

2017학년도 서울여자대학교 수시 논술고사

〈자연계열 오후반〉  
문제 해설



서울여자대학교  
SEOUL WOMEN'S UNIVERSITY

## [문항 1] 오파린의 가설과 지구 대기조성 환경

### 1. 출제 의도

본 문제는 첫째, 주어진 제시문의 가설을 요약하고 이 가설을 검증하는 실험 설계를 원시 지구 환경과 연결하여 설명할 수 있는 논리적 추론 능력을 평가한다. 둘째, 표에 제시된 화학 반응을 지구의 환경에서 일어난 일과 연결하여 지구 대기 조성 변화를 추론할 수 있는 통합적 사고력을 평가한다.

### 2. 제시자료 출처

구분	제목	출처	비고
제시문(가)	가설-연역적 탐구 방법	고등학교 생명 과학 I, 상상아카데미, 2014, 22쪽	
제시문(나)	오파린의 원시 생명체 탄생 가설	고등학교 과학, 천재교육, 2013, 125쪽 고등학교 과학, 미래엔, 2014, 146쪽	
제시문(다)	원시 대기와 원시 바다	고등학교 과학, 천재교육, 2013, 96~97쪽 고등학교 과학, 교학사, 2014, 113쪽	
[그림 1]	밀러의 실험장치	고등학교 과학, 천재교육, 2013, 125쪽 고등학교 과학, 미래엔, 2014, 139쪽 고등학교 과학, 교학사, 2014, 137쪽	
[그림 2]	지구 대기의 조성 환경	고등학교 과학, 천재교육, 2013, 101쪽 고등학교 과학, 교학사, 2014, 113쪽 관련	
<표 1>	지구 대기의 화학 반응	고등학교 과학, 교학사, 2014, 139쪽 고등학교 과학, 더텍스트, 2015, 174~176쪽 고등학교 과학, 금성출판사, 2015, 358쪽 관련	

### 3. 교육 과정 내용과 성취기준 및 수준

교육과정 내용	성취기준	성취수준	
생1113. 생명 과학 지식이 과학자의 탐구를 통해 구성되었음을 이해한다.  [탐구 활동] 생명과학의 탐구 사례 조사하기	생1113-1. 탐구 과정에 대한 사례를 통해 생명 과학의 탐구 과정을 설명할 수 있다.	상	특정한 탐구주제에 대해서 귀납적 탐구 방법이나 연역적 탐구 방법을 구체적으로 적용하여 실험을 설계할 수 있다.
		중	여러 가지 사례를 통해 탐구과정을 설명할 수 있고, 과학적 탐구방법과 관련된 가설 설정과 실험 설계의 유의사항을 말할 수 있다.
		하	생명과학의 탐구방법에는 귀납적 연구방법과 연역적 연구방법이 있다는 것을 말할 수 있다.

교육과정 내용	성취기준	성취수준	
과1231. 간단한 화학 반응식을 쓰는 방법을 익히고, 원시 바다에서 화학적 진화를 통해 간단한 화합물로부터 단백질과 같은 복잡한 탄소 화합물이 만들어지고 생명이 탄생하였다는 학설을 화학반응을 사용하여 개괄적으로 설명할 수 있다.	과1231-1. 생명현상과 관련된 간단한 화합물의 생성과정을 간단한 화학 반응식을 통해 설명할 수 있다.	상	생명현상과 관련된 간단한 화합물의 생성과정을 간단한 화학 반응식으로 설명할 수 있다.
		중	생명현상과 관련된 간단한 화합물을 분자식으로 표현하고 이 화합물들이 간단한 화학 반응에 의해 생성됨을 말할 수 있다.
		하	물, 이산화탄소, 암모니아 등 생명현상과 관련된 간단한 화합물을 분자식으로 표현할 수 있다.
	과1231-2. 원시바다에서 무기물로부터 간단한 유기물(탄소화합물)이 생성되는 과정을 설명할 수 있다.	상	원시바다에서 무기물로부터 간단한 유기물이 합성되는 과정의 의미를 알고 설명할 수 있다.
		중	원시바다에서 무기물로부터 간단한 유기물이 합성될 수 있음을 말할 수 있다.
		하	무기물과 유기물의 차이를 제시할 수 있다.
과1225. 지구의 진화과정을 통하여 지권, 수권, 기권 등과 같은 지구계 각 권의 형성을 이해하고, 지구가 이처럼 특별한 행성임을 태양으로부터의 거리, 간단한 물질의 분자 구조와 관련지어 설명할 수 있다.	과1225-1. 지구의 진화 과정을 통해 지권, 수권, 기권등과 같은 지구계 각 권의 형성 및 각 권간의 상호작용을 설명할 수 있다.	상	지구의 지권, 수권, 기권들의 형성 과정과 상호작용을 지구의 진화 과정을 통해 설명할 수 있다.
		중	지구의 진화 과정에서 지권, 수권, 기권들이 서로 상호 작용하면서 형성되었음을 말할 수 있다.
		하	지구계가 지권, 수권, 기권으로 구분됨을 말할 수 있다.

#### 4. 평가준거

	<b>제시문 (나)의 가설을 요약하였는가?</b>
<b>준거1</b>	· 오파린의 가설은 화학 진화에 의해 생명이 탄생하였다는 것으로, 암모니아, 메테인, 수증기, 수소 등의 기체로 이루어진 원시 대기에서 암모니아와 메테인의 반응에 의해 간단한 유기화합물이 생기고 이것이 복잡한 물질대사를 하는 생명체로 화학적으로 진화하였다는 것이다.
	<b>[그림1]의 실험 설계를 제시문 (다)의 지구 환경과 연관지어 구체적으로 설명하였는가?</b>
<b>준거2</b>	· 플라스크 속의 혼합 기체 : 원시 대기를 구성하는 환원성 기체 · 끓는 물 : 수증기 공급, 화산 폭발 등에 의한 열에너지 공급으로 고온 상태 유지 · 플라스크 속의 방전: 번개 · 냉각 장치를 통과한 물 : 원시 바다에 내린 비 · U자관에 고인 물과 유기물: 원시 바다에 떨어진 유기물
	<b>[그림 2]의 지구 대기 조성 변화를 &lt;표 1&gt;의 화학반응 순서대로 설명하였는가?</b>
<b>준거3</b>	· <표 1>의 첫 번째 화학반응 : 지구 원시 대기에서 간단한 유기물인 아미노산류가 만들어지면서 원시 대기의 메테인, 암모니아 성분이 줄어들음 · [그림 2]의 이산화탄소가 25억 년경까지 줄어든 주요한 이유는 <표 1>의 두 번째 화학 반응에서 볼 때, 이산화탄소가 바닷물에 녹아 들어갔기 때문일 것이다. · [그림2]에서 볼 때 25억 년부터 산소가 증가하고, 이산화탄소가 줄어든 주요 이유는 <표 1>의 세 번째 화학 반응인 광합성때문일 것이다.

## 5. 대학 제시 답안

제시문 (가)에서 가설은 인과적 의문에 대한 잠정적인 답이다. 오파린은 “지구상 생명의 기원은 무엇일까?”라는 의문에 대해서 생명이 화학 진화에 의해 탄생했다는 가설을 제시했다. 이 가설은 암모니아, 메테인, 수증기, 수소 등의 기체로 이루어진 원시대기에서 암모니아와 메테인의 반응에 의해 간단한 유기화합물이 생기고 이것이 복잡한 물질대사를 하는 생명체로 화학적으로 진화하였다는 것이다.

[그림 1]의 실험 설계를 제시문 (다)에 나타난 원시 지구 환경과 연결하여 설명하면 다음과 같다. 제시문 (다)의 수소, 메테인, 암모니아, 이산화탄소, 수증기, 질소, 염화수소 등이 섞여 있는 원시 지구 대기는 [그림 1]에서 플라스크에 넣은 메테인, 수증기, 암모니아, 수소로 재현되었다. 제시문 (다)의 뜨거운 수증기 상태로 존재하는 물은 [그림 1]에서 플라스크에 유입되는 끓인 물로 재현되었다. 제시문 (다)의 지구 대기 중에 존재하던 번개는 [그림 1]에서 플라스크 속 방전으로 재현되었다. [그림 1]에서 유기물이 냉각 장치를 거쳐 물이 혼합된 U자 관에 떨어지도록 한 것은 제시문 (다)에서 지표가 식으면서 생긴 바다 위에 원시 대기에서 생성된 유기물이 떨어지는 것을 추론하여 재현한 것이다.

[그림 2]는 원시 대기가 오늘날의 대기로 변하는 과정을 보여준다. <표 1>의 첫 번째 화학반응은 제시문 (다)의 원시 대기에 존재하던 메테인과 암모니아가 수증기(물)와 반응하여 아미노산으로 변하는 것을 보여준다. 이 과정을 거쳐 제시문 (다)의 원시 대기 중 이산화탄소만 남은 것을 [그림 2]가 보여준다. 이후로 25억 년 전까지는 [그림 2]의 이산화탄소는 빗물이나 바닷물에 녹아 들어가 줄어들게 된다. 이는 <표 1>의 두 번째 화학 반응의 결과이다. [그림 2]에 나타난 25억 년 이후 대기의 변화는 <표 1>의 세 번째 화학 반응인 광합성에 의해 산소가 늘어나면서 이산화탄소가 줄어든 것으로 해석할 수 있다.

※ 제시답안 글자 수: 979자(공백 포함)

## [문항 2] 신경의 활동 전위 생성과 전도

### 1. 출제 의도

뉴런 세포막에 존재하는  $\text{Na}^+ - \text{K}^+$  펌프와 이온 채널의 개폐 원리를 이해하고, 이를 바탕으로 활동 전위 생성 과정을 설명할 수 있는 체계적이고 논리적인 사고 능력을 평가하고자 한다. 아울러 활동 전위가 전도되는 과정에서 전도 방향이 한쪽 방향으로만 진행되는 이유를 그림에서 제시하고 있는 역치 전위와 불응기 개념을 도입하여 설명할 수 있는 종합적인 사고 능력을 평가하고자 한다.

### 2. 제시자료 출처

구분	제목	출처	비고
제시문 (가)	활동 전위	고등학교 생명과학 I, 교학사, 2011, 138쪽 고등학교 생명과학 I, 비상교육, 2011, 144쪽 고등학교 생명과학 I, 상상아카데미, 2012, 145쪽	
제시문 (나)	활동 전위의 전도	고등학교 생명과학 I, 교학사, 2011, 139쪽 고등학교 생명과학 I, 비상교육, 2011, 146쪽 고등학교 생명과학 I, 상상아카데미, 2012, 146쪽	
그림 1	활동 전위	고등학교 생명과학 I, 교학사, 2011, 138쪽 고등학교 생명과학 I, 비상교육, 2011, 144쪽 고등학교 생명과학 I, 상상아카데미, 2012, 145쪽	
그림 2	세포막에 존재하는 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프와 $\text{K}^+$ 통로 및 $\text{Na}^+$ 통로	고등학교 생명과학 I, 교학사, 2011, 138쪽 고등학교 생명과학 I, 비상교육, 2011, 145쪽 고등학교 생명과학 I, 상상아카데미, 2012, 144쪽	
그림 3	신경의 흥분 전도	고등학교 생명과학 I, 교학사, 2011, 139쪽 고등학교 생명과학 I, 비상교육, 2011, 146쪽 고등학교 생명과학 I, 상상아카데미, 2012, 146쪽	

### 3. 교육과정 내용과 성취기준 및 수준

과목	교육과정 내용	성취기준	성취수준
생명과학 I	생1322. 흥분의 전도와 전달을 이해한다.	생1322. 흥분의 전도와 전달을 이해한다.	상 유수신경과 무수신경의 차이를 알고 활동전위의 형성과 전도, 전달 과정을 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프와 이온 채널의 역할을 통하여 단계적으로 설명할 수 있다.
			중 뉴런에서의 흥분의 전도와 시냅스에서의 흥분 전달의 의미를 비교할 수 있다.
			하 자극에 대한 반응이 흥분의 전도와 전달에 의해 이루어짐을 말할 수 있다.

#### 4. 평가준거

	<p><b>이온 통로의 원리를 이해하면서 활동 전위 생성 과정을 설명하였는가?</b></p> <hr/> <p><b>준거1</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 자극이 오면 <math>\text{Na}^+</math> 통로가 열리면서 <math>\text{Na}^+</math>이 세포 안으로 유입되고, 이로 인해 세포막 전위가 조금씩 상승함.</li> <li>• 이러한 세포막 전위가 역치 전위에 도달하면 더 많은 <math>\text{Na}^+</math> 통로가 열리게 되고, 이로 인해 대량의 <math>\text{Na}^+</math>이 세포 안으로 유입되면서 탈분극이 일어나고 세포막 전위는 활동 전위 최고점에 도달함.</li> <li>• 이후 <math>\text{Na}^+</math> 통로는 닫히고 <math>\text{K}^+</math> 통로가 열리면서 <math>\text{K}^+</math>이 세포 밖으로 유출되고, 이로 인해 재분극이 일어나면서 세포막 전위는 떨어짐.</li> <li>• <math>\text{K}^+</math> 통로가 천천히 닫히면서 일정량의 <math>\text{K}^+</math>이 세포 밖으로 더 유출되고, 이로 인해 세포막 전위는 휴지막 전위보다 낮게 (과분극)내려갔다가 원래 휴지막 전위로 회복됨.</li> </ul>
	<p><b><math>\text{Na}^+ - \text{K}^+</math> 펌프의 원리를 이해하면서 휴지막 전위로의 회복을 설명하였는가?</b></p> <hr/> <p><b>준거2</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 활동 전위 생성 과정에서 세포 안으로 유입된 <math>\text{Na}^+</math>와 세포 밖으로 유출된 <math>\text{K}^+</math>는 <math>\text{Na}^+ - \text{K}^+</math> 펌프에 의해 이온 농도 구배의 역방향으로 <math>\text{Na}^+</math>를 세포 밖으로 배출시키고, <math>\text{K}^+</math>는 세포 안으로 유입함으로써 원래 휴지막 전위로 되돌리게 함.</li> </ul>
	<p><b>역치 전위와 재분극 개념을 도입하여 흥분이 한쪽 방향으로만 전달되는 과정을 설명하였는가?</b></p> <hr/> <p><b>준거3</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 자극으로 인해 유입된 <math>\text{Na}^+</math>은 축삭을 따라 양쪽 방향으로 이동하면서 새로운 세포막 전위를 생성할 수 있음.</li> <li>• 그러나 활동 전위가 지나간 부위에서는 세포막 전위가 휴지막 전위보다 낮게 내려가 있기 (과분극 상태) 때문에 새로운 세포막 전위에 의한 역치 전위 도달이 힘들고, 이로 인해 활동 전위가 발생하지 않음.</li> <li>• 반면, 활동 전위가 발생하지 않았던 부위에서는 새로운 세포막 전위에 의한 역치 전위 도달이 가능해져 활동 전위가 발생함.</li> <li>• 따라서, 흥분이 활동 전위 시작 부위로부터 축삭 말단으로 전도되는 과정에서 활동 전위가 지나간 부위에서는 활동 전위가 발생하지 않고, 활동 전위가 발생하지 않았던 부위에서만 활동 전위가 발생함으로써 흥분은 한쪽 방향으로만 전도됨.</li> </ul>

#### 5. 대학 제시 답안

[그림1]의 그래프는 활동 전위가 생성되는 과정에서 일어나는 세포막의 전기적 변화를 나타낸다. 휴지 상태에서 세포막 전위는  $-70\text{mV}$ 를 유지하는데(①), 자극을 받으면 [그림2]에 제시된 것처럼  $\text{Na}^+$  통로가 열리게 된다. 이 때 농도 차에 의한 확산력으로 인해  $\text{Na}^+$ 이 세포 안으로 유입되게 됨으로써 세포막 전위는 조금씩 상승하게 된다(②). 충분히 강한 자극에 의해 세포막 전위가 역치 전위에 도달하게 되면, 많은 수의  $\text{Na}^+$  통로가 동시에 열리면서 대량의  $\text{Na}^+$ 이 세포 안으로 유입되어 탈분극이 일어난다(③). 활동 전위가 최고점에 도달하게 되면  $\text{Na}^+$  통로는 닫히고 대신  $\text{K}^+$  통로가 열리면서  $\text{K}^+$  농도 차에 의한 확산력으로 인해  $\text{K}^+$ 이 세포 밖으로 유출되게 된다. 이로 인해 세포막은 재분극이 일어나면서 세포막 전위는 떨어진다(④). 떨어지는 세포막 전위가 휴지막 전위에 도달하면  $\text{K}^+$  통로는 천천히 닫히게 되는데, 이로 인해  $\text{K}^+$ 는 세포 밖으로 좀 더 유출되게 되면서 세포막 전위가 휴지막 전위보다 좀 더 낮게 내려갔다가 ①의 원래 휴지막 전위 상태로 회복된다(⑤). 이러한 활동 전위 생성 과정에서 세포 안으로 유입된  $\text{Na}^+$ 과 세포 밖으로 유출된  $\text{K}^+$ 은 [그림2]에 제시된  $\text{Na}^+ - \text{K}^+$  펌프에 의해 원래 상태로 회복되게 되는데, 이 때  $\text{Na}^+ - \text{K}^+$  펌프는

에너지(ATP)를 사용하여 이온 농도 차이의 역방향으로  $\text{Na}^+$  세 개를 세포 밖으로 배출하고,  $\text{K}^+$  두 개는 세포 안으로 유입함으로써 휴지막 전위를 유지하게 되는 것이다(⑥).

[그림3]은 축삭을 따라 활동 전위가 전도되는 것을 보여주고 있다. 그림에서 보는바와 같이 활동 전위 생성 과정에서 유입된  $\text{Na}^+$ 은 축삭을 따라 양쪽 방향으로 이동하면서 새로운 세포막 전위를 생성할 수 있다. 그러나 활동 전위가 생성되었던 부위에서는 [그림1]의 5번에서 보여주는 것과 같이 세포막 전위가 휴지막 전위보다 낮은 상태라 새롭게 생성된 세포막 전위에 의한 역치 전위 도달이 어렵고, 이로 인해 활동 전위가 생성될 수 없다. 반면, 활동 전위가 발생하지 않았던 부위에서는 새롭게 생성된 세포막 전위에 의해 역치 전위에 도달할 수 있고, 이로 인해 활동 전위가 생성될 수 있다. 따라서 흥분이 활동 전위 시작 부위로부터 축삭 말단으로 한쪽 방향으로만 전도되는 것은, 흥분 전도 과정에서 활동 전위가 지나간 부위에서는 새로운 활동 전위가 발생하지 않고 활동 전위가 발생하지 않았던 부위에서만 활동 전위가 생성되기 때문이다.

※ 제시답안 글자 수: 1,219자(공백 포함)