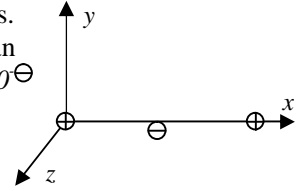


## Física II - Biociencias y Geociencias (Curso 2011)

### Práctico 3 Energía Potencial y Potencial Eléctrico

- 3.1** Una molécula de hidrógeno,  $H_2$ , consiste de dos protones y dos electrones. Calcule la energía potencial eléctrica del conjunto si las partículas se encuentran en las siguientes coordenadas  $(x, y, z)$  (con  $x, y, y$  y  $z$  dados en unidades de  $10^{-10}m$ ):

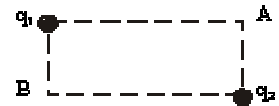
protones:  $(0, 0, 0)$  y  $(2, 0, 0)$   
electrones:  $(0, 1, 1)$  y  $(1, 0.5, 1)$



Observación: tomar como estado de cero energía potencial, el estado en el cual las partículas están infinitamente separadas.

- 3.2** En el rectángulo mostrado en la figura, los lados tienen una longitud de 5,0 cm y 15 cm,  $q_1 = -5,0 \mu C$  y  $q_2 = +2,0 \mu C$ .

- a) ¿Cuánto trabajo externo se requiere para mover a una tercera carga  $q_3 = +3,0 \mu C$  desde B hasta A a lo largo de una diagonal del rectángulo?  
b) En este proceso, ¿se convierte el trabajo externo en energía potencial electrostática o viceversa?

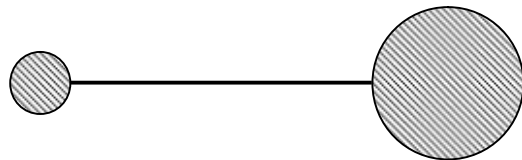


- 3.3** Los electrones de un televisor se liberan desde el reposo y se aceleran después por una diferencia de potencial de 1500 V en un “cañón de electrones”.

- a) ¿Cuál es su velocidad al emerger del cañón?  
b) Si la distancia entre el cañón de electrones y la pantalla es de 30 cm, ¿cuál es el tiempo de vuelo de los electrones?

- 3.4** Un protón es disparado por el eje x contra un núcleo de oro que está fijo en el origen de coordenadas. No hay otras cargas eléctricas presentes. La velocidad inicial del protón, lejos del núcleo de oro es  $v_0 = 1,0 \times 10^7$  m/s, su masa es  $m_p = 1,7 \times 10^{-27}$  kg y su carga eléctrica es  $e = 1,6 \times 10^{-19}$  C. La carga del núcleo de oro es 79 e. Suponiendo que el núcleo sigue fijo en el origen durante todo el proceso ¿cuán cerca llega el protón al núcleo antes de parar y comenzar de alejarse? Desprecie las dimensiones del núcleo.

- 3.5** Dos conductores esféricos de radios  $R_1$  y  $R_2$ , con  $R_1 > R_2$  están separados por una distancia mucho mayor que el radio de cualquiera de las esferas. Dichas esferas están conectadas por medio de un alambre conductor como se ve en la figura. Si el conjunto tiene carga Q (y el alambre entre las esferas tiene carga despreciable):



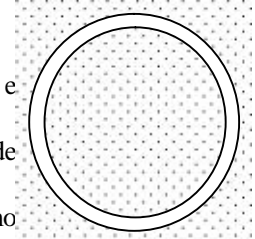
- a) ¿Cuáles son las cargas  $Q_1$  y  $Q_2$  de las esferas? (Usar la aproximación de que el potencial de cada esfera se puede calcular como si estuviera sola. ¿Por qué esta aproximación es válida?).  
b) ¿En la superficie de cuál de las esferas es mayor la intensidad del campo eléctrico? ¿Cuál es la razón entre estas intensidades?

- 3.6** Se modela un núcleo atómico de oxígeno mediante un conductor esférico de radio  $2,0 \times 10^{-15}$  m con carga 8e, donde -e es la carga del electrón. ¿Cuál es la energía potencial eléctrica del núcleo? Tome como estado de energía cero en el que la carga del núcleo está dispersa en el infinito. Luego

imagine que se va llevando la carga un poco a la vez al núcleo desde el infinito. ¿Cuanto trabajo hay que hacer contra el campo eléctrico para realizar este proceso?

- 3.7** Se modela una célula mediante una membrana esférica separando un líquido interior de un líquido exterior. Ambos fluidos son conductores por contener iones disueltos, y se encuentran en equilibrio electrostático. El radio de la célula es de  $5\mu\text{m}$ , la membrana tiene un espesor de  $10^{-8}\text{m}$ . El fluido interior tiene una carga neta de  $2 \times 10^{-14}\text{C}$ . Supongamos, en un principio, que las cargas eléctricas en las moléculas de la membrana no hacen una contribución neta al campo eléctrico.

- ¿Cómo se distribuye la carga dentro y fuera de la célula?
- ¿Cuál es el campo eléctrico dentro la célula, en la membrana, e inmediatamente fuera de la célula?
- ¿Cuánto trabajo requiere trasladar un ión, de carga  $-e$ , desde dentro de la célula hasta afuera?
- Si la membrana en realidad tiene constante dieléctrica  $k = 8$  ¿como cambian los resultados de partes a), b) , y c)?

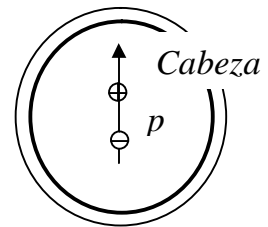


- 3.8 La telepatía de los tiburones:** El cerebro al funcionar produce campos eléctricos. Los tiburones son extremadamente sensibles a campos eléctricos. ¿Pueden sentir nuestros pensamientos los tiburones?

Modele el cerebro como un dipolo eléctrico. (Es neutro.) No tome en cuenta la constante dieléctrica del agua, que cambia el resultado pero no afecta mucho a la conclusión final.

- Calcule el potencial eléctrico producido por un dipolo de momento dipolar  $\mathbf{p}$  en un punto P a lo largo de su eje, en el límite en que la separación de las cargas del dipolo es muy pequeña en relación a la distancia al punto P.

- Se observan diferencias de potencial de orden de  $50\mu\text{V}$  en la superficie de la cabeza debido a la actividad mental. Use este dato para evaluar la magnitud del momento dipolar. Suponer que el dipolo está en el centro de la cabeza y la diferencia de potencial se observa entre los dos puntos sobre la cabeza que se encuentran en el eje del dipolo. Usar un radio razonable para la cabeza (por ejemplo el radio de su cabeza). *Estamos suponiendo que el potencial en la superficie de la cabeza bajo el agua es igual a su valor medido en aire, lo cual puede ser poco realista.*



- El campo eléctrico sobre el eje de un dipolo fue calculado en clase. Use este resultado para estimar el campo eléctrico producido por la actividad mental como función de la distancia a lo largo del eje del dipolo.
- Los tiburones son sensibles a campos eléctricos tan bajos como  $0,5\mu\text{V/m}$  ¿Hasta qué distancia un tiburón puede sentir la actividad mental de una persona? ¿Que estaría pensando la persona cuando el tiburón se encuentra a esta distancia?

*Este es un calculo exploratorio para ver si las señales están muy por debajo de lo en principio detectable para los tiburones. Puede haber muchos motivos por los que no puedan detectar la actividad mental. No se conocen evidencias directas indicando que lo detectan.*

**EJERCICIOS PARA ENTREGAR:**

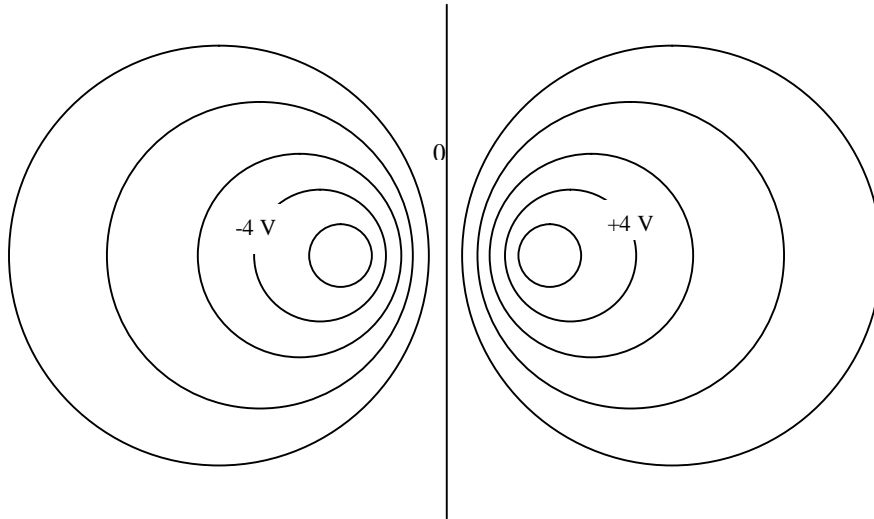
1 El momento dipolar eléctrico de una molécula de agua es  $6,13 \times 10^{-30}$  coul-m; la molécula de agua se encuentra en un campo eléctrico uniforme de magnitud de  $10^6$  volts/m (bastante grande).

a) ¿Cuál es la diferencia de energía potencial entre el estado en que el momento dipolar del agua está alineado con el campo eléctrico y el estado en que es antiparalelo?

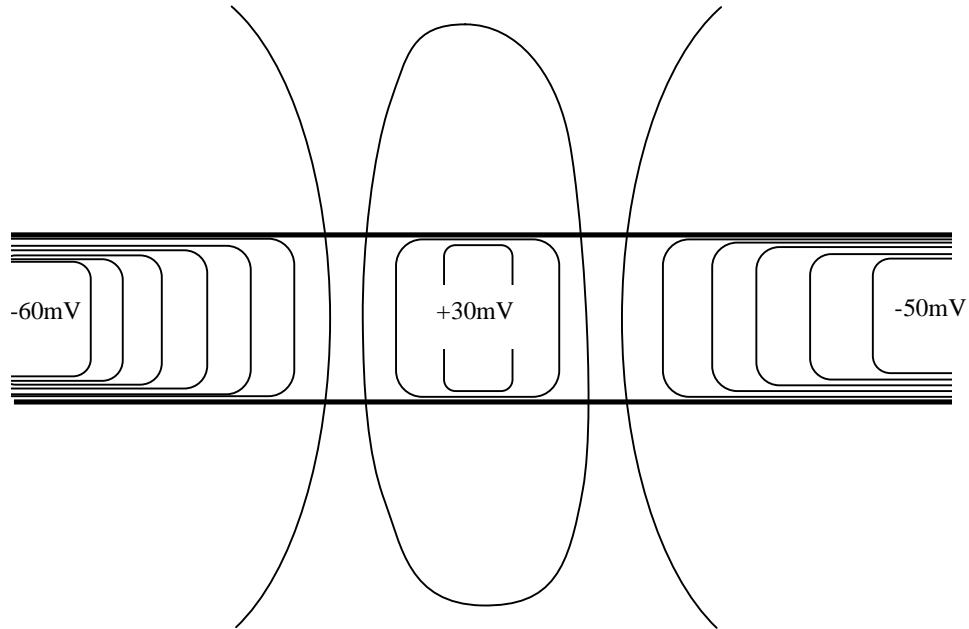
b) Supongamos que la molécula tiene su momento dipolar alineado con el campo eléctrico (el estado de mínima energía) y que su entorno se llena con un gas a temperatura  $T$ . La molécula va recibir choques de vez en cuando y ganar o perder energía, manteniendo a largo plazo una cierta energía media  $\langle E \rangle$ , mayor que la energía  $E_0$  del estado de energía mínima. Si la energía media de la molécula está muy poco por encima del mínimo no va afectar sensiblemente su alineación con el campo eléctrico. Si, por el contrario, la energía extra,  $\Delta E = \langle E \rangle - E_0$ , es comparable con la diferencia de energía entre el estado alineado y antialineado encontrado en a), la molécula va girar bastante desde el estado alineado. Finalmente, si la energía extra  $\Delta E$  es mucho más grande que esta diferencia, entonces la molécula va girar violentamente y su momento dipolar va pasar más o menos igual tiempo apuntando en todas direcciones, sin preferencia para el estado alineado. En un gas a temperatura  $T$  el valor medio de  $\Delta E$  es del orden de  $k_B T$  (con  $k_B$  la constante de Boltzmann =  $1,38 \times 10^{-23}$  Joules/K). ¿Le parece que a temperatura ambiente el campo eléctrico dado podrá alinear a la molécula?

2 Dibujar las líneas de campo eléctrico y la correspondiente distribución de cargas, según los equipotenciales bosquejados a continuación:

a)



b)



Este segundo diagrama es una representación cualitativa de los potenciales del axón de un calamar, en el momento en que un impulso nervioso está pasando a través del mismo. *Notar que en a) y b) hay cargas eléctricas presentes.*

### Ejercicios de examen

**Examen diciembre 2006** Una carga puntual  $q_1 = 12\mu\text{C}$  ubicada sobre el eje  $x$  a 12m del origen y otra carga puntual  $q_2 = 8\mu\text{C}$  ubicada sobre el eje  $y$  a 12m del origen también, conforman un sistema de energía potencial eléctrica  $U$  (eligiendo como estado de energía potencial nula al estado en el que las partículas están infinitamente separadas). Para disminuir dicha energía potencial en 0,06J agregando una tercera carga  $q_3 = -5\mu\text{C}$  en el eje  $z$ , la misma debe ubicarse a una distancia del origen de:

- a) 3m   b) 8m   c) 9 m   d) 15m   e) 375 m

**Primer parcial 2006** Considere una carga de  $1,5 \cdot 10^{-9} \text{ C}$  colocada en el vacío. ¿Qué distancia hay entre dos superficies equipotenciales cuyos potenciales 45V y 30V, respecto al infinito?

- a) 23 cm   b) 30 cm   c) 2,3 m   d) 1,5 m   e) 15 cm