perpendicular a las placas en función de los datos del problema.

c) Determine el valor de las cargas y su ubicación en las placas en función de los datos del problema.

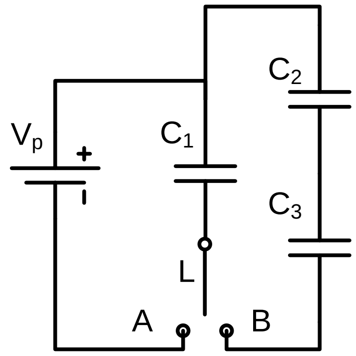
8. Calcular la capacidad de los siguientes capacitores (**despreciando efectos de bordes**):
a) Capacitor de placas plano-paralelas si hay aire o vacío entre las placas. Calcular la energía almacenada si la carga del capacitor es Q.
b) Ídem para un capacitor cilíndrico.
c) Ídem para un capacitor esférico.
d) Repetir los cálculos anteriores si el espacio entre las placas está totalmente ocupado por un dieléctrico de permitividad relativa ε_r. ¿La capacidad es mayor, igual o menor que la obtenida en los ítems anteriores?

9. Repita el Problema 4 considerando que en el espacio entre los conductores se coloca un dieléctrico de permitividad ε. Compare los resultados.

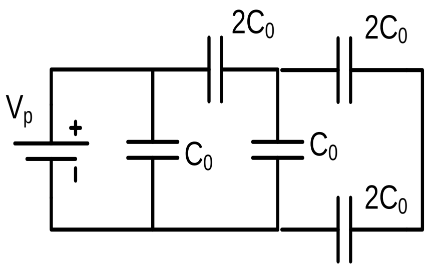
10. El circuito de la figura está compuesto por tres capacitores: C_1 = 20 nF, C_2 = 5 nF, C_3 =2 nF.
a) Determinar la capacidad equivalente entre los puntos A y B.
b) Si V(B)-V(A) =10V, calcule la diferencia de potencial entre las placas de cada capacitor y la carga sobre cada una de sus placas indicando su polaridad.



11. En el circuito de la figura, los tres capacitores se encuentran inicialmente descargados.
a) Al conectar la llave al punto *A* se carga el capacitor C_1. Hallar la carga adquirida y la energía almacenada por dicho capacitor. ¿Varió la carga de los capacitores C_2 y C_3?
b) Se lleva la llave a la posición *B*. Hallar las cargas y energías almacenadas finales en todos los capacitores
c) Explique qué ocurrió con la distribución de carga y energía al mover la llave desde A hasta B.
c) A partir de la condición en la que finalizó el punto b), se introduce en C_2 un dieléctrico de $\varepsilon_r = 2$ (antes estaba en vacío). Recalcular la distribución de cargas.
Datos: V_p = 10 V; C_1 = 20 μF; C_2 = 10 μF; C_3 = 5 μF



12. Los capacitores de la figura se encuentran inicialmente descargados. Una vez alcanzado el equilibrio la pila Vp = 10 V ha transferido 400 nC de carga.
a) Calcular la capacidad C_0.
b) Si el capacitor C_0 es de placas planas paralelas, cuadradas de lado L = 1 m y separación d = 1 mm, calcular la permitividad dieléctrica relativa (ε_r) del aislante empleado.



13 (Optativo). Un capacitor de placas planas paralelas de superficie *S* y separación *d* tiene carga *Q*. Un agente externo aumenta la distancia entre placas hasta duplicarla, manteniendo constante la carga *Q* del capacitor. Calcular el trabajo realizado por el agente externo.

14 (Optativo). Ídem 13 pero ahora el capacitor se halla conectado en todo momento a una batería de valor V_0 (por lo que no se cumple la condición de carga constante).