이에 따라 외계 생명체 탐사를 위해서는 생명체에 대한 새로운 정의의 필요성이 제기되고 있다. 생물학적 관점에서의 정의는 지구 생명체에 한정된 특성을 바탕으로 내려진 정의이기 때문에 외계 생명체 탐사를 위해 생명체에 대한 보편적 정의를 다시 하려는 시도가 이루어지고 있다. 오스트리아의 물리학자 슈뢰딩거는 우주의 보편 법칙인 ‘엔트로피 증가 법칙’을 통해 생명체를 설명하고자 했다.

생명체에 대한 보편적 정의를 어떻게 할 수 있을까? 아 우주의 보편 법칙 (엔트로피 증가 법칙)을 이용하면 되겠구나! 엔트로피 증가 법칙은 뭘까? 여기서 조금만 추론하면, 지구만의 법칙을 이용한 생명의 정의는 우주에서 보편적으로 적용될 수 없다는 전제가 깔려있음을 알 수 있다!

‘엔트로피 증가 법칙’은 자연 물질이 질서 정연한 상태에서 자발적으로 무질서한 상태로 점점 변화하게 되는 현상을 말한다. 이때 엔트로피가 증가한다는 것은 무질서도가 증가하여 궁극적으로 안정된 상태에 이르게 되는 것을 의미한다.

엔트로피 증가 법칙: 자연 물질이 정연한 상태에서 자발적으로 무질서한 상태로 변한다 = 엔트로피= 무질서도 이구나! 그리고 그러한 상태를 안정된 상태라 부르는군

그런데 슈뢰딩거는 생명체가 ‘엔트로피 증가 법칙’을 무시한다고 보았다. 이러한 생각을 바탕으로 그는 생명체를 외부에서 얻은 에너지를 이용하여 자신의 질서 상태를 유지하는 개체라고 정의했다. 이는 생명체가 에너지와 물질의 유출입이 있는 세계에 존재한다는 것을 의미한다. 생명체에 대한 일관된 정의를 내리는 것은 쉽지 않은 일이다. 슈뢰딩거의 정의가 지구뿐만 아니라 광활한 우주에 존재하는 생명체를 모두 포괄할 수 있다고 단정하기는 어렵다. 하지만 우주 속의 생명체에 대한 지속적인 탐사와 연구를 통해 ‘생명이란 무엇인가’에 대한 우리의 이해를 높여 갈 수 있을 것이다.

(슈뢰딩거의) 생명체에 대한 보편적 정의:

1. ‘엔트로피 증가 법칙’을 무시하는 존재
2. 외부에서 얻은 에너지를 이용하여 자신의 질서를 유지하는 개체.
3. 에너지와 물질의 유출입에 있는 세계에 존재한다.

이 문장들을 그냥 줄줄줄 읽으면 안된다! 이 세 정의가 서로 다른 얘기인가? 첫째, 둘째, 셋째 라고 한 것도 아니고 슈뢰딩거에 따르면 생명체는~~ 라고 한다면 사실 다 비슷한 맥락의 얘기를 한다고 생각하고 그 논리를 이어붙여야 한다!

앞에서 뭐라고 했지? ‘엔트로피 증가 법칙’ 이 뭐였지? 아 무질서한 상태로 점점 변화하는 현상이구나. 그렇다면 ‘엔트로피의 증가 법칙’을 무시한다는 말은 뭘까? 무질서한 상태로 변화하지 않고 질서가 유지된다는 것이구나! 그러니까 2번과 같은 정의(질서를 유지하는 개체)가 나왔구나. 그런데 엔트로피 증가 법칙은 우주의 법칙이라면서 어떻게 무시할 수 있는 거지? 아하 그러니까 조건이 필요하구나. 그 조건은 2에서 나와있듯 외부에서 얻은 에너지를 이용하는 것이구나. 그렇기 위해서는 생명체는 3 처럼 에너지와 물질의 유출입에 있는 세계에 존재할 수밖에 없겠네.

이를 요약해보자

우주 공간에서도 생명체를 보편적으로 정의하려면 우주의 보편적 법칙 (엔트로피 증가의 법칙)을 이용해야한다. 생명체는 외부에서 에너지를 얻어 이를 이용해 자신의 질서를 유지하는 개체이고 이는 ‘엔트로피 증가 법칙’을 무시하는 행위이구나!

물론 수능장에서 이렇게 써볼 수는 없겠지만 공부할 때 만이라도 연습을 해보자.

(나)의 ‘슈뢰딩거와’ <보기>의 ‘쇤하이머’를 비교하여 이해한 내용으로 가장 적절한 것은?

루돌프 쇤하이머는 생명체의 모든 조직과 세포의 내부는 분해와 합성의 순환 과정을 통해 변화하며 새로워진다고 생각했다. 생명체를 구성하고 있는 분자는 빠른 속도로 분해되며 외부에서 유입된 분자로 대체된다. 외부에서 유입되어 대체된 분자는 다시 분해의 과정을 거쳐 환경으로 돌아간다. 이러한 과정의 흐름 속에서 생명체는 일정한 형태를 유지하며 살아가게 되는데, 이를 ‘동적 평형’ 상태라 한다. 동적 평형은 생명체 내부에서 끊임없이 진행되는 분해와 합성 사이의 정교한 균형을 말한다. 쇤하이머는 이러한 균형을 유지하기 위해 생명체는 외부로부터 에너지를 요구한다고 보았다.

쇤하이머가 정의한 생물 (앞에서 슈뢰딩거가 보편적 정의를 얘기했으니 아마도 쇤하이머는 특별한 말이 없으면 지구상에서 정의한 생명체겠지?)

쇤하이머가 정의한 생명체(아마도 지구상에서 정의)

-분해와 합성의 순환 과정을 통해 변화하며 새로워지는 존재

-분자의 유출 유입이 있고 이 과정에서 일정한 형태를 유지함. 이를 동적 평형이라 한다.

-동적 평형을 유지하기 위해서는 외부로부터 에너지를 요구한다.

슈뢰딩거의 정의를 기억해보자. 슈뢰딩거의 생명체에 대한 정의는 우주에서 적용되는 보편적 정의이기 때문에 역시 이 쇤하이머의 정의에도 적용된다고 생각할 수 있다. 슈뢰딩거에 따르면 생명체는 외부로부터 에너지를 얻어 질서를 유지( 엔트로피 증가 법칙을 무시) 한다. 쇤하이머에 따르면 생명체는 외부로부터 에너지를 얻어 분자의 유출 유입을 통해 일정한 상태를 유지(동적 평형)한다.

결국 우리는 두 설명의 짝짓기를 할 수 있어야한다.

슈뢰딩거: 물질과 에너지의 유출입을 통해 쇤하이머: 분자의 유출입과 외부로부터 에너지를 얻어

슈뢰딩거: 질서를 유지한다 쇤하이머: 일정한 형태를 유지한다.

슈뢰딩거: 이는 ‘엔 법칙을 무시하는 셈’ 쇤하이머: 이를 동적 평형이라 한다.

1. 슈뢰딩거와 쇤하이머 모두 생명체는 ‘엔트로피 증가 법칙’ 이 적용되는 개체라고 생각했겠군.

슈뢰딩거는 생명체는 ‘엔트로피 증가 법칙’ 을 무시하는 개체라고 생각했고 쇤하이머는 이를 다루지 않음.

1. 슈뢰딩거와 마찬가지로 쇤하이머는 생명체에서 에너지와 물질의 유출입이 있다고 보았겠군. (정답)
2. 슈뢰딩거와 쇤하이머 모두 생명체 내부의 끊임없는 순환 과정에 초점을 두고 생명 현상을 정의하려 했겠군.

이러한 관점으로 생명체를 바라본 것은 쇤하이머 뿐이다.

1. 슈뢰딩거는 쇤하이머와 달리 생물학적 관점에서의 생명체에 대한 정의는 우주에 보편적으로 적용될 수 있는 설명이라고 보았겠군.

슈뢰딩거는 생물학적 관점에서의 정의는 우주에 보편적으로 적용될 수 없다고 생각했고 쇤하이머는 이를 언급한 적 없다.

1. 슈뢰딩거와 달리 쇤하이머는 생명체의 엔트로피가 증가한 상태일지라도 외부 에너지의 유입을 통해 다시 원래의 상태로 환원할 수 있다고 생각했겠군.

이런 얘기를 한 적이 없다.

비문학 내용을 이해할 때는 배경지식이 정말 중요하지만 문제를 풀 때는 배경지식으로 푸는게 아니다!!!꼭 기억해라!!! 문학도 마찬가지 문학을 이해하는데는 문학적 감수성과 배경지식이 너무나도 중요하지만 문제를 풀 때는 수능 문학 개념어의 기준에 따라 푸는 것이다! 비문학도 선지 가이드라인과 paraphrase를 언제나 유의해야한다.

(짤막)

많이들 하는 에너지와 엔트로피의 혼동. 일반적으로 무언가가 한쪽에 몰려있는 것이 질서정연, 골고루 퍼져있는 것을 무질서하다고 생각해서 후자가 전자보다 엔트로피가 높다고 생각합니다. 하지만 에너지의 경우는 다릅니다. 무언가가 한쪽에 몰려있는 것은 에너지가 높은 상태고 골고루 퍼져 있는 것은 에너지가 낮은 상태입니다. 그렇다면 안정된 상태는 무엇일까요? 몰려있는 상태일까요 골고루 퍼져 있는 상태일까요? 아마도 골고루 퍼져 있는 상태입니다. 그렇다면 무질서한 상황은 안정된 상태일까요?

네 맞습니다. 일반적인 언어에서 무질서하다는 것은 불안정한 것 처럼 느껴지기 쉬우나, 엔트로피가 높아 무질서하다고 하는 경우에 이는 에너지적으로는 낮은 에너지 준위에 있어 안정된 상태입니다. 물리학에서 안정됬다는 것은 화학적으로 에너지가 흐를 가능성이 낮아 외부의 에너지 유입이 없다면 유지되는 상태를 의미합니다.

그렇다면 여기서 퀴즈, 위의 예시처럼 우리 몸이 계속 외부에서 에너지를 공급받아 동적 평형을 유지하는 상황이라면 이는 엔트로피, 에너지, 안정 관점에서 어떤가요? 생명체는 더 무질서해질 수 , 즉 엔트로피는 더욱 커질 수 있으나 외부 에너지로 인해 커지지 않습니다. 에너지는 계속 골고루 퍼질 수 있으나 외부 에너지가 계속 에너지의 불균형을 유지시켜주고 있습니다. 따라서 에너지적으로 생명체는 완전히 안전한 상태는 아닙니다. 이를 동적평형이라 합니다. 무언가 이상한가요? 우리가 동적평형이라 하면 이는 안정된 상황이어야 할 것 같은데 말이지요? 만약 외부와의 에너지 유출입이 없이 동적 평형이 유지된다면 이는 안정된 상황이지만, 현재는 외부의 에너지 공급을 이용해 동적 평형을 유지하므로 이는 안정된 상황은 아닙니다. 이러한 헷갈림은 일상 용어로서의 평형 등이 주는 느낌이 안정감 등과 관련이 있기 때문일 것입니다. 그렇다면 만약 우리 몸에 에너지 유입이 끊긴다면 어떻게 될 것이지요? 엔트로피는 계속 커져 우리 몸은 산산히 흩어져 재가 될 것이고, 에너지는 골고루 균등하게 분배될 것입니다. 이는 에너지적으로는 매우 안정된 상황일 것입니다. -\*