

## Modalidad de Entrega

- Lea atenta y cuidadosamente todos los problemas antes de proceder al cálculo de los mismos.
- Modalidad de trabajo: grupal, en grupos con un mínimo de dos (2) y un máximo de tres (3) personas por grupo. No se admitirán trabajos individuales ni de grupos con más de tres integrantes.
- El trabajo será entregado en el aula 3-7 del CENTIC o en las oficinas del Grupo Halley, Ciencias Humanas Of. 504, en la fecha de vencimiento, teniendo en cuenta lo siguiente:
  - la resolución de al menos uno de los ejercicios (a elección de cada grupo) deberá ser entregada en un pdf obtenido utilizando  $\text{\LaTeX}$ .
  - la resolución del resto de los ejercicios puede ser realizada “a mano”
- Para esta entrega, valen todas las indicaciones dadas para la entrega de las guías 3, 4 y 5.
- El cumplimiento de todas las indicaciones será tenido en cuenta.
- Y otra vez, lea atenta y cuidadosamente todos los problemas antes de proceder al cálculo de los mismos.
- **Fecha límite de entrega: Miércoles 27/Agosto/2014 a las 11:59:59.**

## Ejercicios

### 1) Campo gravitatorio

El campo gravitatorio es el campo vectorial producido por la presencia de una masa o una distribución de masa. En la aproximación de masa puntual, el campo gravitatorio de un cuerpo de masa  $M$  situada en el origen es:

$$\vec{g}(\vec{r}) = \left( \frac{GM}{|\vec{r}|^2} \right) \hat{r},$$

donde  $\vec{r}$  es el punto del espacio donde se está calculando el valor del campo, y por ende  $\hat{r}$  es el correspondiente vector unitario, y  $G$  es la constante de Newton.

Calcule el vector campo gravitatorio sobre la superficie de la Tierra, y a una altura de 1000 km sobre la superficie de la misma.

### 2) Sistema Tierra-Luna

Repitiendo las cuentas realizadas en clase, calcule la distancia  $d'$ , medida desde el centro de la Tierra, a la cual se anula el campo gravitatorio del Sistema Tierra-Luna. Imagine que situamos el origen de coordenadas en el centro de la Tierra, de manera que el eje  $x$  coincida con la dirección Tierra-Luna. Recuerde que la distancia Tierra-Luna es  $d_{TL} = 3,84 \times 10^8$  m.

Luego calcule el vector campo gravitatorio Lunar, el campo gravitatorio Terrestre y, utilizando el principio de superposición, el campo gravitatorio del Sistema Tierra-Luna en los siguientes puntos del espacio:

- 1)  $\vec{r} = (R_{\text{Tierra}}; 0; 0);$
- 2)  $\vec{r} = (0; R_{\text{Tierra}}; 0);$
- 3)  $\vec{r} = (-R_{\text{Tierra}}; 0; 0);$
- 4)  $\vec{r} = (d_{TL}/2; 0; 0);$
- 5)  $\vec{r} = (d'; 0; 0);$
- 6)  $\vec{r} = (d'; 10^7; 0);$
- 7)  $\vec{r} = (d_{TL}/2; 0; 0);$
- 8)  $\vec{r} = (d_{TL} - R_L; 0; 0);$
- 9)  $\vec{r} = (d_{TL} + R_L; 0; 0);$

### 3) Sistema Sol-Júpiter

Los cuerpos más masivos del Sistema Solar son, por mucho, el Sol y el planeta Júpiter. Estudiaremos el Sistema Sol-Júpiter despreciando la existencia de todos los demás cuerpos del Sistema Solar.

Suponga entonces que el Sol se encuentra en el origen, y que la dirección del eje  $x$  coincide con la dirección que une al Sol con Júpiter. Midiendo las distancias en unidades astronómicas ( $1 \text{ UA} = 1,5 \times 10^{11} \text{ m}$ ), la posición del Sol será entonces  $r_{\text{Sol}} = (0; 0; 0)$  y la posición de Júpiter  $r_{\text{Jup}} = (5, 143; 0; 0) \text{ UA}$ .

Entonces,

- 1) encuentre el punto del espacio donde el campo gravitatorio total del sistema Sol-Júpiter se anula. ¿Qué objetos del sistema solar se encuentra en esa región del espacio? Aventure una posible explicación para la existencia de esos objetos.
- 2) calcule el vector campo gravitatorio Solar, el campo gravitatorio de Júpiter y, utilizando el principio de superposición, el campo gravitatorio del Sistema Sol-Júpiter en la posición de la Tierra,  $r_{\text{Tierra}} = (1; 0; 0) \text{ UA}$

### 4) Gravedad versus Electrostatica I

Imagine dos cuerpos de masas  $m_1 = m_2 = 1 \text{ kg}$ , que se encuentran a una distancia  $|\vec{r}| = 1 \text{ m}$ . Los cuerpos poseen una carga  $q_1 = q_2 = 1 \text{ C}$ . Calcule la relación entre las energías potenciales gravitatoria  $E_g = -G m_1 m_2 / |\vec{r}|$  y eléctrica  $E_e = k_e q_1 q_2 / |\vec{r}|$ . Luego, calcule el valor del potencial eléctrico  $V(\vec{r})$  en el punto medio entre las dos cargas.

### 5) Rayos y centellas

Se estima que la corriente eléctrica durante una descarga atmosférica (rayo eléctrico) puede llegar a  $120 \text{ kA}$ . Sabiendo que la misma dura aproximadamente  $3 \text{ ms}$ , calcule la cantidad de carga que se transfiere desde la nube hacia la Tierra durante la descarga. Calcule el valor del potencial eléctrico sobre la superficie de la Tierra si toda esa carga se distribuye en forma puntual sobre la base de la nube de tormenta, a una altura de  $2000 \text{ m}$  sobre la superficie.

### 6) Gravedad versus Electrostatica II

Trabajemos con el sistema Tierra-Luna. Suponiendo que transferimos a la Tierra y a la Luna la misma cantidad de carga positiva  $Q$ , calcule el valor de  $Q$  para que la fuerza de

repulsión eléctrica entre ambos cuerpos iguala a la fuerza de atracción gravitatoria entre los mismos. Sabiendo que la carga de un protón es  $p = 1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$  y que el número de Avogadro es  $N_A = 6,022 \times 10^{23}$ , diga cuantos moles de protones son necesarios para alcanzar el valor de  $Q$ .

### 7) La famosa carga puntual

Imagine una carga fuente  $Q = -1 \text{ C}$  situada en el origen, y sea un cuerpo de masa  $m = 1 \text{ kg}$  que tiene una carga  $q = 10^{-9} \text{ C}$  situado en la posición  $\vec{r} = (1, 1, 1)$ . Calcule:

- 1) El potencial eléctrico  $V(\vec{r})$  en la posición  $\vec{r}$  y la energía potencial eléctrica  $U_e$  de esta configuración.
- 2) El vector campo eléctrico  $\vec{E}(\vec{r})$  en la posición  $\vec{r}$  y la fuerza que actúa sobre el cuerpo de prueba.
- 3) La aceleración que experimenta el cuerpo

### 8) Energía y Fuerzas

Aplique el desarrollo genérico visto en la clase 02-07 al caso de la interacción eléctrica, y demuestre que considerando sólo las interacciones gravitatorias y eléctricas, la segunda ley de Newton se escribe cómo

$$m\vec{a} = \vec{F}_g + \vec{F}_e,$$

donde  $\vec{F}_g(\vec{r}) = G \frac{m_1 m_2}{|\vec{r}|^2} \hat{r}$  y  $\vec{F}_e(\vec{r}) = k_e \frac{q_1 q_2}{|\vec{r}|^2} \hat{r}$ .

### 9) Configuración de cargas I

Imagine la siguiente configuración de cuatro cargas:

$i$	$Q_i$	$\vec{r}_i$
1	+0,5 C	(+1; 0; 0)
2	+1,5 C	(-1; 0; 0)
3	-2,4 C	(0; +1; 0)
4	+0,4 C	(0; -1; 0)

- 1) Calcule lo siguiente:

- 1) la carga neta del sistema;
- 2) la energía potencial eléctrica de esta configuración de cuatro cargas;
- 3) el potencial y el campo eléctrico en  $\vec{r} = (0; 0; 0)$ ;
- 4) el potencial y el campo eléctrico en  $\vec{r} = (1; 1; 1)$ ;
- 5) el potencial y el campo eléctrico en  $\vec{r} = (200; 200; 200)$ ;
- 6) explique la razón del resultado obtenido en el punto anterior

- 2) Ahora, suponga que un agente externo trae una carga de prueba  $q = +0,7 \text{ C}$  desde el infinito hasta la posición  $\vec{r}_i = (0,5; 1; 1)$ . Calcule:

- 1) el potencial y el campo eléctrico en ese punto;
- 2) la energía eléctrica de la configuración obtenida y el vector fuerza  $\vec{F}$  que aparece sobre la carga de prueba en ese punto;
- 3) el trabajo realizado por el agente externo.

- 3) Finalmente, suponga que el agente externo desplaza la carga de prueba  $q$  desde  $\vec{r}_i = (0,5; 1; 1)$  hasta  $\vec{r}_f = (-0,5; -1; -1)$ . Calcule:

- 1) el potencial y el campo eléctrico en ese nuevo punto;

- 2) la energía eléctrica de la nueva configuración y el vector fuerza  $\vec{F}$  que aparece sobre la carga de prueba en ese nuevo punto;
- 3) el trabajo realizado por el agente externo.

#### 10) Configuración de cargas II

Imagine la siguiente configuración de dos cargas:

$i$	$Q_i$	$\vec{r}_i$
1	+1,0 C	(+0,1;0;0)
2	-1,0 C	(-0,1;0;0),

esto es lo que se conoce como un dipolo eléctrico. Calcule:

- 1) la carga neta del sistema;
- 2) el potencial y el campo eléctrico en  $\vec{r} = (0;0;0)$ ;
- 3) el potencial y el campo eléctrico en  $\vec{r} = (0;1;0)$ ;
- 4) el potencial y el campo eléctrico en  $\vec{r} = (50;50;50)$ ;