

(1) 케플러의 법칙 중 특히 주목할 만한 것은 첫번째 법칙, 즉 행성의 궤도는 태양을 한 초점으로 두는 타원을 만든다는 것이다. 당시 많은 사람들은 천체(행성, 항성 등)는 하늘의 영역에 속한 것이고 따라서 이상적인 완전체여야 한다는 막연한 믿음을 가지고 있었다. 어쩌면 오캄의 면도날에 의하면 가장 적은 가정을 하기 위해 가장 간단한 형태의 도형을 상정하는 것은 당연한 것이었을지도 모른다. 그런데 케플러가 분석한 티코 브라헤의 관측 자료는 명백히 행성의 궤도는 원이 아니라 타원이라고 말해 주고 있다.

(2) 케플러의 두번째 법칙은 ‘면적-속도 일정 법칙’이라 불리기도 하는데 이것을 뉴턴의 역학 이론으로 분석해 보면 이는 ‘각운동량 보존법칙’의 결과로 나타난 현상임을 알 수 있다. 뒤에 설명할 ‘뇌테르의 정리’에 따르면 모든 보존량에는 그에 따르는 대칭성이 있다고 한다. 그렇다면 각운동량 보존법칙은 어떤 대칭성에 기인하는 것일까?

(3) 행성의 궤도가 원이라고 가정하고 (사실 원은 타원의 특수한 경우에 해당한다) 케플러의 세번째 법칙을 분석하면 우리는 뉴턴의 만유인력 법칙을 쉽게 얻을 수 있다. 그런데 뉴턴의 만유인력 법칙과 운동 법칙($F = ma$)을 결합하면 그 결과 원궤도 뿐만 아니라 타원, 포물선, 쌍곡선 등 다양한 궤도의 운동을 얻는다. 이를 통해 행성 뿐만 아니라 혜성들의 운동도 설명할 수 있다.