



## Electromagnetismo (LFIS 211)

Licenciatura en Física mención Astronomía / Ciencias Atmosféricas / Computación Científica

Profesor: J.R. Villanueva

e-mail: [jose.villanueva@uv.cl](mailto:jose.villanueva@uv.cl)

### Tarea 2

#### I. LEY DE COULOMB; FUERZA SOBRE PARTÍCULAS CARGADAS; DIPOLO ELÉCTRICO; CAMPO ELECTROSTÁTICO.

1. En los puntos que se definen por los vectores de posición  $\vec{r}_1$  y  $\vec{r}_2$  se encuentran dos cargas positivas  $q_1$  y  $q_2$ . Determine la carga negativa  $q_3$  y el vector de posición  $\vec{r}_3$  del punto en el cual hay que ponerla, para que la fuerza que actúa sobre cada una de estas tres cargas sea igual a cero.
2. Calcular la relación entre las fuerzas de interacción electrostática y gravitacional de dos electrones, de dos protones. ¿Con qué valor de la carga específica  $q/m$  de una partícula estas fuerzas resultarían iguales en módulo en caso de interacción de partículas idénticas?
3. Encuentre la razón entre las fuerzas eléctricas y gravitacional en un átomo de Hidrógeno.
4. Dos partículas, cada una de masa  $m$  y carga  $q$ , se suspenden de un punto común por cuerdas de longitud  $l$ . Encuentre el ángulo  $\theta$  formado por cada una de las cuerdas con la vertical.
5. Encuentre la fuerza neta que el hemisferio sur de una esfera cargada uniformemente ejerce sobre el hemisferio norte. Expresé su respuesta en términos del radio  $R$  y la carga total  $Q$ .
6. Una esfera de radio  $R$  contiene carga distribuida con densidad volumétrica constante,  $\rho$ . Su centro se encuentra sobre el eje  $Z$  a una distancia  $b$  del origen, siendo  $b > R$ . Una carga puntual,  $q$ , se coloca sobre el eje  $Y$  a una distancia  $c$  del origen, siendo  $c < b$ . Encontrar la fuerza sobre  $q$ .
7. ¿Con qué fuerza interaccionarían dos bolas de cobre, de 1 g de masa cada una, encontrándose a 1 m de distancia una de otra, si la carga total de todos los electrones en ella se diferencia en un 1% de la carga total de todos los núcleos?
8. ¿Cuál es la fuerza eléctrica resultante sobre la unidad de carga positiva colocada en el centro de un cuadrado de lados  $b$  en cuyos vértices están situadas las cargas  $q$ ,  $2q$ ,  $-4q$  y  $2q$  colocadas en ese orden?
9. En los vértices de un triángulo equilátero de lado  $r$  se colocan cargas  $-e$  y en el centro se coloca la carga  $Q > 0$ . ¿Cuál debe ser el valor de  $Q$  para que la fuerza sobre cualquiera de las cargas negativa sea nula? Evidentemente que la fuerza sobre  $Q$  es siempre nula por simetría. ¿El sistema está en equilibrio estable?
10. Una partícula  $\alpha$  pasa rápidamente por el mismo centro de una molécula de hidrógeno, moviéndose a lo largo de una recta perpendicular al eje internuclear. La distancia entre los núcleos es  $b$ . ¿En que lugar de la trayectoria la partícula  $\alpha$  experimenta la mayor fuerza. Suponga que los núcleos no se mueven durante el paso de la partícula  $\alpha$  y también desprecie el campo eléctrico de los electrones en la molécula.

11. En el punto definido por el vector posición  $\vec{r}_0 = 2\hat{i} + 3\hat{j}$  de un plano  $XY$  se encuentra una carga puntual positiva de  $50 \mu\text{C}$ . Hallar el vector de la intensidad del campo eléctrico  $\vec{E}$  y su módulo, en el punto con el vector posición  $\vec{r} = 8\hat{i} - 5\hat{j}$ . Aquí  $r_0$  y  $r$  se dan en metros.
12. Un semianillo fino de radio  $R = 20 \text{ cm}$  tiene una carga uniforme  $q = 0.7 \text{ nC}$ . Encuentre el módulo del vector de la intensidad del campo eléctrico en el centro de curvatura de este anillo
13. Encuentre el campo eléctrico a una distancia  $z$  sobre el centro de un anillo cuadrado (de lados  $a$ ) cargado uniformemente con densidad lineal  $\lambda$ .
14. Un hilo recto y muy largo cargado uniformemente tiene una carga  $\lambda$  por unidad de longitud. Determine el módulo y la dirección del vector de la intensidad del campo eléctrico en un punto distante  $x$  del hilo y situado en la normal que pasa por uno de sus extremos.
15. En el centro de un anillo fino de radio  $R$ , en el cual está distribuida uniformemente una carga  $-q$ , se encuentra una carga puntual  $q$ . Encuentre el módulo del vector de la intensidad del campo eléctrico en un punto del eje del anillo. Analice el caso  $z \gg R$ .
16. Dos planos infinitos con iguales pero opuestas densidades de carga superficial  $\sigma$  constante, son paralelos al plano  $XY$  y están situados como se indica en la FIG.1 Encontrar el campo eléctrico para todos los valores de  $z$ .

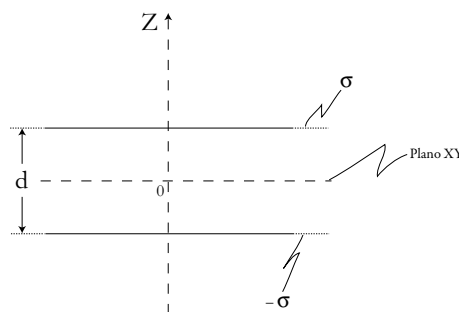


FIG. 1:

17. Un anillo fino de radio  $R$  tiene una carga, cuya densidad lineal es  $\lambda = \lambda_0 \cos \phi$ , donde  $\lambda_0$  es una constante positiva. ¿Cuál es el módulo del vector de la intensidad del campo eléctrico:
  - (a) en el centro del anillo;
  - (b) en el eje de éste en dependencia de la distancia  $z$  hasta su centro?
 Analizar la expresión obtenida para  $z \gg R$ .
18. Una esfera de radio  $R$  tiene una densidad superficial de carga  $\sigma = \sigma_0 \cos \theta$ , donde  $\sigma_0$  es una constante positiva. Encuentre el campo eléctrico en un punto interior y exterior a la esfera.
19. Una bola de radio  $R$  tiene una carga positiva, cuya densidad volumétrica sólo depende de la distancia  $r$  hasta su centro según la ley  $\rho = \rho_0 (1 - r/R)$ , donde  $\rho_0$  es una constante. Suponiendo que la constante dieléctrica (permeabilidad) de la bola y el medio circundante es igual a la unidad, calcular:
  - (a) el módulo del vector de la intensidad del campo eléctrico dentro y fuera de la bola en función de  $r$ .
  - (b) el valor máximo de la intensidad  $E_{max}$  y la distancia  $r_m$  que le corresponde.

20. Se tiene una distribución superficial de carga  $\sigma$  constante sobre un círculo de radio  $R$ . Demostrar que el campo eléctrico en un punto sobre el eje  $z$  está dado por

$$\vec{E}(z) = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \left( \frac{z}{|z|} \right) \left[ 1 - \frac{|z|}{\sqrt{R^2 + z^2}} \right] \hat{k}.$$

21. Sobre una esfera de radio  $R$  se tiene una distribución de carga cuya densidad volumétrica es  $\rho = Ar$ , donde  $A$  es una constante positiva. Calcule el campo eléctrico en el interior y en el exterior de la esfera.
22. Cierta región tiene una carga, cuya densidad volumétrica es  $\rho = \rho_0 e^{-\alpha r^3}$ , donde  $\rho_0$  y  $\alpha$  son constantes positivas y  $r$  es la distancia desde el centro del sistema dado. Hallar el módulo del vector de la intensidad del campo eléctrico en función de  $r$ . Analizar la expresión obtenida para  $r$  pequeños y grandes, es decir, para  $\alpha r^3 \ll 1$  y  $\alpha r^3 \gg 1$ .
23. Una superficie cilíndrica infinitamente larga de sección circular se carga uniformemente hasta la densidad superficial de cargas  $\sigma = \sigma_0 \cos \phi$ , donde  $\phi$  es el ángulo azimutal en un sistema cilíndrico de coordenadas, cuyo eje coincide con el eje de la superficie dada. Determinar el módulo y la dirección del vector de la intensidad del campo eléctrico.
24. Un protón se dispara hacia otro protón que se mantiene en reposo. La velocidad del protón incidente es  $2 \times 10^6$  m/s. ¿A qué distancia se pararán los protones?
25. Un electrón se dispara hacia un protón que se mantiene en reposo. La velocidad inicial del electrón es de  $10^7$  m/s. ¿Cuál es su velocidad cuando se halla a  $10^{-11}$  m del protón?
26. Entre dos placas con cargas contrarias existe un campo eléctrico uniforme. De la superficie de la placa cargada negativamente se libera un electrón que se encontraba en reposo, haciéndolo incidir después de  $1.5 \times 10^{-8}$  s sobre la superficie opuesta, que se encuentra a 2 cm de distancia. ¿Cuál es la rapidez del electrón cuando incide sobre la segunda placa? ¿Cuál es la magnitud del campo eléctrico?
27. Dos bolas pequeñas con cargas iguales y masas  $m$  se cuelgan de hilos de seda de longitud  $l$  a un mismo punto. La distancia entre ellas  $x \ll l$ . Hallar la velocidad de la fuga de las cargas  $dq/dt$  de cada una de las bolas, si la velocidad de aproximación varía según la ley  $v = \alpha/\sqrt{x}$ , donde  $\alpha$  es una constante.
28. Un dipolo eléctrico en un campo eléctrico uniforme,  $E$ , se desplaza ligeramente de su posición de equilibrio en un ángulo pequeño. El momento de inercia del dipolo es  $I$ . Si el dipolo se libera desde esta posición, demuestre que presenta un movimiento armónico simple con frecuencia

$$\nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{2qdE}{I}}.$$

29. Un dipolo eléctrico, con momento dipolar  $\vec{p}$ , situado a una distancia  $z$  sobre una superficie plana conductora e infinita. El dipolo apunta en un ángulo  $\theta$  con la perpendicular del plano. Encontrar el torque sobre el dipolo.
30. En el origen de un sistema de coordenadas se encuentra un dipolo puntual, cuyo momento eléctrico es  $p$  y que está orientado en el sentido positivo del eje  $z$ . Determinar las proyecciones del vector de la intensidad del campo eléctrico  $E_z$  y  $E_\perp$  (en el plano perpendicular al eje  $z$  en el punto determinado por  $r$ ). ¿En qué puntos  $\vec{E} \perp \vec{p}$ ?