

[한국과학기술원(KAIST) 문항정보 15]

1. 일반정보

유형	☐ 논술고사 ☒ 면접 및 구술고사 ☐ 선다형고사	
전형명	일반전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계열(생명과학) / 문제1	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	생명과학 I, 생명과학 II
	핵심개념 및 용어	진화의 증거와 원리, 유전적 평형, 하디-바인베르크 법칙
예상 소요 시간	10분	

2. 문항 및 제시문

거위 깃털 색깔을 결정하는 두 가지 대립유전자(W, B)가 있다. 거위가 WW 유전자형을 가지고 있으면 흰색, BB 유전자형은 검은색, WB 유전자형은 갈색 표현형을 보인다. 아래 표는 2020년 봄 카이스트 연못에서 조사한 300 마리 거위의 색깔별 개체수를 나타낸다. 지금부터 이 연못은 “하디·바인베르크 법칙”이 성립하는 “멘델 집단”이 된다고 가정하고, 수십 년 후 연못에서 300 마리 거위 깃털의 색깔을 무작위로 조사하였을 때 (1) 색깔별 개체수를 예측(2점)하고 (2) 현재 개체수와 동일한지 아닌지를 답하고 그 이유를 설명(2점)하시오. (총 4점)

거위 색깔	개체 수 (2020년)	개체 수 (수십 년 후)
흰색 (WW)	120	
검은색 (BB)	60	
갈색 (WB)	120	

3. 출제 의도

- 대립유전자 개념과 하디·바인베르크 법칙, 멘델 집단을 이해하고 집단 내에서의 유전자풀 변화와 표현형의 비율을 연결시켜 설명할 수 있는지 평가하고자 함.

4. 출제 근거

가) 교육과정 및 관련 성취기준

적용 교육과정		교육부 고시 제2015-74호 [별책 9] “과학과 교육과정”
문항 및 제시문		학습내용 성취 기준
(1)	교육과정	생명과학 II. 생물의 진화와 다양성
	성취기준·성취수준	[12생과 II 05-05] 진화의 증거 사례를 조사하여 변이와 자연선택에 의한 진화의 원리를 설명할 수 있다.
(2)	교육과정	생명과학 II. 생물의 진화와 다양성
	성취기준·성취수준	[12생과 II 05-05] 진화의 증거 사례를 조사하여 변이와 자연선택에 의한 진화의 원리를 설명할 수 있다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	생명과학 II	심규철 외	비상교육	2019	178~183
	생명과학 II	이준규 외	천재교육	2019	175~179
기타					

5. 문항 해설

본 문항은 개체군 진화의 원리에 대한 이해를 바탕으로 특정 집단에서 하디·바인베르크 법칙을 적용할 수 있는지 묻고 있다. 멘델 집단에 대한 개념을 포함하여 유전자풀과 대립유전자 빈도, 유전적 평형, 하디·바인베르크 법칙 등 진화의 기본적인 원리와 개념을 제대로 이해하고 응용할 수 있는지 평가하는 문항이다.

6. 채점 기준

아래 7. 예시답안과 함께 채점기준을 작성함

7. 예시 답안

(1)번 문제

(2점) W 대립유전자 빈도를 p , B 대립유전자 빈도를 q 라고 하면

$$p = 120/300 + 120/300/2 = 0.6; q = 60/300 + 120/300/2 = 0.4$$

수십 년은 유전적 평형을 이룰 수 있는 충분한 시간이기 때문에 300 마리를 무작위로 조사한다면 흰색(WW)은 $0.6 \times 0.6 \times 300 = 108$ 마리, 검은색(BB)은 $0.4 \times 0.4 \times 300 = 48$ 마리, 갈색(WB)은 $0.6 \times 0.4 \times 2 \times 300 = 144$ 마리가 될 것이다.

(1점) 대립유전자 빈도만 정확히 계산한 경우.)

(2)번 문제

(2점) 현재 개체 수와 미래의 개체 수가 다름. 그 이유는 현재 개체군은 아직 유전적 평형상태에 도달하지 못했기 때문이다. ‘유전적 평형상태’와 유사한 답을 한 경우 정답으로 인정. ‘멘델집단이 아니다’라는 답을 한 경우에는 멘델 집단이 무엇인지 설명하는 경우 정답으로 인정. **(부분점수 없음)**

- * 하디 · 바인베르크 법칙: 한 종의 집단에서 하나의 형질을 결정하는 대립유전자의 상대적인 빈도는 특정 조건에서 대를 거듭해도 변하지 않는다.
- * 멘델 집단 조건: 1.충분한 개체 수, 2.집단 내 무작위적 교배, 3.대립유전자에 돌연변이 발생 없음, 4.집단 사이의 대립유전자 교환 없음, 5.모든 개체의 생존력과 생식력이 같음.

8. 총 평

[고등학교 생명과학 교사 A]

유전적 평형이 유지되는 멘델 집단에서 하디·바인베르크 법칙을 적용하여 대립유전자 빈도를 구하는 과정은 ‘생명과학Ⅱ’의 ‘Ⅴ. 생물의 진화와 다양성’에서 중요하게 다루어지고 있다. 멘델 집단과 실제 개체군을 비교하여 진화의 과정과 원리를 탐구할 수 있기 때문이다. 본 문항에서는 대립유전자 빈도를 계산하여 유전적 평형에 도달했을 때 표현형별 개체 수의 변화를 구하고 그 이유를 설명하도록 요구하고 있다. 하디·바인베르크 법칙을 적용하여 대립 유전자 빈도를 구하는 문제는 대학수학능력시험이나 모의평가 등에서 많이 출제되고 있는데, 본 문항은 단순 계산뿐만 아니라 그 이론적 배경까지도 함께 물어봄으로써 객관식 평가를 통해서 알 수 없는 사고력도 평가할 수 있는 좋은 면접 문항이라고 판단한다. 본 문항은 정규 교육과정의 핵심 개념을 성실하게 이수한 학생이라면 충분히 해결 가능한 수준이며, ‘생명과학Ⅱ’ 교육과정 내에서 출제되었다. 따라서 본 문항에서 선행 학습을 유발하는 요소는 없다고 판단된다.

[고등학교 생명과학 교사 B]

본 문항을 해결하는 데 필요한 유전자 및 하디·바인베르크 법칙에 관련된 이론적 지식은 생명과학Ⅱ의 생물의 진화와 다양성 단원에서 중요하게 다루고 있다. 문항처럼 실제 사례와 관련된 자료를 제시한 후 멘델 집단을 가정하여 시간의 흐름에 따른 집단 내 유전자 풀의 변화 여부 및 개체 수를 추정해보는 활동은 학교에서 해당 단원의 수업 시간에 이루어지고 있으며, 이를 활용한 유사 문항들도 전국연합학력평가 및 대학수학능력시험에서 빈번하게 출제되었기에, 학생들에게도 익숙한 유형의 문항이다. 문항 (1)과 문항 (2) 모두 교과서적인 개념을 바탕으로 계산보다는 논리적으로 현상을 분석하고 설명할 수 있는지에 방점이 찍혀있어, 처음 집단의 조사 시점에서는 멘델 집단이 아니었다는 것에만 주의한다면 무난하게 답변이 가능할 것이다. 그렇기에 본 문항은 선행학습 유발 요인이 없다고 판단된다.

〈 유사 기출 문제 〉

유사문제 EBS 2021학년도 수능특강 생명과학Ⅱ 11강 생물의 진화 3점 수능 테스트 5번

근거

- 유사 문제에서는 본 문항에서와 같이 하디·바인베르크 법칙을 적용하여 유전적 평형이 유지 될 때의 대립유전자 빈도를 계산하고, 특정 표현형을 갖는 개체 수를 구할 수 있는지 평가하고 있음.
- 멘델 집단, 유전적 평형 등 하디·바인베르크 법칙의 핵심 개념을 이해하여 응용할 수 있는지 평가하는 측면에서 유사함.

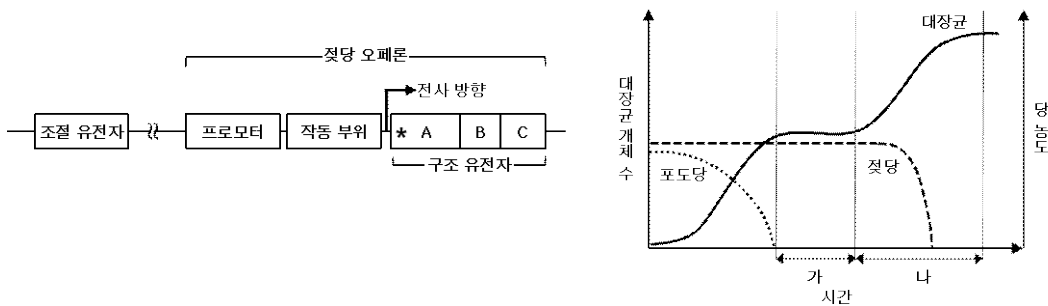
[한국과학기술원(KAIST) 문항정보 16]

1. 일반정보

유형	☐ 논술고사 ☒ 면접 및 구술고사 ☐ 선다형고사	
전형명	일반전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계열(생명과학) / 문제2	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	생명과학 I, 생명과학 II
	핵심개념 및 용어	유전자 발현과 조절, 원핵세포의 전사조절, 젖당 오페론
예상 소요 시간	10분	

2. 문항 및 제시문

아래 왼쪽 그림은 야생형 대장균의 젖당 오페론과 조절 유전자의 모식도이다. 아래 오른쪽 그림은 포도당과 젖당이 포함된 배지에서 대장균을 배양하였을 때, 시간에 따른 대장균의 개체 수 및 포도당과 젖당의 농도를 나타낸 그래프이다. 참고로 포도당은 젖당 오페론 구조 유전자의 발현을 억제한다. (3점)



- (1) 프로모터에 돌연변이가 생긴 대장균을 배양하였을 때, '나' 구간에서 대장균의 성장 속도가 크게 증가하는 것을 관찰하였다. 이 돌연변이가 어떻게 대장균의 성장 속도를 증가시킬 수 있었는지 설명하시오(1점).
- (2) 구조 유전자 'A'의 5' 부위(* 표시)에 종결 코돈을 생성하는 돌연변이를 가진 대장균을 동일 조건에서 배양하였을 때, 시간에 따른 젖당 농도의 변화를 설명하시오(1점).
- (3) 조절 유전자가 없어진 돌연변이 대장균을 동일 조건에서 배양하였을 때, '가' 구간의 변화를 설명하시오(1점).

3. 출제 의도

- 유전자 발현 조절의 이해

4. 출제 근거

가) 교육과정 및 관련 성취기준

적용 교육과정		교육부 고시 제2015-74호 [별책 9] “과학과 교육과정”
문항 및 제시문		학습내용 성취 기준
(1)	교육과정	생명과학 II. 유전자의 발현과 조절
	성취기준·성취수준	[12생과 II 04-05] 원핵생물과 진핵생물의 전사 조절 과정을 비교하여 설명할 수 있다.
(2)	교육과정	생명과학 II. 유전자의 발현과 조절
	성취기준·성취수준	[12생과 II 04-04] 유전 암호를 이해하고, 유전 암호 표를 사용하여 유전 정보를 해독할 수 있다. [12생과 II 04-05] 원핵생물과 진핵생물의 전사 조절 과정을 비교하여 설명할 수 있다.
(3)	교육과정	생명과학 II. 유전자의 발현과 조절
	성취기준·성취수준	[12생과 II 04-05] 원핵생물과 진핵생물의 전사 조절 과정을 비교하여 설명할 수 있다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	생명과학 II	심규철 외	비상교육	2019	134~135
	생명과학 II	이준규 외	천재교육	2019	118~119, 129~130
	생명과학 I	심규철 외	비상교육	2018	142
기타					

5. 문항 해설

원핵생물의 유전자 발현 조절에 대한 이해를 바탕으로 돌연변이가 일어난 젓당 오페론에서 유전자 발현이 어떻게 달라지는지 묻는 문항이다. 전사와 번역, 유전 암호 등 유전자 발현과 조절에 대한 핵심개념을 적용하여 서로 다른 돌연변이 대장균에서 젓당 오페론의 발현이 어떻게 달라지는지 묻고 있다.

6. 채점 기준

아래 7. 예시답안과 함께 채점기준을 작성함

7. 예시 답안

(1)번 문제

(1점) 프로모터의 돌연변이가 구조유전자의 발현을 증가시켰다. 돌연변이 대장균의 성장속도가 ‘나’ 구간에서 크게 증가한 것은 젓당 오페론 구조 유전자의 발현이 증가하였기 때문이다.

(2)번 문제

(1점) 젓당 농도의 변화가 없다. (또는, 젓당 농도가 감소하지 않는다.) 구조 유전자 ‘A’의 5’ 부위에 종결 코돈이 생성되었으므로 젓당 이용에 필요한 단백질들이 모두 발현되지 않는다. 이 돌연변이 대장균은 젓당을 이용하지 못한다.

(3) 문제

(1점) ‘가’ 구간이 짧아진다. (또는, ‘가’ 구간이 없어진다.) ‘가’ 구간은 포도당 소진 후 젓당 오페론의 발현에 걸리는 시간이다. 조절 유전자가 없어진 돌연변이는 억제 단백질을 발현하지 못하여 젓당 오페론 구조 유전자가 빠르고 활발하게 발현되므로 ‘가’ 구간이 짧아진다.

8. 총 평

[고등학교 생명과학 교사 A]

본 문항에서 다루어진 젓당 오페론은 유전자 발현 조절의 이해와 과학적 사고력 증진에 유용한 주제로서, 유전학은 물론 정규 교육과정 ‘생명과학Ⅱ’에서도 중요도가 높다. 세부 문항 (1)~(3)은 각각 서로 다른 돌연변이에서 젓당 오페론의 발현이 어떻게 달라지는지 추론하도록 물음으로써 실제 생명과학 탐구에 필요한 과학적 문제해결능력을 평가하고 있다. 문항 (1)의 경우 돌연변이가 유전자의 발현을 저하시킨다는 일반적 통념을 깨고 ‘돌연변이가 특정 유전자의 발현을 증가시킬 수 있다’는 발산적 사고를 통해 문제를 해결해야 하기 때문에 학생들의 체감 난이도가 높았을 것으로 보인다. 하지만 ‘생명과학Ⅰ’에서 다루는 ‘돌연변이가 새로운 대립유전자를 만들어 유전적 다양성을 높일 수 있다’는 내용에서 실마리를 얻는다면 충분히 해결할 수 있을 것으로 판단한다. 문항 (2)와 (3)은 각각 종결 코돈이 생성된 돌연변이에 의해 젓당 분해효소를 합성하지 못하거나, 조절 유전자의 결실로 구조 유전자 발현이 억제되지 않을 때 나타나는 결과를 추론하는 문제이다. 교과서 및 대학수학능력시험, 모의평가 등에서 비슷한 문제가 다루어지기 때문에 정규 교육과정을 성실하게 이수한 학생이라면 해결의 방향을 잡는 데 어렵지 않았을 것으로 보인다. 따라서, 본 문항은 정규 교육과정에서 다루어지는 주제를 바탕으로 적절한 수준으로 출제되었기 때문에 선행학습 유발 요소는 없다고 판단된다.

[고등학교 생명과학 교사 B]

위의 문항을 해결하는 데 필요한 주요 개념인 젓당 오페론은 생명과학Ⅱ에서 유전자 발현 조절의 중요한 사례로 제시되어 있다. 오페론의 개념과 구조, 작동 원리에 대해 정규 교과 과정에서 학습이 이루어지고 있으며 이와 관련된 다양한 문항들이 대학수학능력시험에서 출제되고 있기에 학생들에게는 익숙한 유형이었을 것이다. 문항 (1)은 프로모터의 기능을 정확히 알고 있는지를 묻고 있으며, 일반적으로 부정적인 효과를 나타내는 돌연변이가 긍정적인 효과를 나타내는 상황을 제시하여 인지 갈등을 유발하고 있기에 학생들이 당황했을 것이라 생각된다. 문항 (2)는 종결 코돈에 의한 구조 유전자의 미발현이 미치는 영향을 순차적으로 추론해야 하고, 문항 (3)은 조절 유전자의 역할에 대한 이해를 바탕으로 그래프의 변화를 추론해야 하는데, 이론적 개념의 응용 및 그래프의 이해와 해석 능력이 모두 요구되기에 문항을 접한 학생들이 까다롭게 느꼈을 수 있으나 모두 수업 시간에 다루고 있는 내용이어서 해결에는 문제가 없었을 것이라 생각된다. 문항의 중심 주제는 오페론이지만 전사와 번역 과정, 돌연변이 등 유전에 대한 통합적인 지식을 바탕으로 논리적인 사고를 할 수 있는지를 확인하고 있기에 난이도가 있는 문항이라 생각되지만, 교육 과정에서 모두 다루고 있는 내용이기 때문에 선행 학습은 유발하지 않는다고 판단된다.

〈 유사 기출 문제 〉

유사문제 2020학년도 대학수학능력시험 모의평가 생명과학Ⅱ 12번

근거

- 젓당 오페론에서 유전자 발현 조절 메커니즘이 어떻게 일어나는지 알고 있어야 해결 가능한 문항임.
- 본 문항과 유사 기출 문제 모두 다양한 돌연변이에서 젓당 오페론의 조절과 발현이 어떻게 다르게 나타나는지 추론하도록 요구하고 있음.

[한국과학기술원(KAIST) 문항정보 17]

1. 일반정보

유형	☐ 논술고사 ☒ 면접 및 구술고사 ☐ 선다형고사	
전형명	일반전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계열(생명과학) / 문제3	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	생명과학 I, 생명과학 II
	핵심개념 및 용어	특이적 방어 작용, 항원 항체 반응, 백신
예상 소요 시간	10분	

2. 문항 및 제시문

코로나바이러스감염증-19는 SARS-CoV-2라고 하는 코로나바이러스에 의해 일어난다. 주로 비말 접촉을 통해 전염되는 코로나바이러스감염증-19는 높은 전파율과 치사율로 인해 현재 인류 전체를 위협하는 큰 문제로 여겨지고 있다.

세계 각국에서 코로나바이러스를 예방하기 위한 백신 개발에 박차를 가하고 있다. 백신을 제작하는 한 가지 방법은 불활성화된 바이러스를 인체에 투여하여 면역반응을 유도하는 것이다. (총 3점)

- (1) 불활성화된 바이러스와 같은 항원이 인체에 들어왔을 때 일어나는 면역 세포들의 반응을 체액성 면역과 세포성 면역으로 구분하여 설명하시오. (2점)
- (2) 백신을 접종한 사람이 코로나바이러스에 감염되었을 때 감염으로부터 쉽게 회복할 수 있는 이유를 설명하시오. (1점)

3. 출제 의도

- 바이러스의 특성과 백신의 원리에 대한 이해

4. 출제 근거

가) 교육과정 및 관련 성취기준

적용 교육과정		교육부 고시 제2015-74호 [별책 9] “과학과 교육과정”
문항 및 제시문		학습내용 성취 기준
(1)	교육과정	생명과학 I. 항상성과 몸의 조절
	성취기준· 성취수준	[12생과 I 03-06] 다양한 질병의 원인과 우리 몸의 특이적 방어 작용과 비특이적 방어 작용을 이해하고, 관련 질환에 대한 예방과 치료 사례를 조사하여 발표할 수 있다.
(2)	교육과정	생명과학 I. 항상성과 몸의 조절
	성취기준· 성취수준	[12생과 I 03-07] 백신의 작용 원리를 항원 항체 반응과 관련지어 이해하고, 백신으로 예방하기 힘든 질병을 조사하여 그 이유를 토의할 수 있다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	생명과학 I	심규철 외	비상교육	2018	98-102
	생명과학 I	오현선 외	미래엔	2017	108-115
기타					

5. 문항 해설

본 문항은 생명과학 I ‘항상성과 몸의 조절’ 단원에서 특이적 방어 작용과 백신의 작용 원리에 대해 정확하게 이해하고 있는지 묻고 있다. 특히 특이적 방어 작용을 세포성 면역과 체액성 면역으로 구분지어 설명하고 백신의 작용 원리를 항원 항체 반응과 연관 지어 실제 사례에 적용할 수 있는지 평가하고 있다.

6. 채점 기준

아래 7. 예시답안과 함께 채점기준을 작성함

7. 예시 답안

(1)번 문제

(2점)

항원을 인식한 보조 T 림프구의 도움으로 항원 특이적 B 림프구가 활성화 (체액성 면역 1점), 항원을 인식한 보조 T 림프구의 도움으로 항원 특이적 세포 독성 T 림프구가 활성화 (세포성 면역 1점),

(2)번 문제

(1점)

1차 면역 반응 시 생성된 “기억 세포”가 일부 남아 있다가 (0.5점), 바이러스 재감염 시 이들이 빠르게 증식하고 분화하여, 이를 통해 신속하고 강력한 면역 반응이 일어나고 (0.5점) 감염증 발병 확률이 낮아짐

8. 총 평

[고등학교 생명과학 교사 A]

본 문항은 ‘생명과학 I’에서 학습하는 방어 작용의 개념을 ‘코로나바이러스감염증-19’라는 실제 사례에 적용하여 설명할 수 있는지 평가하고 있다. 체액성 면역과 세포성 면역, 백신 등 본 문항의 해결에 필요한 개념들은 인체의 건강 유지와 관련한 핵심적인 학습 요소들로, 생명과학 I에서 중요하게 다루고 있다. 문항 (1)은 바이러스와 같은 항원에 대한 방어 작용을 체액성 면역과 세포성 면역으로 나누어 설명하도록 요구하고 있는데, 정규 교육과정에서 상세하게 잘 다루어지는 내용으로 수험생들의 입장에서 어렵지 않게 해결할 수 있었을 것으로 판단된다. 문항 (2)의 해결에 필요한 백신과 기억 세포의 작용 또한 기본적으로 학습하는 개념들로, 성실하게 교육과정을 이수한 학생들은 쉽게 해결할 수 있었을 것으로 판단된다. 따라서, 본 문항은 교육과정 범위 내에서 적절한 수준으로 출제되어 선행학습 유발 요소는 없는 것으로 판단된다.

[고등학교 생명과학 교사 B]

본 문항의 (1)번 문제에서는 특이적 방어 작용을 이에 관여하는 T림프구와 B림프구의 작용을 중심으로 묻고 있다. 보조 T림프구, 세포 독성 T림프구, B림프구의 역할과 각 림프구가 관여하는 세포성 면역 및 체액성 면역은 생명과학 I ‘항상성과 몸의 조절-방어 작용’ 단원에서 핵심적으로 다루는 개념으로, 정규 교육과정을 기반으로 한 대부분의 교과서에서 다루지는 내용이다. 따라서 교과서를 중심으로 개념 이해를 한 학생이라면 (1)번 문제에 대해 충분히 답변할 수 있을 거라 생각된다. (2)번 문제는 1차 면역 시 생성된 기억 세포로 인해 2차 면역 때 많은 양의 항체가 빠르게 생성되어 효과적으로 병원체를 제거할 수 있다는 개념을 이용해 백신의 작용 원리를 설명할 수 있는지 묻고 있다. 항원 재침입 시 기억 세포가 형질 세포로 빠르게 분화한다는 내용은 물론 이를 적용한 백신의 작용 원리 또한 교과서에 일반적으로 나오는 개념이므로 생명과학 I 교육과정을 모두 이수한 학생이라면 해결할 수 있다고 판단된다. 따라서 본 문항은 정규 교육과정에 위배되는 내용을 평가하고 있다고 볼 수 없으며 선행학습 유발 요인 또한 없다고 판단된다.

〈 유사 기출 문제 〉	
유사문제	2018학년도 4월 전국연합학력평가 생명과학 I 13번
근거	- 특이적 방어 작용의 과정을 이에 관여하는 세포를 포함하여 그림으로 제시함. - 보조 T림프구의 역할에 대해 묻고 있으며 세포성 면역과 체액성 면역을 구분 지어 이해하고 있는지 질문함.
유사문제	2020학년도 9월 수능모의평가 생명과학 I 10번
근거	- 생쥐의 방어 작용 실험에서 항원 및 기억세포를 주사했을 때의 항체 농도 변화를 그래프로 제시함. - 실험 과정 및 그래프 해석을 통해 기억 세포에 의한 2차 면역에 대해 질문하고 있음.

[한국과학기술원(KAIST) 문항정보 18]

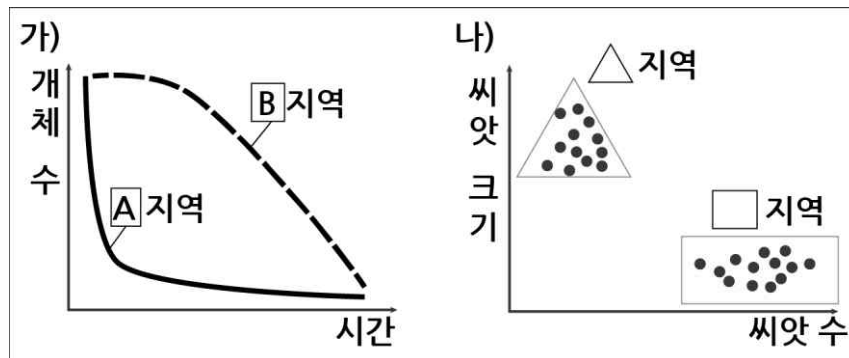
1. 일반정보

유형	☐ 논술고사 ☒ 면접 및 구술고사 ☐ 선다형고사	
전형명	학교장추천전형, 고른기회전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계열(생명과학) / 문제1	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	생명과학 I, 생명과학 II
	핵심개념 및 용어	개체군, 생존 곡선, 환경
예상 소요 시간	10분	

2. 문항 및 제시문

아래는 두 지역에 동일한 수의 1년생 식물 씨앗이 발아한 이후부터 측정한 각 식물 개체의 생존 곡선 그래프(가)와 각 개체가 최종적으로 생산한 씨앗의 평균 크기와 수를 측정한 그래프(나)이다. (총 4점)

- (1) 지역에 따라 생존 곡선 유형이 다르게 나타나는 이유를 설명하시오(2점).
- (2) 각 그룹의 씨앗을 수집한 지역을 추측하고 그 이유를 설명하시오(2점).



*A와 B지역에 다른 식물은 존재하지 않는다. 이 식물은 발아 이후 빠른 속도로 일정하게 성장하고 스스로 씨앗을 만든다. 식물이 발아하기 전 A와 B지역에는 동일한 영양분이 있었고 이후 동일한 양의 빛과 물이 공급되었다.

3. 출제 의도

- 개체군 생존 곡선과 환경과의 상호작용을 이해하고 있는지 평가하고자 함

4. 출제 근거

가) 교육과정 및 관련 성취기준

적용 교육과정		교육부 고시 제2015-74호 [별책 9] “과학과 교육과정”
문항 및 제시문		학습내용 성취 기준
(1)	교육과정	생명과학 I. 생태계와 상호 작용
	성취기준·성취수준	[12생과 I 05-02] 개체군과 군집의 특성을 이해하고, 개체군과 군집 내의 상호 작용을 설명할 수 있다.
(2)	교육과정	생명과학 I. 환경과 생태계
	성취기준·성취수준	[12생과 I 05-02] 개체군과 군집의 특성을 이해하고, 개체군과 군집 내의 상호 작용을 설명할 수 있다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	생명과학 I	심규철 외	비상교육	2018	159-178
	생명과학 I	오현선 외	미래엔	2017	166-179
기타					

5. 문항 해설

본 문항은 생명과학 I ‘생태계와 상호 작용’ 단원에서 다루는 개체군의 생존 곡선 및 이에 영향을 주는 요인에 대해 묻고 있다. 두 종류의 생존 곡선을 제시하고 이와 같은 유형의 생존 곡선이 나타난 이유를 통해 각 개체군의 생존에 영향을 주는 요인을 설명할 수 있는지 평가하고 있다.

6. 채점 기준

아래 7. 예시답안과 함께 채점기준을 작성함

7. 예시 답안

(1)번 문제

(1점) A지역은 시간 당 개체 수가 급격히 감소하는 지역. 어린 개체가 견디기 힘든 환경 변화가 일어나는 곳, 어린 개체를 좋아하는 초식 곤충이 많이 존재하는 곳 등, 초기 식물 생존에 영향을 줄 수 있는 합리적인 이유는 정답으로 인정.

(1점) B지역은 식물 성장 초기에는 개체 수 변화가 거의 없지만 식물이 자라면서 개체 수가 일정하게 감소하는 지역. 크기가 큰 식물이 많이 존재하면 서로 경쟁을 통해 영양분이 고갈되어 생존에 영향을 줌, 큰 식물만 먹는 동물이 있음 등 식물의 성장과 연관된 합리적인 이유는 정답으로 인정.

(2)번 문제

(1점) 네모 지역은 A 지역. 많은 수의 씨앗(자손)을 남겨 소수의 개체라도 살아남게 하는 것이 생존에 유리하기 때문에 씨앗 수가 많고 크기가 작은 개체들이 존재.

(1점) 세모 지역은 B 지역. B 지역은 같은 종 안의 경쟁이 생존에 더 큰 영향을 주고 있는 지역. 큰 씨앗을 만들면(그러다 보니 씨앗 수는 적음) 자손이 다른 개체들 보다 더 빨리 성장해 이후 종간 경쟁에 유리함.

8. 총 평

[고등학교 생명과학 교사 A]

본 문항의 해결에 필요한 개체군의 생존 곡선에 대한 개념과 원리는 고등학교 생명과학 I ‘생태계와 상호 작용’ 단원에서 잘 다루어지고 있다. 수험생들은 개체군의 특성에 따라 생존 곡선의 유형이 달라지고, 생식 시기나 자손의 수 등이 달라진다는 내용을 바탕으로 문제 (2)를 어렵지 않게 해결하였을 것으로 판단된다. 문제 (1)을 해결하기 위해서는 주어진 자료를 통해 지역에 따라 환경적 요인이나 상호 작용 등이 개체군의 생존 곡선에 영향을 주었음을 추론해야 한다. 생존 곡선의 유형을 종 자체의 고유한 특성으로 이해하여 변하지 않는다고 생각하는 수험생들은 문제를 다소 낯설게 느꼈을 것으로 보인다. 하지만, 다양한 비생물적 요인과 생물적 요인이 개체군의 생장 및 생존에 영향을 미칠 수 있음을 학습할 수 있는 탐구활동이 교육과정에 포함되어 있어, 정규 교육과정을 성실하게 이수한 수험생이라면 충분히 문제 해결이 가능했을 것으로 보인다. 따라서 본 문항은 교육과정 내에서 습득 가능한 개념과 원리를 통합적으로 이해하고, 창의적으로 문제를 해결할 수 있는지 평가할 수 있는 좋은 문항이라고 판단된다. 교육과정 범위 내에서 출제되었고, 적절한 수준으로 출제되었기 때문에 본 문항에서 선행학습 유발 요인은 없는 것으로 판단된다.

[고등학교 생명과학 교사 B]

본 문항은 서식지에 따라 개체군의 생존 곡선이 다른 이유를 유추하고 이를 개체군에 영향을 주는 다양한 요인과 연관 지어 문제를 해결할 수 있는지 종합적으로 평가하고 있다. 생명과학 I ‘생태계와 상호 작용’ 단원에서는 세 가지 유형의 개체군 생존 곡선과 연령별 사망률에 대해 설명하고 있으며, 대부분의 교과서에서는 직접 생존 곡선을 그려보는 탐구 활동을 통해 각 생존 곡선이 다른 이유에 대해 다루고 있다. 또한 개체의 생존이나 개체군 생장에 영향을 주는 여러 요인에 대한 내용을 핵심적인 개념으로 다룬다. (1)번 문제는 서로 다른 지역의 생존 곡선이 다른 이유를 개체군에 영향을 주는 요인과 연관 지어 묻고 있기 때문에 교과서 내용을 학습한 학생이라면 충분히 해결할 수 있을 것으로 생각된다. (2)번 문제는 앞서 찾아낸 개체군에 영향을 주는 요인과 개체군의 특성을 연관 지어 답변할 수 있는 문제이다. 이 또한 생명과학 I 교육과정에서 중요하게 다루는 개체군에 영향을 주는 생물적, 비생물적 요인에 대한 개념을 적용해 충분히 답변할 수 있을 거라 생각된다. 따라서 본 문항에는 선행학습 유발 요인이 없다고 판단된다.

< 유사 기출 문제 >

유사문제	비상 생명과학 I 5단원 생태계와 상호 작용 연습문제 4
근거	3가지 유형의 생존 곡선을 제시한 후 각 생존 곡선을 비교하고 있음. - 생존 곡선이 다르게 나타나는 이유를 통해 개체군에 영향을 주는 여러 요인에 대해 질문함.
유사문제	EBS 2021학년도 수능특강 생명과학 I 11강 2점 수능 테스트 4번
근거	- 세 가지의 유형의 생존 곡선과 그 예시를 제시함. - 생애 시기별 사망률이나 자손 수 등을 비교하여 생존 곡선에 대해 묻고 있음.

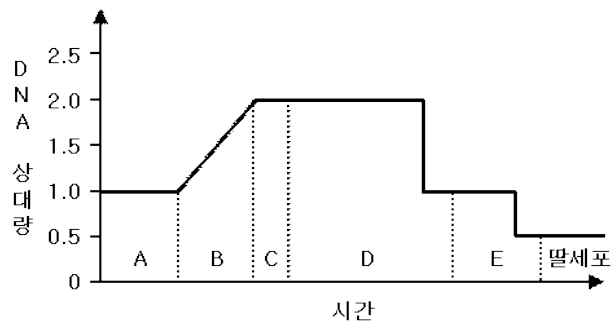
[한국과학기술원(KAIST) 문항정보 19]

1. 일반정보

유형	☐ 논술고사 ☒ 면접 및 구술고사 ☐ 선다형고사	
전형명	학교장추천전형, 고른기회전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계열(생명과학) / 문제2	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	생명과학 I, 생명과학 II
	핵심개념 및 용어	유전, 감수분열
예상 소요 시간	10분	

2. 문항 및 제시문

아래는 체세포 염색체 수가 $2n=4$ 인 생물의 생식세포 1개의 감수 분열 과정을 A~E 단계로 나누고, 핵에 들어있는 DNA 양의 변화를 나타낸 그래프이다. DNA 복제가 일어나기 전 핵에 들어있는 DNA 상대량은 1이다. (총 3점)



- (1) 세포 소기관 수 증가를 포함한 세포 생장이 가장 활발하게 일어나는 단계는 어디인가? (1점)
- (2) D 단계에서 1개의 2가 염색체가 분리되지 않았다면 딸세포가 가질 수 있는 DNA 상대량을 모두 말하시오(1점).
- (3) E 단계에서 1개의 세포에서만 1쌍의 염색 분체가 분리되지 않았다면 딸세포가 가질 수 있는 DNA 상대량을 모두 말하시오(1점).

3. 출제 의도

- 생식세포 분열 과정과 염색체 비분리의 이해

4. 출제 근거

가) 교육과정 및 관련 성취기준

적용 교육과정		교육부 고시 제2015-74호 [별책 9] “과학과 교육과정”
문항 및 제시문		학습내용 성취 기준
(1)	교육과정	생명과학 I. 생명의 연속성
	성취기준· 성취수준	[12생과 I 04-01] 염색체, 유전체, DNA, 유전자의 관계를 이해하고, 염색분체의 형성과 분리를 DNA 복제와 세포 분열과 관련지어 설명할 수 있다. [12생과 I 04-02] 생식 세포 형성 과정에서 일어나는 염색체의 조합을 이해하고, 이 과정을 통해 유전적 다양성을 획득할 수 있음을 설명할 수 있다.
(2)	교육과정	생명과학 I. 생명의 연속성
	성취기준· 성취수준	[12생과 I 04-01] 염색체, 유전체, DNA, 유전자의 관계를 이해하고, 염색분체의 형성과 분리를 DNA 복제와 세포 분열과 관련지어 설명할 수 있다. [12생과 I 04-02] 생식 세포 형성 과정에서 일어나는 염색체의 조합을 이해하고, 이 과정을 통해 유전적 다양성을 획득할 수 있음을 설명할 수 있다. [12생과 I 04-04] 염색체 이상과 유전자 이상에 의해 일어나는 유전병의 종류와 특징을 알고, 사례를 조사하여 발표할 수 있다.
(3)	교육과정	생명과학 I. 생명의 연속성
	성취기준· 성취수준	[12생과 I 04-01] 염색체, 유전체, DNA, 유전자의 관계를 이해하고, 염색분체의 형성과 분리를 DNA 복제와 세포 분열과 관련지어 설명할 수 있다. [12생과 I 04-02] 생식 세포 형성 과정에서 일어나는 염색체의 조합을 이해하고, 이 과정을 통해 유전적 다양성을 획득할 수 있음을 설명할 수 있다. [12생과 I 04-04] 염색체 이상과 유전자 이상에 의해 일어나는 유전병의 종류와 특징을 알고, 사례를 조사하여 발표할 수 있다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	생명과학 I	심규철 외	비상교육	2018	115-148
	생명과학 I	오현선 외	미래엔	2017	126-152
기타					

5. 문항 해설

생명과학 I ‘생식세포 형성과 유전적 다양성’ 단원의 감수 분열의 개념 및 ‘사람의 유전병’ 단원의 염색체 수 이상의 개념을 활용한 문제이다. 본 문항에서는 세포의 분열 과정에서 간기의 각 시기에 일어나는 일련의 과정을 이해하고 있는지 질문하고 있으며, 감수 1분열과 감수 2분열 과정에서 각각 일어난 염색체 비분리 현상이 생식 세포에 미치는 영향을 논리적으로 파악할 수 있는지 평가하고 있다.

6. 채점 기준

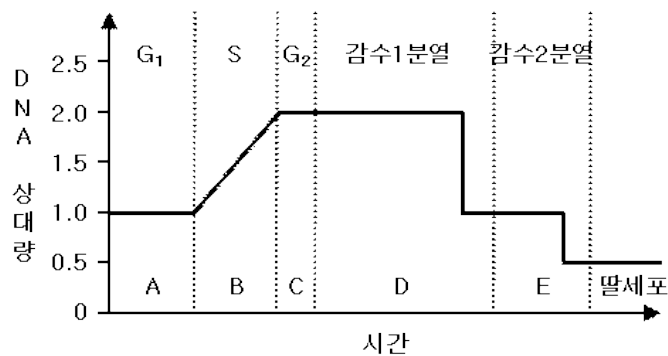
아래 7. 예시답안과 함께 채점기준을 작성함

7. 예시 답안

(1)번 문제

(1점) A 단계

각 단계 별 세포 주기 명칭은 아래 그림과 같다. G1기에서 세포 구성 물질 합성, 세포 소기관 수 증가 등 세포 생장이 가장 활발하게 일어난다.



(2)번 문제

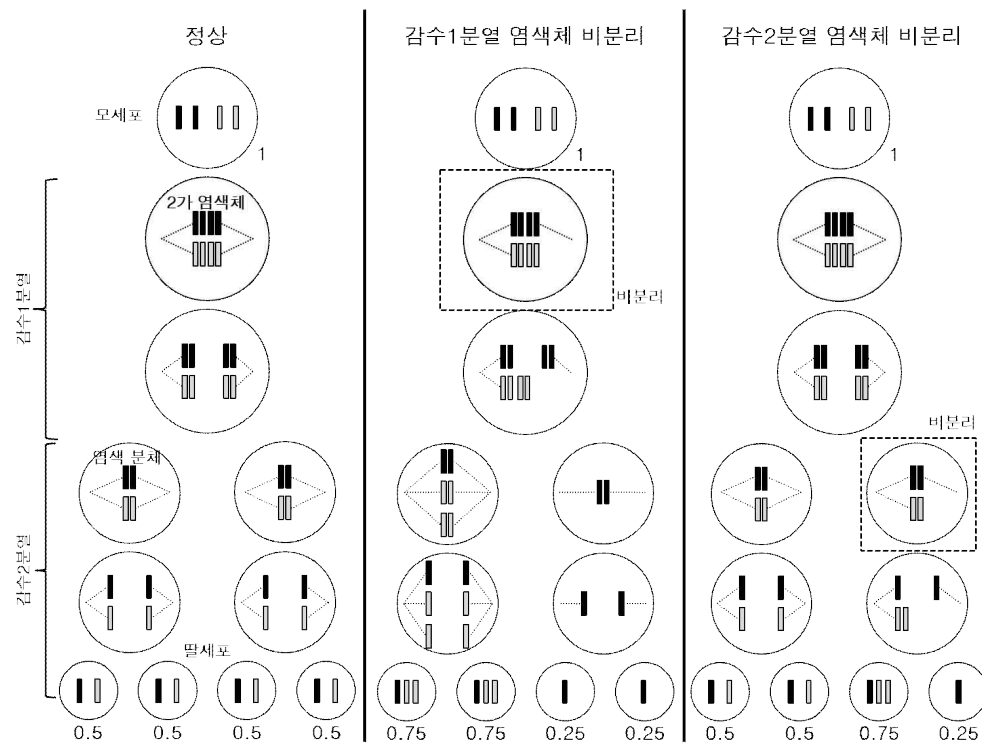
(1점) 0.25, 0.75

D 단계는 감수 1분열이다. 1개의 2가 염색체 비분리가 일어난다면 감수 1분열 결과 염색체 2개, 6개를 가진 세포들이 만들어지고, 이어진 감수 2분열 결과 염색체 1개 (0.25) 또는 3개 (0.75)를 가진 딸세포들이 만들어진다. (아래 그림 참조)

(3)번 문제

(1점) 0.25, 0.5, 0.75

E 단계는 감수 2분열이다. 1개 세포에서 1쌍의 염색 분체 비분리가 일어난다면 감수 2분열 결과 염색체 1개 (0.25) 또는 3개 (0.75)를 가진 딸세포들이 만들어진다. 감수 2분열에서 염색체 분리가 정상적으로 일어난 세포에서는 염색체 2개 (0.5)를 가진 딸세포들이 만들어진다. (아래 그림 참조)



8. 총 평

[고등학교 생명과학 교사 A]

본 문항에서 다루고 있는 핵심 개념인 감수 분열을 통한 생식 세포의 형성과 염색체 비분리에 의해 유발되는 염색체의 수 이상은 생명과학 I의 유전 단원에서 중요하게 다루어지고 있는 과정이다. 문항 (1)은 G₁기, S기, G₂기로 구분되는 세포 분열 간기를 구분하고 각 단계의 의미를 알고 있으면 해결할 수 있는 문제로 교과서적인 기초 개념에 해당한다. 문항 (2)와 문항 (3)은 모두 주어진 핵상을 바탕으로 서로 다른 감수 분열 시기에 각각 염색체 비분리가 일어났을 때 형성된 생식세포의 DNA 상대량을 파악할 수 있는지 확인하는 문제이다. 2가 염색체의 비분리를 감수 1분열과 연관짓고, 염색 분체의 비분리를 감수 2분열과 연관지어 생각할 수 있으면 무난하게 해결할 수 있었을 것이다. 문제에서 주어진 그래프도 교과서나 대학수학능력시험에서 흔히 제시되는 생식세포 분열 과정에서 핵 1 개에 들어 있는 DNA 상대량 그래프여서 학교 수업 과정을 충실하게 이수했다면 문항을 해결하는 데 큰 어려움은 없었을 것이다. 때문에 본 문항에서 선행학습 유발 요인은 없다고 판단된다.

[고등학교 생명과학 교사 B]

본 문항의 (1)번 문제에서는 감수 분열 과정에 대한 기본적인 개념을 묻고 있다. G₁기, S기, G₂기로 구성되는 간기의 각 단계별 특성은 생명과학 I ‘유전’의 세포 주기 단원에서 기본적으로 다루는 개념이며 교과서 중심의 학습을 통해서도 충분히 답변할 수 있다. (2)번과 (3)번 문제는 각각 감수 1분열과 감수 2분열에서 비분리가 일어날 경우 DNA 상대량 변화에 대해 답변할 수 있는지 평가한다. 감수 분열 과정에서의 DNA 상대량 변화와 염색체 비분리 과정은 생명과학 I 유전 단원에서 중요하게 다루지는 개념으로, 특히 이 문제는 DNA 상대량 변화를 학습한 후 이를 염색체 비분리가 일어난 상황에 적용할 수 있는지 평가한다. 각각의 내용을 정확히 이해한 학생이라면 염색체 비분리가 일어나는 상황에서 충분히 DNA 상대량 변화를 유추할 수 있을 거라 생각된다. 본 문항의 각 문제는 세포 주기, 감수 분열, DNA 상대량 변화, 염색체 비분리 현상 등 모두 교과서에서 핵심적으로 다루는 개념의 이해 및 적용에 대해 평가하고 있기 때문에 교육과정에 위배되는 내용을 평가하고 있다고 볼 수 없다. 따라서 선행학습 유발 요인 또한 없다고 판단된다.

< 유사 기출 문제 >

유사문제 2017학년도 7월 전국연합학력평가 생명과학I 10번

근거

- 감수분열 시기에 따른 핵 1개당 DNA 상대량 그래프를 제시하고 해석할 수 있는지 확인함.
- 감수분열의 단계에 따른 2가 염색체의 형성 여부를 질문함.

유사문제 2019학년도 9월 전국연합학력평가 생명과학I 9번

근거

- 생식 세포 형성 과정에서 일어난 염색체의 비분리 현상을 그림과 표로 제시함.
- 감수 분열 과정에서 염색체의 비분리 현상이 일어났을 때, 각 단계의 세포가 가진 DNA의 상대량을 추측할 수 있는지 질문함.

[한국과학기술원(KAIST) 문항정보 20]

1. 일반정보

유형	☐ 논술고사 ☒ 면접 및 구술고사 ☐ 선다형고사	
전형명	학교장추천전형, 고른기회전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계열(생명과학) / 문제3	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	생명과학 I, 생명과학 II
	핵심개념 및 용어	자극과 반응, 항상성, 자율 신경, 호르몬
예상 소요 시간	10분	

2. 문항 및 제시문

개구리의 심장을 부교감 신경이 연결된 상태로 분리하여 생리 식염수가 담긴 작은 병에 담갔다. 이후 전기 자극을 통해 심장으로 연결되는 부교감 신경을 자극하였더니, 심장의 박동 속도가 느려졌다. (총 3점)

- (1) 부교감 신경을 자극하였을 때, 심장의 박동 속도가 느려진 이유는 무엇인가? (1점)
- (2) 기존의 개구리 심장을 꺼내고 다른 개구리의 심장을 그 병에 담갔더니, 전기 자극 없이도 심장 박동 속도가 느려졌다. 이유를 설명하시오(1점).
- (3) 개구리의 심장이 담긴 병에 인간의 혈액에서 분리한 어떤 물질을 넣어줬더니 심장의 박동 속도가 빨라졌다. 이 물질은 무엇이며 심장 박동 속도가 빨라진 이유는 무엇인가? (1점)

3. 출제 의도

- 신경 흥분의 화학적 전달 과정과, 혈액을 통한 호르몬의 작용을 이해

4. 출제 근거

가) 교육과정 및 관련 성취기준

적용 교육과정		교육부 고시 제2015-74호 [별책 9] “과학과 교육과정”
문항 및 제시문		학습내용 성취 기준
(1)	교육과정	생명과학 I. 항상성과 몸의 조절
	성취기준· 성취수준	[12생과 I 03-03] 중추 신경계와 말초 신경계의 구조와 기능을 이해하고, 신경계와 관련된 질환을 조사하여 토의할 수 있다. [12생과 I 03-05] 신경계와 내분비계의 조절 작용을 통해 우리 몸의 항상성이 유지되는 과정을 설명할 수 있다.
(2)	교육과정	생명과학 I. 항상성과 몸의 조절
	성취기준· 성취수준	[12생과 I 03-03] 중추 신경계와 말초 신경계의 구조와 기능을 이해하고, 신경계와 관련된 질환을 조사하여 토의할 수 있다. [12생과 I 03-05] 신경계와 내분비계의 조절 작용을 통해 우리 몸의 항상성이 유지되는 과정을 설명할 수 있다.
(3)	교육과정	생명과학 I. 항상성과 몸의 조절
	성취기준· 성취수준	[12생과 I 03-03] 중추 신경계와 말초 신경계의 구조와 기능을 이해하고, 신경계와 관련된 질환을 조사하여 토의할 수 있다. [12생과 I 03-05] 신경계와 내분비계의 조절 작용을 통해 우리 몸의 항상성이 유지되는 과정을 설명할 수 있다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	생명과학 I	심규철 외	비상교육	2018	70-90
	생명과학 I	오현선 외	미래엔	2017	82-99
기타					

5. 문항 해설

본 문항에서는 생명과학 I ‘항상성과 몸의 조절’ 단원의 신경계와 호르몬의 작용 과정에 관련된 주요 개념을 알고 이를 실제 현상에 적용하여 생각할 수 있는지 평가하고 있다. 특히 자율 신경계를 구성하는 교감 신경과 부교감 신경의 역할 및 축삭 돌기 말단에서 분비되는 신경 전달 물질의 작용을 호르몬과 연관지어 생각할 수 있는지 묻고 있다.

6. 채점 기준

아래 7. 예시답안과 함께 채점기준을 작성함

7. 예시 답안

(1)번 문제

(1점) 신경 흥분이 전도되어 축삭 돌기 말단에서 아세틸콜린이 분비되어 심장 근육의 수축을 저해한다.

(0.5점) 아세틸콜린 이름은 대답하지 못했지만, 축삭 돌기 말단에서 분비된 신경 전달 물질이 심장에 작용한 것이라는 개념을 설명하였을 때.

(2)번 문제

(1점) 식염수에 퍼져있던 신경 전달물질이 새로 넣어 준 심장에 작용하여 심장 박동 속도를 느리게 하였다

(3)번 문제

(1점) 혈액에 들어 있던 에피네프린(아드레날린)이 작용하여 심장 근육의 수축을 촉진하여 심장 박동을 빠르게 한다.

(0.5점) 에피네프린(아드레날린) 이름은 대답하지 못했지만, 혈액 중에 존재하는 신경에서 분비된 호르몬이 작용하여 심장 박동을 빠르게 했다는 개념을 설명하였을 때.

8. 총 평

[고등학교 생명과학 교사 A]

본 문항의 핵심 개념인 자율 신경계의 역할 및 자율 신경계의 축삭 돌기 말단에서 분비되는 신경 전달 물질의 종류, 호르몬의 작용은 모두 생명과학 I의 ‘신경계’ 단원과 ‘항상성 유지’ 단원에서 다루어지는 개념으로 정규 교육 과정에서도 보편적으로 학습이 이루어지고 있다. 문항 (1)과 문항 (2)에서는 부교감 신경의 축삭 돌기 말단에서 신경 전달 물질인 아세틸콜린이 분비되어 일반적으로 심신이 안정 상태를 유지하는 작용을 한다는 것을 교과서를 통해 학습했다면 심장 박동이 느려지는 이유를 무난하게 설명할 수 있다. 문항 (3)은 심장 박동을 촉진하는 에피네프린이 신경 전달 물질과 호르몬으로 모두 사용된다는 사실과, 내분비샘에서 분비되어 혈액을 타고 표적 기관으로 이동하는 호르몬의 특성을 통해 해결이 가능하다. 전반적으로 실험 상황에서 나타난 결과를 바탕으로 그 원인을 논리적으로 설명할 수 있는지 확인하고 있는데, 교과서적인 기본 개념과 용어를 사용하고 있기에 학교에서 생명과학 I 수업을 충실하게 이수한 학생이라면 문항에 접근하고 이를 해결하는 과정에 큰 문제는 없었을 것이다. 그렇기에 본 문항에는 선행학습 유발 요인이 없다고 판단된다.

[고등학교 생명과학 교사 B]

본 문항은 자율 신경계의 작용과 신경 전달 물질의 특성에 대한 기본 개념을 제대로 이해하고 있는지 평가하고 있다. (1)번 문제에서는 부교감 신경을 자극했을 때 심장 박동이 느려진 결과를 부교감 신경의 신경절 이후 뉴런에서 분비되는 아세틸콜린의 작용으로 설명할 수 있는지 묻고 있다. 생명과학 I ‘항상성과 몸의 조절’ 중 신경계 단원에서는 자율 신경계의 교감 신경과 부교감 신경에서 분비되는 신경 전달 물질은 물론 각각이 심장 박동, 혈당량 조절 등에 어떻게 작용하는지에 대해 다루고 있다. 따라서 해당 개념을 올바르게 이해한 학생이라면 충분히 해결할 수 있는 문제이다. (2)번과 (3)번 문제는 신경 전달 물질 및 호르몬의 화학적 특성에 대해 묻고 있다. 아세틸콜린과 에피네프린 모두 화학 물질로서 신경의 전기적 신호를 화학적으로 전달하는 역할을 하며, 특히 에피네프린은 신경 전달 물질이자 호르몬으로 혈액에 녹아 표적 기관에 작용한다. 이러한 내용은 생명과학 교육과정에서 기본적으로 다루는 개념으로 교과서를 통해 이를 학습한 학생이라면 문제에서 주어진 실험 상황과 결과에 이를 적용하여 문제를 해결할 수 있을 거라 생각된다. 본 문항에서 묻고 있는 내용은 모두 교육과정에서 핵심적으로 다루는 개념이므로 선행학습 유발 요인은 없다고 판단된다.

< 유사 기출 문제 >

유사문제 2018학년도 6월 전국연합학력평가 생명과학 I 14번

근거

- 심장 박동을 조절하는 교감 신경과 부교감 신경의 역할을 알고 구분할 수 있는지 평가함.
- 자율 신경의 신경절 이후 뉴런의 축삭 돌기 말단에서 분비되는 신경 전달 물질을 알고 있는지 질문함.