

# Examen 1 – Electromagnetismo I

**Profesor:** Ignacio Campos Flores

**Ayudante:** Juan Antonio Rivera Zavala

**Ayudante:** Michelle Lagunas García

## Preguntas conceptuales

**Instrucciones:** Cada respuesta debe ser explicada MUY detalladamente. Puedes incluir dibujos y/o cálculos para argumentar tu respuesta pero lo importante es que se acoplen a tu explicación.

- Q1. (10/9 puntos)** Consideremos dos cargas de distinto signo pero de la misma magnitud,  $q$ , separadas una distancia  $d$ . ¿Cuáles deben ser la ubicación, el signo y la magnitud de una tercera carga para que ésta no experimente aceleración?
- Q2. (10/9 puntos)** Consideremos un sistema de dos cargas,  $q_1$  y  $q_2$ . ¿Existirá alguna modificación sobre la fuerza Coulombiana que una carga ejerce sobre otra,  $\vec{F}_{12}$ , si se agregan otras cargas al sistema?
- Q3. (10/9 puntos)** Si una carga puntual  $q$  de masa  $m$  en reposo se coloca en un campo eléctrico no uniforme, ¿su trayectoria coincidirá con las líneas de fuerza del campo?

## Problemas

**Instrucciones:** En esta sección daremos más importancia a tus cálculos. Sin embargo, es importante argumentar cada parte de tu respuesta y que se acople con los cálculos.

- P1. (20/9 puntos)** Una esfera sólida tiene una densidad volumétrica de carga uniforme  $\rho$ . Sea  $\vec{r}$  el vector que va del centro de la esfera a un punto general  $P$  dentro de ella.
- (a) Demuestra que el campo eléctrico en  $P$  está dado por  $\vec{E} = \rho\vec{r}/3\epsilon_0$ .
  - (b) Supongamos que hacemos un agujero esférico de radio  $b$  dentro de la esfera. El centro del agujero se encuentra a una distancia  $a$  del centro de la esfera. Demuestra que en el interior del agujero el campo eléctrico es  $\vec{E} = \rho\vec{a}/3\epsilon_0$ , donde  $\vec{a}$  es el vector que va del centro de la esfera al centro del agujero.
- P2. (20/9 puntos)** Consideremos dos cargas localizadas en un plano cartesiano: la primera es de  $q_1 = -3\mu\text{C}$  y se ubica en las coordenadas (3.5 cm, 0.5 cm); la segunda es de  $q_2 = +4\mu\text{C}$  y se ubica en las coordenadas (-2.0 cm, 1.5 cm).
- (a) Muestra que la magnitud del potencial en el origen es de aproximadamente 0.68 MV. ¿Cuál es el signo del potencial? Justifica tu respuesta.
  - (b) Muestra que la magnitud del trabajo que debe realizarse para localizar estas cargas en sus respectivas posiciones, empezando desde el infinito, es de aproximadamente 1.93 J. ¿Cuál es el signo del trabajo? Justifica tu respuesta.

**P3. (20/9 puntos)** Una varilla delgada de vidrio se dobla para formar un semicírculo de radio  $R$ . Cargas  $+Q$  y  $-Q$  se distribuyen uniformemente sobre la mitad superior e inferior, respectivamente, como se ve en la Figura 1. Encuentra el campo eléctrico  $\vec{E}$  en el punto  $P$ , el centro del semicírculo.

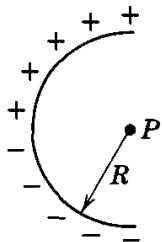


Figura 1: Semicírculo de radio  $R$  de una varilla delgada de vidrio, con una carga positiva distribuida uniformemente en la mitad superior y una carga negativa distribuida uniformemente en la mitad inferior.

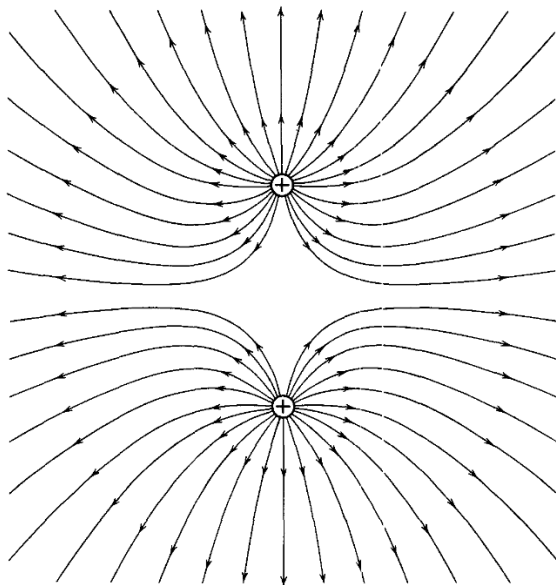


Figura 2: Líneas de fuerza para dos cargas positivas iguales.

## Extra

**Instrucciones:** Con las Preguntas y Problemas anteriores se completan los 10 puntos. El siguiente problema es sólo para subir la calificación final. Al igual que en la sección de Problemas, daremos más importancia a tus cálculos.

- E1. (3 puntos)** Consideremos un pequeño dipolo con momento dipolar  $\vec{p}$  en el problema **P3**. Si la dirección del momento dipolar está a lo largo del eje del semicírculo (recta que pasa por el centro del semicírculo,  $P$ , y es perpendicular al plano del semicírculo), ¿cuál es la fuerza que sentiría el dipolo si se ubica (a) en el centro del semicírculo, y (b) a una distancia  $z$  del centro del semicírculo, sobre el eje de éste?
- E2. (2 puntos)** En la Figura 2 considera dos líneas de fuerza cercanas que salen de la carga superior con ángulos pequeños respecto a la línea recta que conecta las cargas. Si el ángulo entre las tangentes (de las líneas de fuerza) para puntos cerca de la carga es  $\theta$ , éste se convierte en  $\theta/2$  a grandes distancias. Verifica esta afirmación y explícala. (Pista: considera cómo se comportan las líneas tanto cerca de cualquiera de las cargas como lejos de las cargas.)