PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE
Instituto de Física
FIS-1533 Electricidad y Magnetismo
Primer Semestre 2018

Interrogación 2

Duración total: 120 minutos

Reglas generales:

1. Escriba su nombre, RUT, y sección, de manera clara y legible.
2. Las mochilas se deben dejar en el área designada para ello.
3. Está prohibido el uso de aparatos electrónicos: calculadora, celulares, etc.
4. No se podrá abandonar la sala hasta el término de la evaluación. Si necesita ir al baño se registrará su salida/entrada.
5. Se debe firmar el acta de asistencia y mostrar su TUC o cédula de identidad al momento de firmar.
6. **No se aceptan preguntas de ningún tipo**. Si cree que hay algún error, déjelo claramente explicado al final de la prueba.
7. Está permitido el uso de lápiz mina en las preguntas de desarrollo pero pierde el derecho a recorrección.
8. Todo acto contrario a la honestidad académica realizado durante el desarrollo de esta evaluación, será sancionado con la suspensión inmediata de la actividad y con la reprobación de éste. Se considerarán infracciones a la honestidad académica las siguientes:

   Cometer fraude en la evaluación

   Adulterar el acta de asistencia

   Adulterar en forma posterior al término de la evaluación la hoja de respuestas

   Cualquier acto u omisión que sea calificado como infracción académica

   Cualquier acto u omisión que vaya en contra del *código de honor* `http://www.uc.cl/codigodehonor`

Reglas preguntas de selección múltiple:

1. Debe **seleccionar una sola respuesta** en las preguntas de selección múltiple. Para ello debe rellenar completamente el círculo de la respuesta seleccionada (de lo contrario su respuesta se considerará inválida). Los cálculos y desarrollo de las preguntas de selección múltiple no se consideran.
2. En las preguntas de selección múltiple: **las respuestas incorrectas descuentan** 1/4 **del valor de una respuesta correcta**.
3. Al finalizar la interrogación, entregue únicamente la hoja de respuestas (no entregue este cuadernillo).

Problema 1 [0.5 punto]

Considere tres cascarones esféricos muy delgados, conductores, de radios exteriores $a < b < c$, respectivamente. El conductor de radio a tiene carga Q_1 y el conductor de radio c tiene carga Q_2. El conductor de radio b, inicialmente descargado, viene conectado a tierra como se muestra en la Figura 1. Después de un tiempo suficientemente largo para alcanzar el equilibrio la conexión entre el conductor de radio b y la tierra se corta.

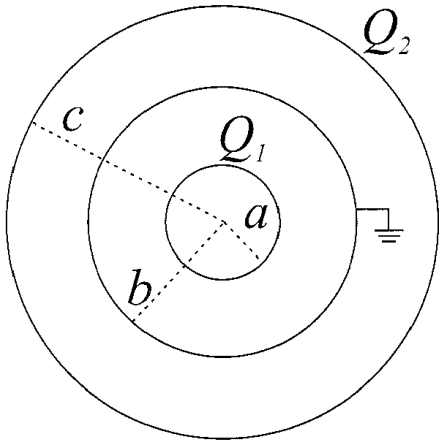


Figura 1: Tres cascarones esféricos conductores de radios $a < b < c$.

• ¿Cuál es el valor de la carga Q_{ind} inducida sobre el cascarón de radio b ?

a) **No hay suficiente información para determinar la solución.**

b)
$$Q_{\text{ind}} = -Q_1 - \frac{b}{c}Q_2$$

c)
$$Q_{\text{ind}} = -Q_1 + \frac{c}{b}Q_2$$

d)
$$Q_{\text{ind}} = -Q_1 - \frac{c}{b}Q_2$$

e)
$$Q_{\text{ind}} = -Q_1 + \frac{b}{c}Q_2$$

Problema 2 [0.5 punto]

Considere dos conductores esféricos concéntricos. Uno, sólido, de radio a conectado a tierra y, el otro, un cascarón de radio interior b y radio exterior c sobre el cual se ha depositado una carga Q (ver Figura 2). Con respecto a un sistema de coordenadas esféricas (r, θ, ϕ) sean $\vec{x}_0$ el punto de coordenadas $r = b + \frac{c-b}{2}$, $\theta = \frac{\pi}{2}$, $\phi = 0$ y Γ un arco máximo que une el polo norte de la esfera de radio c con el polo sur de la misma esfera.

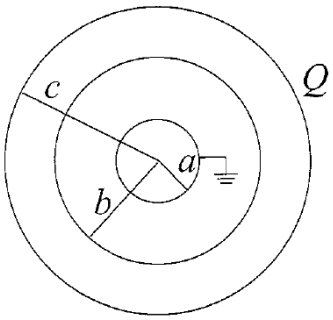


Figura 2: Dos conductores esférios concéntricos.

• ¿Cuál de las siguientes alternativas es correcta?

a)
$$E_0 = 0, \qquad W_q = 0$$

b)
$$E_0 = 0, \qquad W_q = \frac{Q}{4\varepsilon_0 c^2}$$

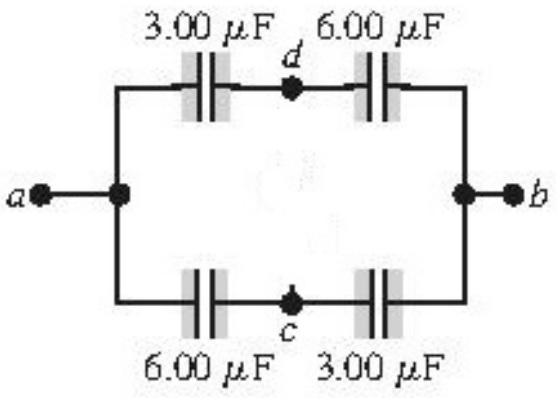
c)
$$E_0 = -\frac{Q}{\pi\varepsilon_0(2b+c)^2}, \qquad W_q = -\frac{Q}{4\varepsilon_0 c^2}$$

d)
$$E_0 = -\frac{Q}{\pi\varepsilon_0(2b+c)^2}, \qquad W_q = \frac{Q}{4\varepsilon_0 c^2}$$

e)
$$E_0 = -\frac{Q}{\pi\varepsilon_0(2b+c)^2}, \qquad W_q = 0$$

Problema 3 [0.5 punto]

Los capacitores en la figura se encuentran inicialmente sin carga y están conectados entre si. Luego se aplica una diferencia de potencial entre los puntos a y b, $V_{ab} = 210V$.



• La diferencia de potencial entre los puntos a y d V_{ad} es:

a) $V_{ad} = 70V$

b) $V_{ad} = 140V$

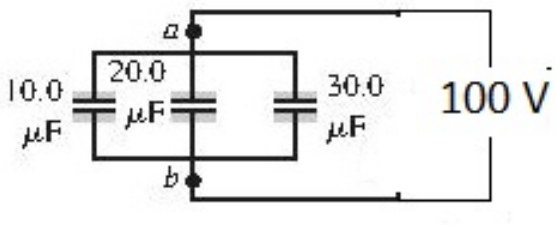
c) $V_{ad} = 125V$

d) $V_{ad} = 0V$

e) $V_{ad} = 105V$

Problema 4 [0.5 punto]

Un set de capacitores de $10\mu F$, $20\mu F$ y $30\mu F$ se conectan como se muestra en la figura. Entre los puntos a y b se aplica una diferencia de potencial de $V_{ab} = 100V$.



• La carga total Q que se acumula en este sistema de capacitores tiene un valor de:

a) $Q = 6 \times 10^{-3}C$

b) $Q = 5 \times 10^{-6}C$

c) $Q = 5 \times 10^{-4}C$

d) $Q = 4 \times 10^{-3}C$

e) $Q = 6 \times 10^{-7}C$

Problema 5 [0.5 punto]

El "flash"de una cámara fotográfica descarga una potencia luminosa de $\frac{\Delta U}{\Delta t} = 3 \times 10^5 W$ en un lapso de tiempo $\Delta t = 10^{-3} s$

• ¿Cual debe ser la capacitancia C del "flash"para que acumule tal energía?

a) $C = 3 \times 10^4 F$

b) No hay suficiente información para determinar la solución.

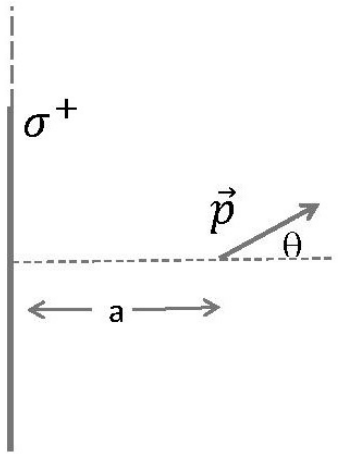
c) $C = 6 \times 10^4 F$

d) $C = 6 \times 10^{-2} F$

e) $C = 4 \times 10^{-3} F$

Problema 6 [0.5 punto]

Un dipolo $\vec{p}$ se encuentra a una distancia a de un plano infinito en dirección y y esta cargado con densidad de carga positiva σ. El dipolo forma un angulo θ con la dirección x y su módulo es $|\vec{p}| = qd$.



• La energía potencial electrostatica es:

a) $U = -\frac{\sigma q d \cos\theta}{\varepsilon_0}$

b) $U = \frac{\sigma q d \sin\theta}{2\varepsilon_0}$

c) $U = -\frac{\sigma q d \sin\theta}{\varepsilon_0}$

d) $U = -\frac{\sigma q d \cos\theta}{2\varepsilon_0}$

e) $U = 0$

Problema 7 [0.5 punto]

Una carga q se ubica en un punto de coordenadas (x, y), en el cual hay un campo producido por un dipolo eléctrico que está ubicado en el origen del sistema cartesiano xy, tal como se muestra en la figura.

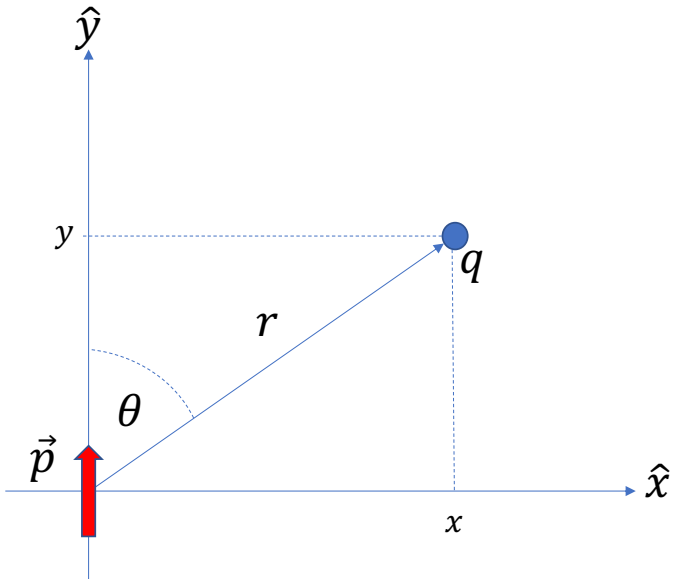


Figura 3: Fuerza sobre una carga q debida a un dipolo eléctrico

• Si el potencial del dipolo está dado por la expresión $V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{p\cos(\theta)}{r^2}$, la fuerza sobre la carga q está dada por:

a)
$$\vec{F} = \frac{pq}{4\pi\varepsilon_0}\frac{1}{(x^2+y^2)^{\frac{3}{2}}}(3xy\hat{x} - (x^2-y^2)\hat{y})$$

b)
$$\vec{F} = \frac{pq}{4\pi\varepsilon_0}\frac{1}{(x^2+y^2)^{\frac{3}{2}}}(3xy\hat{x} - (x^2-2y^2)\hat{y})$$

c)
$$\vec{F} = \frac{pq}{4\pi\varepsilon_0}\frac{1}{(x^2+y^2)^{\frac{5}{2}}}(3xy\hat{x} - (x^2-2y^2)\hat{y})$$

d)
$$\vec{F} = \frac{pq}{4\pi\varepsilon_0}\frac{1}{(x^2+y^2)^{\frac{5}{2}}}(3xy\hat{x} - (x^2-y^2)\hat{y})$$

e)
$$\vec{F} = \frac{pq}{4\pi\varepsilon_0}\frac{1}{(x^2+y^2)^{\frac{5}{2}}}(3xy\hat{x} - (2x^2-y^2)\hat{y})$$

Problema 8 [0.5 punto]

Considere un condensador de placas paralelas de área A, con una separación entre placas d, y el cual tiene todo el volumen entre las placas lleno con un material dieléctrico de constante dieléctrica κ. (*nótese que la constante dieléctrica κ también es conocida como ε_r o como K.*)

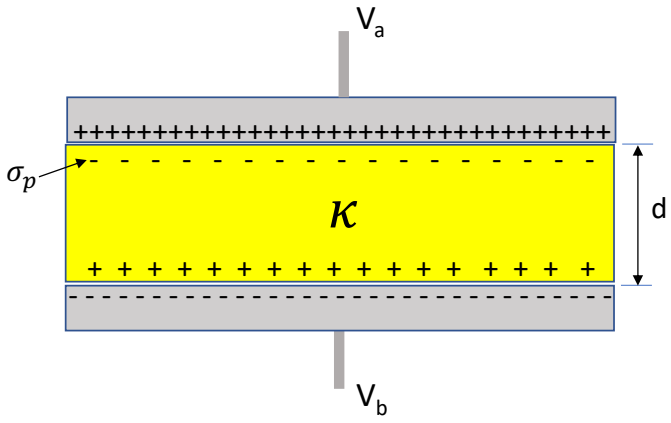


Figura 4: Carga de polarización en dieléctrico. Considere que las dimensiones laterales de las placas con mucho mayores que la separación d entre ellas.

• Si el condensador se carga mediante una diferencia de potencial $\Delta V = V_a - V_b$, la densidad de carga superficial de polarización σ_p en el diélectrico, en la superfice señalada en la figura, está dada por la expresión:

a)
$$\sigma_p = \frac{\varepsilon_0 \Delta V d}{A}(1-\kappa)$$

b)
$$\sigma_p = \frac{\varepsilon_0 \Delta V}{d}(\kappa-1)$$

c)
$$\sigma_p = \frac{\varepsilon_0 \Delta V A}{d}(\kappa+1)$$

d)
$$\sigma_p = \frac{\varepsilon_0 \Delta V}{d}(1-\kappa)$$

e)
$$\sigma_p = \frac{\varepsilon_0 \Delta V d}{A}(\kappa-1)$$

Problema 9 [0.5 punto]

Considere un condensador cilíndrico de largo L formado por un conductor cilíndrico sólido de radio a y un cascarón cilíndrico (muy delgado de espesor $\delta << b$) de radio interior b, ambos fijos en el espacio. La carga libre almacenada en el cascarón es Q, y la almacenada en el conductor interior es $-Q$. Inicialmente el volumen entre el conductor y el cascarón está completamente lleno con un material de constante dieléctrica κ.

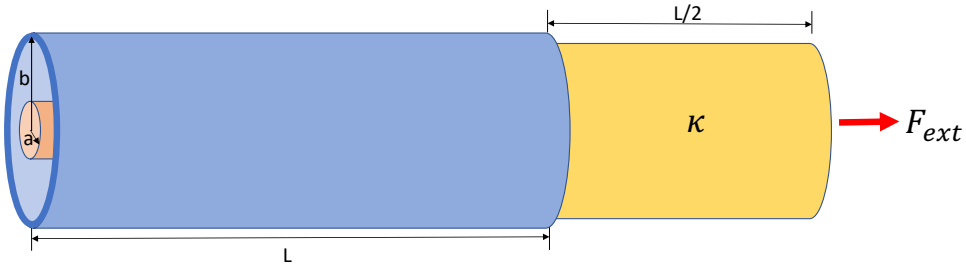


Figura 5: Extracción de un dieléctrico desde un condensador cilíndrico. Considere que $a << L$ y $b << L$.

• Si en cierto instante un agente externo extrae el tubo de material dieléctrico, de manera tal que queda la mitad de su largo fuera del condensador, tal como se muestra en la figura, el módulo la fuerza (F_{ext}) necesaria que debe realizar el agente externo para mantener el dieléctrico en esta posición esta dado por la expresión: (*Nótese que la carga Q permanece constante durante el proceso.*)

a)
$$F_{ext} = \frac{Q^2}{\pi\varepsilon_0 L^2} \ln(\frac{b}{a}) \frac{(\kappa-1)}{(\kappa+1)^2}$$

b)
$$F_{ext} = \frac{Q^2}{2\pi\varepsilon_0 L^2} \ln(\frac{b}{a}) \frac{(\kappa+1)}{(\kappa-1)^2}$$

c)
$$F_{ext} = \frac{Q^2}{\pi\varepsilon_0 L^2} \ln(\frac{b}{a}) \frac{(\kappa+1)}{(\kappa-1)^2}$$

d)
$$F_{ext} = \frac{Q^2}{4\pi\varepsilon_0 L^2} \ln(\frac{b}{a}) \frac{(\kappa+1)}{(\kappa-1)^2}$$

e)
$$F_{ext} = \frac{Q^2}{\pi\varepsilon_0 L^2} \ln(\frac{b}{a}) \frac{(\kappa+1)^2}{(\kappa-1)}$$

Problema 10 [0.5 punto]

Considere un condensador de placas paralelas de área A y separación d entre las placas, al cual se la ha insertado un bloque de material dieléctrico de constante dieléctrica κ y un bloque metálico, ambos de área A y espesor $\frac{d}{4}$, en la posición mostrada en la figura.

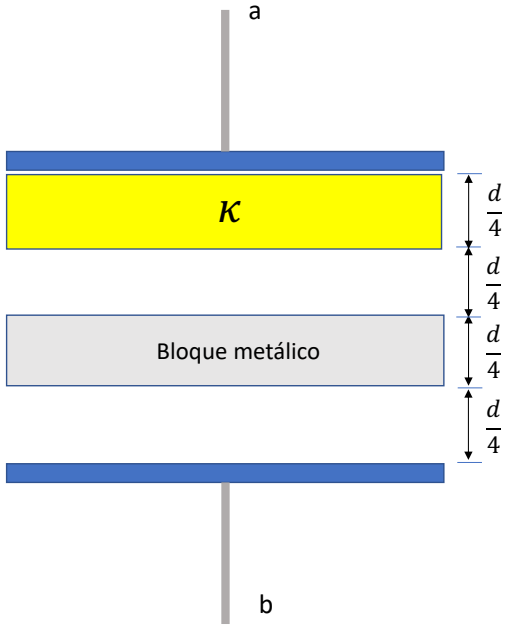


Figura 6: Capacitancia equivalente. Considere que las dimensiones laterales de las placas con mucho mayores que la separación d entre ellas.

• Determine la capacitancia equivalente C_{eq} del sistema ente los puntos a y b.

a)
$$C_{eq} = \frac{A\varepsilon_0}{d}\frac{2\kappa}{(\kappa-1)}$$

b)
$$C_{eq} = \frac{4A\varepsilon_0}{d}\frac{\kappa}{(2\kappa-1)}$$

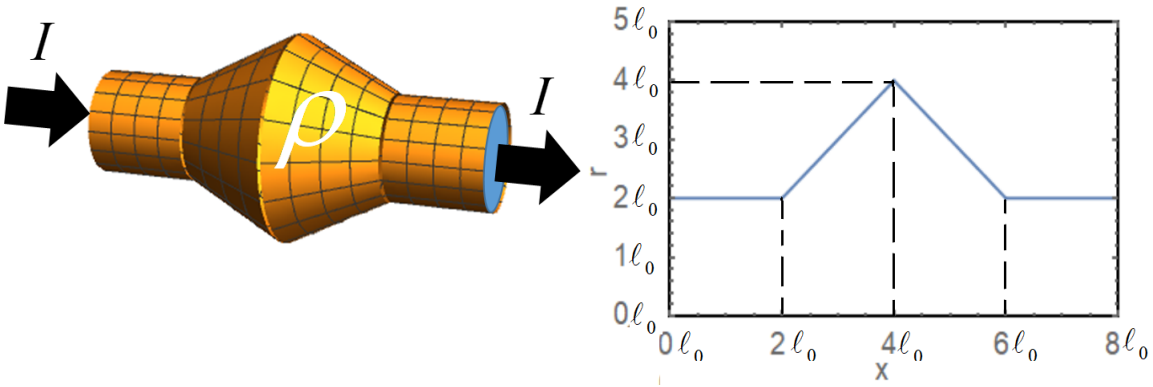
c)
$$C_{eq} = \frac{2A\varepsilon_0}{d}\frac{\kappa}{(2\kappa+1)}$$

d)
$$C_{eq} = \frac{2A\varepsilon_0}{d}\frac{\kappa}{(2\kappa-1)}$$

e)
$$C_{eq} = \frac{4A\varepsilon_0}{d}\frac{\kappa}{(2\kappa+1)}$$

Problema 11 [0.5 punto]

Un medio de resistividad ρ tiene la forma mostrada en la figura.



(a) (b)

La corriente fluye en la dirección del eje de simetría del sistema, como se muestra en la figura (a). El perfil del radio [mostrado en la figura (b)] esta dado por la expresión

$$r = r(x) = \begin{cases} r = 2\ell_0 & 0 \le x \le \ell_0 \\ r = x & 2\ell_0 \le x \le 4\ell_0 \\ r = -x + 8\ell_0 & 4\ell_0 \le x \le 6\ell_0 \\ r = 2\ell_0 & 6\ell_0 \le x \le 8\ell_0 \end{cases}$$

donde ℓ_0 es una constante. Para proceder, separe este medio conductor en pequeños cortes transversales de ancho dx, y use la fórmula apropiada para suma de resistencias.

• La resistencia total del sistema esta dada por la expresión:

a)
$$R = \frac{2\rho}{5\pi\ell_0}$$

b)
$$R = \frac{3\rho}{2\pi\ell_0}$$

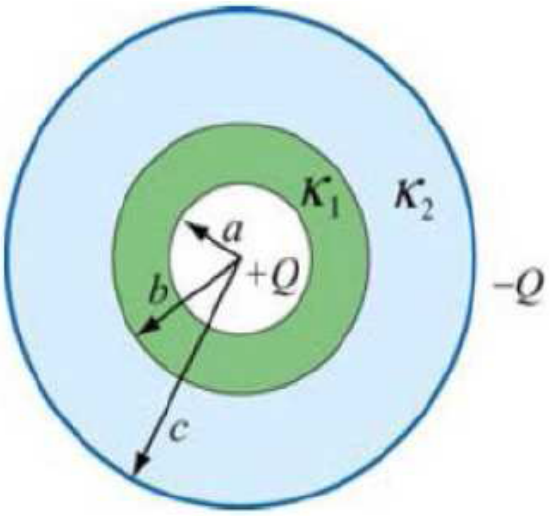
c)
$$R = \frac{3\rho}{4\pi\ell_0}$$

d)
$$R = \frac{5\rho}{2\pi\ell_0}$$

e)
$$R = \frac{4\rho}{5\pi\ell_0}$$

Problema 12 [0.5 punto]

Considere una esfera conductora de radio interior a y radio exterior c. El espacio entre las dos superficies es llenado con 2 dieléctricos distintos, de manera que la constante dieléctrica es κ_1 entre a y b, y κ_2 entre b y c.



• Determine la capacitancia del sistema.

a)
$$C = \frac{\pi\varepsilon_0\kappa_1\kappa_2 b(c-a)(c-b)}{\kappa_2 c(b-a)+\kappa_1 a(c-b)}$$

b)
$$C = \frac{4\pi\varepsilon_0\kappa_1\kappa_2 abc}{\kappa_2 a(b-a)+\kappa_1 c(c-b)}$$

c)
$$C = \frac{\pi\varepsilon_0\kappa_1\kappa_2 abc}{\kappa_2 c(b-a)-\kappa_1 a(c-b)}$$

d)
$$C = \frac{4\pi\varepsilon_0\kappa_1\kappa_2 abc}{\kappa_2 c(b-a)+\kappa_1 a(c-b)}$$

e)
$$C = \frac{\pi\varepsilon_0\kappa_1\kappa_2 abc}{\kappa_2 c(b-a)+\kappa_1 a(c-b)}$$