

16. Empecemos por escribir las expresiones para los módulos de las fuerzas de gravedad y de Coulomb:

$$|F_g| = -G \cdot m_1 \cdot m_2 / r^2$$

$$|F_c| = k \cdot |q_1 \cdot q_2| / r^2$$

Formalmente las expresiones son idénticas. En ambos casos las fuerzas son inversamente proporcionales al cuadrado de la distancia. Por lo tanto, las fuerzas tienden a cero cuando los cuerpos se alejan a distancias que tienden a infinito. Y divergen cuando la distancia se acerca a cero.

En ambos casos hay un parámetro que es una constante física universal. Y también la fuerza depende del producto de magnitudes propias de cada una de los dos “objetos” que están presentes.

En el caso de la fuerza gravitatoria, la única magnitud que interesa de esos objetos es su masa, su cantidad de materia. En el caso de la fuerza de Coulomb, su carga eléctrica. Obviamente dos objetos cargados en última instancia experimentan ambas fuerzas.

En ambos casos, la fuerza se produce en la dirección del segmento que une ambos puntos.

Diferencias

Las masas son siempre positivas, no existen masas negativas. Por lo tanto la fuerza gravitatoria siempre es de atracción y nunca de repulsión (por eso tiene signo menos). En cambio, las cargas eléctricas pueden ser negativas, como los electrones, o positivas, como los protones. Por lo tanto la fuerza de coulomb es atractiva cuando las cargas son de diferente signo y repulsiva cuando son de igual signo.

La otra gran diferencia radica en el valor de la constante, y eso tiene consecuencias prácticas.

$$k = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$$

$$G = 6,6 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$$

En unidades del mismo SI, la constante de la gravedad es muchísimo más chica. Por lo tanto, para que la fuerza de gravedad sea comparable a la fuerza electrostática, se requieren masas enormes. Como la de la Tierra, por ejemplo. Por eso las fuerzas gravitatorias no son importantes en pequeñas escalas, en las cuales dominan las fuerzas electrostáticas. Por ejemplo a escala de moléculas, que se mantienen unidas por las fuerzas electrostáticas. Las fuerzas que mantienen unidos a los objetos de escalas intermedias que conocemos (de moléculas hasta autos, animales, árboles, edificios, etc.), son fuerzas de origen electrostático. Las que permiten que existan los enlaces químicos, que son uniones vehiculizadas por los electrones. A esas escalas la gravedad casi no juega, todo por el valor pequeño de la constante G . Pero a escala planetaria y mayor, en las estrellas, galaxias etc., es la gravedad la que domina por completo. Allí las fuerzas electrostáticas prácticamente son despreciables. Porque además, conocemos cuerpos con masas inmensas, por no con cargas inmensas. Como vimos en un problema anterior, la carga eléctrica de la propia Tierra es bajísima comparada con su masa. La atracción gravitatoria mutua que se ejercen los objetos de nuestro entorno es despreciable. Solo cuenta la que ejerce la Tierra sobre todos ellos.

Para completar el panorama, hay que comentar que a escalas muuuy pequeñas, en los núcleos de los átomos, ni la electrostática ni mucho menos la gravedad, juegan ya. Es el dominio de las fuerzas nucleares de corto alcance, que se llaman interacción nuclear fuerte e interacción nuclear débil. Son los 4 tipos de fuerzas con que los físicos describen el universo.