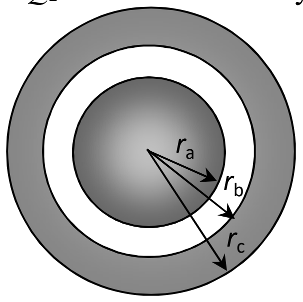
FACULTAD DE INGENIERIA
Universidad de Buenos Aires

Guía 2: *Electrostática en Conductores y Dieléctricos*

1. 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. Justificar el desarrollo. ¿Cómo se distribuye la carga? Graficar el campo y la diferencia de potencial entre un punto arbitrario y las siguientes referencias a) r=2 R y b) $r\to\infty$. Calcular el trabajo necesario para llevar una carga $q = 3\mu C$ 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.

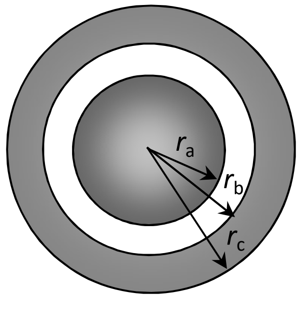
2. Una cáscara conductora esférica, de radio interior a = 5 cm y exterior b = 9 cm, tiene en su centro una carga puntual q = +1 μC. Calcular el campo eléctrico y el trabajo que es necesario aplicar para llevar una carga de prueba q_0 entre dos puntos arbitrarios del espacio. Calcular la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos arbitrarios del espacio. Graficar en función de una coordenada adecuada el campo, el trabajo y la diferencia de potencial. Discuta la continuidad o discontinuidad de las funciones calculadas. Considere las siguientes configuraciones:
   a) La cáscara está descargada.
   b) La cáscara está cargada con q_c = - 3 μC.
   ¿Cómo se distribuye la carga en cada caso? **Explique los motivos** que le permiten usar la Ley de Gauss generalizada para calcular el campo eléctrico.

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 a partir del campo eléctrico $V(r_c)$- $V(r_a)$ y $V(r_b)$- $V(r_a)$ y $V(r)$- $V(r_a)$ donde r es un punto genérico del espacio (¿Se debe poner alguna restricción a este punto $\vec{r}$ debido al modelo elegido?)
   e) Discuta lós resultados considerando que las cargas son del mismo signo y de distinto signo. Luego aplique a la situación Q_1 = - Q_2.
   Justifique el uso de la Ley de Gauss generalizada para calcular los campos, **explicando claramente cómo determina la dirección de $\overline{E}$, la dependencia con las coordenadas y cómo elije la superficie gaussiana**.

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 (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,



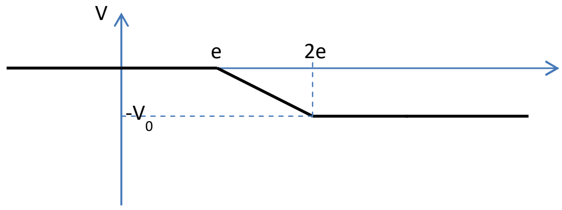
   a) Discuta por qué no es necesario especificar los puntos donde se conecta la batería sobre cada conductor.
   b) Calcule las distribuciones de cargas en todas las superficies,
   c) Calcule $\overline{E}$ en todo el espacio.
   d) Calcule $V(r)$- $V(r_a)$
   e) Repetir b)-d) si $V(r_c)$- $V(r_a)$= - 5 V.

Analice las similitudes y diferencias entre los dos tipos de conexiones propuestas. Justifique el uso de la Ley de Gauss generalizada para calcular los campos, explicando claramente cómo determina la dirección de $\overline{E}$, la dependencia con las coordenadas y cómo elije la superficie gaussiana.

5. Se tiene una placa conductora cuadrada de lado L y espesor d ($L>>d$). La carga de dicha placa es Q_1. Bajo el modelo de distribución plana infinita (¿qué supone considerar este modelo?):

   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, .
   c) Calcular las densidades de carga libre si la misma placa estuviera enfrentada a otra placa metálica de iguales dimensiones pero con carga Q_2., ¿Qué sucede cuando Q_2=-Q_1 ?

6. 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.



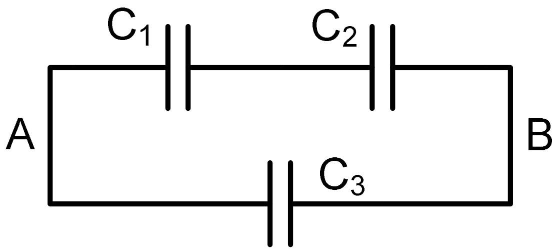
   a) ¿Qué valor tiene y cuál es el significado físico de la integral de línea $\int_0^{2e} \overrightarrow{E}.\overrightarrow{dz}$? Calcule el campo eléctrico a lo largo del eje perpendicular a las placas en función de los datos del problema.

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

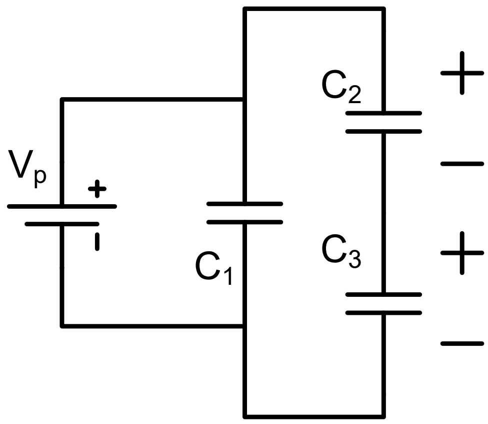
7. Repita los Problemas 3y 4 considerando que en el espacio entre los conductores se coloca un dieléctrico de permitividad ε. Compare los resultados.

8. Calcular la capacidad de los capacitores con las siguientes configuraciones (**despreciando efectos de bordes**):
   a) un 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) Idem para un capacitor cilíndrico
   c) Repetir los cálculos de a) y b) si el espacio entre las placas está totalmente ocupado por un dieléctrico de permitividad ε (permitividad relativa ε_r). ¿Es mayor, igual o menor?¿Cómo depende la capacidad de ε_r?
   d) ¿Qué significa "**Desprecie efectos de bordes**"?

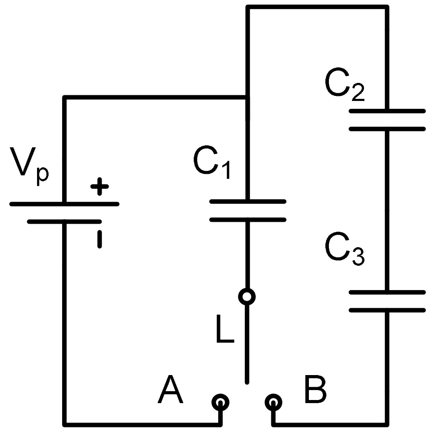
9. Determinar la capacidad equivalente entre los puntos A y B de la figura si C_1= 20 nF, C_2 = 5 nF, C_3 = 2 nF. Si V(B)-V(A)= 10V, determinar la diferencia de potencial entre las placas de cada capacitor y la carga sobre cada una de las placas indicando su polaridad.



10. En el circuito de la figura los capacitores se encontraban descargados antes de conectarlos.
a) Determinar la carga almacenada y la diferencia de potencial sobre cada capacitor en régimen permanente.
b) Repetir a) considerando que C_2 y C_3 tenían una carga inicial de 20 μC cada uno y con la polaridad indicada. Discutir el resultado.
Datos: V_p = 10 V, C_1 = 1 μF, C_2 = 4 μF, C_3 = 5 μF



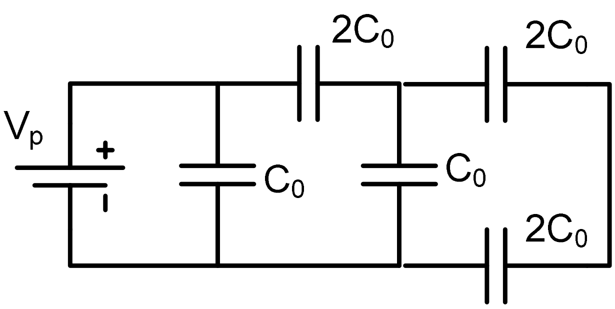
11. En el circuito de la figura, la llave *L* se encuentra inicialmente conectada en *A*. Una vez que se ha cargado el capacitor C_1 (que se hallaba inicialmente descargado) se lleva la llave a la posición *B*. Hallar:
a) La carga de C_1 con la llave en la posición A y la energía almacenada en él.
b) Las cargas y energías almacenadas finales en todos los capacitores (con la llave en B). Explique qué ocurrió con la distribución de carga y energía al mover la llave.
c) A partir de la condición en la que finalizó el punto (b), se introduce en C_2 un aislador de ε_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 V_p= 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. Un capacitor de placas planas paralelas de superficie S y separación d tiene carga Q. Un agente externo aumenta la distancia entre placas hasta un valor $d' > d$. Calcular la fuerza media ejercida por el agente externo para separar las placas. Relacionar con los cambios de energía.