

## 제 24 장

## 대응 규칙

앞 장에서 있었던 이론적 법칙과 용어들에 대한 논의에 이제 한 가지 중요한 조건이 더 첨가되어야 한다. 경험적 법칙들이 이론적 법칙들로부터 파생된다는 진술은 지나친 단순화이다. 이론적 법칙은 이론 용어들을 포함하고 있고, 반면에 경험적 법칙은 관찰 용어들만을 포함하고 있기 때문에, 경험적 법칙을 이론적 법칙으로부터 직접 유도해 낸다는 것은 불가능하다. 즉 이론적 법칙으로부터 경험적 법칙을 직접 연역해 낼 수는 없다는 것이다.

이것을 이해하기 위해서 기체에 있어서 분자들에 관한 몇 가지 이론적 법칙들을 처음으로 기술하려고 준비하고 있던 19세기로 되돌아가 보자. 그러한 법칙들은 기체의 단위 부피 속에 들어 있는 분자들의 수, 분자들의 속도 등을 기술하는 것들이었다. 문제를 간단히 하기 위해서 모든 분자는 동일한 속도를 지닌다고 해보자. (이것은 사실 기체 운동 이론에서 원래의 가정이었는데, 나중에 분자의 속도들은 특정한 확률 분포를 하게 된다는 것이 지지되면서 포기되었다.) 분자들이 충돌할 때 일어나는 일들에 대하여 더 많은 가정들이 있어야 한다. 우리는 지금 분자들이 정확히 어떻게 생겼는지 모른다. 따라서 일단 분자들은 아주

작은 공 모양을 하고 있다고 해보자. 공들은 어떻게 충돌하는가? 공들의 충돌에 관한 법칙들이 있지만, 그것들은 큰 물체들에 관련된 것이다. 우리는 분자들을 직접 관찰할 수 없기 때문에 분자들이 충돌하는 것은 큰 물체들인 공들이 충돌하는 것과 유사하다고 가정한다. 아마도 그것들은 마찰력이 전혀 없는 탁자 위에 있는 완벽한 당구공처럼 운동할 것이다. 물론 이것들은 가정들일 뿐이고, 이미 알려진 거시 법칙들을 가지고 유비해서 제안된 추측들에 지나지 않는다.

그러나 지금 우리는 어려운 문제에 부딪치게 되었다. 우리의 이론적 법칙들은 눈으로 볼 수 없는 분자들의 운동만을 다루고 있다. 따라서 우리는 그러한 법칙으로부터, 기체의 온도, 압력 또는 기체 속을 지나가는 음파의 속성 등과 같이 관찰할 수 있는 속성들과 관련된 법칙들을 연역해 낼 수 있을까? 이론적 법칙들은 이론 용어들만을 포함하고 있다. 우리가 찾는 것은 관찰 용어들을 포함한 경험적 법칙들이다. 분명히 그러한 법칙들은 이론적 법칙들에 무엇인가가 더 첨가되어야만 유도될 수 있다.

즉 이론적 용어들을 관찰할 수 있는 용어들과 관련시키는 일련의 규칙들이 더 첨가되어야 하는 것이다. 과학자와 과학 철학자들은 오래 전부터 그런 규칙들의 필요성을 인식해서 그것들의 본성에 대해서 논의해 왔다. 그런 규칙의 한 가지 예로 다음과 같은 것이 있다. “만일 어떤 특정한 진동수를 지닌 전자기파가 있다면, 어떤 특정한 색인 눈에 보이는 초록색이 있게 된다.” 여기서 관찰할 수 있는 것이 관찰할 수 없는 미시 과정과 관련되어 있다.

또 다른 예로 다음과 같은 것이 있다. “(온도계로 측정되는, 따라서 앞에서 설명했던 넓은 의미에서 관찰할 수 있는) 기체의 온도는 그 기체의 분자들의 평균 운동 에너지에 비례한다.” 이 규칙은 관찰할 수 없는 분자들의 운동 에너지를 관찰할 수 있는 기체의 온도와 관련시킨다. 만일 이러한 진술들이 없다면, 관찰할 수 없는 것들과 관련된 이론적 법칙들로부터 관찰할 수 있는 것들과 관련된 경험적 법칙들을 유도해 낼 수 없을 것이다.

학자들에 따라 그런 규칙들을 다르게 부른다. 나는 그런 규칙들을 “대응 규칙”(correspondence rules)이라 부른다. 그리고 브리지만은 그것

을 조작 규칙(operational rules)이라 부르고, 캠벨은 그것을 “사전”(Dictionary)이라고 말한다.” 그 규칙은 하나의 용어법으로 된 용어를 다른 용어법으로 된 용어와 관련시키기 때문에, 그 규칙을 사용하는 것은 마치 영한 사전을 사용하는 것과 유사하다고 할 수 있다. 영어로 “horse”라는 단어는 무엇을 의미하는가? 우리는 사전을 찾아보아서 그것이 “말”(馬)을 의미한다는 것을 안다. 관찰할 수 없는 것과 관찰할 수 있는 것을 관련시키기 위해 일련의 규칙을 사용할 경우는 사전을 찾는 것처럼 그렇게 간단하지는 않다. 그럼에도 불구하고 캠벨이 그런 규칙을 “사전”이라는 시사적인 이름으로 부르는 데는 어떤 유사성이 있다.

그런 규칙들이 이론 용어들을 정의하는 수단을 제공한다고 생각하고 싶은 유혹도 가끔 있지만, 실제로는 그 정반대가 참이라고 할 수 있다. 관찰할 수 있는 것이 이론 용어로 정의될 수 있는 경우는 있어도, 이론 용어가 관찰 용어들을 근거로 해서 정의될 수는 결코 없다. 예를 들어 “철”은 작은 결정체들로 이루어진 물질로서 그 결정체들은 원자들의 특정한 배열로 이루어져 있고, 그 각각의 원자들은 특정한 형태의 소립자로 이루어져 있다고 정의될 수 있다. 관찰 용어인 “철”이라는 것을 이론 용어들로 표현할 수는 있지만, 그 역은 성립하지 않는다.

“전자란 정확히 무엇인가?” 이 물음에 대한 대답은 있을 수 없다. 이 물음은 철학자들이 과학자들에게 항상 묻는 물음이기 때문에 나중에 다시 이 문제에 대해서 논의하기로 하자. 철학자들은 물리학자들에게 “전기”, “자기”, “중력”, “분자” 등이 무엇인지를 묻는다. 만일 어떤 물리학자가 그것들을 이론 용어들로 설명한다면, 철학자는 그 대답에 불만을 품을 것이다. 그 철학자는 다음과 같이 말할 것이다. “그것은 전혀 내가 의미했던 것이 아니오. 내가 원하는 것은 그것들이 무엇인지를 일상 언어로 말해 달라는 것이오.” 철학자는 가끔 다음과 같이 자연의 신비에 대해서 쓰기도 한다. “지금까지 아무도 ‘전기란 무엇인가?’에 대해서 우회하지 않고 제대로 대답한 적이 없다. 아마. 앞으로도 영

원히 대답하지 못할 것이다. 따라서 전기는 우주에 있어서 이해할 수 없는 심원한 신비들 가운데 하나로 영원히 남아 있을 것이다.”

거기에는 아무런 신비도 없다. 단지 틀리게 표현된 물음만이 있을 뿐이다. 문제의 특성으로 볼 때 정의가 불가능한 경우에는 정의를 요구해서는 안 된다. 만일 한 어린이가 코끼리가 무엇인지를 모른다면, 우리는 그 어린이에게 코끼리는 귀가 크고 코가 긴 거대한 동물이라고 말해 줄 수 있다. 그리고 우리는 그 어린이에게 코끼리 그림을 보여줄 수도 있다. 그렇게 함으로써 우리는 그 어린이가 이해할 수 있는 관찰할 수 있는 용어로 코끼리를 멋지게 정의하게 되는 것이다. 비슷한 방식으로, 과학자가 이론 용어들을 도입할 때에도 그 과학자는 그것들을 친숙한 용어로 정의할 수 있어야 한다고 믿고 싶은 유혹이 있게 된다. 그러나 그럴 수는 없다. 어린이에게 코끼리 그림을 보여주는 방식으로 물리학자가 우리에게 전기의 그림을 보여줄 수는 없다. 육안으로는 유기체의 세포를 볼 수 없지만 현미경을 통해서만 세포를 볼 수 있기 때문에 세포의 그림은 제시될 수 있다. 그러나 우리는 전자의 그림은 제시할 수 없다. 전자는 보이지도 않고 만져지지도 않기 때문에 우리는 그것이 어떻게 생겼고 어떻게 느껴지는지 말할 수 없다. 우리가 말할 수 있는 것은 기껏해야 그것은 특정한 방식으로 움직이는 지극히 작은 물체라는 것이다. 그것은 코끼리에 대한 우리의 기술과 유사한 것으로 보일 수도 있다. 우리는 코끼리를 특정한 방식으로 움직이는 거대한 동물이라고 기술할 수 있다. 어찌서 전자는 코끼리의 경우와 다른가?

그 이유는 물리학자는 전자의 움직임을 이론적 법칙들을 진술함으로써만 기술할 수 있고, 그 법칙들은 이론 용어들만을 포함하고 있기 때문이다. 그들은 전자에 의해서 생겨난 장(場, field)과 장에 대한 전자의 반응 등을 기술한다. 만일 전자가 특정한 정전장(靜電場, electrostatic field)에 있다면, 그 전자의 속도는 특정한 방식으로 가속될 것이다. 그러나 불행하게도 그 전자의 가속도를 관찰할 수는 없다. 그것은 우리가 직접 관찰을 통해서 조사할 수 있는 당구공의 가속도와는 다른 것이다. 이론적 개념을 관찰 용어로 정의할 수 있는 길은 없다. 따라서 우리는 다음과 같은 사실을 인정하지 않을 수 없다. 우리는 관찰 용어에 주어질 수 있는 정의를 가지고 이론 용어들을 명확하게 말할 수는

1) P.W. Bridgman, *The Logic of Modern Physics* (New York: Macmillan, 1927)와 N.R. Campbell, *Physics: The Elements* (Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1920) 참조. 대응 규칙에 대해서는 다음 책에 논의되고 있다. E. Nagel, *The Structure of Science* (New York: Harcourt, Brace & World, 1961), 97~105면.

없다.

브리지만과 같은 몇몇 학자들은 그런 규칙들을 “조작적 정의”라고 말하기도 한다. 브리지만이 어떤 정당성을 가졌던 이유는, 내가 믿기에 는, 그는 자신의 규칙들을 대부분의 물리학자들이 그것들을 사용하는 것과는 약간 다른 방식으로 사용했기 때문이었다. 그는 위대한 물리학자였고, 자신이 그 규칙들을 일상적인 용법과는 다르게 사용하고 있다는 것을 확실히 알고 있었다. 그러나 그는 전통적인 방식과는 다른 특정한 어법을 기꺼이 받아들였다. 다음은 그의 어법이 전통적인 것과는 어떻게 다른지 설명해 준다. 10장에서 지적했던 바와 같이, 브리지만은 전류의 세기에 대한 개념은 하나만 있는 것이 아니라 여러 가지가 있다고 말한다. 하나의 물리량을 측정하는 절차는 여러 가지 있을 수 있는데, 그 각각의 절차마다 그 물리량에 대한 하나씩의 조작적 정의가 있다. 전류를 측정하는 절차가 여러 가지 있기 때문에, 전류에 대한 개념도 여러 가지 있게 된다. 물리학자들은 편의상 전류에 대한 하나의 개념만을 말한다. 엄밀히 말하자면, 브리지만은 어떤 하나의 측정을 할 때는 서로 다른 조작 절차가 있게 되는데, 그 각각의 경우마다 다르게 정의되는 서로 다른 많은 개념들이 있다는 사실을 물리학자들이 인정해야 한다고 믿었다.

우리는 이제 서로 다른 물리적 언어들 가운데 어느 하나를 선택해야 하는 문제에 부딪치게 되었다. 물리학자들 사이의 전통적인 방식을 따르다면 전류에 대한 다양한 개념들을 하나의 개념으로 대치할 수 있을 것이다. 그러나 이것은 이론적 법칙들의 자리에 그 개념을 놓을 수 있다는 것을 의미한다. 왜냐하면 조작 규칙이란 다음이 아닌 바로 내가 대응 규칙이라고 부르는 것으로서, 이론 용어들을 경험적 용어들과 관련시키는 것이기 때문이다. 따라서 이론적 개념에 대한 하나의 정의—즉 하나의 조작적 정의—만 있어야 한다는 주장은 모두 포기되어야 한다. 브리지만은 일반적 개념을 말하고 있지 않았기 때문에 자신의 이론적 용어들에 대한 조작적 정의를 말할 수 있었다. 즉 그는 서로 다른 경험적 절차에 의해서 각기 달리 정의되는 부분적 개념들을 말하고 있었던 것이다.

브리지만의 용어법에서조차도 그의 부분적 개념들이 조작 규칙들에

의해서 적절하게 정의될 수 있느냐 하는 문제가 제기된다. 라이헨바하는 그가 “상관적 정의”(correlative definitions)라고 부르는 것에 대해서 자주 이야기한다. (독일어로 씌어진 그의 책에서는 그것을 관련시키다라는 zuordnen을 따서 Zuordnungsdefinitionen이라 쓰고 있다.) 아마도 상관이라는 용어는 브리지만의 규칙이 실제로 행하는 것에 대한 정의보다 더 좋다. 예를 들어 기하학에서 라이헨바하는 힐버트가 전개했던 것처럼 기하학의 공리 체계는 해석되지 않은 하나의 공리 체계라고 지적하였다. 점, 선, 면이라는 기본 개념들은 “집합  $\alpha$ ”, “집합  $\beta$ ”, “집합  $\gamma$ ”라고 부를 수도 있다. 우리는 “점”, “선”과 같이 친숙한 단어들의 소리를 듣고 그것들이 일상적인 의미로 받아들여져야 한다는 생각을 해서는 안 된다. 공리 체계에서 그것들은 해석되지 않은 용어들이다. 그러나 기하학이 물리학에 응용되었을 때는 그 용어들은 물리적 세계에 있는 것들과 관련되어야 한다. 예를 들어 우리는 기하학의 선을 진공속에서의 광선 또는 팽팽한 줄을 가지고 예를 든다. 해석되지 않은 용어들을 관찰할 수 있는 물리적 현상들과 관련시키기 위해서 우리는 상관 관계를 성립시켜 주는 규칙들이 필요하다.

물론 우리가 이러한 규칙들을 무엇이라고 부르느냐 하는 것은 단지 용어상의 문제일 뿐이다. 우리는 그것들을 정의라고 말하지 않도록 주의해야 한다. 그것들은 엄격한 의미에서 정의가 아니다. 우리는 자연에서의 무엇인가를 지칭하면서 “선”이라는 기하학적 개념에 대한 있는 그대로의 적절한 정의를 내릴 수는 없다. 광선, 팽팽한 줄 등은 단지 대략적으로 곧을 뿐이다. 더구나 그것들은 선이 아니라 선분일 뿐이다. 기하학에서의 선은 무한히 길고 절대적으로 곧다. 무한히 길고 절대적으로 곧은 속성은 자연에서의 어떤 현상에서도 찾아볼 수 없다. 따라서 이론적 기하학에서의 개념들에 대해서, 문자 그대로 엄격한 의미에서, 조작적 정의를 내리는 것은 불가능하다. 엄밀히 말하면 그런 개념들에 대한 정의는 없다. 나는 “조작적 정의”라는 말보다는 라이헨바하의 용어인 “상관적 정의”라는 말을 쓰고 싶다. 나는 최근에야 이 문제에 대해서 집필했는데, 나의 책에서는 그것들을 “대응 규칙”이라고 부르고 있다.

캠벨을 비롯한 다른 학자들은 흔히 이론적 물리학의 실재들을 수학적

대상들이라고 말한다. 즉 그들의 이 말은 그 대상들이 수학적 함수로 나타낼 수 있는 방식으로 서로 관련되어 있다는 의미이다. 그러나 그것들은 순수 수학으로 정의될 수 있는 종류의 수학적 대상들이 아니다. 순수 수학에서 여러 가지의 수(數), 로그 함수, 지수 함수 등을 정의 내리는 것은 가능하다. 그러나 순수 수학에서 “전자”와 “온도” 같은 용어들을 정의 내릴 수는 없다. 물리학적 용어들은 현실 세계의 관찰에 근거한, 논리와는 무관한 상수들의 도움이 있어야만 도입될 수 있다. 수학적 공리 체계와 물리학적 공리 체계 사이의 본질적인 차이점이 여기에 있는 것이다.

만일 우리가 수학적 공리 체계에서의 어떤 용어를 해석하고 싶다면, 우리는 논리학에서의 정의를 가지고 그것을 해낼 수 있다. 예를 들어 페아노(G. Peano)의 공리 체계에서 사용된 “수”라는 용어를 고찰해 보자. 예를 들어 우리는 프레게-러셀의 방법을 가지고 수를 논리적 용어로 정의할 수 있다. 그런 식으로 “수”라는 개념은 순수 논리학에 바탕을 둔 완벽하고 명백한 정의를 지니게 된다. “5”라는 수는 “파란”, “뜨거운” 등과 같이 관찰할 수 있는 것들과 어떤 관계를 설정할 필요가 없다. 그런 용어들은 논리적인 해석만을 가지며, 현실 세계와는 어떤 관련도 맺을 필요가 없다. 가끔 수학에서의 공리 체계가 이론이라고 불리는 경우가 있다. 수학자들은 집합 이론, 군(群) 이론, 행렬 이론, 확률 이론 등에 대해서 이야기한다. 여기서 “이론”이라는 단어는 순수하게 분석적인 방식으로 쓰인 것이다. 그것은 현실 세계에서 추론하지 않은 연역적 체계임을 나타낸다. 우리는 수학에서 사용하는 “이론”이라는 말의 용법과 상대성 이론, 양자 이론, 심리 분석 이론, 케인즈의 경제 이론 등과 같은 경험적 이론에서 사용하는 “이론”이라는 말의 용법은 전혀 다르다는 것을 언제나 염두에 두어야 한다.

수학적 이론들이 세계로부터 뚜렷이 분리되듯이 물리학에서의 공준 체계가 세계로부터 분리될 수는 없다. “전자”, “장(場)” 등과 같은 물리학의 공리적(公理的) 용어들은 그것들을 관찰할 수 있는 현상들과 관련시키는 대응 규칙들에 의해서 해석되어야 한다. 그러한 해석은 불가피하게 불완전할 수밖에 없다. 그것은 언제나 불완전하기 때문에 물리학의 공준 체계는 새로운 대응 규칙들이 더 첨가될 수 있는 가능성이 열

마든지 있다. 사실 물리학의 역사는 그러한 과정들의 끊임없는 연속이라고 할 수 있다. 나는 지금을 물리학에서 전혀 새로운 이론이 전개되는 혁명의 시기가 아니라, 현존하는 이론들을 수정해 가는 점진적인 변화의 시기라고 생각한다. 19세기 물리학은 좋은 예를 제공해 준다. 왜냐하면 19세기에는 고전 역학과 전자기학이 확립되었고, 수십 년 동안에 근본적인 법칙에서는 비교적 작은 변화만이 있었기 때문이다. 물리학의 기초 이론들은 변하지 않은 채로 남아 있었다. 그러나 이러저러한 물리량을 측정하기 위한 새로운 절차들이 끊임없이 개발되었기 때문에 새로운 대응 규칙들이 꾸준히 첨가되었다.

물론 물리학자들은 대응 규칙들끼리 서로 모순되거나 이론적 법칙들과 서로 모순되는 대응 규칙들을 전개할지도 모르는 위험에 언제나 직면해 있다. 그러나 그런 모순이 일어나지 않는 한 그들은 새로운 대응 규칙들을 자유롭게 첨가할 수 있다. 그 절차는 영원 무궁하다. 새로운 규칙들이 첨가될 수 있는 가능성이 언제나 있기 때문에 이론 용어들에 대한 특수한 해석들도 얼마든지 많아질 수 있다. 그러나 그러한 해석이 아무리 많아진다 해도 최종적인 해석은 있을 수 없다. 수학적 체계에 있어서는 그렇지 않다. 거기에서 어떤 공리적 용어에 대한 논리적 해석은 완벽하다. 여기서 우리는 이론 용어들을 대응 규칙에 의해서 “정의되는” 것이라고 말하기를 꺼리는 또 다른 이유를 발견하게 된다. 그렇게 말해서 안 되는 이유는 만일 이론 용어들을 대응 규칙에 의해 정의되는 것이라고 말한다면, 순수 수학에서의 공리 체계의 본성과 이론적 물리학에서의 공리 체계의 본성 사이의 중요한 구분이 흐려지게 되기 때문이다.

더 이상 다른 해석이 있을 수 없을 만큼 완벽한 대응 규칙을 가지고 어떤 이론 용어를 해석한다는 것은 불가능할까? 아마도 현실 세계는 그 구조에 있어서나 그 법칙에 있어서 한계지어져 있을 것이다. 결국 새로운 대응 규칙들을 가지고 어떤 용어에 대한 해석을 더 보강할 필요가 없게 되는 지점이 있을지도 모른다. 그렇게 된다면 그 법칙들은 그 용어에 대한 최종적이고 명백한 정의를 제공하게 되는 것이 아닌가? 그 말이 맞다. 그렇지만 그렇게 된다면, 그 용어는 더 이상 이론 용어가 아니다. 그것은 관찰 언어의 일부가 되는 것이다. 물리학의 역사는

언젠가는 물리학이 완벽하게 될 것이라는 것을 아직 보여주지 않고 있다. 지금까지는 새로운 대응 규칙들이 끊임없이 추가되어 왔고, 이론 용어들에 대한 해석에 있어서 계속적인 수정만이 이루어져 왔다. 그것이 무한한 과정인지 아니면 결국 언젠가는 끝장을 보게 될지는 알 길이 없다.

그것은 아마 다음과 같이 바라보아야 하지 않을까. 물리학에서는 어떤 용어에 대한 대응 규칙이 그 용어를 명백히 정의해 줄 만큼 강해서, 그 결과 그 용어가 더 이상 이론 용어가 아니게끔 해주는, 그 정도로 강한 대응 규칙을 만드는 것을 반대하는 것을 막지 않는다. 그리고 새로운 대응 규칙을 더 첨가할 수 있는 가능성이 항상 존재한다는 것을 지지해 주는 어떤 근거도 없다. 왜냐하면 물리학의 역사는 이론적 개념들에 대한 꾸준하고도 끊임없는 수정을 보여주고 있고, 대부분의 물리학자들은 이론 용어를 완벽하게 정의할 만큼 강한 대응 규칙을 만들지 말도록 조언할 것이기 때문이다. 더구나 그것은 전혀 불필요한 절차이다. 그것을 통해서 아무 것도 얻는 것이 없다. 그것은 하나의 획을 긋는 비약적인 발전에 대한 역효과가 될 수도 있다.

물론 여기서 다시 우리는 관찰할 수 있는 것들과 관찰할 수 없는 것들 사이의 구분은 정도의 문제라는 것을 인정해야 한다. 우리는 경험적 절차에 의해서 길이와 같은 개념을 명백히 정의할 수도 있다. 왜냐하면 그것은 아주 쉽게 직접적으로 측정되고, 새로운 관찰에 의해서 좀처럼 수정될 것 같지 않기 때문이다. 그러나 “전자”를 명백히 정의할 수 있을 만큼 강한 대응 규칙을 찾는 것은 경솔한 일일 것이다. “전자”라는 개념은 간단하고 직접적인 관찰과는 너무나 동떨어져 있기 때문에, 그것을 이론 용어로 그대로 두고 새로운 관찰들에 의해서 수정될 수 있도록 하는 것이 최상책이다.

## 제 25 장

## 어떻게 새로운 경험적 법칙이 이론적 법칙으로부터 유도되는가

24장에서는 한 이론의 관찰할 수 없는 이론 용어들과 경험적 법칙들의 관찰 용어들을 연결시키는 데 대응 규칙들이 어떤 방식으로 사용되는가에 대해서 논의하였다. 이것은 경험적 법칙들이 한 이론에서의 법칙들로부터 파생되는 방법의 몇 가지 실례를 들어 봄으로써 좀더 분명해질 것이다.

첫번째 예는 기체의 운동 이론에 관한 것이다. 그것의 모형 또는 모형 그림은 분자라고 불리는 작은 입자들에 대한 것인데, 그 입자들은 모두가 일정하게 동요하고 있다. 처음에 기체의 운동 이론은 그 입자들을 모두 동일한 질량을 가지고 기체의 온도가 일정할 때는 그 속도도 동일하게 일정한 작은 공으로 간주하였다. 나중에 각 입자들이 동일한 속도를 지닌다면 기체는 불안정한 상태에 있게 된다는 것이 발견되었다. 따라서 기체가 안정 상태로 남아 있을 수 있는 속도들의 특정한 확률 분포를 구하는 것이 필요했다. 이것은 볼츠만-맥스웰 분포라고 불렀다. 이 분포에 따르면, 어떤 분자가 속도계의 특정한 영역 안에 있게 되는 특정한 확률이 있다.

기체의 운동 이론이 처음 전개되었을 때는 그 이론의 법칙에 따르는