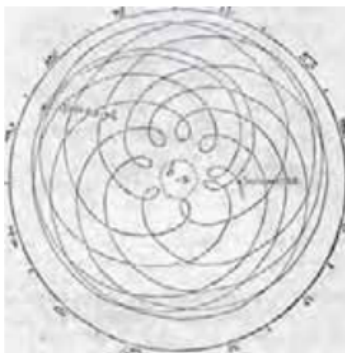
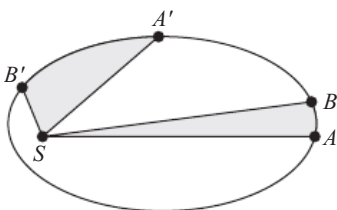




**Figura 10** Johannes Kepler (1571–1630).



**Figura 11** El movimiento de Marte. De la *Astronomia Nova* de Kepler (1609).



**Figura 12** Segunda ley de Kepler.

la Figura 12). La tercera ley de Kepler dice que el cuadrado del tiempo  $T$  que un cuerpo planetario necesita para completar una órbita es proporcional a  $a^3$ , donde  $a$  es el eje mayor de la órbita elíptica. En forma de ecuación,  $T^2 = Ka^3$ , donde  $K$  es una constante (obtendremos esta ley para las órbitas circulares en el Capítulo 4).

A pesar de la profundidad de estas observaciones, faltaba una explicación que soportara estas leyes. Sin embargo, a mediados del siglo XVII, se entendía completamente que un cambio de velocidad requiere la acción de alguna fuerza, pero cómo esas fuerzas podían influir en el movimiento no estaba nada claro. En 1674, Robert Hooke, intentando explicar las leyes de Kepler, supuso la existencia de una fuerza de atracción que el Sol debía ejercer sobre los planetas, una fuerza que decrecía con la distancia planetaria. Sin embargo, la teoría de Hooke solo era cualitativa.

## Newton

El punto importante que faltaba era una definición precisa tanto de velocidad como de aceleración. Esto finalmente se resolvió mediante la invención del cálculo por parte de Isaac Newton y Gottfried Wilhelm Leibniz (véase la Figura 13). Hooke nunca llegó a comprender las ideas profundas en que se basaba el cálculo infinitesimal. Sin embargo, durante el periodo de 1679–1680 Hooke discutió estas ideas con Newton, incluida la de que la fuerza que el Sol ejerce sobre los planetas era inversamente proporcional al cuadrado de la distancia planetaria.

Después de que Sir Christopher Wren, astrónomo aficionado, arquitecto de la ciudad de Londres y de la magnífica catedral de St. Paul, lanzara un reto público sobre la “determinación teórica” de las órbitas de los planetas, Isaac Newton se interesó seriamente por el problema. Quizá siguiendo algunos rumores, el gran astrónomo inglés Edmund Halley (1656–1743), en agosto de 1684, visitó a Newton en Cambridge y