

과학

# 교과별 논술형 평가 문항 예시자료

- 물리
- 화학
- 생명과학
- 지구과학





# 2025 중등 논술형 평가 길라잡이 교과별 평가 문항 예시

## 일러두기

- 이 자료집은 교육과정에 대한 이해를 바탕으로 수업과 연계한 논술형 평가를 강화하고, 성취평가의 취지를 고려한 논술형 평가 문항 제작의 전문성 향상을 위해 제작하였습니다.
- 1부 [논술형 평가의 이해]에서는 경기도교육청에서 지향하는 논술형 평가의 개념과 방향을 명확히 하고, 논술형 평가 문항 제작 방법 등을 중심으로 안내하고 있으며, 2부 [교과별 논술형 평가 문항 예시]에서는 자료집 개발 취지와 구성을 안내하는 '자료를 읽는 눈'과 교과별로 개발된 논술형 평가의 다양한 예시를 담았습니다.
- 이 자료집에 실린 문항은 1기와 2기 중등 논술형 평가 핵심교원 직무연수 양성과정에서 개발된 자료로, 선생님들께서 직접 학생들과 수업과 평가를 통해 실행해보거나 2022 개정 교육과정 적용을 염두에 두고 개발한 것입니다.
- 2022 개정 교육과정의 평가 방향 및 방법을 반영하고, 각 성취수준별 해당 학생의 특성을 분석하여 성취평가 기반의 논술형 평가 문항을 개발하여 학교 현장에 활용 자료로 제공하고자 하였습니다.
- 학교급별, 교과별 다양한 상황과 맥락에 따라 달리 적용될 수 있으므로 예시 문항을 그대로 적용하기보다는 참고자료로 적절히 활용하시기 바랍니다.



# CONTENTS

## 1부 논술형 평가의 이해

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| I. 2025 경기도교육청 논술형 평가 방향 ..... | 08 |
| II. 논술형 평가의 이해 .....           | 09 |

## 2부 교과별 논술형 평가 문항 예시

|  |    |
|--|----|
| 자료집을 읽는 눈 .....                          | 20 |
| • 물리                                     |    |
| 중학교   전동기 원리 이해하기 .....                  | 28 |
| 중학교   소비 전력을 활용한 에너지 절약 방법 논술하기 .....    | 34 |
| 고등학교   중력에 의한 물체의 운동 분석하기 .....          | 41 |
| 고등학교   핵발전과 화력 발전의 종합 평가 보고서 작성하기 .....  | 45 |
| • 화학                                     |    |
| 중학교   물질이 뜨고 가라앉는 성질로 혼합물 분리하기 .....     | 51 |
| 중학교   압력에 따른 기체의 부피 변화 탐구하기 .....        | 61 |
| 고등학교   생명 현상에서 일어나는 화학 평형의 이동 .....      | 66 |
| 고등학교   화학의 유용성 탐구 .....                  | 71 |
| 고등학교   화학 반응에서의 양적 관계로 실생활 현상 고찰하기 ..... | 78 |
| 고등학교   반응 엔탈피와 헤스 법칙 탐구 .....            | 85 |
| 고등학교   정수 과정의 화학적 원리를 산화 환원으로 설명하기 ..... | 94 |

고등학교 | 화학과 우리 생활 설명하기 ..... 100  
 고등학교 | 물질의 성질과 화합결합의 종류 ..... 105  
 고등학교 | 물의 특성 ..... 110

• **생명과학**

중학교 | 감각 형성 과정 탐구하기 ..... 115  
 중학교 | 동물세포와 식물세포 비교하기 ..... 120  
 중학교 | 생물다양성 보전을 위한 행사 계획하기 ..... 125  
 고등학교 | 변이와 자연선택에 의한 생물의 진화 및 생물 다양성 연결하기 ..... 131  
 고등학교 | 생명 시스템을 유지하는 세포의 구조와 기능 설명하기 ..... 139  
 고등학교 | 세포 내 유전정보의 흐름 설명하기 ..... 145  
 고등학교 | 생명공학 기술의 발전과 생물 다양성 감소 문제 해결하기 ..... 149  
 고등학교 | 바이오 해커의 사회적 영향과 과학 윤리 논증하기 ..... 159

• **지구과학**

중학교 | 실시간 데이터를 이용하여 태양 활동을 탐구하고, 지구에 미치는 영향 추론하기 ..... 164  
 중학교 | 화성 이주 프로젝트 With AI ..... 171  
 중학교 | 물질의 상태 변화와 열에너지 출입 실험 탐구 ..... 176  
 중학교 | 광물과 암석 탐구하기 ..... 183  
 중학교 | 염분비 일정 법칙 탐구하기 ..... 189  
 고등학교 | 기후 변화 경향 분석 및 사회적 쟁점 탐색 ..... 195



# 1부

## 논술형 평가의 이해

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| I. 2025 경기도교육청 논술형 평가 방향 ..... | 08 |
| II. 논술형 평가의 이해 .....           | 09 |

# 논술형 평가의 이해

## I

### 2025 경기도교육청 논술형 평가 방향

미래사회의 변화에 따라 학교교육은 지식을 확장하고 내면화하여 활용할 수 있는 미래 역량을 함양하는 방향으로 변화하고 있습니다. 이에 따라 알고 있는 것을 바탕으로 무엇을 할 수 있는가에 맞춰 수업과 연계한 평가가 이루어져야 하며, 성취기준 및 성취수준에 근거하여 학생의 학습과 역량 함양을 지원하는 방향으로 수업과 평가의 관점이 달라지고 있습니다.

경기도교육청에서는 고차적 사고력 및 탐구 능력, 문제해결력 등의 역량을 신장시킬 수 있는 논술형 평가의 효과성에 주목하여 생각의 힘을 키우는 수업과 생각을 이끌어 내는 평가로서 논술형 평가를 확대해 가고 있습니다.

경기도교육청에서 추구하는 논술형 평가의 방향은 아래와 같습니다.

#### 미래 역량을 함양하는 평가

- 학습의 과정과 개인의 성취도를 바탕으로 '성장'을 중시하는 평가
- 실생활 맥락에서 지식을 활용할 수 있는 능력을 평가하는 역량 평가

#### 깊이있는 수업과 연계한 평가

- 핵심 아이디어를 중심으로 내용 요소들의 유기적 연계가 가능하도록 설계한 수업에서 학생의 학습경험이 논술형으로 이어지는 평가
- 학생이 주체적으로 지식을 탐구·재구성·표현하는 수업 활동과 밀착하여 연계되는 평가

#### 성취기준에 근거한 평가

- 교과와 성취기준 및 성취수준과 성취내용을 바탕으로 한 평가
- 성취기준에 근거해 수업 맥락과 학습자 특성을 고려하여 평가 문항을 제작하고, 채점기준표를 구안하여 피드백을 실천하는 평가

#### 수행 수준(채점기준)이 명확한 평가

- 교육과정 성취기준 분석을 통해 도출한 평가 요소를 바탕으로 수행 수준의 특성과 연결한 급간별 점수의 변별이 명확한 평가
- 평가 요소별 수행 수준(채점기준)이 출제 의도 및 발문, 조건 등과 유기적으로 연결되어 '무엇'을 묻고, '어떻게' 작성해야 하는가가 명확한 평가

#### 피드백과 성찰을 일으키는 평가

- 교사가 학생의 논리적 오류를 바로잡고 사고 확장을 촉진하기 위한 구체적인 피드백을 제공할 수 있는 평가
- 학생이 생각을 조직하고 표현하는 과정에서 자신의 사고 과정을 성찰할 수 있는 평가

## II 논술형 평가의 이해

### 1 논술형 평가의 정의와 목적

- **정의** : 지식에 대한 심층적 이해와 탐구, 분석과 판단 등 사고 과정을 학생 자신의 언어를 사용하여 논리적으로 기술하도록 하는 평가입니다.
- **목적** : 학생들이 분석적 이해력, 비판적 사고력, 창의적 문제해결력 등 고등 사고력 중심의 학습경험을 통해 자신의 삶에 실질적인 도움이 되도록 하기 위함입니다.

### 2 논술형 평가의 유형

- 경기도교육청에서는 논술형 평가 문항의 유형을 '제한형 논술'과 '확장형 논술'로 구분하여 운영합니다.
- 논술형 평가는 교육과정의 성취기준 및 성취수준에 근거하여 평가 요소를 도출하고 평가 계획에 따라 지필평가, 수행평가에서 적절한 유형을 적용하여 시행할 수 있습니다.

| 구분         | 제한형 논술                 | 확장형 논술                        |
|------------|------------------------|-------------------------------|
| 응답 길이      | 한 문장* 이상               | 한 문단** 이상                     |
| 응답 양식      | 분량, 내용 범위, 서술 양식 등의 제한 | 응답의 자유도 허용                    |
| 글의 구성(완성도) | 서술의 깊이와 넓이, 정확성 요구     | 의견이나 주장의 완결성, 완성도, 논리적 글쓰기 요구 |

\*문장 : 생각이나 감정을 말과 글로 표현할 때 완결된 내용을 나타내는 최소의 단위, 주어와 서술어를 갖추고 있는 것이 원칙임.  
문항에 대한 반응의 경우, 발문에 따라 주어가 생략될 수 있음.

\*\*문단 : 완결된 생각을 담은 문장들이 모여서 하나의 중심 생각을 나타내는 단위, 일반적으로 주제 문장과 뒷받침 문장으로 구성되며, 일관성, 통일성, 완결성을 갖춰야 함.

※(출처) 교수학습과 학생평가 개선을 위한 서·논술형 평가 지침 활용 및 피드백 효과 제고 방안. 김경희(2021) 수정·보완

1 다음 글을 읽고 주어진 질문에 대한 답을 영어로 쓰시오. [총 15점]

Self-reflection is such an important part of endurance sports. However, it is not fair to blame your past self for what your present self now knows. It's very easy to look back to say that you could have done something differently and/or better in your race when you're well-hydrated, sitting down, having a low heart rate, resting in a climate-controlled environment by yourself. However, during a race, it's very different. You might be hot, your heart is racing, and you're surrounded by many other athletes. In those tough moments, it's hard to make perfect decisions.

The reality is that you can't expect *that* version of yourself to make the same decisions as the one who is sitting in comparative luxury after the fact. We cannot change the past. What we do have control over is our present. By making good choices now, you can create a better future. Thus, instead of judging your past actions in racing or lamenting that you could have done something differently, seek to be constructive for your present self. Use what you've learned to improve your training, choose better races, and plan your strategies for the future.

\* lament: 한탄하다

[출처: <https://www.fullcircleendurance.com/blog/coach-tip-tuesday-fire-the-monday-morning-quarterback>] 중 발체 및 수정

1-1. 윗글을 읽고, 글의 요지를 <조건>에 맞게 완성하십시오. [6점]

<조건>

- 주어진 단어를 모두 한 번씩 활용할 것(단, 필요시 단어 형태를 바꿀 수 있음).  
regret / improve / instead of
- 주어진 단어 이외에 다른 단어를 추가해서 문장을 완성할 것.

We should focus on \_\_\_\_\_.

제한형 논술

- 학생 응답의 길이가 제한됨.
- 응답 양식을 조건을 통해 그 범위와, 서술 양식을 제한함.

1-2. 아래 Kate의 이메일을 읽고 조언하는 이메일을 <조건>에 맞게 작성하십시오. [9점]

<조건>

- Kate의 고민과 관련된 본인의 경험이나 주변 사례를 구체적으로 제시할 것.
- 반드시 윗글의 요지를 토대로 아래 양식에 맞게 조언할 것.  
(단, 주어진 글과 똑같은 표현을 4단어 이상 연달아 사용하지 말 것.)

Subject: I Feel So Down =(  
Dear friend,

I can't believe how badly I messed up on the English exam last week. I spent way too much time on the reading section, and then I rushed through the grammar section. Now I just feel so stupid and disappointed in myself. If I'd just been more careful, I could have done better. Thinking about it now just makes me feel frustrated and angry. I don't even know what to do anymore.

Kate

Subject: Hello, Kate!  
Dear Kate,  
I totally get how you feel because I had a similar experience. \_\_\_\_\_

You did the same during your exam. Don't \_\_\_\_\_

What matters now is \_\_\_\_\_

Take care,  
\_\_\_\_\_ (Your Name)

확장형 논술

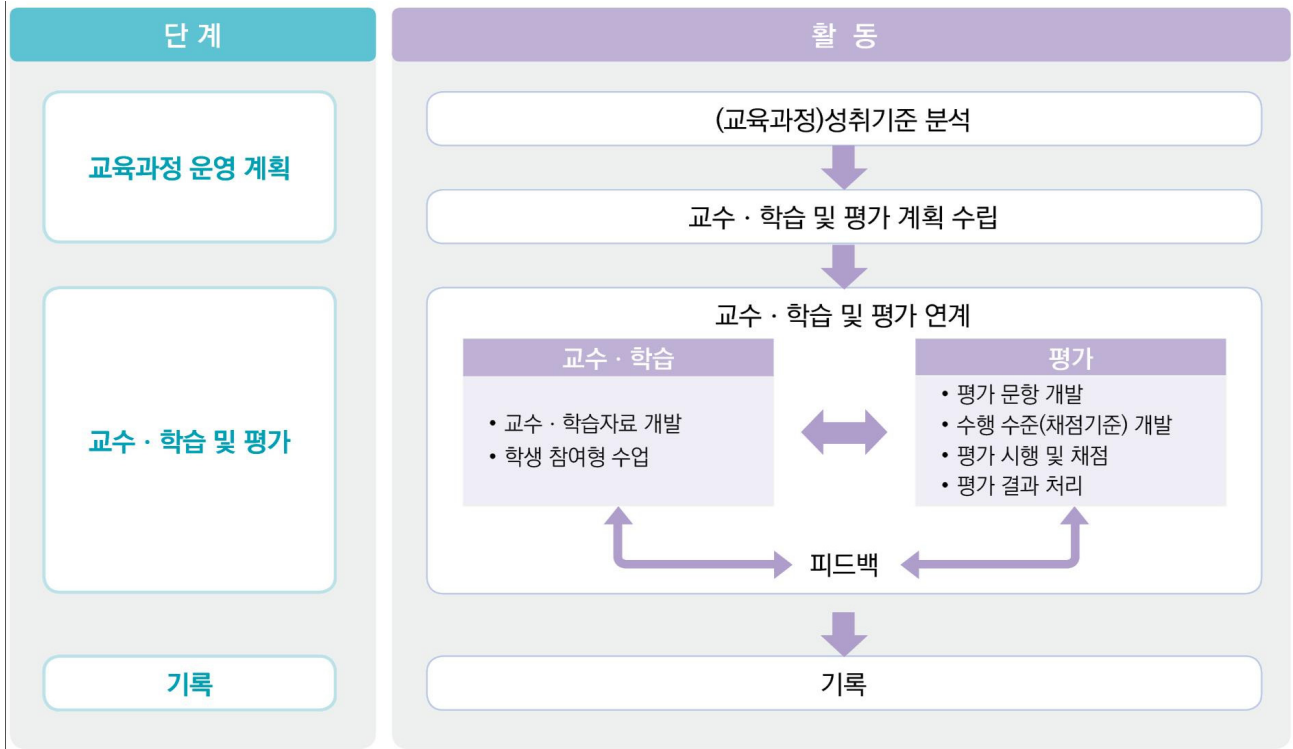
- 한 문단 이상의 자유로운 응답을 요구함.
- 응답의 자유도를 허용함.
- 의견이나 주장의 완결성, 완성도, 논리적 글쓰기를 요구함.

제한형 논술 + 확장형 논술

- 확장형 논술형 문항에서도 분량, 내용 범위, 서술 양식 등을 제한할 수 있습니다.

### 3) 논술형 평가의 운영

• 논술형 평가는 다음과 같은 단계와 활동의 흐름을 기저로 하여 시행됩니다.



⋮

|                            |   |
|----------------------------|---|
| <p>(교육과정)<br/>성취기준 분석</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 수업과 평가가 연계되도록 성취기준 및 성취수준(평가기준) 분석</li> </ul>  |
| <p>교수·학습 및<br/>평가계획 수립</p> | <p>- 교육과정 분석으로 평가 요소 도출, 평가 방법 선정 등 평가 계획 및 공지하는 단계</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 성취기준 및 성취수준(평가기준)을 분석하여 학생들이 효과적으로 학습할 수 있도록 수업과 평가를 연계하여 계획하고 필요에 따라 교육과정 재구성</li> <li>• 수업과 평가가 학습자의 본질적인 삶에 도달하도록 지식·이해, 과정·기능, 가치·태도의 내용 요소를 포함한 본질적 목표와 질문 설정</li> <li>• 논술형 평가는 단편적 지식 암기를 요구하는 것에서 벗어나 실생활의 맥락 속에서 논리적 사고력, 창의적 사고력, 문제해결력 등의 고등사고 능력을 적용할 수 있도록 구체적인 문제 상황과 학습경험 계획</li> </ul> |
| <p>교수·학습 및<br/>평가 연계</p>   | <p>- 논술형 평가 문항 및 수행 수준(채점기준)을 개발하고, 평가를 시행하고 채점하는 단계</p> <p><b>평가 문항 개발</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 성취기준 및 성취수준에 근거하여 수업과 평가가 연계되도록 학습 요소 추출</li> <li>• 학생들의 성취수준을 점검할 수 있는 문항으로 개발</li> <li>• 평가 문항은 수업 맥락, 학습자 맥락(발달, 유의미성)을 고려하여 수업과 연계되어 수행될 수 있도록 구안</li> <li>• 종합적 사고력을 타당하고 신뢰성 있게 평가할 수 있도록 도구 개발에 대해 교과(학년)협의회에서 충분히 협의</li> </ul>  |

|                          |  |
|--------------------------|--|
| <p>교수·학습 및<br/>평가 연계</p> | <p><b>채점기준표 개발</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 과제의 특성, 교수·학습에서의 활용도, 채점의 객관성 등을 고려하여 채점기준표는 분석적 채점과 총체적 채점기준 중 과제의 특성에 맞게 개발</li> <li>• 채점기준표의 수행 수준(채점기준)은 학생들의 수행을 변별할 수 있도록 구체적으로 기술</li> <li>• 평가 문항과 채점기준표 개발 및 검토·수정·보완 과정은 성적 산출을 같이하는 교사 간의 공동 작업으로 운영</li> <li>• 평가 문항 및 수행 수준(채점기준)이 확정된 다음에는 평가 요소와 채점기준표를 학생과 학부모에게 공지</li> </ul> <p><b>평가 시행 및 채점</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 평가를 시행하고 채점하는 단계</li> </ul> <p><b>평가 결과 처리</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 평가 결과를 공식적으로 처리하는 단계</li> <li>• 결과 산출 및 성적 부여</li> </ul>                  |
| <p>피드백 및 기록</p>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 교수·학습 과정과 결과에서 다양한 학습의 증거를 활용하여 학생에게 정보를 제공하고 성공적 학습에 이르도록 돕는 단계 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 학습 향상과 교수·학습 개선의 핵심으로서 피드백의 중요성에 대한 인식 제고</li> </ul> </li> <li>- 교사의 입장에서 평가 요소를 기준으로 학생의 학습 정도를 파악하여 학생이 개선할 수 있는 기회 제공</li> <li>- 학생 입장에서 피드백을 통해 자신의 사고 과정을 성찰하고 발달시키는 자기주도적 학습 능력이 형성될 수 있도록 유도 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 학생의 수행 결과뿐만 아니라 수행 과정(문제 풀이 과정)에 대해서도 함께 제공</li> <li>• 교사 평가 및 동료 평가, 자기 평가 등 다양한 평가 방법과 피드백 활용</li> </ul> </li> <li>- 성취기준에 대한 도달 정도 및 강·약점을 파악하고 교수·학습 전반을 점검하여 학생의 학습과 성장 내용을 구체적으로 기록함.</li> </ul> |

## 4 논술형 평가 문항 제작 절차

### 가. 논술형 평가 문항 제작 계획

- 논술형 평가를 시행하기에 앞서 어떠한 성취기준에 대해서 어떠한 내용을 평가할 것인지를 계획합니다.
- 논술형 평가 계획을 수립하기 위해서 교육과정 성취기준과 성취수준에 대한 이해가 필요합니다.

#### 1) 성취기준 및 성취수준 분석하기

- 성취기준, 성취기준별 성취수준, 영역별 성취수준, 학기 단위 성취수준 등을 확인합니다.
- 학생이 해당 교과 수업에서 언어야 할 ‘지식·이해, 과정·기능, 가치·태도’를 확인합니다.
- 수업 목표와 수업 요소, 평가 목표와 평가 요소 등 수업과 평가에서 다를 목표와 내용의 범위와 수준을 확인합니다.

| 성취기준   | 성취기준별 성취수준   |  |
|--|--|--|
| [10공국1-05-02]<br>갈래에 따른 형상화방법의 특성을 고려하며 작품을 수용한다.                                      | A  | 서정, 서사, 극, 교술 갈래에 따른 형상화 방법의 특성을 파악하고, 갈래적 특성이 작품의 주제 전달에 미치는 효과를 예를 들어 설명하며 작품을 주체적으로 수용할 수 있다. |
|  | B  | 서정, 서사, 극, 교술 갈래에 따른 형상화 방법의 특성을 파악하고, 갈래적 특성이 작품의 주제 전달에 미치는 효과를 설명하며 작품을 수용할 수 있다.             |
|  | C  | 서정, 서사, 극, 교술 갈래에 따른 형상화 방법의 특성을 이해하고, 갈래적 특성이 작품의 주제 전달에 미치는 효과를 고려하며 작품을 수용할 수 있다.             |
|  | D  | 서정, 서사, 극, 교술 갈래에 따른 형상화 방법의 특성을 부분적으로 이해하고, 갈래적 특성을 고려하며 작품을 제한적으로 수용할 수 있다.                    |
|  | E  | 서정, 서사, 극, 교술 갈래에 따른 형상화 방법의 특성을 부분적으로 이해하며 작품을 읽는다.   |
| ↓  |  |  |
| 지식·이해  | 과정·기능  | 가치·태도*   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• 서정, 서사, 극, 교술 갈래</li> <li>• 형상화 방법</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 갈래적 특성 이해하기</li> <li>• 주제 전달에 미치는 효과 설명하기</li> <li>• 작품 주체적으로 수용하기</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 주체적으로 참여하기</li> </ul>                                   |
| * 이탤릭체는 지식·이해, 밑줄은 과정·기능에 해당함.   |  |  |

\* 영역별 성취수준과 성취기준별 성취수준, 성취기준 해설, 성취기준 적용 시 고려 사항 등을 참고하여 성취기준의 문면에 드러나지 않은 가치·태도를 도출할 수 있음.

#### 2) 평가 요소 도출

- 평가 요소는 성취기준 및 성취수준 분석을 통해 도출합니다.
- 평가 요소는 학생이 주도적으로 반응할 수 있는 지시어를 명사형 어구 ‘-하기’로 사용합니다.
- 평가 목표와 특성을 반영한 평가 요소를 기반으로 수업을 설계합니다.

#### 평가 요소

- 수필의 특징을 이해하여 작품 구성에 따른 내용 정리하기
- 수필의 형상화 방법을 고려하여 작품 주체적으로 수용하기

#### 예시 평가 요소와 연계한 수업 내용

수필의 특징 이해/ 수필의 형상화 방법 이해/ 작품을 주체적으로 수용하는 태도

### 3) 평가 방법 선택하기

- 학생들이 해당 성취기준에 도달하기 위한 학습 과정에서 학생들이 알게 된 것과 할 수 있게 된 것을 평가할 때, 어떠한 평가 유형과 방법을 활용할 것인지 판단합니다.
- 평가 요소 및 수업 내용을 고려하여 지필평가와 수행평가에 적절한 평가 방법을 선정합니다. 구체적인 사례는 다음과 같습니다.

| 성취기준   | 평가 요소  | 평가 방법  |
|--|--|--|
| [10공국1-05-02]<br>갈래에 따른 형상화 방법의 특성을 고려하며 작품을 수용한다. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 수필의 특징을 이해하여 작품 구성에 따른 내용 정리하기</li> <li>• 수필의 형상화 방법을 고려하여 작품 주체적으로 수용하기</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 논술형 평가(지필평가)</li> <li>• 논술형 평가(수행평가)</li> </ul> |

## 나. 논술형 평가 문항 제작

### 1) 문항 구성 요소 이해하기

- 논술형 평가 문항은 ‘발문(직접/간접), 보기 또는 자료(지문, 그림, 그래프, 통계 등), 조건’ 등으로 구성할 수 있습니다.
- 문항 구성 요소의 제시 순서는 교과목과 학습 영역(내용, 행동)의 특성에 따라 달라질 수 있습니다.
- 논술형 평가 문항은 평가 문항을 이루는 구성 요소들의 조합을 통해 만들어지므로, 평가 문항의 구조를 분석하려면 먼저 평가 문항을 이루는 요소와 특징을 파악해야 합니다.
- 평가 문항을 제작하면서, 형식의 안전성, 완결성, 균형성도 중요합니다. 따라서, 문항의 구성 요소를 선정하여 조합한 문항의 구조를 분석하는 것은 문항 출제의 안정성과 문항에 대한 학생들의 반응 예측 가능성을 높여 줄 수 있습니다.

| 문항 구성 요소 | 제시 방법 및 유의 사항   |
|----------|---|
| 발문       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 문두에 제시하여, 학생이 ‘무엇’에 대해 ‘어떻게’ 응답해야 하는지 분명하게 알 수 있도록 작성</li> <li>• 측정하고자 하는 능력이 분명하게 드러나는 ‘반응 지시어’ 활용<br/>예) 작품에서 확인할 수 있는 수필의 특성을 설명하고, 내용과 형식을 근거로 작품의 형상화 방법에 대해 평가하십시오.</li> </ul> |
| 보기 또는 자료 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 문제 상황을 분명히 파악하고, 구체적인 답안 작성에 도움이 되도록 제시</li> <li>• 자료와 발문이 상호 긴밀히 연관되고, 신뢰성과 정확성에 유의하여 활용</li> <li>• 문제해결 시간을 고려하여 과도한 양의 정보가 포함되지 않도록 유의</li> </ul>                                 |
| 조건       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 학생이 반응해야 할 내용과 형식상 범위를 적절하게 한정</li> <li>• 조건에 정답 전체 또는 정답의 일부가 암시되지 않도록 주의</li> <li>• 정답 인정 범위가 모호하지 않도록 문제해결에 필요한 사항 포함<br/>예) 자료에서 찾아 쓸 것. 사례를 구체적으로 제시할 것</li> </ul>              |

## 5 채점기준표 작성

### 가. 채점기준표의 개념

- 채점기준표는 교사가 평가 과제에 대한 학생들의 성취 정도를 질적으로 평가할 수 있도록 성취수준을 참고하여 작성한 것입니다. 학생의 과제 수행 결과를 채점하는 평가 요소의 평정 수치나 범주를 포함하며, 평가 요소별 수행 수준(채점기준)을 구체적인 언어로 진술한 것입니다.

### 나. 채점기준표에 반영해야 할 요소

- 채점기준표에는 ‘평가 요소’, ‘평가 요소별 척도’, ‘수행 수준(채점기준)’ 등이 제시되어야 합니다.

| 구성 요소       | 방법  |
|-------------|---|
| 평가 요소       | 성취기준을 바탕으로 하되, 문항에 맞게 구체화하여 제시  |
| 평가 요소별 척도   | 학생이 응답한 내용을 질적 특성에 따라 구분·분류하기 위해서 숫자나 명칭을 부여한 것. 흔히 점수, 상/중/하, A/B/C/D/E, P/F 등의 방식을 사용 |
| 수행 수준(채점기준) | 학생이 응답한 내용이 어떠한 척도에 해당하는가를 판단하기 위한 기준으로서 해당 척도에서 보일 수 있는 일반적인 정보를 진술                    |

- 논술형 평가의 신뢰도를 확보하기 위해서는 정확한 수행 수준(채점기준)을 마련하는 것이 중요합니다.
- 논술형 평가 문항의 ‘조건’에 포함된 제한 요소들은 수행 수준(채점기준)에 포함하여 공정성을 확보하는 것이 중요합니다.

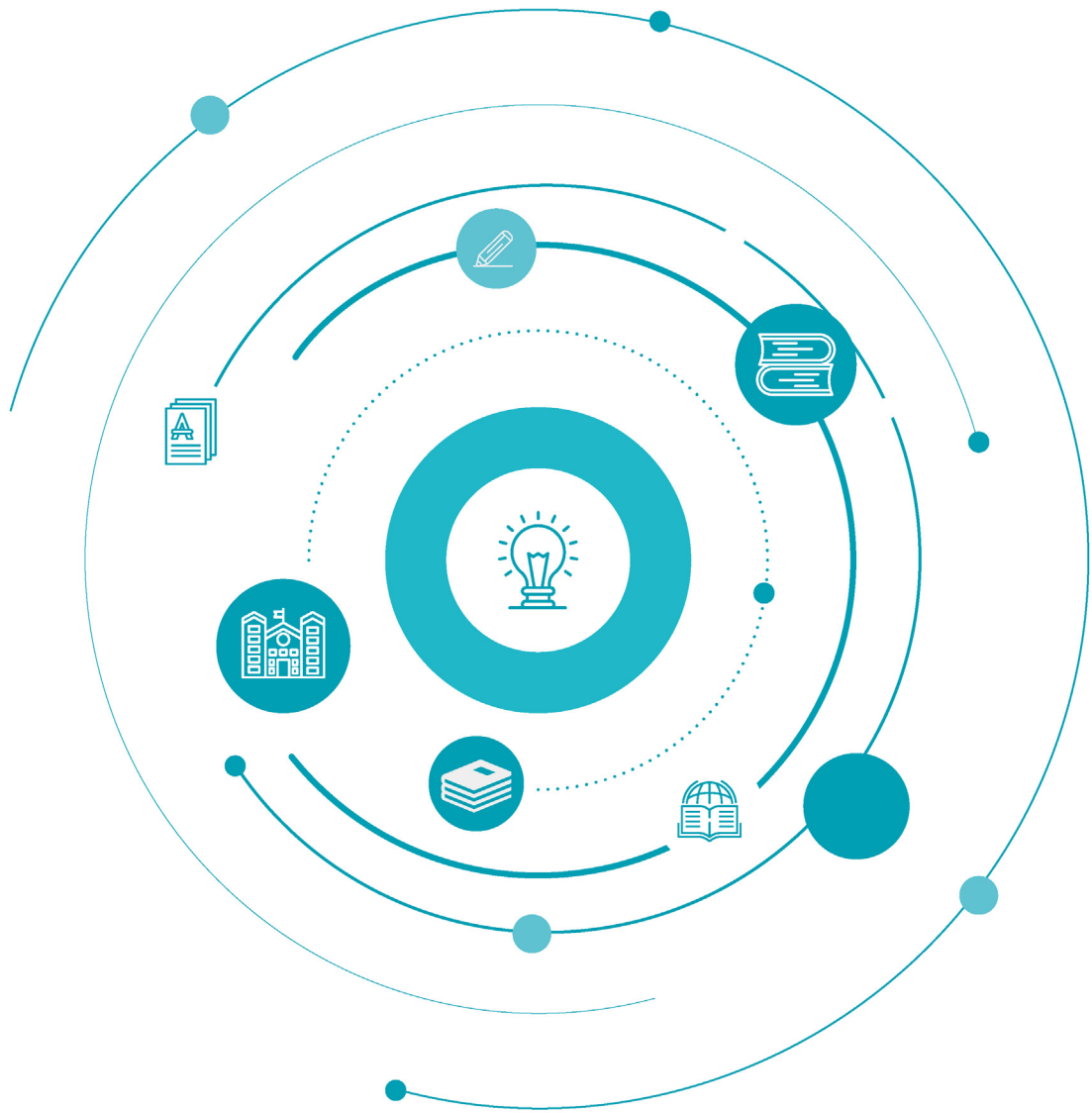
### 다. 채점기준표 활용의 의의

|    |   |
|----|---|
| 교사 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 채점의 일관성, 타당성, 공정성을 높일 수 있습니다.</li> <li>• 교사가 학생의 수행 수준(채점기준)에 대해 이해할 수 있습니다.</li> <li>• 교사가 학생들에게 수행하도록 가르치거나 평가할 것을 구체적으로 제시하므로 수업 개선에 도움을 줍니다.</li> <li>• 채점기준표에 기술된 수행 수준(채점기준)과 학생이 실제로 수행하는 과정이나 결과를 비교하여 학생에게 즉각적인 피드백을 제공함으로써 교사와 학생 간 의사소통을 용이하게 합니다.</li> </ul> |
| 학생 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 학습 목표를 명확히 인식하므로 자기주도적으로 학습을 점검하여 학습의 효과를 높입니다.</li> <li>• 채점기준표를 활용하여 적시에 의미 있는 피드백을 받고, 이를 반영하여 효과적인 학습 계획을 수립할 수 있습니다.</li> <li>• 채점기준표와 자신의 답안을 비교하며 자기 평가를 수행함으로써 논리적 사고력을 키우고 학습의 방향성을 명확히 할 수 있습니다.</li> </ul>  |

## 라. 채점기준표 검토하기

- 논술형 평가는 ‘수행 수준(채점기준)에 근거한 전문가의 판단’에 의한 평가입니다.
- 따라서 논술형 평가의 객관성과 투명성을 높이기 위해서는 교과협의회에서 교과담당교사들이 평가 문항과 수행 수준(채점기준), 채점 결과를 상호 검토 및 수정하는 과정이 반드시 필요합니다. 또한 논술형 평가의 채점기준표를 작성할 때에는 각 수준의 기대수행이 명확하고 구체적으로 진술되어 있는지 확인해야 합니다. 그리고 특성을 고려하여 예시답안, 인정답안 등의 범위를 설정해야 합니다.

|                 |  |
|-----------------|--|
| 타당성             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>평가 요소 추출이 타당한가?</b><br/>평가 요소는 성취기준에 기반하여 추출해야 합니다. 성취기준의 내용과 무관한 평가 요소는 성취기준의 도달 여부를 판단하는 근거로 삼기 어렵습니다.</li> <li>• <b>세부 내용이 평가 요소에 근거하여 학생의 수행 수준(채점기준)을 구별하는가?</b><br/>수행 수준(채점기준)이 평가 요소를 충분히 반영하지 않을 경우 성취기준과 동떨어진 평가를 하게 됩니다. 그러므로 평가 요소에 따른 수행 수준(채점기준)을 마련하여야 올바른 성취평가제가 운영될 수 있습니다.</li> </ul>            |
| 배점              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>평가 요소별 비중을 고려한 배점인가?</b><br/>성취기준에서 평가 요소가 차지하는 중요도를 기반으로 배점을 배분하는 것이 좋습니다. 일부 평가 요소의 배점을 과도하게 부여한다면 평가의 공정성 및 타당성을 기대하기 어렵습니다.</li> <li>• <b>배점에 대한 세부적인 내용진술이 타당하고 수행 수준(채점기준)의 구분이 명료한가?</b><br/>채점기준 내용 진술이 배점 급간 및 부분 점수에 대한 근거를 충분히 반영하고 있는지를 확인할 필요가 있습니다. 기준이 모호하면 신뢰도와 타당도에 대한 문제가 발생할 수 있습니다.</li> </ul> |
| 배타성/<br>포괄성     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>수행 수준(채점기준)은 배타성과 포괄성을 갖추고 있는가?</b><br/>배타성은 평가 요소와 채점기준이 학생들의 수행 수준(채점기준)을 명확히 변별할 수 있도록 구분되어야 함을 의미하며, 포괄성은 문항에서 평가하고자 하는 능력을 빠짐없이 포함해야 한다는 것을 뜻합니다.</li> </ul>  |
| 명확성             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>동일한 학생의 답안을 복수의 교사가 동일한 채점기준표로 채점할 때 비슷한 결과가 나오는가?</b><br/>채점기준표에 기술된 내용은 교사나 학생, 다른 누가 읽어도 그 해석이 같아야 합니다.</li> <li>• <b>평가 요소별 수행 수준(채점기준)에 따라 학생들의 답안지 예시를 찾아 제시할 수 있는가?</b></li> </ul>  |
| 실용성             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 교사와 학생이 이해하고 활용하기 쉬운가?</li> <li>• 교사가 교육적 의사 결정을 하는 데 필요한 정보를 주는가?</li> <li>• 학생이 학습목표를 성취해 가는 과정에서 피드백을 줄 수 있는가?</li> <li>• 학습을 위한 평가로서 교수·학습을 지원하는 역할을 할 수 있는가?</li> <li>• 평가 과제에 대한 학생들의 수행 과정과 최종 성취도를 평가하는 데 활용할 수 있는가?</li> </ul>   |
| 문항<br>기술적<br>측면 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 채점 신뢰도가 높은가?</li> <li>• 채점기준표에 사용된 어휘나 문장이 일반적인 교실의 다양한 학생들에게 적합한가?</li> <li>• 채점기준표의 내용에 편파적인 것은 없는가?</li> <li>• 수행 수준(채점기준)을 기술한 문장이 학생의 가치를 판단하지는 않는가?</li> <li>• 문항의 발문에 사용한 용어, 표현 방식, 맞춤법 등에 오류가 없는가?</li> </ul>  |





## 2부

# 교과별 논술형 평가 문항 예시

|   |     |
|---|-----|
|  자료집을 읽는 눈 ..... | 20  |
| • 물리 .....  | 28  |
| • 화학 .....  | 51  |
| • 생명과학 .....  | 115 |
| • 지구과학 .....  | 164 |

## 자료집을 읽는 눈

최근 ‘학습으로서의 평가’가 강조되면서 학생의 성장과 발달을 돕고, 사고력과 문제해결력 등 미래사회에 필요한 역량을 종합적으로 평가하는 방안으로 논술형 평가의 확대가 논의되고 있습니다. 특히 현행 입시 제도와 직결되는 내신 평가에서 논술형 평가의 신뢰성과 공정성을 유지하면서 학생들의 고등 사고력을 측정할 수 있는 문항 출제에 관한 고민이 필요한 시점입니다.

이에 본 자료집은 학생들의 고등 사고력을 평가할 수 있는 논술형 평가 문항을 개발하고자 하였습니다. 또한 학습의 과정으로서 학생의 성장을 지원하는 과정중심의 평가를 지향하였습니다. 특히 성취평가제의 취지에 맞춰, 학생이 ‘무엇을’, ‘어느 정도’ 성취했는지를 평가할 수 있는 논술형 평가 문항을 제작하였으며, 이를 통해 학생의 고차적 사고력을 측정하고 학습 과정을 지원하고자 하였습니다.

성취평가제의 취지를 살리는 논술형 평가 문항을 제작하기 위해 다음 사항을 고려하였습니다.

- 각 교과목의 성취기준을 분석하여 학생들이 도달해야 할 목표 설정
- 평가 요소에 기반하여 과정중심평가를 위한 수업 설계로 학생들의 학습 과정 지원
- 성취평가에 기반하여 성취수준을 고르게 점검할 수 있도록 문항 개발
- 학생의 다양한 수준의 역량을 평가하기 위하여 문항과 수행 수준(채점기준) 개발
- 평가 과정에서 학생의 수준을 확인하고, 결과를 바탕으로 학생의 성장을 돕는 피드백 계획
- 고등학교 경우 최소 성취수준 보장을 위해 최소 능력의 수행특성 진술을 문항 개발에 활용



### 성취기준 및 성취수준을 분석한 논술형 문항 개발

성취평가는 각 성취수준을 골고루 점검할 수 있는 평가도구 개발이 중요합니다. 성취기준에 근거하여 학생들의 성취수준을 신뢰할 만하고 타당하게 판별하기 위해서는 모든 성취수준을 점검할 수 있는 평가도구가 개발되어야 합니다. 논술형 평가도 그러한 성취평가의 취지에 부합하도록 평가 문항을 제작합니다. 본 자료집은 성취기준을 분석하여 성취기준에 도달하기 위한 과정에서 필요한 능력을 평가 요소의 형태로 구체화하여, 학생의 성취 수준 도달 여부를 판단하기에 타당한 문항을 개발하였습니다.

특히, 수준별 대표 문항은 해당하는 학생들이 문항별 만점을 받을 확률이 50%가 되도록 설계하고자 하였습니다. 논술형 평가 문항의 채점 신뢰도를 높이고, 학생의 수행 정도를 판단할 수 있도록 구체적인 수행 수준(채점기준)과 예시답안을 함께 개발하였습니다. 고등학교의 경우 성취 수준이 개발되지 않은 과목은 성취기준 및 성취 수준 개발 원리를 참고하여 성취기준 및 성취수준별로 진술하여 문항을 개발하였습니다.



## 최소 능력의 수행 특성을 활용한 논술형 문항 개발

고등학교의 경우, 2025학년도 고등학교 1학년부터 전면 도입되는 고교학점제에서 과목별로 학업성취율 40% 미만 또는 과목 출석률이 2/3 미만이면, 과목 이수기준에 미도달하여 해당 과목을 미이수한 것으로 간주합니다. 따라서 최소 성취수준 도달 확인을 위한 논술형 평가 문항을 개발하기 위해서는 성취율 40% 이상 60% 미만에 해당하는 학생들의 성취 특성을 밝히는 ‘최소 성취수준 진술문’ 확인이 필요합니다. 특히 최소 성취율 40%에 해당하는 최소 능력의 수행 특성을 활용하여 교수·학습을 설계하고, 논술형 평가를 시행합니다.

최소 능력의 수행 특성을 활용한 논술형 평가 문항 제작 시 다음의 사항을 고려하였습니다.

- 최소 성취수준 도달을 확인하는 문항 개발 시, 성취기준별 성취수준을 참고하여 관련 내용 요소를 확인하고 선수학습 내용 요소와의 관계, 교과서 기초 문제 등을 활용
- 최소 성취수준 보장을 위한 논술형 평가를 실시할 경우, ‘최소 능력의 수행 특성’에 해당하는 문항을 포함하여 E 수준 학생들이 수행할 수 있는 문항 개발
- ‘최소 능력의 수행 특성’에서 제시한 수행 수준(채점기준)을 논술형 평가의 성취율 40%에 해당하는 점수와 연결하되, 최소 능력의 수행 특성을 보이지 않는 학생이 기본점수만으로도 성취율 40%에 도달하는 것을 지양



## 성취수준에 기반한 채점기준표 작성

논술형 평가 문항에서 성취기준, 성취기준별 성취수준, 영역별 성취수준 등은 학생들의 답안을 채점하기 위한 기준을 설정하는 데 준거로 활용할 수 있습니다. 본 자료집은 채점기준표를 작성하면서, 해당 준거들을 학생들의 수행 질을 어떤 기준으로 판단해야 하는지에 대한 안내이자 채점기준의 구체적인 내용을 도출하는 근거로 활용하였습니다. 채점기준표 작성 시, 논술형 평가에서 측정하고자 하는 평가 요소와 요소별 수준(척도, 배점), 각 수준에 대한 수행 특성이 제시된 진술문으로 구성하였습니다. 채점기준표의 수준(척도, 배점)은 성취기준별 성취수준, 영역별 성취수준, 학기 단위 성취수준(A~E) 등과 연계될 수 있도록 구분하였으며, 학생들의 풀이 과정이나 수행 정도를 잘 변별할 수 있도록 구성하였습니다.

성취수준을 활용하여 논술형 평가 문항의 수행 수준(채점기준)을 작성할 때, 다음을 고려하였습니다.

- 성취기준별/영역별 성취수준과 연계하여 평가 과제에 맞는 수행 특성 진술
- 영역별 범주(지식·이해, 과정·기능, 가치·태도) 또는 성취기준에서 평가 요소를 설정하고 평가 요소 전체 또는 평가 요소별로 수행 특성을 수준에 따라 진술
- 평가 요소별로 수준이 나뉘도록 차이를 명확히 구분하며, 수준의 수는 3~6개 정도가 적절함.
- 성취수준과 수행 수준(채점기준)의 척도(배점)가 반드시 1:1 대응될 필요는 없음.
  - 예를 들어, 성취수준이 5단계라도 수행 수준(채점기준) 척도(배점)는 3단계로 설정 가능



## 자료집 구성 미리보기

### 1 평가 개요

|                         |              |      |  |
|-------------------------|--------------|------|--|
| 1 학교급                   |              | 학년   |  |
| 2 과목명                   |              | 3 영역 |  |
| 4 성취기준                  | 5 성취기준별 성취수준 |      |  |
|                         | A            |      |  |
|                         | B            |      |  |
|                         | C            |      |  |
|                         | D            |      |  |
|                         | E            |      |  |
|                         | A            |      |  |
|                         | B            |      |  |
|                         | C            |      |  |
|                         | D            |      |  |
|                         | E            |      |  |
| 6 최소 능력의 수행 특성          |              |      |  |
| 7 평가 요소                 |              |      |  |
| 8 수행 과제                 |              |      |  |
| 9 평가 유형                 |              | 배점   |  |
| 10 논술형 평가 제작 의도 (출제 의도) |              |      |  |

### 2 수업 계획 및 흐름도

|                | 1~2차시 | 3~5차시 | 6~10차시 | 11차시 |
|----------------|-------|-------|--------|------|
| 1 수업 흐름도       |       |       |        |      |
| 2 평가 방법        |       |       |        |      |
| 3 수업-평가 연계 주안점 |       |       |        |      |

• **[평가 개요]**는 교과목의 성격 및 성취기준에 따라 성취 내용을 확인하여 작성하였습니다.

① 학교급: 해당 평가 과제가 적용되는 학교급

② 과목명: 해당 학년이 배우는 교과목

③ 영역: 해당 논술형 평가의 수행 과제가 포함된 학습 내용으로 교육과정 내용 체계의 영역

④ 성취기준: 해당 논술형 평가의 수행 과제의 근거가 되는 성취기준

⑤ 성취기준별 성취수준: 해당 논술형 평가의 수행 과제가 근거하고 있는 성취기준별 성취수준  
 - 성취기준 및 성취수준(평가기준)은 논술형 평가 문항과 연계된 내용을 제시함.  
 ※ 2022 개정 교육과정에서는 '성취수준'으로 제시하였고, 2015 개정 교육과정에서는 '평가기준'으로 제시

⑥ 최소 능력의 수행 특성: 교육목표에 비추어 학생이 알아야 할 것과 할 수 있는 것의 내용과 범위를 제시한 성취기준에 최소한으로 도달한 정도로 성취율 40%에 도달한 상태. 성취수준 E에 가까스로 도달한 학업성취율 40%의 학생들이 수행할 수 있는 특성  
 ※ 최소 능력의 수행 특성은 고등학교에만 해당되며, 최소 성취수준을 고려한 논술형 평가 문항을 제작할 때를 고려하여 제시

⑦ 평가 요소: 교육과정 성취기준 도달의 증거로, 학생들이 보여주기를 기대하는 핵심 내용을 구체적으로 기술한 평가 내용을 의미하며, 성취기준 또는 성취수준을 분석하여 도출한 해당 논술형 문항을 평가하는 요소임. 학생들의 수행 정도를 판단할 수 있도록 지식·이해, 과정·기능, 가치·태도와 같은 구체적인 내용으로 기술

⑧ 수행 과제: 해당 논술형 평가의 과제명으로 발문을 바탕으로 학생이 작성해야 하는 응답의 내용 등이 제시되는 것

⑨ 평가 유형: 해당 문항의 유형(지필평가 논술형 혹은 수행평가 논술형)

⑩ 논술형 평가 제작 의도(출제 의도): 해당 문항을 수업에 활용할 수 있는 방안과 활용 시 고려 사항을 제시하여 수업과의 연계성을 밝히고, 성취기준에 근거한 평가할 내용을 도출하여 각 수준을 판별하기 위한 평가 문항 제작 의도를 제시

• **[수업 계획 및 흐름도]**에서는 논술형 평가 문항과 수업의 연계성을 밝히고, 수업과 평가 연계의 주안점을 통해 학생들이 과제를 해결하는 과정을 안내하였습니다.

① 수업 흐름도: 논술형 평가가 과정중심 평가로 운영될 수 있도록 논술형 평가 시행을 준비하는 수업 운영 과정을 제시함. 수업 운영 과정에서 학생들이 논술형 평가 문항 해결을 위한 배경 지식을 쌓는 단계, 논제 분석과 아이디어를 정리하는 과정, 초안 작성 및 피드백 과정을 반영

② 평가 방법: 해당 논술형 평가 문항을 해결하는 과정에서 활용되는 다양한 평가 방법을 제시

③ 수업-평가 연계 주안점: 학생이 자신의 학습을 점검 및 개선하는 성찰의 과정을 제공하는 과정중심 평가로 잘 구현되기 위해 고려할 사항을 제시함. 학생들이 논술형 평가 문항을 해결하도록 할 때, 특히 관심을 가져야 할 사항을 중점으로 기술

### 3 평가 문항

#### 🔍 문항 정보 ①

| ② 문항 | 교과 역량 | 성취기준 | 평가 요소 |
|------|-------|------|-------|
| 1-1  |       |      |       |

#### 평가 문항

1-1 다음 글을 읽고, 물음에 답하시오. [총 14점]

#### ✍️ 채점기준표 ③

| 문항 | ④ 평가 요소 | ⑤ 척도/배점 | ⑥ 수행 수준(채점기준) |
|----|---------|---------|---------------|
|    |         |         |               |
|    |         |         |               |
|    |         |         |               |
|    |         |         |               |
|    |         |         |               |
|    |         |         |               |
|    |         |         |               |
|    |         |         |               |
|    |         |         |               |
|    |         |         |               |

#### ⚠️ 채점 시 유의점 ⑦

·  
·

#### 💡 예시답안 ⑧

| 문항 | 예시답안 |
|----|------|
|    |      |

#### ⚠️ 피드백 시 유의점 ⑨

·  
·  
·

• [평가 문항]에서는 문항 정보와, 채점기준표를 제시하였습니다.

① 문항 정보: 평가하고자 하는 해당 문항에 대한 교과 역량과 성취기준 및 평가 요소를 제시

② 문항: '발문', '조건', '문항 자료' 등을 구성 요소로 제시하고 있으며, 교과목의 문항별 성격에 따라 구성 요소를 분리 또는 결합한 형식으로 제시

③ 채점기준표: '평가 요소에 따른 척도별 수행특성 진술' 방식이나 '문항 중요도에 따른 배점별 특성 진술' 방식을 활용

④ 평가 요소: 성취기준 및 성취수준에 근거하여 도출하여 제시

⑤ 척도/배점: 학생이 응답한 내용을 질적 특성에 따라 구분·분류하기 위한 숫자나 명칭으로 각 수준별 점수로 제시하거나, A~E(A~C)로 제시

⑥ 수행 수준(채점기준): 학생이 응답한 내용이 어떠한 수준에 해당하는가를 판단하기 위한 기준. 해당 수준에서 보일 수 있는 일반적인 기대 수행에 대한 정보를 진술하되, 수준별로 질적으로 차이가 드러나도록 진술

- '평가 요소별' 혹은 '문항의 중요도'에 따라 '척도/배점'을 달리하는 분석적 루브릭 및 총체적 루브릭을 제시하여 수행 수준으로 제시함.  
 ※ '척도'로 제시한 경우는 성취평가에 기반하여 성취수준을 준거로 활용하여 수행 수준(채점기준)을 작성하는 사례를 보여 줌. 각 수준별 최소 능력자의 특성을 고려하여 진술한 것으로 성취수준과 반드시 일대일 대응되는 것은 아님.  
 ※ '배점'으로 제시한 경우는 실질적으로 학교 현장에서 활용하는 방식을 사례로 보여 줌. <조건>에서 요구하는 내용을 배점별로 진술하였거나, 평가 요소에 따라 각 배점별로 양적 및 질적 차이를 고려하여 진술함.

⑦ 채점 시 유의점: 채점 시 고려해야 하는 점으로 문항별 답안 인정 여부에 대한 내용을 포함하여 제시

⑧ 예시답안: 학습자들의 결과물과 교사가 제시하는 답안 등을 제시하며, 성취기준 및 성취수준에 근거하여 수행 과제에 대한 예시답안 제시

⑨ 피드백 시 유의점: 해당 교과목의 성취기준을 확인하고, 내용과 문항의 난이도, 성취수준 부합 정도를 고려하여 평소 수업 시간에 학생을 관찰한 내용을 고려하도록 제시

2022 개정 교육과정 평가 문항 개요 예시 (2025학년도 1학년)

| 학교급  | 고등학교  | 학년  | 1학년 | 학기제 운영   |
|--|---|---|-----|--|
| 과목명  | 공통영어1   | 영역  | 표현  | 영역 : 교과외 성격을 가장 잘 나타내주는 최상위의 교과 내용 범주  |
| 성취기준                                       | 성취기준별 성취수준 ◀  |   |     |  |
| [10공영1-02-04] 자신의 생각이나 의견, 감정, 감상 등을 표현한다. | A   | 자신의 생각이나 의견, 감정, 감상 등을 다양하고 적절한 어휘와 언어 형식을 활용하여 명확하게 표현할 수 있다.  |     | <b>2022 개정 교육과정의 성취기준별 성취수준</b><br>- 수업-평가-피드백의 준거(기준)이 됨.<br>- 2015 개정 교육과정의 평가기준은 평가의 준거로써만 사용되었다면 성취기준별 성취 수준은 수업-평가-피드백의 준거로 사용되면서 성취수준을 활용하여 수업 목표를 설정하고, 수업을 운영하고, 성취수준 도달 정도를 판별하는 문항을 제작하고, 학생의 성취 수준 판별시 중요하게 활용됨. 또한 성취 수준을 준거로 학생 성장을 구체적으로 피드백 할 수 있음. |
|  | B   | 자신의 생각이나 의견, 감정, 감상 등을 다양하고 적절한 어휘와 언어 형식을 활용하여 비교적 명확하게 표현할 수 있다.  |     |  |
|  | C   | 자신의 생각이나 의견, 감정, 감상 등을 적절한 어휘와 언어 형식을 활용하여 대략적으로 표현할 수 있다.  |     |  |
|  | D   | 자신의 생각이나 의견, 감정, 감상 등을 적절한 어휘와 언어 형식을 활용하여 부분적으로 표현할 수 있다.  |     |  |
|  | E   | 자신의 생각이나 의견, 감정, 감상 등을 주어진 어휘와 언어 형식을 활용하여 제한적으로 표현할 수 있다.  |     |  |
| [10공영1-02-06] 어휘나 표현을 점검하여 내용을 명확하게 전달한다.  | A   | 말이나 글의 어휘나 표현을 점검하여 다양하고 적절한 어휘와 언어 형식으로 내용을 명확하게 전달할 수 있다.   |     |  |
|  | B   | 말이나 글의 어휘나 표현을 점검하여 다양하고 적절한 어휘와 언어 형식으로 내용을 비교적 명확하게 전달할 수 있다.   |     |  |
|  | C   | 말이나 글의 어휘나 표현을 점검하여 적절한 어휘와 언어 형식으로 내용을 대략적으로 전달할 수 있다.   |     |  |
|  | D   | 말이나 글의 어휘나 표현을 점검하여 적절한 어휘와 언어 형식으로 내용을 부분적으로 전달할 수 있다.   |     |  |
|  | E   | 말이나 글의 어휘나 표현을 점검하여 주어진 어휘와 언어 형식으로 내용을 제한적으로 전달할 수 있다.   |     |  |
| 최소 능력의 수행 특성                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>예시를 참고하여 자신의 생각이나 의견, 감정을 주어진 어휘와 언어 형식으로 짧고 간단하게 표현할 수 있다.</li> <li>예시를 참고하여 말이나 글의 어휘나 표현을 일부 점검하고 주어진 어휘와 언어 형식으로 내용을 짧고 간단하게 전달할 수 있다.</li> </ul>  |   |     |  |
| 평가 요소                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>자신의 생각과 의견 표현하기</li> <li>적절한 어휘와 언어 형식을 활용하기</li> </ul>  | <b>교육과정 성취기준 분석 및 내용 요소(지식·이해, 과정·기능, 가치·태도) 확인</b><br>- 교육과정에 제시된 교육 내용을 반영하여 주제 선정<br>- 내용 요소에 적합한 평가 요소 도출평가 요소<br>- 2022 개정 교육과정에서는 성취평가제에 기반하여 평가 문항 출제 시, 각 성취수준 도달 여부를 판단하기에 적합한 난이도로 출제함. |     |  |
| 수행 과제                                      | <b>환경 문제에 대한 걱정과 의무 표현하기</b>  |   |     |  |
| 평가 유형                                      | 지필평가 논술형  | <b>배점</b>   | 8   |  |
| 논술형 평가 제작 의도 (출제 의도)                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>본 문항은 성취수준 B를 고려하여 출제한 것으로, B 수준의 학생들이 주어진 사진을 보고 환경 문제에 대한 걱정과 이를 해결하기 위한 도덕적 의무를 나타내는 글을 쓸 수 있도록 설계하였다.</li> <li>최소 능력의 판별을 위하여 걱정을 나타내는 표현과 도덕적 의무를 나타내는 표현을 수업 시간에 안내하고 반복 학습할 수 있도록 안내한다. 지필평가 논술형 문항에서 학생들이 걱정을 나타내는 표현과 도덕적 의무를 나타내는 표현을 정확하게 이해했는지 확인하도록 하였다.</li> </ul> |   |     |  |

2015 개정 교육과정 평가 문항 개요 예시 (2025학년도 2,3학년)

| 학교급   | 고등학교   | 학년   | 2학년  |
|---|--|--|--|
| 과목명   | 영어II   | 영역   | 쓰기, 말하기  |
|   | <b>성취기준</b>  |  | <b>평가기준</b>  |
| <p>- 2015 개정 교육과정은 성취기준을 분석하고 이에 따라 평가기준을 상, 중, 하로 나누어 진술함.</p> | <p>[12영 II 04-02] 비교적 다양한 주제에 관하여 듣거나 읽고 간단하게 요약할 수 있다.</p>  | 상  | 비교적 다양한 주제에 관하여 길고 복잡한 글을 듣거나 읽고 다양하고 적절한 어휘와 정확한 언어 형식을 활용하여 요약하는 글을 정확하게 쓸 수 있다. |
|   |  | 중  | 비교적 다양한 주제에 관하여 비교적 긴 글을 듣거나 읽고 적절한 어휘와 언어 형식을 활용하여 요약하는 글을 대략적으로 쓸 수 있다.          |
|   |  | 하  | 비교적 다양한 주제에 관하여 짧고 단순한 글을 반복하여 듣거나 읽고 주어진 어휘와 예시문을 참고하여 요약하는 글을 부분적으로 쓸 수 있다.      |
|   | <p>[12영 II 04-03] 비교적 다양한 주제에 관해 자신의 의견이나 감정을 쓸 수 있다.</p>  | 상  | 비교적 다양한 주제에 관하여 다양하고 적절한 어휘와 정확한 언어 형식을 활용하여 자신의 의견이나 감정을 표현하는 글을 정확하게 쓸 수 있다.     |
|   |  | 중  | 비교적 다양한 주제에 관하여 적절한 어휘와 언어 형식을 활용하여 자신의 의견이나 감정을 표현하는 글을 대략적으로 쓸 수 있다.             |
|   |  | 하  | 비교적 다양한 주제에 관하여 주어진 어휘와 예시문을 참고하여 자신의 의견이나 감정을 표현하는 글을 부분적으로 쓸 수 있다.               |
|   | <p>[12영 II 02-03] 비교적 다양한 주제에 관해 자신의 의견이나 감정을 표현할 수 있다.</p>  | 상  | 비교적 다양한 주제에 관하여 다양하고 적절한 어휘와 정확한 언어 형식을 활용하여 자신의 의견이나 감정을 정확하게 표현할 수 있다.           |
|   |  | 중  | 비교적 다양한 주제에 관하여 적절한 어휘와 언어 형식을 활용하여 자신의 의견이나 감정을 대략적으로 표현할 수 있다.                   |
|   |  | 하  | 비교적 다양한 주제에 관하여 주어진 어휘와 예시문을 참고하여 자신의 의견이나 감정을 부분적으로 표현할 수 있다.                     |
| <p>- 성취기준과 평가기준에 근거하여 평가 요소를 도출함.</p>                           | <b>평가 요소</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 작품 내용 요약하기</li> <li>• 감상평 및 추천사 작성하기</li> <li>• 적절한 어휘와 정확한 어법 사용하기</li> <li>• 스토리보드/PPT를 조건에 맞게 구성하고 북 트레일러를 창의적으로 제작하기</li> <li>• (작품 내용, 감상평 및 추천사) 유창하게 소개하기</li> </ul> |  |
| 수행 과제   | <b>영미 문학 작품에 대한 감상평을 바탕으로 북 트레일러 만들기</b>   |  |  |
| 평가 유형   | 수행평가 논술형   | <b>배점</b>  | 20   |
| 논술형 평가 제작 의도 (출제 의도)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 본 문항은 학생들이 문학 작품을 읽고 소설 내용을 요약한 후 인상적인 문구와 장면을 포함한 감상평과 추천사 등을 포함한 북 트레일러를 만들 수 있도록 설계하였다.</li> <li>• 특히 문학 작품의 장면들을 비판적으로 읽고 리딩 로고를 작성하면서 내용을 충분히 이해하고 자신의 생각을 써보게 하여 비판적·창의적 사고 역량과 심미적 감성 역량을 함양하도록 하였다. 이를 바탕으로 작품의 내용을 요약하고 인상적인 문구와 장면을 추출하여 감상평과 추천사를 작성한 후 최종적으로 북 트레일러를 제작하는 단계적인 평가 과정에서 배움과 성장을 이루어가며 자기관리 역량을 함양하도록 하였다.</li> <li>• 친구의 이야기를 듣고 제작한 북 트레일러를 공유하는 과정에서 여러 작품을 관심 있게 살펴보고 감상평을 주고받으며 공동체 역량을 함양하고 교사의 피드백을 통해 학생이 자신의 수행을 개선하고 성장하는 경험을 제공하였다.</li> </ul> |  |  |

### 1 평가 개요

|  |   |  |        |
|--|---|--|--------|
| 학교급  | 중학교   | 학년   | 2학년    |
| 과목명  | 과학  | 영역   | 전기와 자기 |
| 성취기준   | 성취기준별 성취수준  |  |        |
| [9과14-04] 자기장 안에 놓인 전류가 흐르는 코일이 받는 힘의 특성을 추리하고, 전동기 등 일상생활에서 활용한 예를 찾을 수 있다. | A   | 자기장 안에 놓인 전류가 흐르는 코일이 받는 힘의 특성을 추리할 수 있고, 전동기 등 일상생활에서 이를 활용한 예의 과학적 원리를 적용하고 해석하여 과학적 지식을 적극적으로 활용하는 태도를 가진다. |        |
|  | B   | 자기장 안에 놓인 전류가 흐르는 코일이 받는 힘의 방향을 찾을 수 있고, 일상생활에서 이를 활용한 예의 원리를 설명함으로써 과학적 지식의 유용성을 인식한다.                        |        |
|  | C   | 실험을 통하여 자기장 안에 놓인 전류가 흐르는 코일이 힘을 받게 됨을 관찰하고, 전류의 방향과 자기장의 방향으로 힘의 방향을 찾을 수 있다.                                 |        |
|  | D   | 자기장 안에 놓인 전류가 흐르는 코일이 힘을 받음을 알고, 이를 활용한 일상생활의 예를 찾을 수 있다.  |        |
|  | E   | 자기장 안에 놓인 전류가 흐르는 코일은 힘을 받게 됨을 말할 수 있으며, 이러한 현상에 관심을 가진다.  |        |
| 평가 요소  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 자기장 안에 놓인 전류가 흐르는 코일이 받는 힘의 특성 추리하기</li> <li>• 전동기의 원리를 과학적 용어를 사용하여 서술하기</li> <li>• 전동기의 사용 예를 이용하여 과학의 유용성 평가하기</li> </ul>   |  |        |
| 수행 과제  | 전동기 원리 이해하기   |  |        |
| 평가 유형  | 수행평가 논술형  | 배점   | 25     |
| 논술형 평가 제작 의도 (출제 의도)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 성취 기준과 성취 수준에서 추출한 평가요소를 간이 전동기(호모폴라)의 작동 방향과 원리를 설명하는 과정에서 확인하도록 설계하였다. 또한 가치·태도의 측면에서 전동기를 사용하는 전기 제품의 예를 통해 과학의 유용성을 인식하는지 확인할 수 있도록 설계하였다.</li> <li>• 성취수준 A를 고려하여 자기장 안에 놓인 전류가 흐르는 코일이 받는 힘의 방향뿐 아니라 문항 3번을 통해 힘의 특성을 추리할 수 있는지 알아볼 수 있도록 출제하였다. 성취수준 B의 학생이 만점을 받을 수 있도록 하려면 문항 3번을 제외함으로써 난이도를 조절할 수 있다.</li> <li>• 문항 1에서 힘의 방향을 찾을 수 있는지 확인하되 그 근거를 제시하도록 문항 2를 설계하였다. 오른손을 활용한 방법은 보조적인 수단으로 반드시 알아야 하는 것은 아니지만 힘의 방향을 찾는 규칙을 알고 있다면 오른손의 각 부위에 적절히 대응시켜 적용할 수 있을 것으로 보였다. 이를 통해 문항 1에서 규칙의 이해와 적용 능력이 규칙을 이해하고 맞는 경우가 변별될 수 있도록 설계했다.</li> <li>• 과학 교과의 특성상 글로 표현하는 것보다 그림이나 도표로 나타내는 것이 의사소통에 더 효율적인 경우가 있으므로 이를 고려하여 설계했다.</li> <li>• 논술 평가 전 학습 과정에서 실제 간이 전동기(호모폴라)를 직접 만들어 보면서 기능·과정의 측면에서 과학적 문제해결 능력을 확인하고, 과정 중심 평가가 될 수 있도록 설계했다.</li> <li>• 수행평가의 특성상 모든 학급에 동시에 시행하기 어려운 부분이 있다. 이는 자료 속 간이 전동기의 구조를 변경하는 방법 등으로 난이도를 유지하면서 버전은 다르게 시행하는 것으로 대응할 수 있다.</li> </ul> |  |        |

## 2 수업 계획 및 흐름도

|              | 1차시   | 2차시  | 3차시   | 4차시   | 5차시   |
|--------------|---|--|---|---|---|
| 수업 흐름도       | <ul style="list-style-type: none"> <li>자석 주위의 자기장의 특성 이해하기</li> <li>전류가 흐르는 직선 도선 주위에 자기장이 형성됨을 이해하기</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>전류가 흐르는 도선 주위의 자기장의 특성 이해하기</li> </ul>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>자기장 속 도선에 작용하는 힘의 특성 이해하기</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>전동기의 원리를 바탕으로 창의적인 전동기 만들기</li> </ul>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>수행평가<br/>논술형평가<br/>시행하기</li> </ul> |
| 평가 방법        | 진단평가  | 형성평가   | 형성평가  | 관찰평가  | 논술형 평가  |
| 수업-평가 연계 주안점 | <ul style="list-style-type: none"> <li>자석에 의한 자기장과 전류에 의한 자기장의 모습과 특성을 이해하기</li> <li>논술형 문항 안내하기</li> </ul>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>전류가 흐르는 도선 주위의 자기장의 특성을 입체적으로 제시하기</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>전동기의 원리 이해 확인하고 피드백하기</li> </ul>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>자신의 전동기 작품의 작동 원리 설명하게 하고 피드백하기</li> </ul> |   |

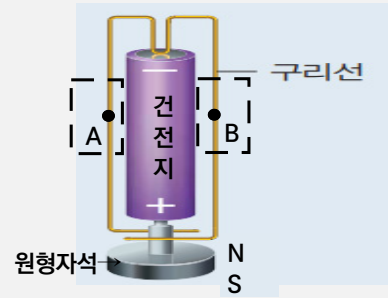
## 3 평가 문항

### 문항 정보

| 문항          | 교과 역량                     | 성취기준   | 평가 요소   |
|-------------|---------------------------|--|---|
| 1<br>2<br>3 | 과학적 탐구 역량,<br>과학적 문제해결 역량 | [9과14-04] 자기장 안에 놓인 전류가 흐르는 코일이 작용하는 힘의 특성을 추리하고, 전동기 등 일상생활에서 활용한 예를 찾을 수 있다. | <ul style="list-style-type: none"> <li>자기장 안에 놓인 전류가 흐르는 코일이 작용하는 힘의 특성 추리하기</li> </ul> |
| 4           |                           |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>전동기의 원리를 과학적 용어를 사용하여 서술하기</li> </ul>            |
| 5           |                           |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>전동기의 사용 예를 이용하여 과학의 유용성 평가하기</li> </ul>          |

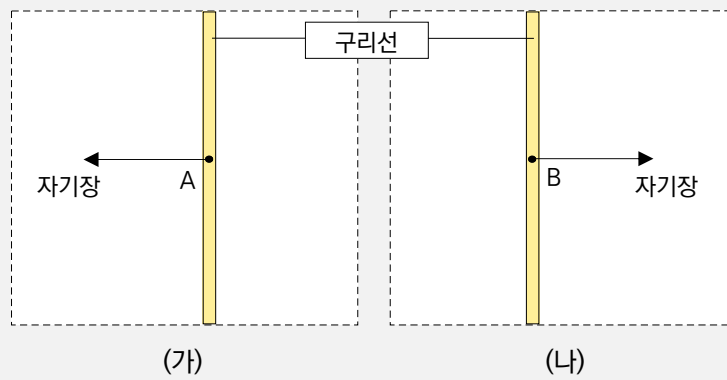
1~5 다음 자료를 보고 물음에 답하십시오. [총 25점]

그림은 간이 전동기(호모폴라)의 구조를 나타낸 것입니다. 완성된 간이 전동기는 건전지를 회전축으로 하여 구리선이 회전하게 됩니다. 그 이유는 전류가 흐르는 구리선이 받는 힘 때문입니다. 또한, 이 힘의 특성을 이용하면 구리선의 ㉠회전 방향을 반대로 바꿀 수도 있고, ㉡회전 속력을 더 빠르게 할 수도 있습니다. 이러한 ㉢전동기의 원리는 일상생활 속 전기 제품에 많이 활용되고 있습니다.



[출처 : 미래엔 2학년 과학 교과서 73쪽 그림]

1. 그림 (가)는 점 A 부분을, (나)는 점 B 부분을 확대하여 나타낸 것이다. 점 A와 점 B에는 각각 원형 자석에 의한 자기장의 방향을 화살표로 표시하였다.



각 구리선에 흐르는 전류의 방향과 구리선이 받는 힘의 방향을 다음의 <조건>에 맞게 그림에 표시하십시오. [5점]

<조건>

- 전류, 자기장, 힘의 방향이 모두 서로 수직이 되도록 할 것
- (가)의 점 A와 (나)의 점 B에 각각 전류, 힘을 구분하여 표시할 것
- 각 방향은 화살표 또는 지면으로 들어가는 방향(⊗) 또는 지면에서 나오는 방향(⊙)으로 표시할 것

2. 위 문항 1에서 자기장 안에 놓인 전류가 흐르는 구리선이 받는 힘의 방향을 그림의 오른손을 이용하여 찾는 방법을 서술하십시오. [4점]



## 3. ㉠과 ㉡의 구체적인 실행방법을 각각 한 가지씩 그 이유와 함께 제시하시오. [4점]

(1) ㉠의 구체적인 실행방법과 그 이유 :

(2) ㉡의 구체적인 실행방법과 그 이유 :

## 4. 위 간이 전동기의 구리선이 회전하는 원리를 다음의 제시어를 모두 사용하여 서술하시오. [6점]

자석, 자기장, 전류, 상호 작용, 힘

## 5. 전동기 원리의 발견과 활용이 일상생활에 미친 영향에 대한 자신의 평가를 다음 &lt;조건&gt;에 맞게 작성하시오. [6점]

&lt;조건&gt;

- 전동기의 원리를 이용한 전기 제품의 구체적인 예를 두 가지 이상 제시할 것
- 전동기의 원리를 이용한 전기 제품의 사용이 일상생활에 미친 영향을 구체적으로 제시할 것
- 전동기 원리의 발견과 활용을 과학의 유용성 측면에서 평가하여 서술할 것



## 채점기준표

| 문항 | 평가 요소                                 | 척도/<br>배점 | 수행 수준(채점기준)                    |                               |                          |
|----|---------------------------------------|-----------|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
|    |                                       |           | 전류의 방향 표시하기                    | 힘의 방향 표시하기                    | 모두 수직으로 표시하기             |
| 1  | 자기장 안에 놓인 전류가 흐르는 코일이 작용하는 힘의 특성 추리하기 | 2         | 점A와 점B에 전류의 방향을 모두 옳게 표시한 경우   | 점A와 점B에 힘의 방향을 모두 옳게 표시한 경우   | /                        |
|    |                                       | 1         | 점A와 점B 중 전류의 방향을 하나만 옳게 표시한 경우 | 점A와 점B 중 힘의 방향을 하나만 옳게 표시한 경우 |                          |
|    |                                       | 0         | 무응답이거나 전류가 흐른다는 것만 표시한 경우      | 무응답이거나 힘을 받는다는 것만 표시한 경우      | 무응답이거나 전류나 힘의 존재만 표시한 경우 |

| 문항 | 평가 요소                                 | 척도/<br>배점 | 수행 수준(채점기준)   |  |                                   |
|----|---------------------------------------|-----------|---|--|-----------------------------------|
| 2  | 자기장 안에 놓인 전류가 흐르는 코일이 작용하는 힘의 특성 추리하기 | 4         | 오른손을 이용하여 자기장, 전류, 힘의 방향을 모두 각각 옳게 대응시켜 합리적인 규칙을 제시한 경우 |  |                                   |
|    |                                       | 2         | 오른손을 이용하여 자기장, 전류, 힘의 방향 중 2가지만 옳게 대응시켜 제시한 경우          |  |                                   |
|    |                                       | 1         | 무응답이거나 오른손을 이용하여 자기장, 전류, 힘의 방향 중 1가지만 옳게 대응시켜 제시한 경우   |  |                                   |
| 3  | 자기장 안에 놓인 전류가 흐르는 코일이 작용하는 힘의 특성 추리하기 |           | 회전 방향 바꾸는 방법과 이유 제시하기                                   | 회전 속력 빠르게 하는 방법과 이유 제시하기                   |                                   |
|    |                                       | 2         | 회전 방향을 바꾸는 구체적인 방법과 이유를 모두 옳게 제시한 경우                    | 회전 속도를 증가시키는 구체적인 방법과 이유를 모두 옳게 제시한 경우     |                                   |
|    |                                       | 1         | 회전 방향을 바꾸는 구체적인 방법과 이유 중 한 가지만 옳게 제시한 경우                | 회전 속도를 증가시키는 구체적인 방법과 이유 중 한 가지만 옳게 제시한 경우 |                                   |
|    |                                       | 0         | 무응답이거나 회전 방향을 바꿀 수 있다는 것만 제시한 경우                        | 무응답이거나 회전 속력을 바꿀 수 있다는 것만 제시한 경우           |                                   |
| 4  | 전동기의 원리를 과학적 용어를 사용하여 서술하기            | 6         | 5개의 제시어를 모두 사용하여 전동기의 원리를 과학적이고 논리적으로 서술한 경우            |  |                                   |
|    |                                       | 5         | 4개의 제시어를 사용하여 전동기의 원리를 과학적이고 논리적으로 서술한 경우               |  |                                   |
|    |                                       | 4         | 3개의 제시어를 사용하여 전동기의 원리를 과학적으로 서술하였으나 설명이 다소 미흡한 경우       |  |                                   |
|    |                                       | 3         | 2개의 제시어를 사용하여 전동기의 원리를 서술하였으나 설명이 다소 미흡한 경우             |  |                                   |
|    |                                       | 2         | 무응답이거나 과학적으로 오류가 있는 경우                                  |  |                                   |
| 5  | 전동기의 사용 예를 이용하여 과학의 유용성 평가하기          |           | 전동기 활용 예 제시하기   | 일상생활에 미친 영향 제시하기                           | 과학의 유용성 평가하기                      |
|    |                                       | 2         | 전동기가 사용되는 예를 두 가지 이상 옳은 것만 제시한 경우                       | 일상생활에 미친 직접적인 영향을 합리적이고 구체적으로 제시한 경우       | 과학의 유용성 측면에서 논리적으로 서술한 경우         |
|    |                                       | 1         | 전동기가 사용되는 예를 한 가지만 옳게 제시한 경우                            | 일상생활에 미친 직접적인 영향을 간략하게 제시한 경우              | 과학의 유용성 측면을 간략히 제시한 경우            |
|    |                                       | 0         | 무응답이거나 전동기와 직접적으로 관련이 없는 예만 제시한 경우                      | 무응답이거나 직접적인 영향과 무관한 내용을 제시한 경우             | 무응답이거나 과학의 유용성 측면과 무관한 내용을 제시한 경우 |



### 채점 시 유의점

- 하위 수준으로 갈수록 정확하고 구체적 표현 및 근거의 풍부성과 타당성의 수준이 낮아지는 것을 고려해야 함.
- E 수준의 경우에는 단편적인 수준, 문항에서 제시하는 내용만 이해하며 구체적으로 질문에 답을 하기는 어려운 수준에서 이루어질 것으로 예상함.
- 문항 2 채점 시 오른손을 이용하여 힘의 방향을 찾을 때 꼭 엄지손가락을 전류, 나머지 네 손가락을 자기장, 손바닥의 방향을 힘으로 대응시키지 않더라도 자기장, 전류, 힘의 방향을 각각 옳게 대응시켜 제시하면 인정함.
- 문항 3 채점 시 방법을 제시할 때는 '건전지의 극을 반대로 바꾼다.'와 같이 구체적 실행방법을 제시하여야 하며, 그 결과인 '전류의 방향을 반대로 바꾼다.'라고만 작성했다면 이유만 제시한 것으로 채점함.
- 문항 3 채점 시 회전 속도를 증가시키는 방법에 대한 이유로 회전 속도와 힘과의 관계를 밝히지 않더라도 자기장의 세기와 힘, 전류의 세기와 힘의 관계를 서술하면 답안으로 인정함.
- 문항 4 채점기준에서 '설명이 다소 미흡한 경우'는 과학적 오류는 없지만 설명이 충분하지 않은 경우를 말함. 제시어를 모두 사용하여 작성했어도 과학적으로 오류가 있다면 2점을 부여함.
- 문항 5 채점 시 전동기 활용 제품의 사용은 일상생활에 어떤 영향을 미쳤는지와 이를 과학적 유용성으로 평가한 부분을 각각 분리하여 채점함. 예를 들어 '전동기 활용 제품을 사용하면 힘이 적게 들어 편하다.'와 같이 직접적인 영향은 '일상생활에 미친 영향 제시하기'로, 전동기 원리의 발견과 활용이 가져온 광범위한 영향과 이를 통한 인류 삶의 질 향상 측면을 언급한 것을 '과학적 유용성 평가하기'로 채점함.



## 예시답안

| 문항 | 예시답안  |
|----|---|
| 1  |   |
| 2  | <p>엄지손가락이 가리키는 방향을 전류, 네 손가락은 자기장이 되도록 하면 손바닥이 향하는 방향이 힘의 방향이 된다.</p>   |
| 3  | <p>㉠의 구체적인 실행방법과 그 이유 : 건전지의 (+)극과 (-)극을 반대로 바꾸면 전류의 방향이 반대로 바뀌어 힘의 방향이 반대로 바뀌고 따라서 회전 방향을 반대로 바꿀 수 있다. (또는, 원형 자석의 N극과 S극을 반대로 바꾸면 자기장의 방향이 반대로 바뀌어 역시 회전 방향을 반대로 바꿀 수 있다.)</p> <p>㉡의 구체적인 실행방법과 그 이유 : 회전 속도는 구리선에 작용하는 힘의 크기가 클수록 빨라지는데 이 힘의 크기는 전류의 세기가 셀수록, 자기장의 세기가 셀수록 커진다. 따라서 건전지의 전압을 더 센 것으로 바꾸거나, 원형 자석의 자기장의 세기를 센 것으로 바꾸면 회전 속도를 더 증가시킬 수 있다. (전류의 세기와 자기장의 세기 둘 중 한 가지만 써도 인정)</p> |
| 4  | <p>원형 자석에 의한 자기장과 구리선에 흐르는 전류에 의한 자기장이 서로 상호작용하여 발생하는 힘에 의해 구리선이 힘의 방향으로 운동하면서 회전하게 된다.</p>   |
| 5  | <p>예를 들어 선풍기, 세탁기, 진공청소기 등에 전동기가 사용된다. 이러한 전기 제품의 사용으로 일상생활에서 노동력과 노동시간을 줄이고 일의 효율과 여가 시간이 늘어나게 되었다. 이처럼 전동기 원리의 발견과 활용은 사람들로 하여금 이전보다 편리하게 일하고 여가 시간을 즐기거나 자기 계발을 통해 삶의 질을 높일 수 있도록 해주었다.</p>  |



## 피드백 시 유의점

- 성취기준을 확인하고, 내용과 문항의 난이도, 성취수준 부합 정도를 고려한다.
- 문항 1과 3은 자기장 안에 놓인 전류가 흐르는 코일이 받는 힘의 특성을 이해하는 수준을 알아볼 수 있는 문항으로 학생의 응답 수준에 따라 해당하는 성취수준을 고려하여 피드백한다.
- 해당 학생의 수준보다 높은 수준으로 응답한 결과를 확인하여 그와 함께 피드백한다.
- 평소 수업 시간에 학생을 관찰한 내용과 수업 과정에서 성장한 내용을 고려하여 피드백한다.
- 오개념과 미숙한 개념이 형성된 이유에 대해 성찰해 보고 보완할 방법을 생각해 보도록 제안한다.

## 1 평가 개요

| 학교급  | 중학교   | 학년/학년군   | 2학년    |
|--|---|--|--------|
| 과목명  | 과학  | 영역   | 전기와 자기 |
| 성취기준   |   | 성취기준별 성취수준   |        |
| [9과14-03] 저항의 직렬연결과 병렬연결의 특징을 비교하고, 일상생활에서 전기 에너지가 다양한 형태의 에너지로 전환됨을 소비 전력과 관련지어 설명할 수 있다. | A   | 저항의 연결 방법에 따른 전기 회로의 특징을 비교하여 그 차이를 이해하고, 일상생활에서 전기 제품들의 소비 전력을 전기 에너지 전환과 관련지어 설명할 수 있으며, 전기의 효율적인 사용 방법을 이해하고 이를 실천할 수 있다. |        |
|  | B   | 저항의 연결 방법에 따른 전기 회로의 특징을 알고, 일상생활에서 전기 제품들의 소비 전력을 전기 에너지 전환과 관련지어 조사할 수 있으며, 전기의 효율적인 사용 방법을 실천할 수 있다.                      |        |
|  | C   | 저항의 직렬연결과 병렬연결의 특징을 알고, 일상생활에서 전기 제품들의 소비 전력을 전기 에너지 전환과 관련지어 조사할 수 있으며, 전기를 효율적으로 사용하려는 태도를 가진다.                            |        |
|  | D   | 저항의 직렬연결과 병렬연결을 구별할 수 있으며, 일상생활에서 전기를 효율적으로 사용하려는 태도를 가진다.   |        |
|  | E   | 일상생활에서 전기 제품의 에너지 전환을 말할 수 있으며, 전기를 효율적으로 사용하는 데 관심을 가진다.  |        |
| 평가 요소  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 소비 전력 구하기</li> <li>• 소비 전력 일상생활에 적용하기</li> </ul>   |  |        |
| 수행 과제  | 가전제품의 소비 전력을 활용한 에너지 절약 방법 논술하기   |  |        |
| 평가 유형  | 수행평가 논술형  | 배점   | 35     |
| 논술형 평가 제작 의도 (출제 의도)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 본 문항은 성취기준 [9과14-03]에서 출제한 것으로 전기 제품의 소비 전력을 전기 에너지의 전환과 관련지어 설명할 수 있는지와, 전기를 효율적으로 사용하려는 태도를 가지는 과정을 평가하기 위해 제작되었다.</li> <li>• 수행평가 논술형으로 문항을 제작하였으며, 성취 수준 A~E에 해당하는 학생이 모두 수행평가에 응시하여 자신의 성취 수준을 드러낼 수 있도록 성취 수준 A~E에 해당하는 문제를 골고루 출제하였다.</li> <li>• 전기 에너지가 다양한 형태의 에너지로 전환되는 과정과 소비전력을 실생활에 적용하여 문제를 해결할 수 있도록 구성된 논술형 평가 문항으로, 학생들에게 익숙한 상황을 제공함으로써 학생들의 삶과 연계한 수업이 이루어질 수 있도록 하였으며, 다양한 문제 상황을 제시한 논술형 평가 문항을 통해 학생들의 생각이 확장되는 기회를 제공하고자 하였다.</li> <li>• 수행평가를 실시하기 전, 수행평가 문항과 관련된 내용을 논술형 형성평가와 활동지, 자료 조사 활동 보고서 작성 등의 다양한 수업 활동으로 충분히 연습할 수 있도록 수업을 구성할 수 있으며, 이를 통해 과정 중심 평가가 이루어질 수 있다.</li> <li>• 과학 교과 특성상 답이 정해져 있지 않은 열린 답안을 작성하는 문항만을 확장형 논술의 범주로 정의하는 것에 한계가 있다고 판단하여 다양한 과학적 문제 상황을 해결하는 과정에서 과학적 문제 해결 능력 등 학생의 종합적 사고력을 깊이 있게 측정할 수 있는가를 기준으로 확장형 문항을 폭넓게 정의하여 문제를 출제하였다.</li> </ul> |  |        |

## 2 수업 계획 및 흐름도

|                 | 1차시  | 2차시   | 3차시  | 4차시   |
|-----------------|--|---|--|---|
| 수업 흐름도          | 에너지 전환 설명하기<br>(개념 이해)   | 우리집 소비전력<br>분석하기<br>(자료 분석)   | 전기 에너지 절약에 관한<br>자료 수집하기<br>(자료 조사)  | 소비전력 분석 및 전기<br>에너지 절약 방법 홍보<br>글쓰기<br>(수행활동)                                 |
| 평가 방법           | 형성평가   | 보고서 평가  | 보고서 평가   | 논술형 평가  |
| 수업-평가<br>연계 주안점 | 에너지 전환을 실생활에<br>적용하는 수업을<br>실시하고 이를 제한형<br>논술형 평가 문항으로<br>평가하기 | 실생활의 다양한 상황에<br>소비 전력 분석을<br>적용하는 과정을<br>수업에서 실시하고 이를<br>모둠별 탐구 활동<br>보고서로 평가하기 | 수행평가와 연계하여<br>소비 전력과 에너지 절약<br>방법을 탐구하는 수업을<br>실시하고 이를 보고서<br>작성 활동으로 평가하기 | 지금까지 수업한 내용을<br>바탕으로 자료 분석,<br>실생활 적용 과학적 문제<br>해결,<br>에너지 절약 제안<br>글쓰기를 평가하기 |

## 3 평가 문항

### 문항 정보

| 문항  | 교과 역량        | 성취기준   | 평가 요소              |
|-----|--------------|--|--------------------|
| 1-1 | 과학적 문제 해결 능력 | [9과14-03] 저항의 직렬연결과 병렬연결의 특징을 비교하고, 일상생활에서 전기 에너지가 다양한 형태의 에너지로 전환됨을 소비 전력과 관련지어 설명할 수 있다. | • 소비 전력 구하기        |
| 1-2 |              |  | • 소비 전력 일상생활에 적용하기 |
| 2-1 | 과학적 문제해결 능력  | [9과14-03] 저항의 직렬연결과 병렬연결의 특징을 비교하고, 일상생활에서 전기 에너지가 다양한 형태의 에너지로 전환됨을 소비 전력과 관련지어 설명할 수 있다. | • 소비 전력 구하기        |
| 2-2 |              |  | • 소비 전력 일상생활에 적용하기 |
| 2-3 |              |  | • 소비 전력 일상생활에 적용하기 |
|     | 과학적 의사결정 능력  |  |                    |

## 평가 문항

### 1 다음은 전등의 소비 전력에 대한 자료이다. 물음에 답하시오. [총 14점]

동일한 성능을 내는 가전제품이라도 소비 전력이 다를 수 있다. 아래 표와 같이 동일한 밝기의 형광등 A와 LED 전구 B가 1초 동안 방출한 빛에너지의 양이 7J로 동일하다고 해도, 형광등은 1초 동안 열에너지를 6J 방출하고, LED 전구는 3J 방출하고 있다. (단, A와 B가 소비한 전기 에너지는 빛에너지와 열에너지로만 전환된다.)



[출처\*: 2015 동아 과학 3 교과서]

\* 그림은 2015 개정 교육과정의 중3 교과서 중 '에너지 전환과 보존' 영역에서 발췌하였으나 2022 개정 교육과정에서는 '전기 에너지, 소비 전력' 내용 요소를 중2에 해당하는 '전기와 자기' 영역에서 다룸.

|                    | 형광등 A | LED 전구 B |
|--------------------|-------|----------|
| 1초 동안 방출하는 빛에너지의 양 | 7J    | 7J       |
| 1초 동안 방출하는 열에너지의 양 | 6J    | 3J       |

#### 1. 형광등 A와 LED 전구 B의 소비 전력을 구하시오. [4점]

.....

.....

.....

.....

#### 2. A, B 중 어떤 제품을 사용하는 것이 에너지를 더 절약할 수 있는지 선택한 후, 그 이유를 <조건>을 모두 포함하여 설명하시오. [10점]

————— <조건> —————

- 1-1에서 구한 A와 B의 소비 전력을 이용하여 설명할 것
- '빛에너지'를 설명에 포함할 것

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



## 채점기준표

| 문항  | 평가 요소            | 척도/배점 | 수행 수준(채점기준)  |
|-----|------------------|-------|--|
| 1-1 | 소비 전력 구하기        | 4     | A와 B의 소비 전력을 모두 옳게 구한 경우   |
|     |                  | 3     | A와 B의 소비 전력 중 한 가지만 옳게 구한 경우                                     |
|     |                  | 2     | A와 B의 소비 전력 중 옳게 구한 것이 없는 경우 또는 답안을 작성하지 않은 경우                   |
| 1-2 | 소비 전력 일상생활에 적용하기 | 10    | 효율적인 전구를 선택하였으며, 선택한 전구가 효율적인 이유를 정확하게 이해하고 이를 빛에너지에 포함하여 설명한 경우 |
|     |                  | 8     | 효율적인 전구를 선택하였으며, 선택한 전구가 효율적인 이유를 설명할 때 과학적 오류가 다소 포함된 경우        |
|     |                  | 6     | 효율적인 전구를 선택만 한 경우  |
|     |                  | 4     | 효율적이지 않은 전구를 선택한 경우  |
|     |                  | 2     | 답안을 작성하지 않은 경우   |



## 채점 시 유의점

- 각각의 수행 수준에 해당하는 내용은 교육과정의 성취 기준별 성취 수준의 내용을 고려하여 진술함.
- 각 수준의 최소 능력자의 답안 수준에 대한 사전 협의로 채점자 간 신뢰도를 높이는 과정이 선행되어야 함.
- 예시답안과 비슷한 의미의 답안을 작성하였다면 답안으로 인정 가능함.
- 문항 1-2에서 A 수준과 B 수준을 나누는 기준은 두 전등의 효율을 비교할 때, 설명에서 A와 B의 밝기가 같다(같은 양의 빛에너지를 방출하고 있다 등)는 것을 포함하고 있는지의 여부로 삼을 수 있음.



## 예시답안

| 문항  | 예시답안  |
|-----|---|
| 1-1 | 소비 전력은 A가 13W, B가 10W이다.  |
| 1-2 | B를 사용하는 것이 훨씬 효율적이다. A와 B는 같은 양의 빛에너지를 방출하고 있으므로 동일한 밝기를 내고 있는데, A가 B보다 소비 전력이 크다. B가 적은 에너지로도 같은 밝기를 내므로 B가 효율적이다. |



## 피드백 시 유의점

- 평가에서 측정하고자 했던 역량, 평가 요소에 대한 설명을 포함하여 피드백한다.
- 해당 척도로 분류된 이유를 구체적으로 피드백한다.
- 평소 수업 시간에 학생을 관찰한 내용을 고려하여 피드백한다.
- 과학적인 근거를 들어 자신의 주장을 뒷받침하는 과정의 중요성과 구체적인 방법에 대해 피드백한다.

2 다음은 전기 제품 사용에 관한 자료이다. 물음에 답하시오. [총 21점]

학생 A는 여름철 어느 날 하루 종일 집에서 전기 제품을 사용하였다. 표는 A가 하루 동안 사용한 가전제품의 소비 전력과 사용 시간, 전력량을 나타낸 것이다.

| 가전제품  | 소비 전력  | 사용시간 | 전력량     |
|-------|--------|------|---------|
| 냉장고   | 100W   | 24시간 | 2,400Wh |
| 세탁기   | 800W   | 2시간  | 1,600Wh |
| 전기밥솥  | 500W   | 10시간 | 5,000Wh |
| 에어컨   | 2,000W | 10시간 | ㉠       |
| 전자레인지 | 1,000W | 30분  | 500Wh   |

1. 하루 동안 사용한 에어컨의 전력량 ㉠을 구하고, 풀이 과정을 쓰시오. [3점]

.....

.....

.....

.....

2. “전자레인지는 이 날 사용한 5가지 전기 제품 중 소비 전력의 크기가 2번째이므로 사용한 전력량이 큰 제품에 속해” 라는 주장에서 과학적 오류를 찾고, 그렇게 판단한 이유를 <조건>을 모두 포함하여 논술하시오. [8점]

〈조건〉

- 과학적 오류라고 판단한 부분을 구체적으로 명시할 것
- 판단한 이유를 작성할 때, 전자레인지의 소비 전력과 사용 시간에 대한 설명을 포함할 것

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. 전기 에너지를 절약하는 방법을 홍보하는 글을 <조건>을 모두 포함하여 작성하시오. [10점]

<조건>

- 제품의 소비 전력을 활용하는 방법과 제품의 사용 시간을 활용하는 방법을 각각 1가지씩 제안할 것
- 방법을 제안할 때 각각 구체적인 사례를 들어 설명할 것

 채점기준표

| 문항  | 평가 요소            | 척도/배점 | 수행 수준(채점기준)   |
|-----|------------------|-------|---|
| 2-1 | 소비 전력 구하기        | 3     | 에어컨의 하루 동안 사용한 전력량과 풀이 과정을 옳게 작성한 경우  |
|     |                  | 2     | 에어컨의 하루 동안 사용한 전력량과 풀이 과정 중 한 가지만 옳게 작성한 경우                                 |
|     |                  | 1     | 에어컨의 하루 동안 사용한 전력량과 풀이 과정 모두 옳지 않게 작성한 경우 또는 답안을 작성하지 않은 경우                 |
| 2-2 | 소비 전력 일상생활에 적용하기 | 8     | 제시된 내용 중 과학적 오류를 찾고 오류라고 판단한 이유를 소비 전력과 전력량의 관계를 바탕으로 정확하게 설명한 경우           |
|     |                  | 6     | 제시된 내용 중 과학적 오류를 찾고 오류라고 판단한 이유를 언급한 경우                                     |
|     |                  | 4     | 제시된 내용 중 과학적 오류만 옳게 언급한 경우  |
|     |                  | 2     | 제시된 내용과 관계없는 오류를 작성한 경우 또는 답안을 작성하지 않은 경우                                   |
| 2-3 | 소비 전력 일상생활에 적용하기 | 10    | 제품의 소비 전력을 활용하는 방법과 사용 시간을 바탕으로 전기 에너지 절약 방법을 모두 정확하고 구체적인 예시를 들어 설명한 경우    |
|     |                  | 8     | 제품의 소비 전력을 활용하는 방법과 사용 시간을 바탕으로 전기 에너지 절약 방법을 모두 예시를 들어 설명한 경우              |
|     |                  | 6     | 제품의 소비 전력을 활용하는 방법과 사용 시간을 바탕으로 전기 에너지 절약 방법 중 1가지만 정확하고 구체적인 예시를 들어 설명한 경우 |
|     |                  | 4     | 제품의 소비 전력을 활용하는 방법과 사용 시간을 바탕으로 전기 에너지 절약 방법 중 1가지만 예시를 들어 설명한 경우           |
|     |                  | 2     | 전기를 효율적으로 사용해야 한다는 내용만을 언급하거나 내용을 작성하지 않은 경우                                |



### 채점 시 유의점

- 각각의 수행 수준에 해당하는 내용은 교육과정의 성취 기준별 성취 수준의 내용을 고려하여 진술함.
- 각 수준의 최소 능력자의 답안 수준에 대한 사전 협의로 채점자 간 신뢰도를 높이는 과정이 선행되어야 함.
- 문항 2-1에서 단위를 작성하지 않더라도 답안으로 인정할 것인지에 대해 사전에 기준을 정하는 것이 필요함. 단위를 작성해야 답안으로 인정하는 경우에는 단위를 작성해야 한다는 <조건>을 반드시 작성해야 함. 답안과 비슷한 의미의 답안을 작성하였다면 답안으로 인정함.
- 문항 2-3에서 구체적인 예시를 들을 때 소비 전력, 사용 시간 등 구체적인 값을 작성하지 않더라도 각 상황을 정확하게 이해되도록 작성하면 답안으로 인정 가능함.



### 예시답안

| 문항  | 예시답안  |
|-----|---|
| 2-1 | 16,000Wh / 풀이과정 : $2,000W \times 8\text{시간} = 16,000Wh$   |
| 2-2 | 전자레인지의 전력량이 큰 제품에 속한다는 주장이 틀리다. 전자레인지의 소비 전력이 1,000W로 제시된 5가지 제품 중 소비 전력의 크기가 두 번째이지만 하루 사용 시간은 30분밖에 되지 않으므로 1일 전력량은 500Wh이므로 제시된 제품 5가지 중에서는 1일 전력량의 크기가 작은 제품에 속한다.  |
| 2-3 | 일상생활에서 쉽게 실천할 수 있는 전기 에너지 절약 방법을 소개하고자 합니다.<br>먼저, 같은 밝기의 형광등과 LED 전등이라도 형광등에 비해 LED의 소비 전력이 훨씬 낮습니다. 같은 밝기의 제품을 사용할 때 소비전력이 낮은 제품을 사용하면 훨씬 에너지 절약을 할 수 있습니다. 두 번째로 불필요한 전자제품 사용 시간을 줄이면 에너지 절약을 할 수 있습니다. 2,000Wh의 에어컨 1개의 사용 시간을 5시간에서 4시간으로 줄이면 하루에 2,000Wh의 전기 에너지 사용을 줄일 수 있습니다. |



### 피드백 시 유의점

- 평가에서 측정하고자 했던 역량, 평가 요소에 대한 설명을 포함하여 피드백한다.
- 다소 미흡이나, 옳지 않다고 판단되어 해당 점수를 받은 경우 그렇게 분류된 이유를 구체적으로 피드백한다.
- 평소 수업 시간에 학생을 관찰한 내용을 고려하여 피드백한다.
- 평가 요소에는 없더라도 논리적이고 매끄러운 글쓰기와 같이 논술의 과정에서 유의미한 칭찬의 요소를 찾았다면 이에 대해 피드백한다.

### 1 평가 개요

|   |   |   |           |
|---|---|---|-----------|
| 학교급   | 고등학교  | 학년  | 1학년       |
| 과목명   | 통합과학1   | 영역  | 시스템과 상호작용 |
| 성취기준  |   | 성취기준별 성취수준  |           |
| [10통과1-03-03] 중력의 작용으로 인한 지구 표면과 지구 주위의 다양한 운동을 설명할 수 있다. | A   | 힘과 가속도의 관계에 대한 이해를 바탕으로 자유 낙하 운동과 지구 주위를 공전하는 원운동을 지구 중심 방향으로 작용하는 중력에 의한 가속도 운동으로 해석하고, 일상생활에서 중력의 작용에 의한 다양한 운동 사례를 구체적으로 설명할 수 있다. |           |
|   | B   | 자유 낙하 운동과 지구 주위를 공전하는 원운동의 가속도를 비교하여 두 운동이 지구 중심 방향의 중력의 작용에 의한 운동임을 설명할 수 있다.  |           |
|   | C   | 자유 낙하하는 물체와 수평으로 던진 물체의 운동의 가속도를 비교하여 두 운동이 중력의 작용에 의한 물체의 운동임을 설명할 수 있다.   |           |
|   | D   | 힘이 작용하는 물체는 가속도 운동함을 이해하고, 자유 낙하하는 물체와 수평으로 던진 물체의 운동의 가속도를 각각 화살표로 나타낼 수 있다.   |           |
|   | E   | 지구 표면과 지구 주위의 다양한 운동이 중력의 영향을 받고 있음을 말할 수 있다.   |           |
| 최소 능력의 수행 특성  | <ul style="list-style-type: none"> <li>지구 표면에서 물체가 중력의 영향을 받아 운동하고 있음을 말할 수 있다.</li> <li>중력을 이용하여 지구 주위를 원운동할 수 있음을 말할 수 있다.</li> </ul>   |   |           |
| 평가 요소   | <ul style="list-style-type: none"> <li>자유 낙하 운동과 수평으로 던진 물체의 운동 탐구 결과 분석하기</li> <li>인공위성의 운동 원리를 이해하고, 효율적인 우주 비행 방법 분석하기</li> </ul>  |   |           |
| 수행 과제   | 중력에 의한 물체의 운동 분석하기  |   |           |
| 평가 유형   | 수행평가 논술형  | 배점  | 12        |
| 논술형 평가 제작 의도 (출제 의도)                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>중력에 의한 물체의 운동 중 자유 낙하 운동하는 물체와 수평으로 던진 물체의 운동을 비교 분석하는 과정을 통해 과학적 사고력을 키우고, 지구의 역학적 시스템에 대한 과학적 탐구 능력을 향상 시킬 수 있는 문항을 제한형 논술 문항으로 출제하였다.</li> <li>뉴턴의 사고 실험을 통해 중력이 작용하는 공간에서 물체의 운동 조건을 분석하고, 지구의 중력 시스템을 이용한 인공위성의 운동 원리와 효과적인 우주 비행 방법에 대해 논의하며 과학적 의사소통 능력을 키워나갈 수 있도록 확장형 논술 문항으로 출제하였다.</li> </ul> |   |           |

### 🔍 문항 정보

| 문항 | 교과 역량                 | 성취기준  | 평가 요소   |
|----|-----------------------|---|---|
| 1  | 과학적 사고력               | [10통과1-03-03] 중력의 작용으로 인한 지구 표면과 지구 주위의 다양한 운동을 설명할 수 있다. | <ul style="list-style-type: none"> <li>물체에 작용하는 중력 이해하기</li> <li>자유 낙하 운동과 수평으로 던진 물체의 운동 탐구 분석하기</li> </ul>  |
| 2  | 과학적 사고력, 과학적 문제 해결 능력 | [10통과1-03-03] 중력의 작용으로 인한 지구 표면과 지구 주위의 다양한 운동을 설명할 수 있다. | <ul style="list-style-type: none"> <li>인공위성의 운동 원리 이해하기</li> <li>에너지를 효율적으로 사용할 수 있는 우주 비행 방법 분석하기</li> </ul> |

## 2 수업 계획 및 흐름도

|              | 1차시  | 2차시  | 3차시  | 4차시                          |
|--------------|--|--|--|------------------------------|
| 수업 흐름도       | 중력 개념 학습하기   | 중력에 의한 물체의 운동 비교 분석하기  | 뉴턴의 사고 실험 해석하기   | 지구의 중력에 의한 우주 공간에서의 운동 분석하기  |
| 평가 방법        | 진단평가   | 수행평가 (논술형)   | 형성평가   | 수행평가 (논술형)                   |
| 수업-평가 연계 주요점 | 질량을 가진 물체 사이에 작용하는 중력의 개념을 학습하고 중력에 의한 물체의 운동 조사하기 탐구 능력을 평가함. | 자유 낙하 운동과 수평으로 던진 물체의 운동을 비교 분석하는 실험을 수행하고 탐구 기능 및 탐구보고서를 평가함. | 뉴턴의 사고 실험을 바탕으로 지표면에서 물체의 속력에 따른 물체의 운동 궤도 분석 과정을 평가함. | 논술형 수행평가 실시하고 학생 논술 내용을 평가함. |

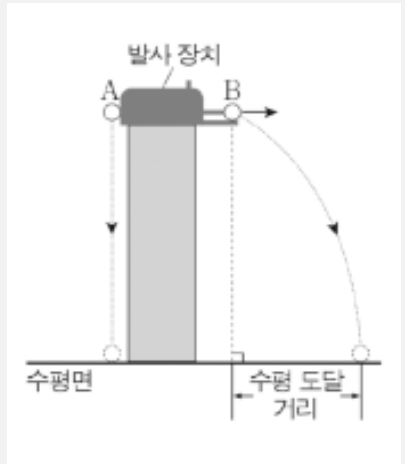
## 3 평가 문항

### 평가 문항

1 다음은 자유 낙하 운동과 수평으로 던진 물체의 운동을 탐구하기 위한 실험이다.

#### [실험 과정]

- I. 그림과 같이 발사 장치를 이용하여 동일한 쇠구슬 A, B를 같은 높이에 위치시킨 후, A를 가만히 놓는 순간 B를 수평 방향으로 발사시켜 A, B가 각각 수평면에 도달할 때까지의 낙하 시간과 B의 수평 도달 거리를 측정한다.
- II. B의 처음 속력만을 2배로 하고 과정 (가)를 반복하여 낙하 시간과 수평 도달 거리를 측정한다.



#### [실험 결과]

- 과정 I : A와 B가 동시에 수평면에 도달하고, B의 수평 도달 거리는 R이다.
- 과정 II :  ㉠

㉠에 들어갈 실험 결과를 다음 조건에 따라 추론하시오. [6점]

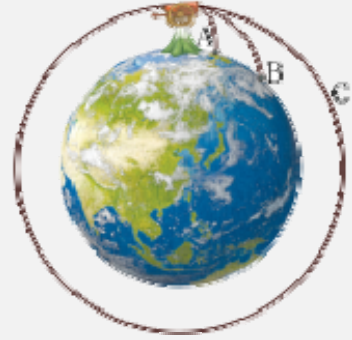
#### 〈조건〉

- B의 수평 도달 거리를 과정 I의 결과와 비교하여 설명할 것
- 물체에 작용하는 중력의 크기와 방향을 제시하고, 중력에 의한 물체의 운동 변화에 대해 논할 것

2

다음은 뉴턴의 사고 실험에 관한 내용이다.

달은 계속해서 지구 중력을 받고 있는데도 왜 지표면으로 떨어지지 않는 것일까? 그림과 같이 높은 산꼭대기에서 물체를 수평 방향으로 던지는 경우를 생각해 보자. A의 경로와 같이 물체를 수평 방향으로 던질 때, 공기 저항을 무시하면 물체는 수평 방향으로 운동하면서 지구를 향해 떨어진다. B의 경로와 같이 물체를 더 빠른 속력으로 던지면 더 멀리 가서 떨어질 것이다. 그러다가 C와 같이 어떤 특정한 속력으로 물체를 던지면 물체는 계속 떨어지지만 지구가 둥글기 때문에 땅에 닿지 않고 지구 주위를 원운동할 수 있다. 뉴턴은 이와 같은 사고 실험을 하여 지구 주위를 원운동 하는 달이 지구로 떨어지지 않는 까닭을 밝혀냈다.



[출처: 교과서 통합과학1(동아) 119쪽, 교과서 통합과학1(비상) 116쪽, 교과서 통합과학1(지학사) 129쪽, 교과서 통합과학1(천재) 126쪽 뉴턴의 사고 실험 내용 참조]

인공위성의 운동 원리를 설명하고, 효과적인 우주 비행에 대해 논술하시오. [6점]

〈조건〉

- 뉴턴의 사고 실험에서 지구 주위를 원운동하기 위한 속력의 조건에 대해 논할 것
- 중력에 효과를 이용하여 에너지를 효율적으로 사용할 수 있는 우주 비행 방법에 대해 제시할 것



채점기준표

| 문항 | 평가 요소                               | 척도/배점 | 수행 수준(채점기준)   |
|----|-------------------------------------|-------|---|
| 1  | 자유 낙하 운동과 수평으로 던진 물체의 운동 탐구 결과 비교하기 | 3     | I의 실험 결과를 바탕으로 근거를 제시하고, B의 낙하 시간과 수평 도달 거리를 I의 실험 결과를 바탕으로 타당하게 추론하여 분석함       |
|    |                                     | 2     | I의 실험 결과에 대한 근거를 제시하고, B의 조건 변화에 따른 B의 낙하 시간과 수평 도달 거리를 추론함                     |
|    |                                     | 1     | I의 실험 결과에 대한 근거와 B의 운동에 대한 설명이 타당하지 않음  |
|    | 중력에 의한 물체의 운동 분석하기                  | 3     | 물체에 작용하는 중력의 크기와 방향을 설명하고, 물체의 연직 방향과 수평 방향의 운동을 자유 낙하 운동과 등속 직선 운동으로 논리적으로 분석함 |
|    |                                     | 2     | 물체에 작용하는 중력의 크기와 방향에 대한 설명과 물체의 연직 방향과 수평 방향의 운동을 비교하여 설명함                      |
|    |                                     | 1     | 물체에 작용하는 중력과 물체의 운동 변화에 대한 설명이 타당하지 않음  |

| 문항 | 평가 요소                       | 적도/배점 | 수행 수준(채점기준)  |
|----|-----------------------------|-------|--|
| 2  | 중력에 의한<br>인공위성의 원운동<br>설명하기 | 3     | 지구 주위를 원운동하는 속력 조건을 물체에 작용하는 중력과 수평으로 던져진 물체의 운동 변화의 원리를 바탕으로 타당하게 분석함 |
|    |                             | 2     | 지구 주위를 원운동하는 속력 조건을 물체에 작용하는 중력과 비교하여 설명함                              |
|    |                             | 1     | 지구 주위를 원운동하는 속력 조건에 대한 설명이 타당하지 않음                                     |
|    | 효과적인 우주 비행<br>방법 제시하기       | 3     | 효과적인 우주 비행 방법과 이를 뒷받침하는 중력 효과를 논리적으로 연결하여 타당하게 분석하여 설명함                |
|    |                             | 2     | 효과적인 우주 비행 방법을 제시하고, 이에 대한 원리를 중력과 연결하여 설명함                            |
|    |                             | 1     | 효과적인 우주 비행 방법에 대한 내용 설명이 타당하지 않음                                       |



### 채점 시 유의점

- 채점기준의 실험 결과를 상호 비교하고, 수평으로 던져진 물체의 운동을 수평 방향과 연직 방향으로 나누어 분석하여 설명하였는지에 대한 확인이 필요함. 뉴턴 사고 실험 분석과 에너지를 효율적으로 이용한 비행 방법을 연결하여 서술하였는지 확인이 필요함.
- 문항 1의 경우 B의 속력과 낙하 시간이 무관함을 중력의 원리로 설명하고, B의 속력 변화에 따른 B의 수평 도달 거리를 정확하게 제시하였을 때 논리적으로 타당한 내용으로 채점함. B의 낙하 시간과 같은 구체적인 이유가 없이 B가 속력 증가에 따른 수평 도달 거리의 증가와 같은 단편적인 서술은 미흡한 내용으로 채점함.
- 문항 2의 경우 중력과 에너지 등에 대한 개념, 원리에 대한 설명을 타당하게 설명한 경우 중력, 원운동에 대한 수학적인 기술이 없어도 옳은 내용으로 채점함.
- 문항 2의 경우 중력에 대한 원리를 적용하지 않고 우주선의 재질, 무게 등 일반적인 에너지 절약의 원리는 미흡한 내용으로 채점함.



### 예시답안

| 문항 | 예시답안  |
|----|---|
| 1  | A와 B에 작용하는 중력의 방향은 연직 아래이고 크기는 질량에 비례한다. 따라서 A, B의 연직 방향으로 속도 성분의 크기가 항상 같으므로 B의 속력을 2배로 증가시켜도 A와 B는 동시에 수평면에 도달한다. 또한 B는 수평 방향으로 속력이 일정하게 운동하므로 B의 속력이 2배로 증가하였을 때 같은 시간 동안 B의 수평 도달 거리는 $2R$ 이다.  |
| 2  | 인공위성에 중력이 작용하여 수평 방향으로 운동하며 지표면을 향해 낙하한다. 하지만 지구가 구형이므로 인공위성이 지표면이 내려가는 정도 만큼만 낙하할 정도의 빠른 속력으로 운동한다면 인공위성은 지구 주위를 원운동할 수 있다. 또한 이러한 원운동처럼 우주 비행체가 행성의 중심을 향하는 방향으로 방향이 변하는 운동을 할 때나 행성을 중심으로 방향을 전환하는 운동을 할 때 행성의 중력을 이용하여 에너지 소비를 최소화하며 비행을 할 수 있다. 예를 들어 우주 공간에서 행성을 향해 운동하던 우주 비행체가 다시 방향을 반대 방향으로 바꾸어 행성과 반대 방향으로 되돌아 가는 운동을 할 때, 중력을 이용하면 행성을 향해 운동하다가 원운동을 한 후 다시 행성과 반대 방향으로 운동할 수 있다. 또한, 이 과정에서 행성의 중력만을 이용하여 운동하므로 에너지 사용을 최소화하여 에너지를 효율적으로 사용하며 우주 비행을 할 수 있는 가장 적합한 방법이다. |



### 피드백 시 유의점

- 중력이라는 힘에 의해 나타나는 물체의 운동 변화에 대한 과학적인 근거를 바탕으로 자신이 분석한 결과를 뒷받침하는 과정의 중요성에 대해 피드백한다.
- 중력이 물체의 운동에 미치는 영향을 분석하고, 우리 주변에서 중력의 영향에 의해 나타나는 다양한 현상을 탐구하고 분석할 수 있도록 피드백한다.
- 영화, 소설 등에 나타난 다양한 우주 비행의 모습을 보고, 중력을 이용하는 우주 비행 방법의 원리와 실제 효과적으로 활용하는 방법을 체계적으로 학습할 수 있도록 피드백한다.

## 1 평가 개요

|   |  |  |         |
|---|--|--|---------|
| 학교급   | 고등학교   | 학년   | 1학년     |
| 과목명   | 통합과학2  | 영역   | 환경과 에너지 |
| 성취기준  | 성취기준별 성취수준   |  |         |
| [10통과2-02-05] 발전기에서 운동 에너지가 전기 에너지로 전환되는 과정을 이해하고, 열원으로서 화석 연료, 핵에너지를 이용하는 발전소가 인간 생활에 미치는 영향을 조사·발표할 수 있다. | A  | 전자기 유도 실험을 통해 유도 전류의 크기와 방향에 영향을 미치는 요소들을 파악하고, 간이 발전기를 만들어 에너지 전환 과정과 원리를 설명하며, 화력 발전 및 핵발전에서의 발전 과정과 각 발전이 인간 생활에 미치는 영향을 안전·지속가능 사회 측면에서 조사하여 발표할 수 있다. |         |
|   | B  | 코일과 자석을 이용하여 유도 전류를 관찰하고, 간이 발전기를 만들어 에너지 전환 과정을 설명하며, 화력 발전 및 핵발전에서의 발전 과정과 각 발전이 인간 생활에 미치는 영향을 조사하여 발표할 수 있다.   |         |
|   | C  | 발전기에서 에너지 전환 과정을 설명하고, 화력 발전 및 핵발전에서의 발전 과정과 각 발전이 인간 생활에 미치는 영향을 조사할 수 있다.  |         |
|   | D  | 발전기에서 운동 에너지가 전기 에너지로 전환됨을 이해하고, 화석 연료와 핵에너지를 이용하는 발전에 대해 조사할 수 있다.  |         |
|   | E  | 발전기를 이용하여 운동 에너지를 전기 에너지로 전환할 수 있음을 말할 수 있다.   |         |
| 최소 능력의 수행 특성  | <ul style="list-style-type: none"> <li>발전기를 이용하여 전기 에너지를 만들 수 있음을 말할 수 있다.</li> <li>자석과 코일로 전기 에너지를 만들 수 있음을 실험을 통해 확인할 수 있다.</li> </ul>   |  |         |
| 평가 요소   | <ul style="list-style-type: none"> <li>발전기에서 에너지 전환 과정 설명하기</li> <li>화력 발전과 핵발전이 인간 생활에 미치는 영향을 서술하기</li> </ul>  |  |         |
| 수행 과제   | 핵발전과 화력 발전의 종합 평가 보고서 작성하기   |  |         |
| 평가 유형   | 수행평가 논술형   | 배점   | 15      |
| 논술형 평가 제작 의도 (출제 의도)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>문항 1-1은 코일과 자석을 이용하여 발전기에 유도 전류가 흐르면 운동 에너지가 전기 에너지로 변환됨을 설명할 수 있는 성취수준 B와 C를 고려하여 출제한 것으로, C 수준의 학생들이 발전기에서 에너지 전환 과정을 설명하는 글을 쓸 수 있도록 설계하였다.</li> <li>문항 1-2는 화력 발전 및 핵발전에서의 발전 과정과 각 발전이 인간 생활에 미치는 영향을 안전·지속가능한 사회 측면에서 설명할 수 있는 성취수준 A를 고려하여 출제한 것으로, A 수준의 학생들이 화력 발전 및 핵발전이 인간 생활에 미치는 영향에 대하여 안전·지속가능 사회의 측면에서 글을 쓸 수 있도록 설계하였다.</li> </ul> |  |         |

## 2 수업 계획 및 흐름도

|              | 1차시  | 2차시                        | 3차시  | 4차시                             |
|--------------|--|----------------------------|--|---------------------------------|
| 수업 흐름도       | 자석과 코일의 상대 운동에 의해 운동 에너지가 전기 에너지로 변환되는 관계 탐구하기 | 간이 발전기 만들기                 | 발전소에서 전기 에너지를 만드는 방법 탐구하기<br>발전소별 에너지 전환 과정 탐구하기 | 발전소가 인간 생활에 미치는 영향 조사·발표하기      |
| 평가 방법        | 형성평가   | 자기평가, 동료평가                 | 형성평가   | 논술형 평가                          |
| 수업-평가 연계 주안점 | AR을 이용하여 전자기 유도 현상을 정성적으로 이해하기                 | 간이 발전기를 만들어 전자기 유도 현상 설명하기 | 모둠별로 발전소별 에너지 전환 과정 설명하기                         | 화력 발전과 핵발전이 인간 생활에 미치는 영향을 설명하기 |

## 3 평가 문항

### 문항 정보

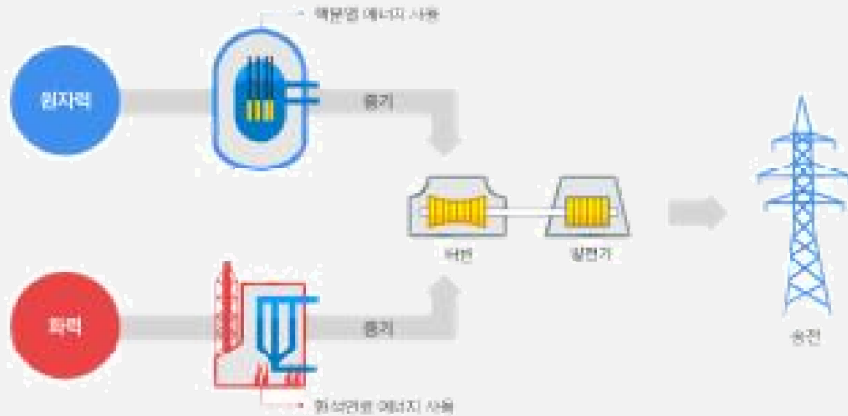
| 문항  | 교과 역량                  | 성취기준  | 평가 요소                           |
|-----|------------------------|---|---------------------------------|
| 1-1 | 과학적 탐구 역량, 과학적 문제해결 능력 | [10통과2-02-05] 발전기에서 운동 에너지가 전기 에너지로 전환되는 과정을 이해하고, 열원으로서 화석 연료, 핵에너지를 이용하는 발전소가 인간 생활에 미치는 영향을 조사·발표할 수 있다. | 발전기에서 에너지 전환 과정 설명하기            |
| 1-2 | 과학적 탐구 역량, 과학적 의사결정 능력 |   | 화력 발전과 핵발전이 인간 생활에 미치는 영향을 서술하기 |

## 평가 문항

## 1 다음을 읽고 물음에 답하십시오. [총 15점]

(가) 화력 발전소는 석유, 석탄 또는 가스 등 화석 연료를 태워서 물을 고온 고압의 증기로 만들고, 이 증기로 터빈을 회전시키며, 최종적으로 터빈에 연결된 발전기를 돌려 전기를 생산하는 발전소를 말합니다. 구성설비로는 연료를 연소시켜 뜨겁고 높은 압력을 지닌 증기로 만드는 보일러(집에서 사용하는 일반 보일러와 같은 원리, 다만 집에서와는 달리 아주 높은 온도, 높은 압력의 증기를 만드는 것이 다릅니다.) 고온 고압의 증기가 가지고 있는 열에너지를 회전에너지로 바꾸는 터빈, 전기를 발생시키는 발전기로 되어 있습니다.

원자력 발전은 화력 발전과 마찬가지로 증기의 힘으로 터빈을 돌려서 전기를 만듭니다. 다만 차이가 있다면 열원이 다르다는 것입니다. 화력 발전에 사용되는 화석 연료 대신 우라늄을 연료로 사용하고, 우라늄의 핵분열 때 나오는 에너지로 증기를 만든다는 점입니다. 원자력 발전에서는 원자로가 화력 발전의 보일러와 똑같은 역할을 하고 있습니다. 말하자면 원자로는 우라늄이 핵분열하여 에너지를 낼 수 있도록 만들어진 특수 우라늄 보일러입니다.



[그림1]

[출처: 한국중부발전, 한국원자력연료]

(나) (중략) 이번에는 발전량이 많은 '발전원'을 알아보려고 한다. 초반에 설명한 대로 분석 대상 데이터의 발전원은 11개로 구분할 수 있는데 발전량이 높은 순서대로 나열하면 석탄(196.7TWh), LNG(176.1TWh), 원자력(163.6TWh), 태양광(27TWh) 등이 되며, 세 발전원이 전체 발전량의 90% 이상을 차지하고 있다. 2021년의 발전량은 석탄, LNG, 원자력 순이었는데, 2022년은 원자력이 LNG를 앞서 석탄, 원자력, LNG 순으로 나타난다.

석탄과 원자력의 경우 전력수요가 최소일 때에도 일정하게 소비되는 발전 용량인 기저부하(base load)를 담당하며, 가동시간이 길고 발전 정지 후 재가동이 어려운 것이 특징이다. LNG의 경우는 가동시간이 짧아 신속히 전력수요에 대응이 가능하여 사회 경제 활동에 따라 시간별로 달라지는 전력수요인 첨두부하(peak load)를 담당하는 것으로 알려져 있다. 신재생에너지의 대표주자 격인 태양광의 경우는 전체 발전원을 기준으로 보면 작지만, 주요 발전원을 제외한 여타 발전원에 비해서는 높다고 볼 수 있다.

[출처: 한국전력통계로 알아보는 2022년 대한민국 발전량]

지난해 원전 발전량이 역대 최대를 기록했다. 9일 한국전력의 12월 전력통계월보에 따르면 지난해 원전 발전량은 18만494기가와트시(GWh)로, 2022년(17만6천54GWh)보다 2.51% 증가했다. 원전 발전량은 지난해 처음으로 18만GWh를 넘기며 2022년에 기록한 기존 최대치를 1년 만에 경신했다. 2022년 이전에는 2015년 16만184GWh가 역대 최대 원전 발전량이었다. 지난해 전체 발전량(58만8천047GWh)에서 원전이 차지하는 비중은 30.68%로 2016년(30.06%)과 비슷한 수준을 회복했다. 2016년 이후 7년 만에 다시 원전 발전 비중이 30%를 넘긴 것이다. 한편, 석탄 발전은 전 세계적인 탄소중립 추세와 함께 발전량과 발전 비중 모두 급격히 감소했다. 지난해 석탄 발전량은

18만4천927GWh, 발전 비중은 31.44%였다. 석탄 발전 비중은 2017년 43.14%까지 기록했다가, 2020년 30%대로 떨어진 이후 지난해에는 30% 선을 간신히 턱걸이했다. 석탄 발전의 경우 지난해까지도 발전량과 발전 비중에서 전체 에너지원 중 1위를 차지했다.

[출처: 2024.02.18. ○○일보]

(단위: GWh, %)

|      |     | 계       | 원자력     | 석탄      | LNG     | 신재생    | 유류     | 양수    | 기타     |
|------|-----|---------|---------|---------|---------|--------|--------|-------|--------|
| 2014 | 발전량 | 521,971 | 156,407 | 203,765 | 112,015 | 17,447 | 7,759  | 5,068 | 19,510 |
|      | 비중  | 100.0   | 30.0    | 39.0    | 21.5    | 3.3    | 1.5    | 1.0   | 3.7    |
| 2015 | 발전량 | 528,091 | 164,762 | 207,334 | 100,749 | 19,464 | 9,537  | 3,650 | 22,595 |
|      | 비중  | 100.0   | 31.2    | 39.3    | 19.1    | 3.7    | 1.8    | 0.7   | 4.3    |
| 2016 | 발전량 | 540,441 | 161,995 | 213,803 | 121,018 | 25,836 | 14,001 | 3,787 | -      |
|      | 비중  | 100.0   | 30.0    | 39.6    | 22.4    | 4.8    | 2.6    | 0.7   | -      |
| 2017 | 발전량 | 553,530 | 148,427 | 238,799 | 126,039 | 30,817 | 5,263  | 4,186 | -      |
|      | 비중  | 100.0   | 26.8    | 43.1    | 22.8    | 5.6    | 1.0    | 0.8   | -      |
| 2018 | 발전량 | 570,647 | 133,505 | 238,967 | 152,925 | 35,598 | 5,740  | 3,911 | 0      |
|      | 비중  | 100.0   | 23.4    | 41.9    | 26.8    | 6.2    | 1.0    | 0.7   | 0.0    |
| 2019 | 발전량 | 563,040 | 145,910 | 227,384 | 144,355 | 36,392 | 3,292  | 3,458 | 2,249  |
|      | 비중  | 100.0   | 25.9    | 40.4    | 25.6    | 6.5    | 0.6    | 0.6   | 0.4    |
| 2020 | 발전량 | 552,162 | 160,184 | 196,333 | 145,911 | 36,527 | 2,255  | 3,271 | 7,681  |
|      | 비중  | 100.0   | 29.0    | 35.6    | 26.4    | 6.6    | 0.4    | 0.6   | 1.4    |
| 2021 | 발전량 | 576,810 | 158,015 | 197,966 | 168,378 | 43,096 | 2,355  | 3,683 | 3,316  |
|      | 비중  | 100.0   | 27.4    | 34.3    | 29.2    | 7.5    | 0.4    | 0.6   | 0.6    |
| 2022 | 발전량 | 594,400 | 176,054 | 193,231 | 163,575 | 53,182 | 1,966  | 3,715 | 2,678  |
|      | 비중  | 100.0   | 29.6    | 32.5    | 27.5    | 8.9    | 0.3    | 0.6   | 0.5    |
| 2023 | 발전량 | 588,047 | 180,494 | 184,927 | 157,749 | 56,562 | 1,487  | 3,784 | 3,044  |
|      | 비중  | 100.0   | 30.7    | 31.4    | 26.8    | 9.6    | 0.3    | 0.6   | 0.5    |

[표1] 에너지원별 발전량 현황

[출처: 한국전력공사 월별 전력통계속보, 연도별 한국전력통계]

1. (가)에서 [그림1]과 같이 화력 발전과 원자력 발전은 터빈을 돌려 발전기에서 전기 에너지를 생산한다. 발전기에서 에너지 전환 과정을 전기 에너지가 생산되는 원리와 관련지어 구체적으로 설명하시오. [5점]

---



---

2. (나)에서 [표1]을 토대로 화력 발전과 원자력 발전이 인간 생활에 미치는 영향을 지속 가능한 측면을 포함하여 서술하시오. [10점]

(조건)

- 지속 가능한 측면에 안전을 포함할 것
- [표1]을 분석한 내용을 포함할 것

---



---



## 채점기준표

| 문항 | 평가 요소                           | 척도/<br>배점 | 수행 수준  |
|----|---------------------------------|-----------|--|
| 1  | 발전기에서 에너지 전환 과정 설명하기            | 5         | 발전기에서 에너지 전환 과정을 발전기의 구조와 발전 원리를 연결지어 타당하게 설명한 경우                  |
|    |                                 | 4         | 발전기에서 에너지 전환 과정을 전자기 유도로 인한 운동 에너지의 전기 에너지 전환으로 타당하게 설명한 경우        |
|    |                                 | 3         | 발전기에서 에너지 전환 과정을 운동 에너지의 전기 에너지 전환으로 타당하게 설명한 경우                   |
|    |                                 | 2         | 발전기에서 에너지 전환 과정을 타당하게 설명하지 못한 경우                                   |
| 2  | 화력 발전과 핵발전이 인간 생활에 미치는 영향을 서술하기 | 10        | 화력 발전과 원자력 발전이 인간 생활에 미치는 영향을 지속 가능한 측면에서 조건 2가지를 포함하여 타당하게 서술한 경우 |
|    |                                 | 8         | 화력 발전과 원자력 발전이 인간 생활에 미치는 영향을 지속 가능한 측면에서 조건 1가지를 포함하여 타당하게 서술한 경우 |
|    |                                 | 6         | 화력 발전과 원자력 발전이 인간 생활에 미치는 영향을 지속 가능한 측면에서 조건을 포함하지 않으나 타당하게 서술한 경우 |
|    |                                 | 4         | 화력 발전 또는 원자력 발전이 인간 생활에 미치는 영향에 대한 서술이 타당하지 않은 경우                  |



## 채점 시 유의점

- 문항 1-1의 3점 배점의 경우에는 발전기에서 운동 에너지가 전기 에너지로 에너지 전환됨의 수준으로 설명하는 것을 예상함.
- 문항 1-2의 경우 지속 가능한 측면에서 타당하게 서술하였으나 조건을 포함하지 않은 경우도 성취수준의 일부를 만족하므로 6점을 배점함.
- 문항 1-2의 경우 서술이 타당하지 않은 경우에는 화력 발전과 원자력 발전의 특징이 옳지 않은 경우도 포함됨.
- 문항 1-2의 경우 화력 발전만 혹은 원자력 발전만 인간 생활에 미치는 영향을 지속 가능한 측면에서 타당하게 서술한 경우는 배점 4점의 수행 수준에 해당됨.



## 예시답안

| 문항 | 예시답안  |
|----|---|
| 1  | <p>발전소의 발전기는 발전기의 바깥쪽에 고정되어 있는 코일과 회전축에 연결된 자석으로 구성되어 있다. 발전기의 회전축에는 터빈이 연결되어 있으며, 물이나 증기 등으로 터빈을 회전시키면 자석이 터빈과 함께 회전하면서 전기 에너지가 생산된다. 코일 내부에서 자석을 회전시키면 운동 에너지가 전기 에너지로 전환된다. 이때 자석이 회전하면 코일을 통과하는 자석의 자기장이 변하여 전류가 흐르는 전자기 유도 현상에 의해 유도 전류가 흐른다.</p>  |
| 2  | <p>화력 발전과 원자력 발전은 인간 생활에 다양한 영향을 미칩니다. 두 발전 방식은 각각 장단점이 있으며, 특히 지속 가능성 측면에서 차이를 보입니다.</p> <p>화력 발전은 이미 널리 사용되고 있고, 기술적으로 성숙하여 안정적인 전력 생산이 가능합니다. 초기 설치 비용이 적게 들고, 발전소의 운영과 유지 보수 비용도 상대적으로 낮아 2017년에는 석탄의 발전량이 43%를 넘어서기도 했습니다. 그러나 화석 연료를 연소하는 과정에서 대량의 온실가스(이산화 탄소, 메탄 등)와 대기오염물질(황산화물, 질소산화물 등)을 배출합니다. 온실가스는 지구 온난화의 주요 원인으로 기후 변화, 극단적인 날씨 현상, 해수면 상승 등을 초래해 인간 생활에 부정적인 영향을 미칩니다. 화석 연료는 유한한 자원으로, 언젠가는 고갈될 가능성이 높고, 화석 연료의 채굴과 운송 과정에서 환경 파괴가 발생할 수 있습니다.</p> <p>핵 발전소는 상대적으로 적은 연료량으로 많은 에너지를 생산할 수 있어 효율적입니다. 2023년 원자력 발전량은 30%를 넘어 석탄의 발전량과 비슷합니다. 핵연료는 고갈되지 않으며, 특히 우라늄 같은 원료는 지구상의 자원으로 상대적으로 풍부하고, 연료를 태우지 않고 원자핵의 분열을 통해 에너지를 생성하기 때문에 이산화 탄소와 같은 온실가스를 거의 배출하지 않습니다. 이는 기후 변화에 미치는 영향을 최소화할 수 있습니다. 그러나 핵발전에서 발생하는 방사성 폐기물은 수천 년 동안 안전하게 보관해야 합니다. 이 폐기물의 처리와 저장 문제는 해결되지 않은 큰 과제입니다. 핵 발전소는 고온, 고압 상태에서 작동하므로, 사고가 발생할 경우 심각한 환경적, 사회적 영향을 미칠 수 있습니다. 예를 들어, 체르노빌, 후쿠시마와 같은 사고 사례가 이를 증명합니다. 핵 발전소 건설과 운영에 드는 초기 비용이 매우 크고 사고나 해체 과정에서 발생하는 비용도 상당합니다.</p> <p>핵발전은 화력 발전에 비해 온실가스 배출이 적고 기후 변화에 미치는 영향이 적습니다. 그러나 방사성 폐기물과 사고의 위험성은 큰 문제로 남아 있습니다. 화력 발전은 화석 연료에 의존하므로 자원 고갈 문제를 안고 있지만, 핵발전은 핵연료가 화석 연료보다 비교적 풍부하여 자원 고갈의 우려는 화석 연료보다 적습니다. 화력 발전은 초기 투자 비용이 작고 운영 비용이 저렴하지만, 환경적인 비용을 고려하면 장기적으로는 경제적이지 않을 수 있습니다. 반면, 핵발전은 초기 건설 비용이 매우 크고, 사고나 폐기물 관리 비용도 발생하지만, 장기적으로는 저렴한 운영 비용과 높은 효율성을 자랑합니다. 화력 발전은 대기오염과 건강에 미치는 부정적인 영향을 고려할 때 사회적으로 더 많은 비용을 초래할 수 있습니다. 핵 발전은 안전성에 대한 우려와 폐기물 처리 문제로 인해 사회적으로 큰 문제를 야기합니다. 따라서 두 발전 방식 모두 지속 가능한 에너지원으로 완벽하게 적합한 방식은 아니며, 장기적으로는 전력 소모량이 폭발적으로 증가할 것으로 예측되므로 전력 생산률이 높은 재생 가능 에너지(태양광, 풍력 등)와 결합된 새로운 에너지 시스템이 더 지속 가능한 선택이 될 수 있습니다.</p> |



## 피드백 시 유의점

- 인문 사회학적인 접근만 있을 경우 과학적인 근거로 설명하고 의견을 제시할 수 있도록 피드백한다.
- 평소 수업 시간에 학생이 학업에 임하는 자세와 관련지어 긍정적인 피드백을 한다.

### 1 평가 개요

| 학교급   | 중학교  | 학년   | 2학년    |
|---|--|--|--------|
| 과목명   | 과학   | 영역   | 물질의 특성 |
| 성취기준  |  | 성취기준별 성취수준   |        |
| [9과08-01] 물질의 특성의 의미를 알고, 실험을 통해 밀도, 용해도, 녹는점, 끓는점 등을 설명할 수 있다.     | A  | 실험을 통해 물질의 밀도, 용해도, 끓는점, 녹는점 등을 구하고, 다양한 자료를 종합해 물질의 밀도, 용해도, 끓는점, 녹는점이 물질의 특성이 됨을 추론할 수 있다.                   |        |
|   | B  | 밀도, 용해도, 녹는점, 끓는점 등을 설명하고 실험을 통해 구할 수 있다.  |        |
|   | C  | 밀도, 용해도, 녹는점, 끓는점이 물질의 특성임을 말할 수 있다.   |        |
|   | D  | 밀도, 용해도, 녹는점, 끓는점이 무엇인지 말할 수 있다.   |        |
|   | E  | 밀도, 용해도, 녹는점, 끓는점이 무엇인지 말할 수 있다.   |        |
| [9과08-03] 물질의 특성을 이용하여 혼합물이 분리되는 원리를 이해하고, 이를 이용한 사례를 주변에서 찾을 수 있다. | A  | 물질의 특성을 이용하여 혼합물을 분리하는 방법을 설계하고 수행하며, 탐구를 통한 문제 해결 활동의 즐거움을 체험하고, 일상생활에서 활용되는 예를 찾아 설명하는 과정을 통해 과학의 유용성을 인식한다. |        |
|   | B  | 물질의 특성을 이용한 혼합물의 분리 방법에 흥미를 가지고, 간단한 방법으로 혼합물을 분리하는 실험을 설계하고 수행할 수 있다.   |        |
|   | C  | 물질의 특성을 이용한 혼합물의 분리 방법을 설명하고, 혼합물의 분리 실험을 안내에 따라 수행할 수 있다.   |        |
|   | D  | 물질의 특성을 이용하여 혼합물을 분리하는 사례를 주변에서 찾을 수 있다.   |        |
|   | E  | 물질의 특성을 이용하여 혼합물의 분리가 가능함을 말할 수 있다.  |        |
| 평가 요소   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 실험을 통해 고체 물질의 밀도 구하기</li> <li>• 밀도가 물질의 특성임을 설명하기</li> <li>• 밀도 차를 이용하여 혼합물을 분리하기</li> <li>• 일상생활에서 밀도 차를 이용하여 혼합물을 분리하는 사례 찾기</li> </ul>   |  |        |
| 수행 과제   | <b>물질이 뜨고 가라앉는 성질로 혼합물 분리하기</b>  |  |        |
| 평가 유형   | 수행평가 논술형   | 배점   | 30     |
| 논술형 평가 제작 의도 (출제 의도)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 본 문항은 학생들의 성취 수준별 학습 성과를 평가하고, 과학적 탐구 능력과 문제 해결 역량을 단계적으로 발달시키도록 구성하였다. 문항은 총 3개 대문항과 이에 포함된 8개의 소문항으로 구성되어 있다.</li> <li>• 문항 1은 물질의 밀도를 이해하고 활용할 수 있는 능력을 평가한다. 문항 1-1은 성취수준 C를 고려하여 학생들이 물질의 밀도를 측정하는 실험을 설계할 수 있는지 평가한다. 문항 1-2는 성취수준 A를 고려하여 문항 1-1의 실험 결과를 바탕으로 밀도가 물질의 특성이 됨을 설명할 수 있는지, 문항 1-3은 성취수준 C를 고려하여 생활 속에서 밀도를 활용하는 예를 찾아 설명할 수 있는지 평가한다.</li> <li>• 문항 2는 밀도 차이를 활용해 고체 혼합물을 분리하는 방법을 평가한다. 문항 2-1은 성취 수준 B를 고려하여, 고체 혼합물을 밀도 차를 이용해 분리하는 실험 방법을 설계하고 설명하도록 하였다. 문항 2-2는 성취 수준 D를 반영하여, 밀도 차이를 활용한 혼합물 분리의 실생활 응용 사례를 설명할 수 있는 능력을 평가한다.</li> <li>• 문항 3은 밀도 차이를 활용해 액체 혼합물을 분리하는 방법을 평가한다. 문항 3-1은 성취 수준 B를 반영하여, 액체 혼합물의 상태 변화를 예측하고, 이에 따라 혼합물의 상태를 설명하도록 하였다. 문항 3-2는 성취 수준 B를 고려하여, 실험 도구와 설계 방법을 설명할 수 있는 능력을 평가한다. 문항 3-3은 성취 수준 D를 반영하여, 액체 혼합물을 분리하는 실생활 사례를 찾아 설명할 수 있는 능력을 평가한다.</li> </ul> |  |        |

## 2 수업 계획 및 흐름도

|                 | 1차시  | 2차시   | 3차시  | 4차시           |
|-----------------|--|---|--|---------------|
| 수업 흐름도          | <ul style="list-style-type: none"> <li>[탐구] 여러 가지 물질의 밀도를 측정하고 비교하기</li> <li>밀도가 물질의 특성임을 추론하여 설명하기</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>[해보기] 물질이 뜨고 가라앉는 현상을 밀도와 관련지어 설명하기</li> <li>[조사] 생활에서 밀도를 이용하는 예시 조사하기</li> <li>[탐구] 달걀을 넣은 물에 소금을 넣어 달걀 띄우기</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>[탐구] 플라스틱 혼합물의 분리</li> <li>[탐구] 물과 식용유의 혼합물 분리</li> <li>[조사] 생활에서 밀도차를 이용한 혼합물의 분리 예시 조사하기</li> </ul> | 수행평가<br>(논술형) |
| 평가 방법           | 실험·실습<br>보고서 평가  | 실험·실습<br>토의·토론  | 실험·실습<br>토의·토론   |               |
| 수업-평가<br>연계 주안점 | 여러 가지 물질의 부피와 질량을 측정하여 밀도를 구하는 과정을 통해 밀도의 개념을 이해하도록 안내하기   | 물질이 뜨고 가라앉는 다양한 사례를 조사하도록 안내하고 혼합물의 밀도 탐구를 안내하기   | 여러 가지 혼합물을 분리하는 실험 과정을 토의하여 설계한 후 실험을 실시하도록 안내하기   |               |

## 3 평가 문항

### 문항 정보

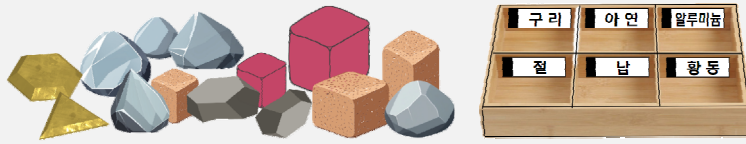
| 문항 | 교과 역량                                     | 성취기준  | 평가 요소  |
|----|---|---|--|
| 1  | 과학적 탐구 역량,<br>과학적 문제해결 능력,<br>과학적 의사결정 능력 | [9과08-01] 물질의 특성의 의미를 알고, 실험을 통해 밀도, 용해도, 녹는점, 끓는점 등을 설명할 수 있다.     | <ul style="list-style-type: none"> <li>고체 물질의 밀도 측정하기</li> <li>밀도가 물질의 특성임을 설명하기</li> <li>우리 주변에서 사용되는 예를 찾아 설명하기</li> </ul>         |
| 2  | 과학적 탐구 역량,<br>과학적 문제해결 능력,<br>과학적 의사결정 능력 | [9과08-03] 물질의 특성을 이용하여 혼합물이 분리되는 원리를 이해하고, 이를 이용한 사례를 주변에서 찾을 수 있다. | <ul style="list-style-type: none"> <li>밀도 차를 이용하여 고체 혼합물 분리하기</li> <li>우리 주변에서 사용되는 예를 찾아 설명하기</li> </ul>                            |
| 3  | 과학적 탐구 역량,<br>과학적 문제해결 능력,<br>과학적 의사결정 능력 | [9과08-03] 물질의 특성을 이용하여 혼합물이 분리되는 원리를 이해하고, 이를 이용한 사례를 주변에서 찾을 수 있다. | <ul style="list-style-type: none"> <li>물질의 뜨고 가라앉음을 예측하기</li> <li>밀도 차를 이용하여 액체 혼합물 분리하기</li> <li>우리 주변에서 사용되는 예를 찾아 설명하기</li> </ul> |

1 다음은 밀도에 관한 내용이다. 물음에 답하시오. [총 11점]

(가) 미지의 금속 조각을 분류하라

K 선생님이 한 중학교에 발령받았다. 설레는 마음으로 과학 실험실로 가 보았는데, 실험실은 오랫동안 사용하지 않아서 엉망이었다. K 선생님은 마음먹고 실험실을 정리하기로 했다. 과학실의 물건들을 이리저리 옮기던 중에 다양한 크기의 여러 가지 금속 조각들이 수납함에서 쏟아져 있는 것을 발견했다. 수납함에는 ‘구리, 아연, 알루미늄, 철, 납, 황동’이라고 쓰여 있었다.

K 선생님은 같은 종류의 금속 조각끼리 모아서 수납함에 정리하려고 하는데, 겉으로 보아서는 크고 작은 금속 조각들의 이름을 알 수 없었다.



(나) 몇 가지 금속의 밀도

| 물질                     | 아연   | 구리   | 알루미늄 | 납     | 철    | 황동   |
|------------------------|------|------|------|-------|------|------|
| 밀도(g/cm <sup>3</sup> ) | 7.14 | 8.96 | 2.70 | 11.34 | 7.87 | 8.73 |

1-1. K 선생님은 각 금속의 밀도를 구하여 같은 종류의 금속끼리 분류하고자 한다. 다음 실험 준비물 중 적절한 것을 선택하여 밀도를 구하는 방법을 설계하고 설명하시오. [5점]

실험 준비물

- 저울, 눈금 실린더, 비커, 물, 에탄올, 식용유, 온도계, 핀셋, 보안경, 실, 자, 가위

1-2. 밀도가 물질의 특성이 될 수 있음을 설명하시오. [3점]

1-3. 생활 속에서 밀도를 활용한 예를 1가지 찾고, 밀도의 개념과 연관지어 설명하시오. [3점]

(가) 정책뉴스 [Q&A] ‘투명 페트병, 어떻게 분리배출해야 하나?’

**투명 페트병,  
어떻게 분리배출해야 하나요?**



질문: 뚜껑을 닫고 배출하라고 하는데, 뚜껑은 다른 재질이라 섞이면 재활용이 어렵지 않나요?

답변: 플라스틱 부피를 줄이기 쉽도록 압착 후 뚜껑을 닫도록 안내하고 있으며, 분쇄, 세척 등의 재활용 과정에서 충분히 분리할 수 있습니다.

[출처: 대한민국 정책브리핑(www.korea.kr)]

(나) 몇 가지 물질의 밀도

| 플라스틱 종류                | 뚜껑 재질      |           | PET<br>(폴리에틸렌테레프탈레이트) | 물    | 에탄올  |
|------------------------|------------|-----------|-----------------------|------|------|
|                        | PP(폴리프로필렌) | PE(폴리에틸렌) |                       |      |      |
| 밀도(g/cm <sup>3</sup> ) | 0.90       | 0.90      | 1.31                  | 1.00 | 0.79 |

2-1. (가)에서 투명 페트병의 뚜껑은 충분히 페트병 본체와 분리할 수 있다고 하였다. (나)의 자료를 이용하여 재활용 과정에서 어떻게 뚜껑과 본체를 분리할 수 있을지 원리를 <조건>에 맞게 설명하시오. [5점]

————— <조건> —————

- 밀도 차를 이용할 것
- 고체 혼합물의 분리에 이용되는 물질이 갖추어야 할 조건 2가지를 제시할 것

2-2. 고체 혼합물을 밀도 차를 이용하여 분리하는 예를 생활 속에서 1가지 찾고, 밀도의 개념과 연관지어 설명하시오. [3점]

(가) [K 중학교 집단 식중독] 조리 시 상한 식자재 이용한 것으로 밝혀져

K 중학교에서 학생 수백 명이 집단 식중독 증상을 보여 보건당국이 조사에 나섰다. 교육청 등에 따르면 학교 측 전수조사 결과 구토와 설사 증세를 보인 학생은 200여 명으로 알려졌고, 보건당국은 급식 보존식과 채취한 가검물을 수거해 원인을 조사하였다. 그 결과 당일 영양 교사와 조리사들은 오래된 달걀과 신선한 달걀이 섞인 것을 알았지만 오래된 달걀을 분리해 낼 방법이 없어 그대로 계란말이 반찬을 준비한 것으로 밝혀졌다.

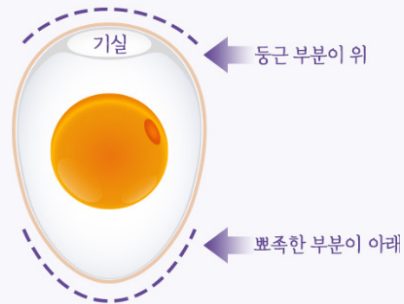
오래된 달걀이 신선한 달걀에 섞인 이유로는 오래전 사용하고 남은 달걀을 버리려고 한쪽에 두었는데, 당일 아침 식자재 배달과정에서 오래된 달걀 위에 신선한 달걀을 함께 놓아두는 바람에 이와 같은 황당한 일이 벌어진 것으로 추정된다.

(나) [알쓸건잡] 달걀도 위 아래가 있다

달걀을 보관할 때는 ‘기실’  
즉, 공기주머니가 위쪽으로 향하게 되어 있다.

달걀은 오래될수록 수분이 빠져나가  
기실의 부피가 커진다.

[출처: 매경헬스 [알쓸건잡] 달걀도 위 아래가 있다]



2-1. (나)의 자료를 참고하여 (가)에서 어떻게 하면 오래된 달걀을 신선한 달걀과 분리할 수 있었을지 구체적으로 <조건>에 맞게 설명하시오. [5점]

————— <조건> —————

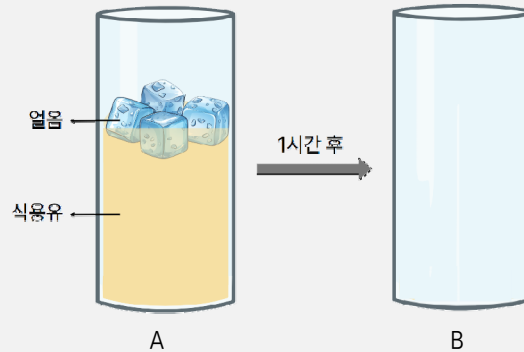
- 밀도 차를 이용할 것
- 고체 혼합물의 분리에 이용되는 물질이 갖추어야 할 조건 2가지를 제시할 것

2-2. 고체 혼합물을 밀도 차를 이용하여 분리하는 예를 생활 속에서 1가지 찾고, 밀도의 개념과 연관지어 설명하시오. [3점]

3

다음은 밀도에 관한 내용이다. 물음에 답하시오. [총 11점]

(가) 식용유를 유리컵에 따르고, 얼음을 넣었더니 아래 그림 A와 같았다.



(나) 몇 가지 물질의 밀도

| 물질                    | 얼음   | 식용유  | 물    |
|-----------------------|------|------|------|
| 밀도( $\text{g/cm}^3$ ) | 0.92 | 0.93 | 1.00 |

[출처] sciencelove.com/2018

3-1. 약 1시간이 지난 후 어떻게 될지 예측하여 그림 B에 나타내고 그 이유를 설명하시오. (단, 컵은 상온에 두었다.) [3점]

3-2. B의 물질을 각각 물과 식용유로 분리하고자 한다. &lt;조건&gt;에 맞게 실험을 설계하시오. [5점]

&lt;조건&gt;

- 적절한 실험 도구를 선택할 것
- 실험 도구의 이름을 명시하고, 실험 도구를 그림으로 그려 나타낼 것

3-3. 액체 혼합물을 밀도 차를 이용하여 분리하는 예를 생활 속에서 1가지 찾고, 밀도의 개념과 연관지어 설명하시오. [3점]



## 문항1

| 문항  | 평가 요소                      | 척도/배점 | 수행 수준(채점기준)                                      |
|-----|----------------------------|-------|--|
| 1-1 | 고체 물질의 밀도 측정하기             | 5     | 질량과 부피를 측정하는 방법을 정확하게 설계하고 밀도 계산 방법이 정확한 경우      |
|     |                            | 4     | 질량과 부피를 측정하는 방법을 정확하게 설계하였으나, 밀도 계산 방법이 미흡한 경우   |
|     |                            | 3     | 질량과 부피를 측정하는 방법은 미흡하였으나, 밀도 계산 방법이 정확한 경우        |
|     |                            | 2     | 질량과 부피를 측정하는 방법과 밀도 계산 방법이 모두 미흡한 경우             |
| 1-2 | 밀도가 물질의 특성이 될 수 있는 이유 설명하기 | 3     | 밀도가 물질의 특성이 될 수 있는 이유 2가지를 모두 정확하게 설명한 경우        |
|     |                            | 2     | 밀도가 물질의 특성이 될 수 있는 이유 2가지 중 한 가지만 정확하게 설명한 경우    |
|     |                            | 1     | 밀도가 물질의 특성이 될 수 있는 이유를 모두 정확하게 설명하지 못한 경우        |
| 1-3 | 우리 주변에서 사용되는 예를 찾아 설명하기    | 3     | 생활에서 밀도를 이용하는 예를 밀도의 개념과 연관지어 정확하게 설명한 경우        |
|     |                            | 2     | 생활에서 밀도를 이용하는 예를 제시하였으나, 밀도의 개념과 연관지어 설명하지 못한 경우 |
|     |                            | 1     | 생활에서 밀도를 이용하는 예를 정확하게 제시하지 못한 경우                 |

## 문항2-A형

| 문항  | 평가 요소                   | 척도/배점 | 수행 수준(채점기준)   |
|-----|-------------------------|-------|---|
| 2-1 | 밀도 차를 이용하여 고체 혼합물 분리하기  | 5     | 투명 페트병 본체와 뚜껑의 분리 방법을 밀도 차를 이용하여 제시하고, 분리에 이용되는 물질이 갖추어야 할 조건 2가지를 모두 제시하며 과학적 오류 없이 설명한 경우 |
|     |                         | 4     | 투명 페트병 본체와 뚜껑의 분리 방법을 밀도 차를 이용하여 제시하였으나, 분리에 이용되는 물질이 갖추어야 할 조건 1가지만 제시한 경우                 |
|     |                         | 3     | 투명 페트병 본체와 뚜껑의 분리 방법을 밀도 차를 이용하여 제시하였으나, 분리에 이용되는 물질이 갖추어야 할 조건을 모두 제시하지 못한 경우              |
|     |                         | 2     | 투명 페트병 본체와 뚜껑의 분리 방법을 설명하지 못한 경우  |
| 2-2 | 우리 주변에서 사용되는 예를 찾아 설명하기 | 3     | 고체 혼합물을 밀도 차를 이용하여 분리하는 예를 밀도의 개념과 연관지어 정확하게 설명한 경우   |
|     |                         | 2     | 고체 혼합물을 밀도 차를 이용하여 분리하는 예를 제시하였으나, 밀도의 개념과 연관지어 설명하지 못한 경우                                  |
|     |                         | 1     | 고체 혼합물을 밀도 차를 이용하여 분리하는 예를 정확하게 제시하지 못한 경우  |

## 문항2-B형

| 문항  | 평가 요소                  | 척도/배점 | 수행 수준(채점기준)  |
|-----|------------------------|-------|--|
| 2-1 | 밀도 차를 이용하여 고체 혼합물 분리하기 | 5     | 오래된 달걀과 신선한 달걀의 분리 방법을 밀도 차를 이용하여 제시하고, 분리에 이용되는 물질이 갖추어야 할 조건 2가지를 모두 제시하며 과학적 오류 없이 설명한 경우 |
|     |                        | 4     | 오래된 달걀과 신선한 달걀의 분리 방법을 밀도 차를 이용하여 제시하였으나, 분리에 이용되는 물질이 갖추어야 할 조건 1가지만 제시한 경우                 |
|     |                        | 3     | 오래된 달걀과 신선한 달걀의 분리 방법을 밀도 차를 이용하여 제시하였으나, 분리에 이용되는 물질이 갖추어야 할 조건을 모두 제시하지 못한 경우              |
|     |                        | 2     | 오래된 달걀과 신선한 달걀의 분리 방법을 설명하지 못한 경우  |

| 문항  | 평가 요소                   | 척도/배점 | 수행 수준(채점기준)  |
|-----|-------------------------|-------|--|
| 2-2 | 우리 주변에서 사용되는 예를 찾아 설명하기 | 3     | 고체 혼합물을 밀도 차를 이용하여 분리하는 예를 밀도의 개념과 연관지어 정확하게 설명한 경우        |
|     |                         | 2     | 고체 혼합물을 밀도 차를 이용하여 분리하는 예를 제시하였으나, 밀도의 개념과 연관지어 설명하지 못한 경우 |
|     |                         | 1     | 고체 혼합물을 밀도 차를 이용하여 분리하는 예를 정확하게 제시하지 못한 경우                 |

### 문항3

| 문항  | 평가 요소                   | 척도/배점 | 수행 수준(채점기준)  |
|-----|-------------------------|-------|--|
| 3-1 | 물질의 뜨고 가라앉음을 예측하기       | 3     | 예측되는 변화를 그림으로 나타내고, 이유를 정확하게 설명한 경우                        |
|     |                         | 2     | 예측되는 변화를 그림으로 나타내었으나, 이유 설명이 미흡한 경우                        |
|     |                         | 1     | 예측되는 변화를 그림으로 나타내지 못하고 이유를 설명하지 못한 경우                      |
| 3-2 | 밀도 차를 이용하여 액체 혼합물 분리하기  | 5     | 적절한 실험 도구를 선택하여 실험을 설계하였고, 실험 도구를 그림으로 그려 나타낸 경우           |
|     |                         | 4     | 적절한 실험 도구를 선택하여 실험을 설계하였으나, 실험 도구를 그림으로 그려 나타내지 못한 경우      |
|     |                         | 3     | 적절한 실험 도구를 선택하고 그림으로 그려 나타내었으나, 실험 설계가 미흡한 경우              |
|     |                         | 2     | 적절한 실험 도구와 실험 설계, 그림으로 제시하는 것이 모두 미흡한 경우                   |
| 3-2 | 우리 주변에서 사용되는 예를 찾아 설명하기 | 3     | 액체 혼합물을 밀도 차를 이용하여 분리하는 예를 밀도의 개념과 연관지어 정확하게 설명한 경우        |
|     |                         | 2     | 액체 혼합물을 밀도 차를 이용하여 분리하는 예를 제시하였으나, 밀도의 개념과 연관지어 설명하지 못한 경우 |
|     |                         | 1     | 액체 혼합물을 밀도 차를 이용하여 분리하는 예를 정확하게 제시하지 못한 경우                 |



### 채점 시 유의점

#### [문항1]

- 밀도의 단위는 질량과 부피의 단위를 이용하였으면 답안으로 인정할 수 있다.
- 금속의 부피 측정 시 다양한 방법이 제시될 수 있으며, 과학적 탐구 방법에 오류가 없으면 답안으로 인정한다.
- 금속의 밀도 계산 시 금속의 부피는 늘어난 물의 부피로 계산된 값이 들어가도록 정확히 표현되었는지 유의한다.
- 예시는 제일 첫 번째 답 1개를 채점하며 그 이상 쓴 것은 채점 대상으로 하지 않는다.

#### [문항2]

- 물이 페트병 본체와 뚜껑을 분리할 수 있는 이유 2가지를 설명하라는 조건에 만족하는지 유의한다.
- 소금물이 오래된 달걀과 신선한 달걀을 분리할 수 있는 이유 2가지를 설명하라는 조건에 만족하는지 유의한다.
- 예시는 제일 첫 번째 답 1개를 채점하며 그 이상 쓴 것은 채점 대상으로 하지 않는다.

#### [문항3]

- 1시간이 지나도 얼음이 다 녹지 않아 식용유 위에 남아 있는 그림이 있을 수 있다. 이때 아래층 물과 윗층 얼음을 동시에 표현한 경우도 정답으로 처리한다.
- 실험 도구를 제한하지 않았으므로 논리적으로 맞는 실험 설계이면 정답으로 인정할 수 있다.



문항1

| 문항  | 예시답안   |
|-----|--|
| 1-1 | 1) 각 금속의 질량을 측정한다.<br>- 저울의 영점을 확인하고 금속을 올려 질량을 측정한다.<br>2) 각 금속의 부피를 측정한다.<br>- 눈금실린더에 물을 넣고 부피(1)를 측정한다.<br>- (금속에 실을 묶어 준비한다)<br>- 눈금실린더에 고체를 넣고, 부피(2)를 측정한다.<br>- 금속의 부피 (부피(2)- 부피(1), 늘어난 물의 부피) 를 계산한다.<br>3) 각 금속의 질량과 부피를 이용하여 밀도를 계산한다.<br>- $\text{밀도}(\text{g}/\text{cm}^3) = \text{질량}(\text{g})/\text{부피}(\text{cm}^3)$ |
| 1-2 | 1) 밀도는 (일정한 온도에서) 물질의 양에 관계없이 같은 물질에서는 일정하다.<br>2) 밀도는 물질의 종류에 따라 다르다.<br>따라서 밀도는 물질을 구별할 수 있는 물질의 특성이다.   |
| 1-3 | 1) LPG 가스 경보기는 바닥 쪽에, LNG 가스 경보기는 천장 쪽에 설치한다. LPG는 공기보다 밀도가 커서 가스 누출 시 아래쪽으로 분포하고, LNG는 공기보다 밀도가 작아서 가스 누출 시 위쪽으로 분포하기 때문이다.<br>2) 헬륨을 채운 풍선은 공기보다 밀도가 작아 위로 떠오른다.<br>3) 물놀이할 때 물보다 밀도가 작은 물질로 채워져 있는 구명조끼를 착용하면 물에 빠져도 가라앉지 않는다.  |

문항2-A형

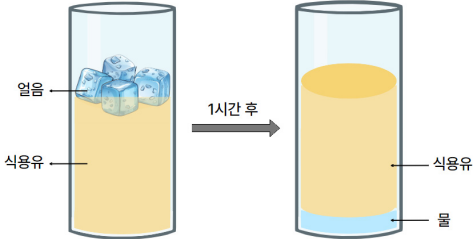
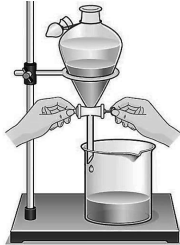
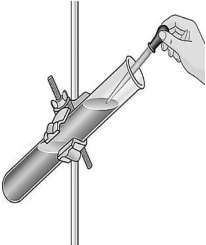
| 문항  | 예시답안  |
|-----|---|
| 2-1 | 투명 페트병의 플라스틱 뚜껑은 페트병 본체와는 다른 종류의 플라스틱이다. 페트병 본체는 PET(밀도 약 $1.31\text{g}/\text{cm}^3$ )로 만들어지고, 뚜껑은 PP(폴리프로필렌, 밀도 약 $0.90\text{g}/\text{cm}^3$ ), 또는 PE(폴리에틸렌, 밀도 약 $0.90\text{g}/\text{cm}^3$ )로 만들어진다.<br>물은 플라스틱을 녹이지 않으며, 본체 재질 밀도와 뚜껑 재질 밀도의 중간값을 가지므로(PET는 물보다 밀도가 크고, PP나 PE는 물보다 밀도가 작으므로), 물을 이용하면 뚜껑과 본체를 분리할 수 있다.<br>재활용 과정 중에 페트병의 본체와 뚜껑을 분쇄하고 세척 시에 물에 넣으면 본체는 가라앉고, 뚜껑은 물 위에 떠서 쉽게 분리할 수 있다. |
| 2-2 | 1) 소금물에 범시를 넣으면 소금물보다 밀도가 큰 좋은 범시는 가라앉고 소금물보다 밀도가 작은 쪽정이는 위에 뜨므로 분리할 수 있다.<br>2) 사금이 섞인 모래를 그릇에 담아 물속에서 흔들면 밀도가 작은 모래나 흙은 물에 씻겨 나가고 밀도가 큰 금만 남는다.   |

문항2-B형

| 문항  | 예시답안  |
|-----|---|
| 2-1 | 달걀은 오래될수록 내부에 있는 공기(기실)의 부피가 커져서 밀도가 작아진다. 따라서 신선한 달걀과 오래된 달걀은 밀도 차를 이용하여 분리할 수 있다.<br>소금물은 달걀을 녹이지 않으면서, 신선한 달걀 밀도와 오래된 달걀 밀도의 중간값을 가지므로 소금물을 이용하여 분리할 수 있다. 물에 달걀을 모두 넣은 다음에, 소금을 조금씩 녹이면 밀도가 큰 신선한 달걀은 그대로 가라앉아 있고, 밀도가 작은 오래된 달걀은 위로 떠오르게 된다. |
| 2-2 | 1) 소금물에 범시를 넣으면 소금물보다 밀도가 큰 좋은 범시는 가라앉고 소금물보다 밀도가 작은 쪽정이는 위에 뜨므로 분리할 수 있다.<br>2) 사금이 섞인 모래를 그릇에 담아 물속에서 흔들면 밀도가 작은 모래나 흙은 물에 씻겨 나가고 밀도가 큰 금만 남는다.   |



### 문항3

| 문항  | 예시답안  |   |
|-----|---|---|
| 3-1 | <p>얼음은 식용유보다 밀도가 작아 떠 있지만, 상온에 두면 얼음이 녹아서 물이 된다. 물은 식용유보다 밀도가 크므로 식용유 아래층에 물이 모이게 된다.</p>   |   |
| 3-2 |  <ul style="list-style-type: none"> <li>- 혼합물을 분별깔때기에 넣고 층이 나눌 때까지 기다린다.</li> <li>- 콕을 열어 아래층의 물을 먼저 받아낸다.</li> <li>- 경계면은 따로 받아 버린다.</li> <li>- 위쪽 입구를 이용하여 위층의 액체 물질을 분리한다.</li> </ul> |  <ul style="list-style-type: none"> <li>- (양이 적은 경우) 혼합물을 시험관에 넣는다.</li> <li>- 스포이트로 위에 떠 있는 액체 물질을 덜어내어 분리한다.</li> </ul> |
| 3-3 | <p>바다에 유출된 기름은 바닷물에 뜨므로 기름막이와 흡착포로 제거할 수 있다.</p>  |   |



#### 피드백 시 유의점

- 학생의 성취 수준보다 높은 수준의 답변이 제출된 경우, 이를 긍정적으로 강화하고 격려하며, 반대인 경우, 구체적인 보완 방법과 학습 방향을 제시한다.
- 학생이 수업 중 보여준 참여도, 질문, 실험 과정의 이해도를 바탕으로 맞춤형 피드백을 제공한다.
- 정답과 다르더라도 논리적이고 창의적인 시도가 포함된 답변에는 그 과정을 칭찬하며, 발전 방향을 제시한다.
- 학생이 제시한 답변과 실생활의 관련성을 연결해 주며, 과학적 개념의 유용성을 강조한다.

### 1 평가 개요

|  |   |   |        |
|--|---|---|--------|
| 학교급  | 중학교   | 학년  | 1학년    |
| 과목명  | 과학  | 영역  | 기체의 성질 |
| 성취기준   | 성취기준별 성취수준  |   |        |
| [9과06-02] 기체의 압력과 부피 관계를 실험 결과로부터 알아내고, 이를 입자 모형으로 해석할 수 있다. | A   | 실험 자료로부터 추론한 기체의 압력과 부피 간 관계를 입자 모형을 이용하여 설명하고, 이에 해당하는 사례를 다양하게 제시하며 과학 지식을 활용한 생활 문제 해결을 즐긴다. |        |
|  | B   | 기체의 압력과 부피 간 관계를 실험 자료로부터 추론하고, 일상생활의 예를 들어 설명하며, 근거에 기반한 설명을 제시하려는 태도를 가진다.                    |        |
|  | C   | 기체의 압력과 부피 관계에 관한 호기심을 가지고 실험 결과를 분석할 수 있으며, 근거에 기반한 설명을 제시하려는 태도를 가진다.                         |        |
|  | D   | 기체의 압력에 따라 부피가 어떻게 변하는지 말할 수 있으며, 관련 탐구에 관심을 가진다.   |        |
|  | E   | 기체의 압력과 부피의 관계를 탐구하는 데 관심을 가진다.   |        |
| 평가 요소  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 실험으로 기체의 압력과 부피의 관계 추론하기</li> <li>• 입자 모형으로 기체의 압력과 부피의 관계 설명하기</li> <li>• 실생활의 사례에서 기체의 압력과 부피의 관계를 이용한 원리 찾기</li> </ul>  |   |        |
| 수행 과제  | 압력에 따른 기체의 부피 변화 탐구하기   |   |        |
| 평가 유형  | 수행평가 논술형  | 배점  | 15     |
| 논술형 평가 제작 의도 (출제 의도)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 본 문항은 수행평가 논술형으로 제작하였기에 A~E 수준의 학생들이 모두 수행평가에 응시하여 자신의 성취수준을 드러낼 수 있도록 주어진 실험 자료로부터 기체의 압력과 부피 관계를 분석하고 이를 토대로 일상생활에서의 예를 설명하도록 설계하였다.</li> <li>• 프로젝트 수업과 연계하여 1, 2차시에는 모듈별로 기체의 성질에 대해 탐구실험을 설계하고 실험 결과를 바탕으로 입자 모형으로 설명하는 과정을 통해 기체의 압력과 부피 관계를 이해하고, 3, 4차시에는 실험 결과를 토대로 일상생활에서 기체의 성질을 활용하는 사례를 찾아 모듈별로 발표하도록 하였다. 5차시는 수행평가로, 실험을 통해 기체의 압력과 부피의 관계를 측정하여 기체의 압력과 부피 관계를 입자 모형으로 설명하고, 기체의 성질이 생활에 이용되는 방안에 대해 자신의 의견을 제안할 수 있도록 구성하였다.</li> <li>• 압력계에 나타난 압력과 주사기에 표시된 부피를 정확히 측정함으로써 탐구 기능을 습득하고 탐구 결과에 대한 해석을 통해 과학적 탐구 역량을 함양한다.</li> <li>• 실생활에서의 문제 해결 과정을 통해 과학적 문제 해결 능력과 과학적 의사소통 능력 함양을 돕는다.</li> </ul> |   |        |

## 2 수업 계획 및 흐름도

|              | 1차시   | 2차시                                    | 3차시                                     | 4차시  | 5차시   |
|--------------|---|--|---|--|---|
| 수업 흐름도       | 모둠별로 기체의 압력에 따른 부피 변화에 관한 탐구질문을 선정하고, 탐구실험 설계하기 | 탐구질문에 따른 실험을 수행하고, 실험 결과를 입자 모형으로 설명하기 | 실험 결과를 토대로 우리 생활에 기체의 성질을 이용한 사례 찾기     | 모둠별로 탐구실험 부스를 운영하여 탐구질문에 대한 배움 나누기                   | 실험으로 기체의 압력과 부피의 관계를 측정하고, 기체의 압력과 부피 관계를 실생활에 적용하기 |
| 평가 방법        | 토의·토론<br>실험·실습                                  | 실험·실습                                  | 토의·토론                                   | 구술·발표<br>동료평가  | 논술형 평가  |
| 수업-평가 연계 주안점 | 학생 주도적으로 실험을 설계하고 탐구해 나갈 수 있도록 진행하기             | 입자 모형을 이용하여 실험 결과를 탐구할 수 있도록 안내하기      | 과학적 지식이 어떻게 유용하게 활용되는지에 대해 인식하고 토의·토론하기 | 프로젝트 활동에서 체험한 기체의 압력과 부피의 관계 실험 및 사례를 통해 기체의 성질 추론하기 | 기체의 성질이 생활에 이용되는 방안에 대해 자신의 의견을 제안할 수 있도록 강조하기      |

## 3 평가 문항

### 문항 정보

| 문항 | 교과 역량                     | 성취기준   | 평가 요소   |
|----|---------------------------|--|---|
| 1  | 과학적 탐구 역량,<br>과학적 문제해결 능력 | [9과06-02] 기체의 압력과 부피 관계를 실험 결과로부터 알아내고, 이를 입자 모형으로 해석할 수 있다. | <ul style="list-style-type: none"> <li>실험으로 기체의 압력과 부피의 관계 추론하기</li> </ul>            |
| 2  |                           |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>입자 모형으로 기체의 압력과 부피의 관계 설명하기</li> </ul>         |
| 3  |                           |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>실생활의 사례에서 기체의 압력과 부피의 관계를 이용한 원리 찾기</li> </ul> |

1 다음은 기체의 압력과 부피의 관계를 알아보는 실험과정이다. 물음에 답하시오. [총 15점]

- (1) 주사기 속 공기의 부피가 60mL가 되도록 피스톤의 눈금을 맞춘다.
- (2) 연결관을 이용하여 주사기를 압력계에 연결한다.
- (3) 주사기의 눈금과 압력계의 눈금을 읽어 압력과 주사기 속 공기의 부피를 각각 측정하여 표에 기록한다.

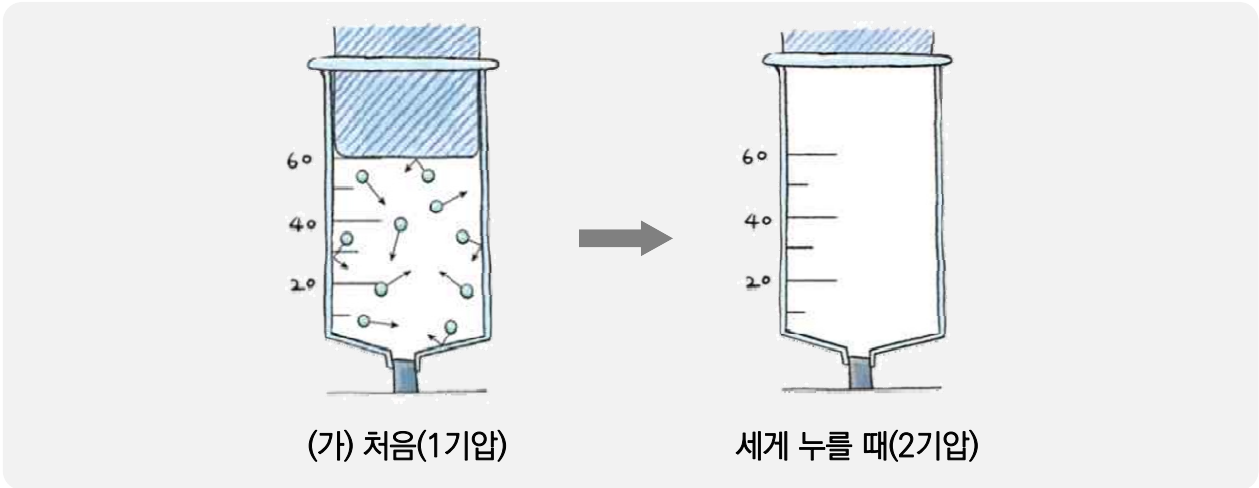


[출처 : 비상 과학1 교과서 p142]

1. 실험 결과를 적고, 이를 토대로 기체의 압력과 부피 사이의 관계를 설명하시오. [5점]

|             |     |     |     |
|-------------|-----|-----|-----|
| 압력(기압)      | 1.0 | 1.5 | 2.0 |
| 주사기의 부피(mL) | 60  |     |     |

2. 그림 (가)는 주사기의 피스톤을 누르기 전 주사기에 들어 있는 공기 입자를 입자 모형으로 나타낸 것이다. 위 실험 결과를 토대로 피스톤을 2기압까지 세게 누를 때 주사기에 들어 있는 공기의 부피를 표시하고, 주사기에 들어 있는 공기를 입자 모형으로 나타내시오. (단, 화살표의 길이는 입자 운동의 빠르기를 의미함. 화살표가 주사기 벽이나 피스톤 벽에 충돌하면 꺾여 그곳에서 입자의 운동 방향이 달라짐) [5점]



3. 압력에 따라 기체의 부피가 변하는 현상을 이용하여 실생활에서 볼 수 있는 문제를 해결하거나 우리 생활에 이용하기도 한다. 위 실험 결과를 참고하여 다음 사례의 밑줄 친 부분에서 공통으로 알 수 있는 원리를 <조건>에 맞게 설명하시오. [5점]

- 에어백은 자동차 사고를 당했을 때 우리의 생명을 구할 수 있는 훌륭한 발명품이다. 에어백은 자동차 핸들이나 대시보드, 문 등에 설치되어 있다. 자동차가 충돌하면 센서가 이를 감지하고 에어백을 터뜨린다. 공기로 채워진 베개처럼 생긴 에어백은 탑승자에게 전해지는 충격을 줄여 준다.
- 공기주머니가 들어 있는 운동화는 운동화를 신고 뛰거나 점프할 때 발바닥에 가해지는 충격을 줄여줘 발을 보호해준다. 신발 밑창에 여러 개의 공기주머니가 들어있는 운동화가 개발되기도 했다.

〈조건〉

- 기체의 압력과 부피 관계와 관련지어 구체적으로 제시할 것
- 아래 주어진 용어를 모두 사용하여 설명할 것

- 압력
- 부피
- 입자 사이의 거리
- 충돌



채점기준표

| 문항 | 평가 요소                               | 척도/<br>배점 | 수행 수준(채점기준)   |
|----|-------------------------------------|-----------|---|
| 1  | 실험으로 기체의 압력과 부피의 관계 추론하기            | 3         | 압력에 따른 기체의 부피 관계에 적합한 값을 모두 정확하게 측정하여 기록한 경우                            |
|    |                                     | 2         | 압력에 따른 기체의 부피를 약간의 오류를 포함하여 측정하여 기록한 경우                                 |
|    |                                     | 1         | 압력에 따른 기체의 부피를 모두 정확하게 측정하여 기록하지 않은 경우                                  |
|    |                                     | 2         | 기체의 압력과 부피의 관계를 정확하게 설명한 경우   |
|    |                                     | 1         | 기체의 압력과 부피의 관계를 정확하게 설명하지 않은 경우   |
| 2  | 입자 모형으로 기체의 압력과 부피의 관계 설명하기         | 5         | 기체의 부피를 정확하게 표시하고, 입자의 개수, 입자의 크기, 화살표의 길이를 모두 정확하게 표현한 경우              |
|    |                                     | 4         | 기체의 부피를 정확하게 표시하되, 입자의 개수, 입자의 크기, 화살표의 길이를 약간의 오류를 포함하여 표현한 경우         |
|    |                                     | 3         | 기체의 부피를 약간의 오류를 포함하여 표시하되, 입자의 개수, 입자의 크기, 화살표의 길이를 모두 정확하게 표현한 경우      |
|    |                                     | 2         | 기체의 부피를 약간의 오류를 포함하여 표시하고, 입자의 개수, 입자의 크기, 화살표의 길이를 약간의 오류를 포함하여 표현한 경우 |
|    |                                     | 1         | 기체의 부피를 정확하게 표시하지 못하고, 입자의 개수, 입자의 크기, 화살표의 길이를 모두 정확하게 표현하지 않은 경우      |
| 3  | 실생활의 사례에서 기체의 압력과 부피의 관계를 이용한 원리 찾기 | 2         | 기체의 압력과 부피 관계와 관련지어 원리를 정확하게 서술한 경우                                     |
|    |                                     | 1         | 기체의 압력과 부피 관계와 관련 없이 서술하거나 원리를 정확하게 서술하지 않은 경우                          |
|    |                                     | 3         | 제시어를 모두 사용하여 논리적으로 설명한 경우   |
|    |                                     | 2         | 제시어를 모두 사용하되 약간의 오류를 포함하여 설명하거나, 제시어를 미흡하게 사용하되 논리적으로 설명한 경우            |
|    |                                     | 1         | 제시어를 미흡하게 사용하여 논리적으로 설명하지 않은 경우   |



### 채점 시 유의점

- 실험 시 측정 과정에서 발생하는 오차 범위를 허용하고, 기체의 부피를 그림으로 표현할 때도 실험 결과를 토대로 한 경우 정답으로 인정해야 함.
- 입자의 개수, 입자의 크기, 화살표의 길이 이외에 학생의 개인적 수준 차이에 의해서 표현되는 다양한 입자 모형에 대해서는 타당성을 검증해야 함.
- 조건으로 주어진 단어를 활용하여 논리적이며 타당한 답변을 제시하는지 확인해야 함.



### 예시답안

| 문항  | 예시답안  |     |     |     |
|---|---|-----|-----|-----|
| 1   | 압력(기압)  | 1.0 | 1.5 | 2.0 |
|   | 부피(mL)  | 60  | 40  | 30  |
| 기체의 압력이 커지면 부피가 작아지고, 기체의 압력이 작아지면 부피가 커진다. |   |     |     |     |
| 2   |   |     |     |     |
| 3   | <p>기체에 작용하는 압력을 높이면 기체 입자 사이의 거리가 가까워지고, 기체 입자들이 용기 벽에 충돌하는 횟수가 많아짐으로써 생기는 기체의 압력이 외부에서 작용하는 압력과 같아질 때까지 기체의 부피가 줄어든다. 자동차 에어백은 압력에 따라 부피가 변하면서 탑승자에게 전해지는 충격을 줄여 준다. 또한 공기주머니가 들어있는 운동화는 발바닥에 가해지는 힘이 운동화 밑창에 들어 있는 공기주머니에 작용하면 이 힘에 의한 압력 때문에 공기주머니의 부피가 줄어들면서 발바닥에 전해지는 충격을 줄여 준다.</p> |     |     |     |



### 피드백 시 유의점

- 실험 결과를 정확하게 측정하고 기체의 압력과 부피의 관계를 바르게 설명하도록 피드백한다.
- 학생들이 나타낸 입자 모형에서 입자의 크기, 개수, 분포, 화살표의 길이 등으로 학생들이 가진 오개념을 확인하여 피드백한다.
- 해당 학생의 수준보다 높은 수준으로 응답한 결과를 확인하여 그와 함께 피드백한다.

### 1 평가 개요

| 학교급  | 고등학교   | 학년  | 2학년                 |
|--|--|---|---------------------|
| 과목명  | 화학   | 영역  | 화학 평형<br>역동적인 화학 반응 |
| 성취기준   |  | 성취기준별 성취수준  |                     |
| [12화학 03-04] 농도, 압력, 온도 변화에 따른 화학 평형의 이동을 이해하고, 이를 일상생활 속 현상을 설명하는데 적용하여 화학의 유용함을 느낄 수 있다. | A  | 농도, 압력, 온도 변화에 따른 화학 평형의 이동 원리를 르샤틀리에 원리로 설명할 수 있고, 생명 현상에서 일어나는 화학 평형의 이동이 적용된 사례에서 변화에 따라 우세하게 진행되는 화학 반응의 방향을 추론하여 현상을 설명할 수 있다. |                     |
|  | B  | 농도, 압력, 온도 변화에 따른 화학 평형의 이동 원리를 르샤틀리에 원리로 설명할 수 있고, 생명 현상에서 일어나는 화학 평형의 이동이 적용된 사례에서 르샤틀리에 원리를 이용하여 현상을 설명할 수 있다.                   |                     |
|  | C  | 농도, 압력, 온도 변화에 따른 화학 평형의 이동 원리를 이해하고, 생명 현상에서 일어나는 화학 평형이 농도, 압력, 온도 변화에 따라 이동될 수 있음을 말할 수 있다.                                      |                     |
|  | D  | 농도, 압력, 온도 변화에 따라 화학 평형의 이동이 일어날 수 있는 실생활의 예시를 말할 수 있다.   |                     |
|  | E  | 농도, 압력, 온도 변화에 따른 화학 평형의 의미를 말할 수 있다.   |                     |
| [12화학 04-01] 물의 자동 이온화와 물의 이온화 상수를 이해하고, 수소 이온의 농도를 pH로 표현할 수 있다.                          | A  | 물의 자동 이온화 반응식을 통해 물의 자동 이온화와 물의 이온화 상수를 설명하고, 물의 이온화 상수를 이용하여 다양한 용액의 수소 이온 농도를 pH로 계산하여 나타낼 수 있다.                                  |                     |
|  | B  | 물의 자동 이온화 반응식을 통해 물의 자동 이온화와 물의 이온화 상수를 설명하고, 다양한 용액의 수소 이온 농도를 pH로 계산하여 나타낼 수 있다.  |                     |
|  | C  | 물의 자동 이온화와 pH의 정의를 이해하고, 수소 이온의 농도를 pH로 표현할 수 있다.   |                     |
|  | D  | pH의 정의를 이해하고, 수용액의 액성을 pH로 설명할 수 있다.  |                     |
|  | E  | 수용액의 액성을 pH로 구분할 수 있다.  |                     |
| 최소 능력의 수행 특성   | <ul style="list-style-type: none"> <li>화학 평형이 이동할 수 있음을 말할 수 있다.</li> <li>수용액의 액성에 따라 pH가 다름을 말할 수 있다.</li> </ul>  |   |                     |
| 평가 요소  | <ul style="list-style-type: none"> <li>과호흡 시 체내 이산화 탄소의 농도 변화 설명하기</li> <li>화학 평형 이동에 따른 하이드로늄 이온의 농도 변화 설명하기</li> <li>혈액의 pH 변화 설명하기</li> <li>응급처치 시 체내 이산화 탄소의 농도 변화 설명하기</li> <li>과호흡과 응급처치 시 화학 평형 이동 방향 비교하기</li> </ul> |   |                     |

|                      |   |    |    |
|----------------------|---|----|----|
| 수행 과제                | 생명 현상에서 일어나는 화학 평형 이동   |    |    |
| 평가 유형                | 수행평가 논술형  | 배점 | 15 |
| 논술형 평가 제작 의도 (출제 의도) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• [12화학 03-04] 성취 기준은 르샤틀리에 원리를 이해하고 이를 실생활에 적용하여 화학 평형의 이동을 설명함으로써 화학의 유용성을 느낄 수 있도록 하는 것이고, [12화학04-01] 성취 기준은 물의 자동 이온화와 이온화 상수를 이해하여 수소 이온의 농도를 pH로 표현하고 이를 바탕으로 pH를 이용하여 용액의 액성을 판단할 수 있도록 하는 것이다.</li> <li>• 본 문항은 성취수준 B를 고려하여 출제한 것으로, B 수준의 학생들은 생명 현상에서 일어나는 화학 평형이 주변 환경의 변화가 일어났을 때 르샤틀리에 원리를 이용하여 일상생활 속 현상을 설명하는데 적용함으로써 화학의 유용성을 느낄 수 있도록 문항을 출제하였다.</li> </ul> |    |    |

※ 성취기준별 성취수준은 2022 개정 교육과정의 고등학교 화학교과 성취수준 개발 전으로, 성취 수준 진술원칙에 입각해 자체적으로 작성한 것임

## 2 수업 계획 및 흐름도

|              | 1차시                               | 2차시  | 3차시                              | 4차시                        |
|--------------|-----------------------------------|--|----------------------------------|----------------------------|
| 수업 흐름도       | 농도, 압력, 온도 변화에 따른 화학 평형의 이동 설명하기  | 물의 자동 이온화와 물의 이온화 상수 이해하기                      | 수소 이온의 농도를 pH로 표현하기              |                            |
| 평가 방법        | 형성 평가                             | 형성 평가  | 형성 평가                            | 수행 평가 (논술형 평가)             |
| 수업-평가 연계 주안점 | 실생활 예시를 바탕으로 화학 평형의 이동을 판단하고 적용하기 | 여러 가지 용액에서 용액의 $[H_3O^+]$ 과 $[OH^-]$ 계산하여 적용하기 | 여러 가지 용액에서 용액의 pH와 pOH 계산하여 적용하기 | 생명 현상에서 일어나는 화학 평형 이동 설명하기 |

## 3 평가 문항

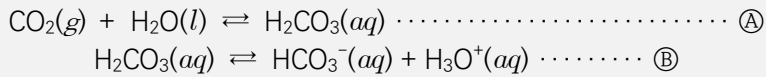
### 🔍 문항 정보

| 문항  | 교과 역량            | 성취기준   | 평가 요소  |
|-----|------------------|--|--|
| 1-1 | 과학적 탐구와 문제 해결 능력 | [12화학 03-04] 농도, 압력, 온도 변화에 따른 화학 평형의 이동을 이해하고, 이를 일상생활 속 현상을 설명하는데 적용하여 화학의 유용함을 느낄 수 있다. [12화학 04-01] 물의 자동 이온화와 물의 이온화 상수를 이해하고, 수소 이온의 농도를 pH로 표현할 수 있다. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 과호흡 시 체내 이산화 탄소의 농도 변화 설명하기</li> <li>• 화학 평형 이동에 따른 하이드로늄 이온의 농도 변화 설명하기</li> <li>• 혈액의 pH 변화 설명하기</li> </ul> |
| 1-2 | 과학적 의사결정 능력      | [12화학 03-04] 농도, 압력, 온도 변화에 따른 화학 평형의 이동을 이해하고, 이를 일상생활 속 현상을 설명하는데 적용하여 화학의 유용함을 느낄 수 있다. [12화학 04-01] 물의 자동 이온화와 물의 이온화 상수를 이해하고, 수소 이온의 농도를 pH로 표현할 수 있다. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 응급처치 시 체내 이산화 탄소의 농도 변화 설명하기</li> <li>• 과호흡과 응급처치 시 화학 평형 이동 방향 비교하기</li> </ul>                               |

1 다음 (가)~(다)는 호흡과 혈액의 pH와 관련된 자료를 나타낸 것이다. 물음에 답하시오. [총 15점]

(가) 사람을 비롯한 생명체는 주변 환경에 대응하여 내부 상태를 일정하게 유지하려는 항상성을 가지고 있다. 이러한 항상성의 대표적인 예시 중 하나는 혈액의 pH 조절이며, 사람 혈액의 pH는 약 7.4 정도로 항상 유지가 된다. pH는 수소 이온 농도 지수로  $pH = -\log[H_3O^+]$ 로 정의된다. 과호흡은 한 번 호흡했을 때 드나드는 공기의 양인 일회호흡량이나 호흡수가 증가하는 현상을 말한다. 과호흡이 일어나게 되면 혈액의 pH가 7.45 이상으로 올라가게 되는 알칼리 혈증이 나타나게 된다. 알칼리 혈증이 일어나면 호흡이 빨라지고, 적은 양의 호흡이 매우 힘들게 이루어지며, 어지러움, 시력 장애, 의식 저하, 심하면 실신까지 발생할 수 있다.

(나) 혈액의 pH를 일정하게 유지시키기 위해 생체 내 다양한 기관에서 pH를 조절하는 기능을 수행한다. 특히 폐에서는 세포 내 호흡을 통해 혈액의 pH를 일정하게 유지 시킨다. 이와 관련된 화학 반응식은 다음과 같다.



(다) 호흡 과정에서 들이쉬는 숨을 들숨이라 하고, 내쉬는 숨을 날숨이라고 한다. 호흡 과정에서 들숨과 날숨의 구성 성분 비율은 다음 표와 같다.

(단위: %)

|                          | 들숨   | 날숨 |
|--------------------------|------|----|
| 산소(O <sub>2</sub> )      | 21   | 16 |
| 이산화 탄소(CO <sub>2</sub> ) | 0.03 | 4  |
| 질소(N <sub>2</sub> )      | 78   | 78 |
| 기타                       | 0.97 | 2  |

〈표 - 들숨과 날숨의 구성 성분 비율〉

1-1. 과호흡이 일어났을 때 생체 내에서 알칼리 혈증이 나타나는 이유를 〈조건〉에 따라 서술하시오. (단, 들숨과 날숨의 일회호흡량은 동일하다.) [10점]

〈조건〉

- (다)의 자료를 이용하여 과호흡 시 체내 이산화 탄소(CO<sub>2</sub>) 농도가 어떻게 변화하는지 설명할 것
- 과호흡 증상이 일어났을 때 체내 이산화 탄소(CO<sub>2</sub>)의 농도 변화에 따라 (나)의 화학 반응식 A와 B에서 화학 평형의 이동에 의해 수소 이온(H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>)의 농도가 어떻게 변화하는지 설명할 것
- pH와 수소 이온(H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>)의 관계를 이용하여 과호흡 증상이 일어났을 때 알칼리 혈증이 나타나는 이유를 설명할 것

1-2. 과호흡이 일어났을 때 응급처치로 비닐 봉투를 코와 입 주변에 씌워 환자가 자신의 숨으로 호흡하도록 한다. 이러한 응급처치가 과호흡 증상에 효과적인지 〈조건〉에 맞게 판단하시오. (단, 들숨과 날숨의 일회호흡량은 동일하다.) [5점]

〈조건〉

- (다)의 자료를 근거로 비닐 봉투를 사용하여 날숨을 다시 흡입할 때, 체내 이산화 탄소(CO<sub>2</sub>) 농도가 어떻게 변화하는지 설명할 것
- 과호흡 증상이 일어났을 때와 응급처치를 할 때 (나)의 화학 반응식 A와 B에서 화학 평형의 이동 방향을 비교하여 응급처치 시 혈액의 pH 변화를 설명할 것



### 채점기준표

| 문항  | 평가 요소  | 최도/배점                 | 수행 수준(채점기준)   |
|-----|--|-----------------------|---|
| 1-1 | 과호흡 시 체내 이산화 탄소(CO <sub>2</sub> )의 농도 변화 설명하기                  | 3                     | 과호흡 증상이 일어났을 때 체내 이산화 탄소(CO <sub>2</sub> )의 농도 변화를 (다)의 자료를 활용하여 옳게 설명한 경우  |
|     |  | 2                     | 과호흡 증상이 일어났을 때 체내 이산화 탄소(CO <sub>2</sub> )의 농도 변화만을 설명한 경우  |
|     |  | 1                     | 과호흡 증상이 일어났을 때 체내 이산화 탄소(CO <sub>2</sub> )의 농도 변화를 설명하지 못한 경우   |
|     | 화학 평형의 이동에 따른 수소이온(H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> )의 농도 변화 설명하기 | 5                     | 이산화 탄소(CO <sub>2</sub> )의 농도 변화에 따른 (나)의 화학 반응식 ㉠과 ㉡에서의 화학 평형 이동을 옳게 설명하고, 수소이온(H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> )의 농도 변화를 옳게 설명한 경우   |
|     |  | 4                     | 이산화 탄소(CO <sub>2</sub> )의 농도 변화에 따른 (나)의 화학 반응식 ㉠과 ㉡에서의 화학 평형 이동에 대한 설명이 미흡하나 수소이온(H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> )의 농도 변화를 옳게 설명한 경우 또는 이산화 탄소(CO <sub>2</sub> )의 농도 변화에 따른 (나)의 화학 반응식 ㉠과 ㉡에서의 화학 평형 이동은 옳게 설명하였으나, 수소이온(H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> )의 농도 변화에 대한 설명이 미흡한 경우 |
|     |  | 3                     | 단순히 화학 평형 이동만을 언급하며 수소이온(H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> )의 농도 변화를 설명한 경우   |
|     |  | 2                     | 수소이온(H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> )의 농도 변화만을 옳게 설명한 경우   |
|     |  | 1                     | 화학 평형의 이동에 따른 수소이온(H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> )의 농도 변화를 설명하지 못한 경우   |
|     |  | 0                     | 화학 평형의 이동에 따른 수소이온(H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> )의 농도 변화를 설명하지 못한 경우   |
|     | 혈액의 pH 변화 설명하기   | 2                     | pH와 수소이온(H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> )의 농도의 관계식을 이용하여 수소이온(H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> )의 농도 변화에 따른 혈액의 pH 변화를 옳게 설명한 경우  |
| 1   |  | 혈액의 pH 변화만을 옳게 설명한 경우 |   |
| 0   |  | 혈액의 pH 변화를 설명하지 못한 경우 |   |
| 1-2 | 응급처치 시 체내 이산화 탄소(CO <sub>2</sub> )의 농도 변화 설명하기                 | 2                     | 응급처치 시 체내 이산화 탄소(CO <sub>2</sub> )의 농도 변화를 (다)의 자료를 활용하여 옳게 설명한 경우  |
|     |  | 1                     | 응급처치 시 체내 이산화 탄소(CO <sub>2</sub> )의 농도 변화만을 옳게 설명한 경우   |
|     |  | 0                     | 응급처치 시 체내 이산화 탄소(CO <sub>2</sub> )의 농도 변화를 설명하지 못한 경우   |
|     | 과호흡과 응급처치 시 화학 평형 이동 방향 비교하기                                   | 3                     | 과호흡과 응급처치 시 (나)의 화학 반응식 ㉠과 ㉡에서 화학 평형의 이동 방향을 정확히 비교하고, 이를 토대로 응급처치에 따른 혈액 pH 변화를 옳게 설명한 경우  |
|     |  | 2                     | 과호흡과 응급처치 시 (나)의 화학 반응식 ㉠과 ㉡에서 화학 평형의 이동 방향을 정확히 비교하였으나, 응급처치에 따른 혈액 pH 변화에 대한 설명이 미흡한 경우 또는 과호흡과 응급처치 시 (나)의 화학 반응식 ㉠과 ㉡에서 화학 평형의 이동 방향에 대한 비교가 미흡하나, 응급처치에 따른 혈액 pH 변화를 옳게 설명한 경우   |
|     |  | 1                     | 과호흡과 응급처치 시 (나)의 화학 반응식 ㉠과 ㉡에서 화학 평형의 이동 방향을 비교하지 못한 경우   |



### 채점 시 유의점

- 하위 수준으로 갈수록 탐색의 적극성, 구체적 표현 및 체계적 분석, 근거의 풍부성과 타당성의 수준이 낮아지는 것을 고려해야 함.
- E 수준의 경우에는 단편적인 사실을 제시하는 수준 또는 무응답으로 이루어질 것으로 예상함.
- A 수준과 B수준을 명확하게 구분하기 위해 과학적 논리성과 근거의 타당성을 명확하게 평가해야 함.



## 예시답안

| 문항  | 예시답안   |
|-----|--|
| 1-1 | <p>과호흡이 일어나게 되면 알칼리 혈증 증상이 나타나게 되며 그 이유는 다음과 같다.<br/> (다)에서 들숨보다 날숨의 이산화 탄소(<math>\text{CO}_2</math>)의 농도가 더 높은 것을 볼 수 있다. 따라서 과호흡 증상이 일어나게 되면 체내 이산화 탄소(<math>\text{CO}_2</math>)의 농도가 급격하게 낮아지게 된다.<br/> 이렇게 되면 르샤틀리에 원리에 의해 (나)의 화학 반응식 ㉠에서 반응물인 이산화 탄소(<math>\text{CO}_2</math>)의 농도가 감소하므로 역반응이 우세하게 일어나게 된다. 그러면 생성물인 탄산(<math>\text{H}_2\text{CO}_3</math>)의 농도가 감소하게 되는데, (나)의 화학 반응식 ㉡에서도 마찬가지로 역반응이 우세하게 일어나게 되어 생성물인 수소이온(<math>\text{H}_3\text{O}^+</math>)의 농도가 감소하게 된다.<br/> <math>\text{pH}</math>는 <math>-\log[\text{H}_3\text{O}^+]</math>로 정의되므로 수소이온(<math>\text{H}_3\text{O}^+</math>)의 농도가 감소하면 <math>\text{pH}</math>는 증가한다. 따라서 과호흡 증상이 일어나게 되면 체내 수소이온(<math>\text{H}_3\text{O}^+</math>)의 농도가 감소하므로 혈액의 <math>\text{pH}</math>가 증가하여 알칼리 혈증 증상이 나타나게 된다.</p>  |
| 1-2 | <p>(다)에서 들숨보다 날숨의 이산화 탄소(<math>\text{CO}_2</math>)의 농도가 더 높다는 것을 알 수 있다. 따라서 과호흡 증상이 나타났을 때 비닐봉투를 씌워 환자가 자신의 숨으로 호흡하게 되면 일반적으로 호흡하는 것 보다 이산화 탄소(<math>\text{CO}_2</math>)를 더 많이 흡입하게 된다. 따라서 비닐봉투를 씌워 호흡하게 되면 체내 이산화 탄소(<math>\text{CO}_2</math>)의 농도가 증가한다. 과호흡 증상이 일어날 때 체내 이산화 탄소(<math>\text{CO}_2</math>)의 농도가 감소하여 르샤틀리에 원리에 의해 (나)의 화학 반응식 ㉠과 ㉡에서 이산화 탄소(<math>\text{CO}_2</math>)의 농도가 증가하는 역반응이 우세하게 일어나는 반면, 응급처치를 하면 체내 이산화 탄소(<math>\text{CO}_2</math>)의 농도가 증가하므로 르샤틀리에 원리에 의해 (나)의 화학 반응식 ㉠과 ㉡에서 이산화 탄소(<math>\text{CO}_2</math>)의 농도가 감소하는 정반응이 우세하게 일어난다. 따라서 응급 처치 시 체내 수소이온(<math>\text{H}_3\text{O}^+</math>)의 농도가 증가하여 혈액의 <math>\text{pH}</math>가 감소하게 된다. 그러므로 비닐 봉투를 코와 입주변에 씌워 호흡하는 응급처치를 하게 될 경우 과호흡으로 인해 증가한 혈액의 <math>\text{pH}</math>가 낮아져 정상 <math>\text{pH}</math>로 돌아오게 되기 때문에 응급처치는 과호흡 증상에 효과적이다.</p> |



## 피드백 시 유의점

- 해당 교과목의 성취기준을 확인하고, 내용과 문항의 난이도, 성취수준 부합 정도를 고려한다.
- 해당 학생의 수준보다 높은 수준으로 응답한 결과를 확인하여 그와 함께 피드백한다.
- 평소 수업 시간에 학생을 관찰한 내용을 고려하여 피드백한다.

### 1 평가 개요

| 학교급  | 고등학교  | 학년   | 2학년    |
|--|---|--|--------|
| 과목명  | 화학  | 영역   | 화학의 언어 |
| 성취기준   |   | 성취기준별 성취수준   |        |
| [12화학01-01] 화학이 현대 과학·기술·사회의 발전에 기여한 사례를 조사·발표하며 화학에 흥미와 호기심을 가질 수 있다. | A   | 화학이 현대 과학·기술·사회의 발전에 기여했음을 이해하고, 새로운 사례를 조사하여 발표하는 과정에서 화학의 필요성을 인식하며, 화학에 대한 흥미와 호기심을 갖고 화학의 유용성을 주장하는 글을 쓸 수 있다. |        |
|  | B   | 화학이 현대 과학·기술·사회의 발전에 기여했음을 이해하고, 새로운 사례를 조사하여 발표하는 과정에서 화학에 대한 흥미와 호기심을 갖고 화학의 유용성을 주장하는 글을 쓸 수 있다.                |        |
|  | C   | 화학이 현대 과학·기술·사회의 발전에 기여했음을 이해하고, 새로운 사례를 조사하여 화학에 대한 흥미와 호기심을 갖고 화학의 유용성을 주장하는 글을 쓸 수 있다.                          |        |
|  | D   | 화학이 현대 과학·기술·사회의 발전에 기여했음을 이해하고, 새로운 사례를 조사하여 화학에 대한 흥미와 호기심을 갖는다.   |        |
|  | E   | 화학이 현대 과학·기술·사회의 발전에 기여하는 사례를 조사하여 화학에 대한 흥미와 호기심을 갖는다.  |        |
| 최소 능력의 수행 특성   | <ul style="list-style-type: none"> <li>화학이 현대 과학·기술·사회의 발전에 기여하는 사례가 있음을 안다.</li> </ul>   |  |        |
| 평가 요소  | <ul style="list-style-type: none"> <li>화학이 현대 사회의 문제 해결에 기여한 사례 설명하기</li> <li>현대 사회에 기여한 탄소 화합물 소개하기</li> <li>화학의 유용성을 주장하는 글 작성하기</li> </ul>   |  |        |
| 수행 과제  | <b>화학이 현대 사회에 기여한 사례 탐구 및 화학의 유용성 주장하기</b>  |  |        |
| 평가 유형  | 수행평가 논술형  | 배점   | 15점    |
| 논술형 평가 제작 의도 (출제 의도)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>[12화학01-01] 성취기준은 화학이 현대 과학·기술·사회 발전에 기여한 사례를 조사해보며 화학이 얼마나 유용한 학문인지 인식하고, 흥미와 호기심을 갖도록하며, 조사한 내용을 정리하고 발표하는 과정에서 과학적 탐구 및 의사결정 능력을 기를 수 있도록 하는 것이다.</li> <li>본 문항은 성취수준 C를 고려하여 출제한 것으로, C 수준의 학생들은 화학이 현대 사회에 기여한 사례와 여러 분야의 발전에 기여한 탄소 화합물을 탐구하고, 이를 바탕으로 화학의 유용성을 주장하는 글을 작성하도록 설계하였다.</li> <li>1차시에서는 화학이 현대 사회에서의 문제점을 해결한 사례를 학습하고, 2·3차시에서는 모둠별로 제시된 탄소 화합물이 어느 분야에서 어떤 방법으로 발전에 기여하였는지 조사하고 발표하며, 4차시에서는 1~3차시 내용을 바탕으로 화학의 유용성을 주장하는 글을 작성할 수 있도록 구성하였다.</li> <li>화학이 현대 사회에서의 문제점을 해결한 사례와 여러 분야의 발전에 기여한 탄소 화합물에 대해 탐구하면서 과학적 탐구 및 문제 해결 역량을 함양할 수 있도록 하였으며, 화학에 흥미를 느끼고 학습에 대한 동기를 유발할 수 있도록 하였다.</li> <li>화학의 유용성을 주장하는 글을 작성하며 과학적 의사결정 역량을 함양할 수 있도록 하였다.</li> </ul> |  |        |

※ 성취기준별 성취수준은 2022 개정 교육과정의 고등학교 화학교과 성취수준 개발 전으로, 성취수준 진술원칙에 입각해 자체적으로 작성한 것임

## 2 수업 계획 및 흐름도

|              | 1차시                         | 2차시                               | 3차시                               | 4차시                             |
|--------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| 수업 흐름도       | 화학이 현대 사회 문제 해결에 기여한 사례 학습  | 현대 사회에서 각 분야의 발전에 기여한 탄소 화합물 탐구하기 | 현대 사회에서 각 분야의 발전에 기여한 탄소 화합물 탐구하기 | 화학의 유용성을 주장하는 글쓰기               |
| 평가 방법        | 진단평가                        | 진단평가                              | 발표평가                              | 논술형 평가                          |
| 수업-평가 연계 주안점 | 학습한 사례가 어떤 문제점을 해결하였는지 판단하기 | 모둠원이 각각 제시된 탄소 화합물 중 하나를 맡아 탐구하기  | 탐구한 탄소 화합물에 대해 발표하기               | 제시된 조건에 따라 화학의 유용성을 주장하는 글 작성하기 |

## 3 평가 문항

### 문항 정보

| 문항 | 교과 역량                | 성취기준   | 평가 요소   |
|----|----------------------|--|---|
| 1  | 과학적 탐구, 과학적 문제 해결 능력 | [12화학01-01] 화학이 현대 과학·기술·사회의 발전에 기여한 사례를 조사·발표하며 화학에 흥미와 호기심을 가질 수 있다. | <ul style="list-style-type: none"> <li>화학이 현대 사회의 문제 해결에 기여한 사례 설명하기</li> </ul> |
| 2  | 과학적 탐구, 과학적 문제 해결 능력 |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>현대 사회에 기여한 탄소 화합물 소개하기</li> </ul>        |
| 3  | 과학적 의사결정 역량          |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>화학의 유용성을 주장하는 글 작성하기</li> </ul>          |

## 평가 문항

**1 다음 물음에 답하시오. [총 15점]**

**1. 다음을 읽고 <조건>에 따라 하버·보슈법이 우리 생활에 미친 영향을 설명하시오. [3점]**

대기 중 질소는 매우 안정한 물질이기 때문에 암모니아 합성 반응은 실온에서는 잘 일어나지 않고 고온, 고압 조건에서 일어난다. 하버와 보슈는 암모니아 합성에 필요한 최적의 온도와 압력, 촉매 등의 조건을 알아내기 위한 연구 끝에 공기 중의 질소를 수소와 반응시켜 암모니아를 대량 생산하는 공정을 만들었는데, 이를 하버·보슈법 이라고 한다.  
[출처: EBS 수능특강 p4]

**<조건>**

- 하버·보슈법이 인류가 직면한 어떠한 문제점을 해결했는지 제시할 것
- 하버·보슈법으로 대량 생산한 암모니아로 어떤 물질을 개발하여 문제를 해결했는지 제시할 것

2. 다음은 각 분야의 발전에 기여한 몇 가지 탄소 화합물을 나타낸 것이다. 이 중 하나를 선택하고 예시를 참고하여 <조건>을 포함해 소개하는 글을 작성하시오. [6점]

아스피린( $C_9H_8O_4$ ) 에탄올( $C_2H_5OH$ ) 비닐 아세테이트( $C_4H_6O_2$ ) 요소( $CO(NH_2)_2$ ) 그래핀(C)

<예시> 페니실린

페니실린은 항생제로 알렉산더 플레밍이 포도상구균을 기르던 접시에 자란 푸른곰팡이 주변으로 포도상구균이 깨끗이 녹아있는 것을 관찰하면서 발견하게 되었다. (분야)페니실린은 세균(박테리아)으로 발생한 병을 치료하는데 사용하는 약물로 의학 분야의 발전에 기여하였다.

(방법)페니실린은 세균 세포벽 합성 저해 항생제로 인체 세포에 없는 구조인 세균의 세포벽 합성을 저해해 항균 작용을 나타낸다. 세포벽 합성을 저해할 수 있는 이유는 페니실린이 베타락탐 링이라는 구조를 가지고 있어 세포벽 형성에 관여하는 효소를 억제하기 때문이다.

페니실린 발견을 계기로 인체에 해가 없는 안전한 항생제를 발견하기 위한 연구가 꾸준히 진행되었으며, 항생제 덕분에 인간의 수명이 23년 정도 연장됐다고 할 정도로 현대 의학에 여러 가지 기여를 해왔다. 이렇게 우리에게 유용한 탄소 화합물이지만 오·남용 할 경우 부작용이 있을 수 있으니 용법에 맞게 적절하게 활용하는 것이 필요하다.

<조건>

- 선택한 탄소 화합물이 기여한 분야와 기여한 방법을 제시할 것
- 선택한 탄소 화합물이 기여한 분야와 기여한 방법을 연결지어 논리적으로 소개하는 글을 작성할 것

3. 다음 글을 읽고 화학의 유용성을 주장하는 글을 <조건>을 포함하여 작성하시오. [6점]

<○○·○○지역 화학물질 유출, 고액의 복구비 어찌나>

- 위험물 취급장 화재로 하천 수질 오염
- 시·업체·한강유역환경청, 대책 논의
- 천문학적 비용에 원인자 부담 난항
- 8.5km 오염, 남은 유출수 5만t 달해
- 시·의회, 특별재난지역 선포 건의

한 위험물 취급 사업장에서 화재가 발생하면서 소방 용수와 유해화학물질이 인근 하천으로 유입돼 인근 하천 약 8.5km 구간의 수질이 오염됐다.

방제작업에 참여하고 있는 한 공직자는 “피해 규모가 커 장기화될 수 있는 상황”이라며 “유출수 처리 후 토양 오염 문제가 발생할 경우 더 길어질 수 있다”고 했다. 이어 “복구 비용에 대한 부담 문제도 해결책을 찾고 있지만, 현재 결정된 사안(해결방안)은 없는 것으로 안다”고 했다.

합동사고대책본부는 지난 13일부터 오염 지역 상류지역에서 매일 1200t가량의 유출수를 처리, 이날 현재 88395t을 처리했다. 남은 유출수는 5만t(환경부 추산)에 달할 것으로 추정되고 있다.

[출처: 인천일보(<https://www.incheonilbo.com>)]

<조건>

- 위의 1, 2번에 작성한 내용을 모두 근거로 제시하여 화학의 유용성을 효과적으로 주장하는 글을 작성할 것
- 제시된 글을 읽고 화학이 미치는 부정적인 영향을 극복하고 유용성을 높이기 위해 나아가야 할 방향을 제시할 것



## 채점기준표

| 문항 | 평가 요소  | 척도/<br>배점 | 수행 수준(채점기준)   |
|----|--|-----------|---|
| 1  | 화학이 현대 사회의 문제 해결에 기여한 사례 설명하기  | 3         | 하버·보슈법의 개발이 인류가 직면한 어떤 문제점을 해결하였는지 정확하게 제시하고, 대량 생산한 암모니아를 문제 해결에 어떻게 활용하였는지 구체적으로 제시한 경우             |
|    |  | 2         | 하버·보슈법의 개발이 인류가 직면한 어떤 문제점을 해결하였는지 정확하게 제시하고, 대량 생산한 암모니아를 문제 해결에 어떻게 활용하였는지 간략하게 제시한 경우              |
|    |  | 1         | 하버·보슈법의 개발이 인류가 직면한 어떤 문제점을 해결하였는지 제시하였으나, 대량 생산한 암모니아를 문제 해결에 어떻게 활용하였는지 제시하지 못한 경우                  |
| 2  | 현대 사회에 기여한 탄소 화합물 소개하기   | 6         | 선택한 탄소 화합물이 기여한 분야와 방법을 구체적으로 제시하고, 이를 논리적으로 연결하여 소개하는 글을 작성한 경우                                      |
|    |  | 5         | 선택한 탄소 화합물이 기여한 분야와 방법을 구체적으로 제시하고, 이를 연결하여 소개하는 글을 작성한 경우  |
|    |  | 4         | 선택한 탄소 화합물이 기여한 분야와 방법을 제시하고, 이를 연결하여 소개하는 글을 작성한 경우  |
|    |  | 3         | 선택한 탄소 화합물이 기여한 분야와 방법을 제시하고, 이를 연결하여 소개하는 글을 작성하였으나 다소 논리성이 부족한 경우                                   |
|    |  | 2         | 선택한 탄소 화합물이 기여한 분야와 방법을 다소 미흡하게 제시하고 연결성 없이 소개하는 글을 작성한 경우  |
| 3  | 화학의 유용성을 주장하는 글 작성하기   | 6         | 자신이 소개한 두 가지 사례를 근거로 제시하여 화학의 유용성을 논리적으로 주장하는 글을 작성하고, 화학이 미치는 부정적 영향을 극복하기 위해 나아가야 할 방향을 명확하게 제시한 경우 |
|    |  | 5         | 자신이 소개한 두 가지 사례를 근거로 제시하여 화학의 유용성을 논리적으로 주장하는 글을 작성하고, 화학이 미치는 부정적 영향을 극복하기 위해 나아가야 할 방향을 간략하게 제시한 경우 |
|    |  | 4         | 자신이 소개한 두 가지 사례를 근거로 제시하여 화학의 유용성을 주장하는 글을 작성하고, 화학이 미치는 부정적 영향을 극복하기 위해 나아가야 할 방향을 간략하게 제시한 경우       |
|    |  | 3         | 자신이 소개한 두 가지 사례를 근거로 제시하여 화학의 유용성을 주장하는 글을 작성하였으나, 화학이 미치는 부정적 영향을 극복하기 위해 나아가야 할 방향을 적절하게 제시하지 못한 경우 |
|    |  |           | 화학이 미치는 부정적 영향을 극복하기 위해 나아가야 할 방향을 제시하였으나, 자신이 소개한 두 가지 사례를 근거로 제시해 화학의 유용성을 주장하는 글을 적절하게 작성하지 못한 경우  |
| 2  | 자신이 소개한 두 가지 사례를 근거로 제시하여 화학의 유용성을 주장하는 글을 적절하게 작성하지 못하고, 화학이 미치는 부정적 영향을 극복하기 위해 나아가야 할 방향을 적절하게 제시하지 못한 경우 |           |   |



## 채점 시 유의점

- 문항 2의 경우 수업 시간에 모둠활동에서 탐구한 내용을 바탕으로 평가해야 함.
- 화학의 유용성을 문항 1, 2의 내용을 근거로 주장하였는지 확인함.
- 조건에 해당하는 부분을 제시 혹은 설명할 때 구체적으로 하였는지, 간략하게 하였는지 구별하여 평가해야 함.



| 문항 | 예시답안   |
|----|--|
| 1  | <p>19세기 인구 증가로 인해 식량 부족 현상이 일어났지만, 천연 비료만으로는 식량 부족 현상을 해결할 수 없었다. 하지만 허버와 보슈의 연구로 암모니아를 대량으로 생산하게 되었고, 암모니아를 질산, 이산화 탄소 등과 반응시켜 질소비료를 대량 생산할 수 있게 되었다. 이를 통해 인류는 식량 부족 문제를 해결할 수 있었다.</p>  |
| 2  | <p>아스피린(<math>C_9H_8O_4</math>)은 고대 버드나무 껍질 추출물에서 시작되었으며, 화학자 펠릭스 호프만이 아세틸살리실산을 합성하면서 탄생하였다. 아스피린은 <u>소염진통제 중 하나로 진통, 해열, 소염 작용이 있어 약물로 사용된다.</u> 아스피린은 <u>COX 효소의 활성 부위를 아세틸화하여 통증, 염증, 발열의 원인이 되는 물질인 프로스타글란딘이란 물질의 합성을 막는다.</u> 따라서 프로스타글란딘이 감소하며 통증, 염증, 발열을 완화하게 되는 효과를 나타내어 진통제로 활용할 수 있다.</p> <p>아스피린은 제 1차 세계대전 시기 통증과 열을 줄이는 주요 약물로 사용되는 등 인류 역사상 가장 널리 사용된 약물 중 하나로 자리 잡았으며 현재도 진통제, 해열제, 항응고제 등으로 폭넓게 사용되고 있는, 의료 분야의 발전에 기여한 탄소 화합물이다.</p> <p>에탄올(<math>C_2H_5OH</math>)은 인류가 발효를 이해하기 시작하면서 자연스럽게 발견되었으며, 에틸렌의 수화 반응이나 아세트알데하이드의 환원으로 합성할 수 있다. 에탄올은 <u>청정하고 재생 가능한 에너지원으로 주목받고 있어 휘발유에 혼합한 에탄올 혼합 연료로 사용하거나, 순수 에탄올 연료, 에탄올 기반 바이오 디젤 등의 연료로 사용된다.</u></p> <p>에탄올의 연료로서의 특성은 청정 연료로 <u>연소 시 이산화 탄소와 물을 방출하지만 황산화물 같은 유해 물질은 거의 방출하지 않으며, 옥탄가가 높아 고성능 엔진 연료로 적합하고 산소를 함유하고 있어 연소 효율을 높이고 불완전 연소를 줄여주는 특성을 갖고 있어 연료로 활용하기에 유용하다.</u></p> <p>에탄올이 갖는 이러한 특성들로 인해 온실가스 배출 저감과 화석연료 의존도를 줄이는데 중요한 역할을 할 수 있는, 에너지 분야 발전에 기여한 탄소 화합물이다.</p> <p>비닐아세테이트(<math>C_4H_6O_2</math>)는 독일 화학자 프리트 클라트가 에틸렌과 아세트산을 반응시키는 방법을 통해 처음 합성하였다. 비닐 아세테이트는 <u>폴리비닐 아세테이트, 폴리비닐 알코올, 에틸렌-비닐 아세테이트 등 다양한 화합물을 제조하는데 사용되어 화학 산업의 기초 연료로 활용된다.</u></p> <p>비닐아세테이트는 <u>쉽게 중합되어 다양한 고분자 물질을 생성할 수 있으며 가소성이 있어 가공이 용이하고, 강한 접착력과 투명성이 있어 다양한 활용 가능성을 가지고 있어, 덕분에 화학, 건축, 제조 및 포장 등 다양한 화학 산업 분야에서 필수적인 원료이다.</u></p> <p>비닐아세테이트는 이런 특성들로 인해 화학 산업의 발전에 기여한 탄소 화합물이라고 할 수 있다.</p> <p>요소(<math>CO(NH_2)_2</math>)는 네덜란드 화학자 헤르만 부르하페르가 소변에서 결정 형태로 분리하면서 처음 발견되었으며, 독일의 화학자 프리드리히 뵐러가 실험을 통해 합성하였다. 요소는 <u>높은 질소 함량을 가지고 있어 농업에서 가장 널리 사용되는 질소 비료 중 하나이다.</u></p> <p>요소는 질소 함량이 46%로 비료 중 가장 높은 질소 함량을 갖고 있으며 <u>물에 잘 녹아 흡수율이 높고, 저장과 운반이 용이하다.</u> 토양에서 우레아제라는 효소의 작용으로 암모니아와 이산화 탄소로 분해가 되고, 암모니아는 암모늄 이온의 형태로 식물에 흡수되어 비료의 역할을 하게 된다.</p> <p>요소 비료는 작물 생산성을 높이는데 매우 중요한 역할을 하기 때문에 농업 발전에 기여한 탄소 화합물이라고 할 수 있다.</p> <p>그래핀(C)은 안드레 가임과 콘스탄틴 노보셀로프가 스킨 테이프 기술을 이용해 흑연 조각에서 단층 그래핀을 분리하는데 성공하며 발견하였다. 그래핀은 <u>디스플레이, 반도체, 컴퓨터 등 전자 산업 분야에서 활용 및 응용된다.</u> 그래핀은 <u>높은 전기 전도성과 투명성, 유연성을 가지며, 높은 전류 밀도와 열 전도성을 가지고 있기 때문에 실리콘 트랜지스터보다 더 작고 빠른 소자를 개발하거나, 메모리 제작, 센서, 플렉시블 디스플레이 등을 개발하는데 활용된다.</u></p> <p>그래핀은 이런 특성들로 기존 실리콘 기반 전자소자의 한계를 극복할 수 있는 잠재력이 있어 전자 산업의 다음 세대를 이끌 핵심 소재이기에 전자 산업 발전에 기여한 탄소 화합물이라고 할 수 있다.</p> |

| 문항 | 예시답안   |
|----|--|
| 3  | <p>화학은 우리 생활 속에서 매우 중요한 부분을 차지하고 있다. 화학이 발전하면서 우리는 더욱 편리한 생활을 할 수 있었다. 여러 화합물을 합성하거나 연구하는 과정을 통해 새로운 소재나 연료 등을 개발하면서 인간은 다양한 분야에서 도움을 받고 있다. 대표적인 사례로 19세기 인구가 증가하며 식량 부족 현상이 나타났으나 Haber·Bosch법이 개발되면서 질소 비료를 대량으로 생산해 식량 부족 문제를 해결할 수 있었다. 뿐만 아니라 인간에게 가장 중요한 영향을 미친 것은 화학 발전에 따른 의료 분야의 발전이라고 할 수 있다. 의료 분야의 발전은 인간이 더 나은 삶을 사는데 매우 중요한 역할을 하였다. 대표적으로 문항 2에서 제시한 아스피린의 경우, 해열·진통제로써 통증으로 고생하는 사람들의 고통을 줄여주고, 해열 작용을 통해 많은 생명을 구하는 등 현재까지도 폭 넓게 사용되며 의료 분야의 발전에 기여하였다. 이렇게 화학 발전을 통해 식량 문제도 해결하고, 더 많은 생명을 구하였기에 화학은 우리에게 매우 유용한 학문이라고 할 수 있다.</p> <p>제시된 지문처럼 화학의 발전은 우리 환경에 부정적 영향을 미치기도 한다. 화학 물질 방류로 인한 수질 오염뿐만 아니라, 이산화 탄소 배출 증가로 인한 온실 효과 문제 등 다양한 환경 오염을 야기하고 있다. 이런 부정적 영향은 화학이 더 발전하면서 해결 해나가야 한다. 최근 각광받고 있는 탄소 포집·활용·저장 기술(CCUS)을 발전시켜 이산화 탄소 배출로 인한 문제를 해결하기 위해 노력해야 하며, 그 외에 환경에 영향을 주는 화학 물질들을 다른 물질과 반응시키거나, 포집하여 제거할 수 있는 기술을 개발하는데 힘써야 한다. 환경 문제를 해결할 수 있는 화학 기술을 발전시킴으로써 화학의 유용성을 더욱 높이고 부정적인 영향을 줄여 나갈 수 있을 것이다.</p> |

 피드백 시 유의점

- Haber·Bosch법을 통해 해결한 문제점 및 방법을 연결 지어 설명하도록 피드백한다.
- 화학의 유용성을 주장할 때, 자신의 주장을 뒷받침할 수 있는 적절한 근거를 제시할 수 있도록 피드백한다.
- 평소 수업 시간에 학생을 관찰한 내용을 고려하여 피드백한다.

### 1 평가 개요

|   |   |  |        |
|---|---|--|--------|
| 학교급   | 고등학교  | 학년   | 2학년    |
| 과목명   | 화학  | 영역   | 화학의 언어 |
| 성취기준  | 성취기준별 성취수준  |  |        |
| [12화학01-03] 여러 가지 반응을 화학 반응식으로 나타내고, 화학 반응에서 물질의 양적 관계를 설명할 수 있다. | A   | 여러 가지 반응을 화학 반응식으로 나타낼 수 있고, 이를 이용해서 화학 반응에서의 양적관계 문제를 해결할 수 있다. |        |
|   | B/C   | 화학 반응을 화학 반응식으로 나타낼 수 있고, 화학 반응식의 계수의 의미를 설명할 수 있다.              |        |
|   | D/E   | 화학 반응식에서 반응물과 생성물을 구분할 수 있고, 계수의 의미를 말할 수 있다.                    |        |
| 최소 능력의 수행 특성  | <ul style="list-style-type: none"> <li>화학 반응식에서 화살표(→)를 기준으로 반응 전과 후를 나타냄을 구분할 수 있다.</li> </ul>   |  |        |
| 평가 요소   | <ul style="list-style-type: none"> <li>물질의 양(mol) 구하기</li> <li>화학 반응식 완성하기</li> <li>화학 반응에서의 양적 관계 설명하기</li> <li>화학 반응에서의 양적 관계 문제 해결하기</li> </ul>  |  |        |
| 수행 과제   | 화학 반응에서의 양적 관계로 실생활 현상 고찰하기   |  |        |
| 평가 유형   | 수행평가 논술형  | 배점   | 30     |
| 논술형 평가 제작 의도 (출제 의도)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>본 문항은 탄산수소 나트륨(<math>\text{NaHCO}_3</math>)의 열분해를 소재로 하여 화학 반응식 및 양적 관계를 정량적으로 살펴본 후 이를 실생활에 적용, 현상을 해석 및 고찰해보는 흐름으로 구성하였다.</li> <li>문항 1은 성취수준 D/E를 고려하여 출제한 것으로, 반응식에서 생성물을 찾고, 반응물과 생성물의 원자 수가 같음을 이해하여 계수를 맞추어 반응식을 완성할 수 있는가를 평가하고자 하였다.</li> <li>문항 2는 성취수준 B/C를 고려하여 출제한 것으로, 분말소화기 속 소화약제로 작용하는 <math>\text{NaHCO}_3</math>의 양이 질량으로 제시된 것을 mol단위로 바꾸어 보고, 온도에 따른 분해반응에서의 양적 관계를 묻는 문항이다.</li> <li>문항 3은 성취수준 A를 고려하여 출제한 것으로, <math>\text{NaHCO}_3</math>의 열분해 반응을 화재 현장에서 소화 현상에 적용, 생성된 이산화 탄소(<math>\text{CO}_2</math>)의 양(mol)을 부피로 환산하는 수행 능력을 확인하고, 실제 상황을 고찰하며 추론할 수 있도록 문항을 구성하였다.</li> </ul> |  |        |

## 2 수업 계획 및 흐름도

|              | 1차시                      | 2차시 | 3차시                                       | 4차시       |
|--------------|--------------------------|-----|---|-----------|
| 수업 흐름도       | 양적관계 학습하기                |     | 양적관계 실험                                   | 양적관계 적용하기 |
| 평가 방법        | 진단 평가                    |     | 수행 평가(실험)                                 | 논술형 평가    |
| 수업-평가 연계 주안점 | 교과서 속 실생활 사례 및 예제들을 탐색하기 |     | 탄산 칼슘과 염산의 반응 실험 후 양적관계 계산하기<br>논술형 평가 안내 |           |

## 3 평가 문항

### 문항 정보

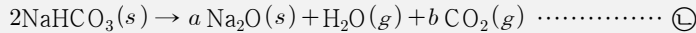
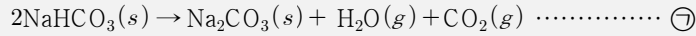
| 문항 | 교과 역량                       | 성취기준  | 평가 요소                                     |
|----|-----------------------------|---|---|
| 1  | 과학적 문제해결 능력,<br>과학적 의사결정 능력 | [12화학01-03] 여러 가지 반응을 화학 반응식으로 나타내고, 화학 반응에서 물질의 양적 관계를 설명할 수 있다. | • 화학 반응식 완성하기                             |
| 2  |                             |   | • 물질의 양(mol) 구하기<br>• 화학 반응에서의 양적 관계 설명하기 |
| 3  |                             |   | • 화학 반응에서의 양적 관계 문제 해결하기                  |

## 평가 문항

• 다음은 화재와 소화에 관한 글이다. [총 30점]

(가) 가연물(탈 물질)과 발화점 이상의 온도, 그리고 산소를 ‘연소의 3요소’라고 한다. 이 중 1가지라도 충족되지 않으면 연소는 지속되지 않으며, 이를 통해 소화(消火), 즉 불을 끌 수 있다. 예를 들어, 소화기는 내부의 소화약제가 열을 흡수하거나, 산소의 공급을 줄여 화재를 진압한다.

대표적인 소화약제인 탄산수소 나트륨( $\text{NaHCO}_3$ )은 고온에서 분해되어 수증기( $\text{H}_2\text{O}$ )와 이산화 탄소( $\text{CO}_2$ )를 생성하는데,  $270^\circ\text{C}$  이상  $850^\circ\text{C}$  미만에서는 화학 반응식 ㉠과 같은 경로로,  $850^\circ\text{C}$  이상에서는 화학 반응식 ㉡과 같은 경로로 반응이 일어난다.



(나) ㉡ 고체  $\text{NaHCO}_3$ 이 소화약제로 들어 있는 분말소화기는 효율적인 분사를 위해 질소( $\text{N}_2$ )가 함께 충전되어 있다. 화재 시에 안전핀을 뽑고 손잡이를 움켜잡으면  $\text{N}_2$  기체와 함께 소화약제가 분사되며, ㉠ 또는 ㉡의 반응이 일어나 이산화 탄소( $\text{CO}_2$ )가 발생한다.



| 종별     | 소화기                                  |
|--------|--------------------------------------|
| 형식     | 분말 3.36kg<br>( $\text{N}_2$ 축압식, 철제) |
| 소화약제중량 | 3.36kg                               |
| 소화약제성분 | $\text{NaHCO}_3$                     |
| 제조년월   | 2024.09.07.                          |

[분말소화기(㉡)의 라벨]

(다) 소화기를 이용해  $\text{CO}_2$ 를 발생시키면, 연소 상황에서의 산소( $\text{O}_2$ )의 농도를 효율적으로 줄일 수 있다. 대기 중의  $\text{O}_2$  농도는 21%인데, 이 농도가 14% 이하로 내려가면 더 이상 연소가 지속되지 않고 소화되어 화재를 진압할 수 있다. 화재가 일어난 공간의 부피가  $V(\text{m}^3)$ 이고, 소화약제의 화학 반응으로 생성된  $\text{CO}_2$ 의 부피가  $Q(\text{m}^3)$ 일 때,  $\text{O}_2$  농도  $C(\%)$ 는 ㉢과 같은 식으로 계산한다.

$$C = 21 \times \left(1 - \frac{Q}{V}\right) \dots\dots\dots \text{㉢}$$

1. ㉠과 ㉡에 관한 물음에 답하시오. (단,  $a$ 와  $b$ 는 반응 계수이다.) [6점]

- 1) ㉠ 반응식에서 생성물을 있는 대로 찾아 화학식으로 쓰시오. [3점]
- 2)  $a$ 와  $b$ 를 구하여 ㉡의 화학 반응식을 완성하시오. [3점]

2. 1에서 완성한 반응식을 바탕으로 물음에 답하시오. [9점]

- 1) ㉡에 들어 있는  $\text{NaHCO}_3$ 의 양(mol)을 구하시오. (단, H, C, O, Na의 원자량은 각각 1, 12, 16, 23이다.) [3점]
- 2) ㉡에 들어 있는  $\text{NaHCO}_3$ 이 ㉠과 같이 반응하여 모두 분해되었을 때, 생성된  $\text{CO}_2$ 의 양(mol)을 구하시오. [3점]
- 3) ㉡에 들어 있는  $\text{NaHCO}_3$ 이 ㉡과 같이 반응하여 모두 분해되었을 때, 생성된  $\text{CO}_2(g)$ 가  $25^\circ\text{C}$ , 1기압에서 차지하는 부피(L)를 구하시오. (단,  $25^\circ\text{C}$ , 1기압에서 기체 1mol의 부피는 24L이다.) [3점]

3. 다음은 화재가 발생한 상황과 화재 현장의 소화 과정에 관한 가정, 온도에 따른 기체의 부피 자료이다. 물음에 답하시오. [15점]

| 화재상황   | 가정   |
|--|--|
| <p>그림과 같은 직육면체 공간의 직사각형 밑면 전체에 화재가 일어났고, 해당 밑면 전체를 '화재면적'으로 칭한다.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>소화기 속 소화약제는 <math>\text{NaHCO}_3</math>만 들어 있다.</li> <li><math>\text{NaHCO}_3</math>는 제시문 (가)의 ㉠과 ㉡의 경로 중 하나로만 분해된다.</li> <li>기체의 압력은 1기압으로 일정하게 유지된다.</li> </ul> |

<자료>

- 1기압에서 기체 1mol의 부피(L)는 표와 같으며,  $1\text{m}^3 = 1000\text{L}$ 이다.

|           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| 온도(°C)    | 200  | 250  | 300  | 350  | 400  | 450  | 500  | 550  | 600  | 650  | 700  | 750  | 800  | 850  | 900  | 950   | 1000  |
| 기체의 부피(L) | 38.8 | 42.9 | 47.0 | 51.1 | 55.2 | 59.3 | 63.4 | 67.5 | 71.6 | 75.7 | 79.8 | 83.9 | 88.0 | 92.1 | 96.2 | 100.3 | 104.5 |

1) (다)의 내용과 ㉡ 식을 이용하여, 소화가 일어나기 위해서 필요한 최소한의  $\text{CO}_2$ 의 부피  $Q(\text{m}^3)$ 를 공간의 부피  $V(\text{m}^3)$ 를 이용하여 나타내시오. [3점]

2) 바닥 면적  $3\text{m}^2$ , 높이 2.5m인 직육면체 모양의 공간이 있다. 바닥 전체에서 화재가 발생하여 ㉡의 소화기 속  $\text{NaHCO}_3$ 를 분사, 3.36kg 모두가 열분해되었다. 화재 발생 후 온도가  $400^\circ\text{C}$ 일 때와  $900^\circ\text{C}$ 일 때 각각 화재를 진압할 수 있는지 추론하시오. [6점]

3) 바닥 면적이  $67.5\text{m}^2$ , 높이 2.6m인 직육면체 모양의 교실 바닥 전체에서 화재가 발생하였다. 이를 진압하기 위해 필요한 ㉡의 소화기의 최소 개수를 추론하시오. (단, 화재 발생 후 온도는 임의로 설정하되, <자료>에 제시된 온도값만을 이용한다.) [6점]



## 채점기준표

| 문항   | 평가 요소                  | 척도/배점 | 수행 수준(채점기준)  |
|------|------------------------|-------|--|
| 1-1) | 화학 반응식 완성하기            | 3     | 생성물을 모두 찾아 기록한 경우  |
|      |                        | 2     | 생성물 중 일부가 누락된 경우   |
|      |                        | 1     | 생성물 중 한 가지도 기록하지 못하였거나, 모두 틀린 경우   |
| 1-2) | 화학 반응식 완성하기            | 3     | $a, b$ 값을 모두 바르게 구하여 반응식을 작성한 경우   |
|      |                        | 2     | $a, b$ 값 중 1가지만 바르게 구하여 반응식을 작성한 경우  |
|      |                        | 1     | $a, b$ 값 중 1가지도 바르게 구하지 못하여 반응식을 작성하지 못한 경우  |
| 2-1) | 물질의 양(mol) 나타내기        | 3     | 화학식량 및 물질의 양(mol)을 구하는 식과 계산값까지 모두 올바른 경우  |
|      |                        | 2     | 화학식량 및 물질의 양(mol)을 구하는 식과 계산값에 일부 잘못된 부분이 있는 경우  |
|      |                        | 1     | 화학식량 및 물질의 양(mol)을 구하는 식과 계산값 모두가 잘못된 경우   |
| 2-2) | 화학 반응에서의 양적 관계 설명하기    | 3     | 화학반응식에서의 계수비를 적용하고, 계산 결과까지 올바른 경우   |
|      |                        | 2     | 화학반응식에서의 계수비를 바르게 적용했으나 계산 결과가 잘못되었거나, 계수비를 잘못 적용했으나 계산 결과가 바른 경우  |
|      |                        | 1     | 화학반응식에서의 계수비 적용 및 계산 결과가 모두 잘못된 경우   |
| 2-3) | 화학 반응에서의 양적 관계 설명하기    | 3     | 화학반응식에서의 계수비를 적용하고, 계산 결과까지 올바른 경우   |
|      |                        | 2     | 화학반응식에서의 계수비를 바르게 적용했으나 계산 결과가 잘못되었거나, 계수비를 잘못 적용했으나 계산 결과가 바른 경우  |
|      |                        | 1     | 화학반응식에서의 계수비 적용 및 계산 결과가 모두 잘못된 경우   |
| 3-1) | 화학 반응에서의 양적 관계 문제 해결하기 | 3     | 계산이 올바르고, Q와 V의 관계를 알맞게 설명한 경우   |
|      |                        | 2     | 계산에 잘못된 부분이 있거나, Q와 V의 관계를 잘못 설명한 경우   |
|      |                        | 1     | 계산이 잘못되었고, Q와 V의 관계도 잘못 설명한 경우   |
| 3-2) | 화학 반응에서의 양적 관계 문제 해결하기 | 6     | 반응 경로를 바르게 설정하고, 계산이 알맞고, 알맞은 온도의 부피량을 사용하였고, 단위 환산이 올바르며, 1)에서 구한 Q와 V의 관계를 알맞게 활용하여 화재 진압 여부를 판단한 경우                         |
|      |                        | 5     | 반응경로와 계산, 온도와 부피, 단위 환산, Q와 V의 관계 활용, 화재 진압 여부 판단 중 옳지 않은 부분이 1가지 있는 경우  |
|      |                        | 4     | 반응경로와 계산, 온도와 부피, 단위 환산, Q와 V의 관계 활용, 화재 진압 여부 판단 중 옳지 않은 부분이 2가지 있는 경우  |
|      |                        | 3     | 반응경로와 계산, 온도와 부피, 단위 환산, Q와 V의 관계 활용, 화재 진압 여부 판단 중 옳지 않은 부분이 3가지 있는 경우  |
|      |                        | 2     | 반응경로와 계산, 온도와 부피, 단위 환산, Q와 V의 관계 활용, 화재 진압 여부 판단 중 옳지 않은 부분이 4가지 있는 경우  |
|      |                        | 1     | 반응경로와 계산, 온도와 부피, 단위 환산, Q와 V의 관계 활용, 화재 진압 여부 판단 중 모든 부분이 옳지 않은 경우  |
| 3-3) | 화학 반응에서의 양적 관계 문제 해결하기 | 6     | 1)-2)를 활용하여 관계성을 이해하고, 공간의 부피에 따른 최소 이산화 탄소 필요량을 바르게 계산하고, 온도를 알맞게 선택하고, 알맞은 반응식을 선택해 이산화 탄소 발생량을 바르게 계산하고, 소화기 개수를 바르게 추론한 경우 |
|      |                        | 5     | 1)-2)를 활용하여 관계성 이해, 최소 이산화 탄소 필요량 계산, 온도 설정 및 반응식 선택, 이산화 탄소 발생량 계산, 소화기 개수 중 1가지가 옳지 않은 경우                                    |
|      |                        | 4     | 1)-2)를 활용하여 관계성 이해, 최소 이산화 탄소 필요량 계산, 온도 설정 및 반응식 선택, 이산화 탄소 발생량 계산, 소화기 개수 중 2가지가 옳지 않은 경우                                    |
|      |                        | 3     | 1)-2)를 활용하여 관계성 이해, 최소 이산화 탄소 필요량 계산, 온도 설정 및 반응식 선택, 이산화 탄소 발생량 계산, 소화기 개수 중 3가지가 옳지 않은 경우                                    |
|      |                        | 2     | 1)-2)를 활용하여 관계성 이해, 최소 이산화 탄소 필요량 계산, 온도 설정 및 반응식 선택, 이산화 탄소 발생량 계산, 소화기 개수 중 4가지가 옳지 않은 경우                                    |
|      |                        | 1     | 1)-2)를 활용하여 관계성 이해, 최소 이산화 탄소 필요량 계산, 온도 설정 및 반응식 선택, 이산화 탄소 발생량 계산, 소화기 개수 중 모든 부분이 옳지 않은 경우                                  |



### 채점 시 유의점

- 계산이 틀렸더라도 제시문의 자료 이해와 논리 흐름을 잘 준수하였는지 살펴보며 종합적으로 점수를 부여한다.
- 문항 3-1의 경우 Q에 대해 식을 정리하여 접근하더라도 무방하다. 또한 문항 3-1에서 조건을 잘못 설정시 문항 3-2와 문항 3-3에서도 연쇄적으로 정답을 맞추지 못하게 되나, 이 경우에도 문항 3-1에서 설정한 근거를 토대로 이후 문항에 적용하여 풀어내는지 그 논리 구조를 꼼꼼히 살펴보며 점수를 부여한다.
- 문항 3-3의 경우 온도 및 경로에 따라 정답이 다양하게 주어질 수 있으므로 각각의 논리구조 및 정량 계산을 명확하게 살핀다.



### 예시답안

| 문항 | 예시답안   |
|----|--|
| 1  | <p>1) <math>\text{Na}_2\text{CO}_3</math>, <math>\text{H}_2\text{O}</math>, <math>\text{CO}_2</math></p> <p>2) 반응 전후 원자는 사라지거나 새로 생겨나지 않으므로, 반응 전후 원자수를 비교해보면, <math>a=2</math>, <math>b=1</math>, <math>c=1</math>, <math>d=2</math>이다. 즉, 반응식은 <math>2\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2</math> (㉠), <math>2\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{CO}_2</math> (㉡)이다.</p>   |
| 2  | <p>1) <math>\text{NaHCO}_3</math>의 화학식량은 <math>23+1+12+48=84</math>이다. ㉠의 양은 <math>\frac{3.36\text{kg}}{84\text{g/mol}} = \frac{3360\text{g}}{84\text{g/mol}} = 40\text{mol}</math>. 40몰이다.</p> <p>2) ㉠에서 계수비는 <math>\text{NaHCO}_3 : \text{CO}_2 = 2 : 1</math>이므로, 1)에서 구한 <math>\text{NaHCO}_3</math> 40몰이 반응시 <math>\text{CO}_2</math>는 20몰 생성된다.</p> <p>3) ㉡에서 계수비는 <math>\text{NaHCO}_3 : \text{CO}_2 = 2 : 2 = 1 : 1</math>이므로, <math>\text{NaHCO}_3</math> 40몰이 반응시 <math>\text{CO}_2</math>는 40몰이 생성된다. <math>25^\circ\text{C}</math>, 1기압에서 <math>\text{CO}_2</math>는 <math>40\text{mol} \times 24\text{L/mol} = 960\text{L}</math>이다.</p>   |
| 3  | <p>1) 소화가 일어나기 위해서는 <math>\text{O}_2</math>의 농도가 14% 이하여야 하므로, <math>C = 21 \times (1 - \frac{Q}{V}) \leq 140</math>이고, <math>1 - \frac{Q}{V} \leq \frac{14}{21}</math>이 되므로, <math>\frac{Q}{V} \geq \frac{1}{3}</math>, 즉 <math>Q \geq \frac{1}{3}V</math>이다. 즉, <math>\text{CO}_2</math>의 부피가 공간의 부피의 <math>\frac{1}{3}</math> 이상이면 소화가 일어날 수 있다.</p> <p>2) 우선 공간의 부피는 <math>3 \times 2.5 = 7.5(\text{m}^3)</math>이다. 화재 후 실내온도가 <math>400^\circ\text{C}</math>인 경우 ㉠과 같이 반응하여 <math>\text{CO}_2</math>가 20몰 생성되고, 그 부피는 <math>20\text{mol} \times 55.2\text{L/mol} = 1104\text{L} = 1.104\text{m}^3</math>이 된다. 또한 <math>900^\circ\text{C}</math>인 경우 ㉡과 같이 반응하여 <math>\text{CO}_2</math>가 40몰 생성되고, 그 부피는 <math>40\text{mol} \times 96.2\text{L/mol} = 3848\text{L} = 3.848\text{m}^3</math>이 된다. 1)에서 소화가 되기 위해선 생성된 <math>\text{CO}_2</math>의 부피가 <math>\frac{1}{3}</math> 이상이어야 하므로, <math>\frac{7.5}{3} = 2.5(\text{m}^3)</math> 이상이어야 한다. <math>400^\circ\text{C}</math>에서는 <math>1.104\text{m}^3</math>로 이를 만족하지 못하므로 화재를 진압할 수 없고, <math>900^\circ\text{C}</math>에서 <math>3.848\text{m}^3</math>으로 이를 만족하므로 화재를 진압할 수 있을 것이다.</p> <p>3) 우선 공간의 부피는 <math>67.5 \times 2.6 = 175.5(\text{m}^3)</math>이다. 1)에서 구한 것과 같이 소화가 되기 위해선 생성된 <math>\text{CO}_2</math>의 부피는 <math>\frac{175.5}{3} = 58.5(\text{m}^3)</math> 이상이어야 한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>270^\circ\text{C}</math> 미만으로 설정한 경우: 만약 화재 발생 후 온도가 <math>250^\circ\text{C}</math>라면 ㉠의 반응이 일어날 것이며, 소화기 1대를 기준으로 <math>\text{CO}_2</math>는 20몰 생성되며, 그 부피는 <math>20\text{mol} \times 42.9\text{L/mol} = 858\text{L} = 0.858\text{m}^3</math>이다. 이를 대입시 <math>\frac{58.5}{0.858} = 68.181818\dots</math>로, 최소 69대 이상의 소화기가 필요하다.</li> <li><math>850^\circ\text{C}</math> 이상으로 설정한 경우: 만약 화재 발생 후 온도가 <math>800^\circ\text{C}</math>라면 ㉡의 반응이 일어날 것이며, 소화기 1대를 기준으로 <math>\text{CO}_2</math>는 40몰 생성되며, 그 부피는 <math>40\text{mol} \times 104.5\text{L/mol} = 4180\text{L} = 4.180\text{m}^3</math>이다. 이를 대입시 <math>\frac{58.5}{4.180} = 13.995\dots</math>로, 최소 14대 이상의 소화기가 필요하다.</li> </ul> |



### 피드백 시 유의점

- 문항 3-3의 경우, 한국 표준 설계도 상 일반적인 교실의 크기에 해당한다. 교실별로 소화기 1대 이상의 비치가 요구되는 것과 문항에서 추론한 값과의 차이를 살펴보며, 질문을 만들어 보고 해결해보는 등, 후속 탐구의 소재로 활용할 수 있다. (실제  $\text{NaHCO}_3$  소화기의 경우 분해 과정에서의 열 흡수 및 함께 발생한  $\text{H}_2\text{O}$ 의 기화에 따른 열 흡수, 금속이온의 활성 라디칼의 연쇄 반응 차단, 기름 화재의 경우 표면에서의 비누화반응 등,  $\text{CO}_2$ 로 인한  $\text{O}_2$  차단 외에도 소화를 돕는 부반응이 많다. 또한 효율적인 소화를 가능하게 하는 장치의 제안도 탐구해볼 수 있다. 실제 ☹ 식은 스프링클러와 같이 천장에 설치하는 소화장치에서 공급원의 최소량 계산에도 활용되는 식이다.)
- 실제 소화기의 성분(인산암모늄 및 할론 소화기 등)을 조사해 보며, 연소의 3요소를 어떻게 차단하는지를 모두 탐구로 진행해 보는 등, 평가를 통해 파악한 지점들을 함께 확장해갈 수 있는 기회를 만든다.

### 1 평가 개요

| 학교급  | 고등학교  | 학년   | 2학년, 3학년   |
|--|---|--|------------|
| 과목명  | 물질과 에너지   | 영역   | 화학 변화의 자발성 |
| 성취기준   |   | 성취기준별 성취수준   |            |
| [12물에03-01] 엔탈피의 의미를 알고, 엔탈피를 이용하여 열화학 반응식을 표현할 수 있다.              | A   | 엔탈피와 반응 엔탈피를 설명할 수 있으며 반응 엔탈피를 이용하여 열화학 반응식을 표현하고 반응 물질의 양과 상태에 따라 반응 엔탈피가 달라짐을 설명할 수 있다.              |            |
|  | B   | 엔탈피와 반응 엔탈피를 구분할 수 있으며 반응 엔탈피를 이용하여 열화학 반응식을 표현하고 반응 물질의 양이나 상태에 따라 반응 엔탈피의 변화를 일부 설명할 수 있다.           |            |
|  | C   | 엔탈피와 반응 엔탈피를 구분할 수 있으며 반응 엔탈피를 이용하여 열화학 반응식을 표현할 수 있다.   |            |
|  | D   | 반응 엔탈피를 이용하여 열화학 반응식을 표현함을 설명할 수 있다.   |            |
|  | E   | 엔탈피의 의미를 설명할 수 있다.   |            |
| [12물에03-02] 측정하기 어려운 화학 반응의 엔탈피를 헤스 법칙으로 구하여 화학 법칙의 유용성을 인식할 수 있다. | A   | 중화 반응의 실험을 통해 헤스 법칙이 도출됨을 설명하고, 다양한 화학 반응의 사례 중 측정하기 어려운 화학 반응의 엔탈피를 헤스 법칙으로 구하여 헤스 법칙의 유용성을 설명할 수 있다. |            |
|  | B   | 중화 반응의 실험을 통해 헤스 법칙이 도출됨을 설명하고, 일부 화학 반응의 사례 중 측정하기 어려운 화학 반응의 엔탈피를 헤스 법칙으로 구하여 헤스 법칙의 유용성을 설명할 수 있다.  |            |
|  | C   | 중화 반응의 실험을 통해 헤스 법칙이 도출됨을 설명하고, 일부 화학 반응에서 측정하기 어려운 화학 반응의 엔탈피를 구할 수 있다.                               |            |
|  | D   | 중화 반응의 실험을 수행하고, 일부 화학 반응에서 측정하기 어려운 화학 반응의 엔탈피를 구할 수 있다.  |            |
|  | E   | 헤스 법칙의 유용성을 이해할 수 있다.  |            |
| 최소 능력의 수행 특성   | <ul style="list-style-type: none"> <li>엔탈피의 의미를 이해할 수 있다.</li> <li>헤스 법칙을 이해할 수 있다.</li> </ul>  |  |            |
| 평가 요소  | <ul style="list-style-type: none"> <li>열화학 반응식 표현하기</li> <li>반응 엔탈피의 크기 변화 설명하기</li> <li>헤스 법칙 해석하기</li> <li>실험 오차 원인 분석하기</li> </ul> |  |            |
| 수행 과제  | 반응 엔탈피와 헤스 법칙 탐구  |  |            |
| 평가 유형  | 수행평가 논술형  | 배점   | 25         |

논술형 평가  
제작 의도  
(출제 의도)

- 문항 1은 성취수준 C를 고려하여 출제된 것으로, C수준의 학생은 주어진 엔탈피 변화 그래프를 해석하여 표준 생성 엔탈피를 구하고, 표준 생성 엔탈피를 이용하여 반응엔탈피를 계산한 후 열화학 반응식을 작성할 수 있도록 설계하였다.
- 특히 물의 상태 변화에서 출입하는 에너지의 변화를 엔탈피의 개념으로 이해하여 결론을 도출하고 도출된 결론으로부터 해결 방안에 대한 합리적인 의사 결정을 하도록 하였다.
- 향아리 냉장고를 통해 과학의 창의성 및 유용성, 지속가능 사회의 기여에 대한 가치·태도를 인식할 수 있도록 하였다.
- 문항 2는 성취수준 B와 C를 고려하여 출제된 것이지만, 실험 수행 후 실시되는 논술형 평가로서 실험 후 모둠원과 충분히 실험 결과에 관해 토의할 수 있는 기회가 있기에 D와 E수준의 학생도 해결할 수 있도록 설계하였다.
- 측정하기 어려운 화학 반응의 엔탈피를 평소 많이 접한 중화 반응으로 접근하여 엔탈피와 열화학 반응식, 헤스 법칙의 개념을 이해할 수 있도록 하며, 과학적 탐구 능력과 태도를 함양할 수 있도록 하였다.

※ 성취기준별 성취수준은 2022 개정 교육과정의 고등학교 '물질과 에너지' 교과 성취수준 개발 전으로, 성취수준 진술원칙에 입각해 자체적으로 작성한 것임

## 2 수업 계획 및 흐름도

|              | 1차시   | 2차시  | 3차시  | 4차시  | 5차시   |
|--------------|---|--|--|--|---|
| 수업 흐름도       | 적정 기술 공감 활동   | 반응 엔탈피, 열화학 반응식, 헤스 법칙 적용  | 반응 엔탈피 측정을 통한 헤스 법칙 실험 (모둠 탐구 활동1)   | 실험 결과 해석 및 토의 (모둠 탐구 활동2)  | 반응 엔탈피와 헤스 법칙 탐구 (논술형 평가)                                       |
| 평가 방법        | 진단평가  | 형성평가   | 탐구평가   | 탐구평가   | 논술형 평가  |
| 수업-평가 연계 주안점 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 적정 기술의 인상적인 시제품 한 가지를 선택한 후 제품의 개발 배경, 과학적 원리, 지역 주민에 미친 영향 등을 작성하도록 안내하기</li> <li>• 적정 기술의 공감 정도를 체크리스트를 활용하여 파악하기</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 엔탈피, 반응 엔탈피, 열화학 반응식, 헤스 법칙에 관한 단계별 문제를 제시하여 학생의 수준 파악하기</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 중화 반응을 통한 헤스 법칙 실험 실시하기</li> <li>• 개별 역할을 실험 보고서에 표시하게 하고, 실험 후 자기평가와 동료 평가를 실시하여 학생의 과학적 탐구 능력 파악하기</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 중화 반응을 통한 헤스 법칙 결과 해석 및 토의 실시하기</li> <li>• 토의 활동 후 자기평가와 동료 평가 실시하기</li> <li>• 5분 정도의 시간을 활용하여 논술형 평가 안내하기</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 논술형 평가 실시하기</li> </ul> |

### 3 평가 문항

#### 문항 정보

| 문항  | 교과 역량                                  | 성취기준   | 평가 요소                |
|-----|--|--|----------------------|
| 1-1 | 과학적 문제해결 능력                            | [12물에03-01] 엔탈피의 의미를 알고, 엔탈피를 이용하여 열화학 반응식을 표현할 수 있다.              | • 열화학 반응식 표현하기       |
| 1-2 | 과학적 탐구                                 |  | • 반응 엔탈피의 크기 변화 설명하기 |
| 2-1 | 과학적 문제해결 능력                            | [12물에03-02] 측정하기 어려운 화학 반응의 엔탈피를 헤스 법칙으로 구하여 화학 법칙의 유용성을 인식할 수 있다. | • 열화학 반응식 표현하기       |
| 2-2 | 과학적 탐구,<br>과학적 문제해결 능력                 |  | • 헤스 법칙 해석하기         |
| 2-3 | 과학적 탐구,<br>과학적 문제해결 능력,<br>과학적 의사결정 능력 |  | • 실험 오차 원인 분석하기      |

화학

### 평가 문항

1 다음은 향아리 냉장고(Pot-in-Pot Cooler)에 대한 자료이다. 물음에 답하시오. [총 10점]

과학 기술이 발달함에 따라 인류의 생활은 빠른 속도로 편리해지고 풍요로워지고 있다. 하지만 그 혜택을 모두가 고루 받고 있는 것은 아니다. 아직도 지구 전체 인구의 대략 70% 정도가 하루 2달러 미만의 돈으로 생활하고 있다.

이렇게 과학의 혜택을 누리지 못하고 있는 낙후된 지역 사람들에게 그 지역의 환경적, 문화적 조건을 고려하여 삶의 질을 궁극적으로 향상해 줄 수 있는 과학 기술을 ‘적정 기술(appropriate technology)’이라 한다. 이것은 현지 재료와 적은 자본, 비교적 간단한 기술을 활용하여 그 지역 주민들이 소규모의 생산 활동을 할 수 있도록 돕는 기술이다.

나이지리아 교사인 모하메드 바 압바가 고안한 ‘향아리 냉장고(Pot-in-Pot Cooler)’는 적정 기술을 활용한 대표적인 예이다. 아프리카의 가난한 지역에서는 전기 에너지 공급이 원활하지 않아 냉장고 사용이 어렵고, 비싼 냉장고를 가정마다 비치하는 것도 현실적으로 어려운 일이다. 그런데 ‘향아리 냉장고’는 비용도 적게 들고 제작도 간단하여 가난한 나이지리아 사람들에게는 큰 도움이 되었다.

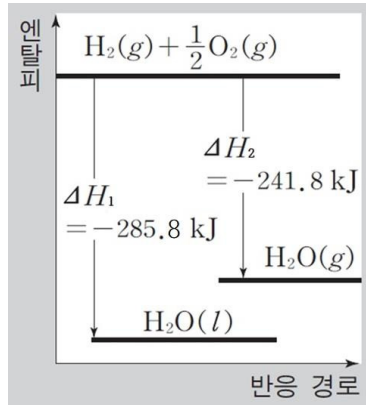
토마토나 후추는 3일 정도만 지나도 상해서 상품 가치가 떨어지지만, 향아리 냉장고를 사용하면 신선도를 21일까지 지속할 수 있기 때문에 과일이나 채소를 팔아 생계를 이어 가는 이들에게는 더없이 소중한 기술이다.

향아리 냉장고(Pot-in-Pot Cooler)를 만드는 방법은 아래와 같다.

- 
- ① 크기가 다른 향아리 두 개를 준비한다.
  - ② 큰 향아리 속에 작은 향아리를 넣는다.
  - ③ 두 향아리 사이에 모래를 채워 넣는다.
  - ④ 모래가 젖을 때까지 물을 붓는다.
  - ⑤ 작은 향아리 속에 채소나 과일을 넣고 천으로 덮는다.

[출처: 지학사 교과서 및 농민신문, 이상희 기자, 2017. 7. 30.]

1-1. 그림은 25°C, 1기압에서 H<sub>2</sub>O와 관련된 반응의 엔탈피(H) 변화를 나타낸 것이다.



25°C, 1기압에서 H<sub>2</sub>O (l)과 H<sub>2</sub>O (g)의 생성 엔탈피(ΔH<sub>f</sub><sup>°</sup>)를 각각 구하고, 향아리 냉장고의 젖은 모래에서 일어나는 열화학 반응식을 <조건>에 맞게 작성하시오. [5점]

————— <조건> —————

- H<sub>2</sub>O (l)와 H<sub>2</sub>O (g)의 생성 엔탈피(ΔH<sub>f</sub><sup>°</sup>)의 단위는 kJ/mol로 나타낼 것
- 열화학 반응식은 물질의 화학식, 상태, ΔH를 포함하여 나타낼 것

1-2. 향아리 냉장고의 냉각 효과를 증가시킬 수 있는 방법을 물의 양과 관련지어 <조건>에 맞게 설명하시오. [5점]

————— <조건> —————

- 반응이 일어날 때 열 출입과 주위의 온도 변화를 포함하여 설명할 것

다음은  $\text{NaOH}(s)$ 와  $\text{HCl}(aq)$ 을 이용한 화학 반응의 경로에 따른 반응 엔탈피를 측정하는 탐구활동이다. 물음에 답하시오. [총 15점]

### [실험 과정]

#### [실험 I]

- (가) 동일한 온도의 증류수, 염산을 준비한다.  
 (나) 열량계에 증류수 50 mL를 넣고 온도( $t_1$ )를 측정한다.  
 (다) 과정 (나)의 증류수에 수산화 나트륨( $\text{NaOH}(s)$ ) 2.0 g을 넣고 잘 저어 주면서 온도 변화를 관찰하여 최고 온도( $t_2$ )를 측정한다.  
 (라) 과정 (다)의 용액을  $t_1$  온도까지 식히고, 다른 비커에 1 M 염산 ( $\text{HCl}(aq)$ ) 50 mL를 준비하여 열량계에 넣은 후 두 용액을 잘 저어 주면서 온도 변화를 관찰하여 최고 온도( $t_3$ )를 측정한다.



#### [실험 II]

- (마) 실험 I 과 동일한 열량계에 온도( $t_1$ )가 동일한 증류수 50mL와 1M 염산( $\text{HCl}(aq)$ ) 50mL를 넣고, 온도 변화를 관찰하여 최고 온도( $t_4$ )를 측정한다.  
 (바) (마)의 용액에 수산화 나트륨( $\text{NaOH}(s)$ ) 2.0g을 넣은 후 두 용액을 잘 저어 주면서 온도 변화를 관찰하여 최고 온도( $t_5$ )를 측정한다.

### [결과 및 정리]

1. 온도 측정 결과를 표에 기록하고, 반응열( $Q$ )을 계산 과정을 포함하여 나타내시오.

----- 중략 -----

2. 1mol에 해당하는 반응 엔탈피( $\Delta H$ )를 나타내시오.

| 실험 과정                    |     | 실험 I                             |                                  | 실험 II                             |
|--------------------------|-----|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
|                          |     | (다)                              | (라)                              | (바)                               |
| 반응 엔탈피<br>( $\Delta H$ ) | 이론값 | $\Delta H_1 = -44.5 \text{ kJ}$  | $\Delta H_2 = -55.8 \text{ kJ}$  | $\Delta H_3 = -100.3 \text{ kJ}$  |
|                          | 실험값 | $\Delta H_1( -44.2 ) \text{ kJ}$ | $\Delta H_2( -55.3 ) \text{ kJ}$ | $\Delta H_3( -100.1 ) \text{ kJ}$ |

2-1. 실험 I 의 (라)와 실험 II 의 (바)에 적절한 열화학 반응식을 실험값의 반응 엔탈피를 이용하여 각각 쓰시오. [5점]

|       |     | 열화학 반응식 (고체는 's' 액체는 'l', 수용액은 'aq' 의 상태 함께 표시)                             |
|-------|-----|---|
| 실험 I  | (다) | $\text{NaOH}(s) \rightarrow \text{NaOH}(aq), \Delta H_1 = -44.2 \text{ kJ}$ |
|       | (라) |   |
| 실험 II | (바) |   |

2-2. 실험 (가)와 (나)의 실험값  $\Delta H_1$ ,  $\Delta H_2$ ,  $\Delta H_3$ 가 헤스 법칙을 만족하는지 <조건>에 맞게 논술하시오. [5점]

〈조건〉

- $\Delta H_1$ ,  $\Delta H_2$ ,  $\Delta H_3$  이론값이 서로 어떤 관계가 있는지 헤스 법칙 개념과 관련지어 나타낼 것
- 실험값  $\Delta H_1$ ,  $\Delta H_2$ ,  $\Delta H_3$ 의 관계를 이론값과 비교하여 헤스 법칙을 만족하는지 설명할 것
- 논리적인 문장 구조의 형식을 갖추어 작성할 것

2-3. 실험 오차가 발생할 수 있는 실험 과정 1가지를 찾아 오차를 줄일 수 있는 방법을 <조건>에 맞게 논술하시오. [5점]

〈조건〉

- 실험 과정 중 단순 관찰 실수(온도계 눈금(숫자) 읽기 오류 등)에 의한 오차는 제외하고, 실험 과정에서 발생할 수 있는 문제점을 분석할 것
- 제시한 실험 오차 원인이  $\Delta H_1$ ,  $\Delta H_2$ ,  $\Delta H_3$ 의 실험값 중 어떤 반응 엔탈피의 크기를 작게 하는지 관련지어 설명할 것
- 실험 오차를 줄일 수 있는 방법을 논리적으로 설명할 것

 채점기준표

| 문항  | 평가 요소        | 척도/<br>배점 | 수행 수준(채점기준)   |
|-----|--------------|-----------|---|
| 1-1 | 열화학 반응식 표현하기 | 5         | 물질의 표준 생성 엔탈피 2가지를 구하고, 항아리 냉장고의 열화학 반응식을 반응물과 생성물, 물질의 상태, 반응 엔탈피와 함께 표현한 경우             |
|     |              | 4         | 물질의 표준 생성 엔탈피 2가지를 구하고, 항아리 냉장고의 열화학 반응식을 표현할 때 반응물과 생성물, 반응 엔탈피를 바르게 표현한 경우              |
|     |              | 3         | 물질의 표준 생성 엔탈피 2가지를 구하고, 항아리 냉장고의 열화학 반응식을 표현할 때 반응물과 생성물만 바르게 표현한 경우                      |
|     |              | 2         | 물질의 표준 생성 엔탈피 1가지를 구하고, 항아리 냉장고의 열화학 반응식을 표현할 때 반응물과 생성물, 물질의 상태, 반응 엔탈피에서 모두 오류가 나타나는 경우 |
|     |              | 1         | 물질의 표준 생성 엔탈피를 모두 구하지 못하고, 항아리 냉장고의 열화학 반응식을 표현하지 않은 경우                                   |

| 문항  | 평가 요소              | 척도/<br>배점 | 수행 수준(채점기준)   |
|-----|--------------------|-----------|---|
| 1-2 | 반응 엔탈피의 크기 변화 설명하기 | 5         | 물의 양이 반응 엔탈피의 크기에 미치는 영향과 반응이 일어날 때 출입하는 열에너지가 주위의 온도 변화에 미치는 영향을 고려하여 항아리 냉장고의 냉각 효과를 증가시킬 수 있는 방법을 논리적으로 설명한 경우           |
|     |                    | 4         | 항아리 냉장고의 냉각 효과를 증가시킬 수 있는 방법을 물의 양이 반응 엔탈피의 크기에 미치는 영향과 관련지어 논리적으로 설명하나, 반응이 일어날 때 출입하는 열에너지가 주위의 온도 변화에 미치는 영향의 설명이 미흡한 경우 |
|     |                    | 3         | 항아리 냉장고의 냉각 효과를 증가시킬 수 있는 방법을 물의 양이 반응엔탈피의 크기에 미치는 영향과 관련지어 설명하지 못하나, 반응이 일어날 때 출입하는 열에너지가 주위의 온도 변화에 미치는 영향을 설명한 경우        |
|     |                    | 2         | 항아리 냉장고의 냉각 효과를 증가시킬 수 있는 방법을 설명하지는 못하나, 반응이 일어날 때 열에너지 출입 관계만 설명한 경우   |
|     |                    | 1         | 항아리 냉장고의 냉각 효과를 증가시킬 수 있는 방법을 설명하지 않은 경우  |
| 2-1 | 열화학 반응식 표현하기       | 5         | 열화학 반응식 두 가지 모두 반응물과 생성물, 물질의 상태, 반응 엔탈피를 나타내어 정확히 표현한 경우   |
|     |                    | 4         | 열화학 반응식 두 가지를 모두 작성하는 노력을 보이고, 반응물과 생성물, 물질의 상태, 반응 엔탈피를 나타내어 표현할 때 한 가지는 정확히 표현하고, 다른 한 가지는 열화학 반응식에서 일부 오류가 나타난 경우        |
|     |                    | 3         | 열화학 반응식 한 가지만 반응물과 생성물, 물질의 상태, 반응 엔탈피를 나타내어 정확히 표현한 경우   |
|     |                    | 2         | 열화학 반응식 한 가지를 반응물과 생성물, 물질의 상태, 반응 엔탈피를 나타내어 설명할 때 일부 오류가 나타난 경우  |
|     |                    | 1         | 열화학 반응식을 표현하지 않은 경우   |
| 2-2 | 헤스 법칙 해석하기         | 5         | $\Delta H_1$ , $\Delta H_2$ , $\Delta H_3$ 의 값의 관계를 비교하여 헤스 법칙과 관련지어 실험 결과를 논리적으로 설명한 경우                                    |
|     |                    | 4         | $\Delta H_1$ , $\Delta H_2$ , $\Delta H_3$ 의 관계를 비교하여 헤스 법칙과 관련지어 설명하는데, 오류 1가지가 나타난 경우                                     |
|     |                    | 3         | $\Delta H_1$ , $\Delta H_2$ , $\Delta H_3$ 의 관계를 비교하여 헤스 법칙과 관련지어 설명하는데, 2가지 이상의 오류가 나타난 경우                                 |
|     |                    | 2         | $\Delta H_1$ , $\Delta H_2$ , $\Delta H_3$ 의 관계를 나타내지 못했으나, 결론을 도출하려는 노력이 나타난 경우  |
|     |                    | 1         | 헤스 법칙을 해석하지 않은 경우   |
| 2-3 | 실험 오차 원인 분석하기      | 5         | 실험 오차 원인을 실험 과정에서 찾아 구체적으로 작성하고, 영향을 미치는 반응 엔탈피를 정확히 구분 지어 오차를 줄일 수 있는 방법을 논리적으로 분석한 경우                                     |
|     |                    | 4         | 실험 오차 원인을 실험 과정에서 찾아 구체적으로 작성하나, 영향을 미치는 반응 엔탈피를 찾아 오차를 줄이는 방법을 작성하는 과정에서 1가지 오류가 나타난 경우                                    |
|     |                    | 3         | 실험 오차 원인을 실험 과정에서 찾아 작성하나, 영향을 미치는 반응 엔탈피를 찾아 오차를 줄이는 방법을 작성하는 과정에서 2가지 이상의 오류가 나타난 경우                                      |
|     |                    | 2         | 실험 오차 원인을 실험 과정에서 찾지 못하고, 오차 분석 과정이 미흡한 경우  |
|     |                    | 1         | 실험 오차 원인을 분석하지 않은 경우  |



### 채점 시 유의점

- $\Delta H_f^\circ$  (표준 생성 엔탈피)의 단위와 반응 엔탈피( $\Delta H$ )의 단위를 학생들이 어려워하기 때문에, 숫자 위주의 채점을 진행함.
- 열화학 반응식에서 화학식, 물질의 상태도 고려하여 채점함.
- 실험 오차 원인이 예시답안의 범주 밖으로 제시된다면, 실험 과정에서 발생 가능한지의 타당성 여부와 논리적 비약 여부를 고려하여 판단함.
- 글에서 중요 핵심 개념은 있으나, 단순 나열 수준의 글을 작성했다면 논리적인 글과 구별해서 평가해야 함.
- E수준 학생의 답안에서 작성하려는 노력과 시도를 고려하여 부분 점수를 주어 최종 점수에 반영한 후 다음 평가 때 학습 의욕을 높일 수 있도록 함.



### 예시답안

| 문항  | 예시답안   |
|-----|--|
| 1-1 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\text{H}_2\text{O}(l) : (-285.8) \text{ kJ/mol}</math>, <math>\text{H}_2\text{O}(g) : (-241.8) \text{ kJ/mol}</math></li> <li>• 열화학 반응식: <math>\text{H}_2\text{O}(l) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(g) \quad \Delta H = 44 \text{ kJ}</math> 또는 <math>\text{H}_2\text{O}(l) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(g) - 44\text{kJ}</math></li> </ul>   |
| 1-2 | 반응 엔탈피는 물질의 양에 비례하므로 항아리 내 물의 양을 증가시키면 흡열 반응이 일어날 때 반응 엔탈피도 증가한다. 따라서 주위의 열에너지를 이전보다 더 많이 흡수하게 되므로 작은 항아리 내부의 온도는 낮아지게 되어 냉각 효과가 증가한다.   |
| 2-1 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• (라): <math>\text{NaOH}(aq) + \text{HCl}(aq) \rightarrow \text{NaCl}(aq) + \text{H}_2\text{O}(l)</math>, <math>\Delta H_2 = -55.3 \text{ kJ}</math></li> <li>• (바): <math>\text{NaOH}(s) + \text{HCl}(aq) \rightarrow \text{NaCl}(aq) + \text{H}_2\text{O}(l)</math>, <math>\Delta H_3 = -100.1 \text{ kJ}</math></li> </ul>   |
| 2-2 | 헤스 법칙은 화학 반응이 일어날 때 반응물의 종류와 상태, 생성물의 종류와 상태가 같으면 반응 경로와 관계없이 반응 엔탈피의 총합은 일정하다. 경로에 상관없이 중화 반응의 처음 반응물의 종류, 상태가 나중 생성물의 종류, 상태와 같으므로 $\Delta H_1 + \Delta H_2 = \Delta H_3$ 의 관계가 성립한다. 그런데, 실험 결과가 헤스 법칙과 다른 $\Delta H_1 + \Delta H_2 \neq \Delta H_3$ 로 얻어지는 것은 실험 과정에서 오차가 발생했기 때문이다.   |
| 2-3 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 오차1: 오차가 발생한 이유는 실험 중 수산화 나트륨의 질량을 측정하는 과정에서 수산화 나트륨의 조해성으로 인해 약포지에 수산화 나트륨이 달라붙어 2.0g보다 적은 양이 측정되어 <math>\Delta H_1</math>(또는 <math>\Delta H_3</math>)의 값이 작게 측정되었을 것이다. 수산화 나트륨이 약포지에 달라붙는 양을 줄일 수 있도록 신속하게 측정하여 오차를 줄인다.</li> <li>• 오차2: 실험 I 의 (라) 중 <math>t_1</math> 온도까지 식히는 과정에서 <math>t_1</math> 까지 온도를 내리지 못하여 온도 변화의 크기가 작아져 <math>\Delta H_2</math>의 값이 작게 측정되었을 것이다. 온도 변화가 빠르게 진행되지 않기에 온도 변화 측정을 충분히 긴 시간 수행하여 오차를 줄인다.</li> <li>• 오차3: 실험 I 의 (라) 중 <math>t_3</math> 온도를 측정하는 과정에서 젓개로 용액을 저어 줄 때 열량계 뚜껑 위에 젓개가 움직이는 틈이 존재하여 열이 외부로 빠져나가게 된다. 측정한 <math>t_3</math> 가 이론적 최고 온도보다 낮아지므로 온도 변화가 작아져 <math>\Delta H_2</math>의 값이 작게 측정되었을 것이다. 젓개가 드나드는 열량계 뚜껑 주변에 파라 필름을 활용하여 열량계 틈을 최소한으로 줄여 오차를 줄인다.</li> </ul> <p>오차를 줄일 수 있는 방법은 학생이 겪은 실험 상황이 다양할 수 있으므로 학생의 답안이 실험 상황에서 수행할 수 있는 수준으로 적절하다고 판단되면 답으로 인정한다.</p> |



## 피드백 시 유의점

- 다양한 평가 도구를 활용하여 '물질과 에너지' 교육과정에 근거한 최소 성취수준에 도달할 수 없는 학생을 사전에 파악함으로써 최소 성취수준 보장을 위한 예방 지도를 수업 시간 내 수시로 하며, 피드백을 즉각적으로 제시한다.
- 1차시에는 적정 기술의 의미와 다양한 시제품과 관련된 동영상 자료를 활용하고, 진로와 연계된 적정기술 제품을 선택하여 과학적 원리를 탐구할 수 있도록 안내하고, 피드백한다. 시간이 부족하다면 적정 기술의 의미와 향아리 냉장고에 관한 과학적 원리만 탐구하는 시간을 가져도 된다.
- 2차시에 엔탈피, 반응 엔탈피, 열화학 반응식에 관한 단계별 문제 제시를 통해 성취수준 부합 정도를 잘 파악한다.
- 3~4차시 실험 활동 중 실험 기구의 사용 방법과 실험 약품에 대한 물질안전보건자료를 안내하는 등 실험실 안전 교육을 실시하고, 실험 과정에서 발생하는 폐기물은 적법한 절차에 따라 처리하여 환경을 오염시키지 않도록 안내한다. 실험에서 개별 역할을 수행할 수 있도록 하고, 도움이 필요한 경우 즉각적으로 피드백한다.
- 실험 활동 후 토의 활동 진행 시 모둠의 반응 엔탈피 결과와 오차 원인을 구글 스프레드 시트에 작성하도록 하여 다양한 결과와 의견을 공유하는 시간을 가짐으로써 생각을 확장할 수 있도록 피드백한다.
- 4차시의 토의 활동 후 5분 정도의 시간을 활용하여 향아리 냉장고와 헤스 법칙 실험에 관해 안내하는 시간을 가지며, 5차시 논술형 평가의 결과를 토대로 성취수준 부합 정도를 파악하여 보충 심화를 피드백한다.

### 1 평가 개요

| 학교급  | 고등학교   | 학년  | 2학년      |
|--|--|---|----------|
| 과목명  | 화학 반응의 세계  | 영역  | 산화·환원 반응 |
| 성취기준   |  | 성취기준별 성취수준  |          |
| [12반응02-01]전자의 이동과 산화수 변화로 산화·환원 반응을 이해하고, 반쪽 반응식을 활용하여 산화·환원 반응식을 완성할 수 있다. | A  | 산화·환원을 전자의 이동과 산화수의 변화로 설명하고, 반쪽 반응식을 활용하여 산화·환원 반응식을 완성할 수 있다. |          |
|  | B  | 산화·환원을 전자의 이동과 산화수의 변화로 설명하고, 산화·환원 반응을 반쪽 반응식으로 나타낼 수 있다.      |          |
|  | C  | 산화·환원을 전자의 이동과 산화수의 변화로 설명하고, 산화·환원 반응식에서 산화수를 계산할 수 있다.        |          |
|  | D  | 산화·환원을 전자의 이동과 산화수의 변화로 설명할 수 있다.                               |          |
|  | E  | 산화·환원에서 전자가 이동함을 설명하고, 산화수의 의미를 말할 수 있다.                        |          |
| 최소 능력의 수행 특성   | • 산화·환원에서 전자가 이동함을 관찰할 수 있다.   |   |          |
| 평가 요소  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 전자의 이동과 산화수 변화를 통해 산화 환원 반응 설명하기</li> <li>• 산화 환원 반응을 통해 주어진 자료 해석하기</li> <li>• 산화 환원 반응을 통해 정량적 계산하기</li> </ul>  |   |          |
| 수행 과제  | <b>산화 환원 반응의 원리를 활용한 문제 해결</b>   |   |          |
| 평가 유형  | 수행평가 논술형   | 배점  | 12       |
| 논술형 평가 제작 의도 (출제 의도)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 본 문항은 <b>성취수준 C</b>를 고려하여 출제한 것으로, C 수준의 학생들이 산화 환원 반응의 개념을 이용하여 주어진 자료를 해석할 수 있도록 설계하였다.</li> <li>• 살균과 중금속 제거라는 정수 과정의 사례를 제시함으로써, 화학 이론이 실생활에 어떻게 응용되는지 사고할 기회를 제공하고자 하였다.</li> <li>• <b>문항 1</b>의 경우 학생들이 산화수 변화를 정확히 이해하고 이를 바탕으로 화학 반응식을 해석할 수 있도록 유도하기 위해 출제한 것으로, 전자 이동과 같은 기초적인 산화 환원 개념을 숙달하게 하고자 하였다.</li> <li>• <b>문항 2</b>의 경우 학생들이 주어진 자료를 해석하고 이를 산화 환원 개념과 연결 짓는 사고력과 이를 그림 등을 통해 논리적으로 설명할 수 있는 과학적 의사소통 능력을 평가하고자 하였다.</li> <li>• <b>문항 3</b>의 경우 실생활 문제를 화학적 관점에서 해석하고, 산화 환원 반응을 활용하여 주어진 값을 정량적으로 계산할 수 있는 능력을 평가하고자 하였다.</li> <li>• <b>지문 난이도나 조건의 변경에 따라 해당 문항은 성취수준 A 또는 B를 고려한 문항으로 출제될 수 있다.</b></li> </ul> |   |          |

※ 성취기준별 성취수준은 2022 개정 교육과정의 고등학교 화학교과 성취수준 개발 전으로, 성취수준 진술원칙에 입각해 자체적으로 작성한 것임

## 2 수업 계획 및 흐름도

|              | 1차시                                       | 2차시                                | 3차시                             | 4차시                                       |
|--------------|---|------------------------------------|---------------------------------|---|
| 수업 흐름도       | 산화 환원 반응의 원리 학습<br>- 산화수 변화와 전자 이동의 개념 이해 | 실험 자료 분석을 통한 산화 환원 이해<br>- 은 도금 실험 | 실생활 응용 사례 탐구                    | 논술형 평가 실시                                 |
| 평가 방법        | 진단평가                                      | 형성평가                               | 형성평가                            | 논술형 평가                                    |
| 수업-평가 연계 주안점 | 산화 환원 반응에 대한 사전지식 확인하기                    | 산화 환원 반응식을 산화수 변화로 설명하고 정량적으로 계산하기 | 실생활 속 산화 환원 원리를 탐구하고 논리적으로 서술하기 | 제시된 자료와 사례를 바탕으로 산화 환원 반응의 원리를 논리적으로 설명하기 |

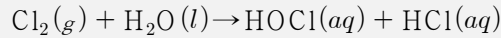
## 3 평가 문항

### 🔍 문항 정보

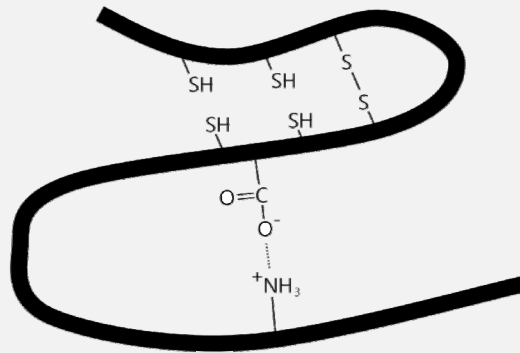
| 문항  | 교과 역량                          | 성취기준  | 평가 요소                              |
|-----|--------------------------------|---|------------------------------------|
| 1-1 | 과학적 탐구, 과학문제해결 능력              | [12반응02-01] 전자의 이동과 산화수 변화로 산화·환원 반응을 이해하고, 반쪽 반응식을 활용하여 산화·환원 반응식을 완성할 수 있다. | • 전자의 이동과 산화수 변화를 통해 산화 환원 반응 설명하기 |
| 1-2 | 과학적 탐구, 과학문제해결 능력, 과학적 의사결정 능력 |   | • 산화 환원 반응을 통해 주어진 자료 해석하기         |
| 1-3 | 과학적 탐구, 과학문제해결 능력              |   | • 산화 환원 반응을 통해 정량적 계산하기            |

1 다음은 정수 과정의 화학적 원리에 관한 내용이다. 물음에 답하시오. [총 12점]

(가) 정수 과정에서 세균을 제거하기 위해 주로 사용되는 물질은 하이포아염소산(HOCl)이다. 하이포아염소산(HOCl)은 강력한 산화제로, 물 속의 세균과 화학적으로 반응하여 세균을 제거한다. 염소(Cl<sub>2</sub>)는 물(H<sub>2</sub>O)과 반응하여 하이포아염소산(HOCl)과 염화 수소(HCl)를 생성한다. 이 과정에서 염소(Cl<sub>2</sub>)는 산화와 환원을 동시에 겪으며, 화합물 형태로 변화한다.



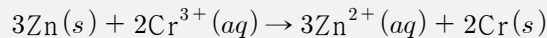
(나) 세균의 단백질은 <그림>과 같이 암모늄기(-NH<sub>3</sub><sup>+</sup>)와 카복실레이트기(-COO<sup>-</sup>) 사이의 이온 결합과 이황화 결합(-S-S-)을 가지고 있다.



<그림>

강력한 산화제인 하이포아염소산(HOCl)은 단백질 내 설프하이드릴기(-SH)를 산화시켜 이황화 결합(-S-S-)을 형성하게 한다. 또한 암모늄기(-NH<sub>3</sub><sup>+</sup>)를 나이트로소기(-NO)로 산화시킴으로써 이온 결합을 방해한다. 이를 통해 단백질의 구조를 변형시키고 기능을 손상시킴으로써, 하이포아염소산(HOCl)은 세균을 효과적으로 제거한다.

(다) 한편, 물 속에 포함된 유해 중금속 이온을 제거하는 데에는 정수기 내부의 필터 시스템이 활용된다. 정수기 내부에서 아연(Zn) 필터는 크롬 이온(Cr<sup>3+</sup>)과 반응하여 크롬(Cr) 금속을 생성하며, 아연은 이 과정에서 산화되어 아연 이온(Zn<sup>2+</sup>)으로 변화한다.



이 반응을 통해 물 속의 크롬(Cr)과 같은 유해 중금속이 제거되며, 정수기 필터는 물을 깨끗하게 정화한다. 이러한 중금속 제거 과정은 하이포아염소산(HOCl)을 이용한 세균 제거와 함께 정수 과정에서 중요한 역할을 한다.

1-1. (가)의 화학 반응에서 하이포아염소산(HOCl) 1 mol이 생성될 때 이동하는 전자의 양(mol)을 산화수 변화를 통해 설명하시오. [4점]

.....

.....

.....

.....

1-2. (나)를 참고하여 하이포아염소산( $\text{HOCl}$ )이 설프하이드릴기( $-\text{SH}$ )와 암모늄기( $-\text{NH}_3^+$ )에 작용하여 <그림>의 단백질 구조를 변화시키는 과정을 산화 환원 반응으로 <조건>에 맞게 설명하시오. [4점]

<조건>

- 단백질 내에는 암모늄기( $-\text{NH}_3^+$ )와 카복실레이트기( $-\text{COO}^-$ ) 사이의 이온 결합과 이황화 결합( $-\text{S}-\text{S}-$ )만 있다고 가정할 것
- 하이포아염소산( $\text{HOCl}$ )이 작용한 후의 변화된 단백질의 구조를 예측하여 그림으로 표현하고, 그 근거를 제시할 것

1-3. (다)를 참고하여 물 속에 크롬 이온( $\text{Cr}^{3+}$ )이  $0.05 \text{ g/L}$ 의 농도로 존재할 때,  $19.5 \text{ g}$ 의 아연( $\text{Zn}$ ) 필터로 정수할 수 있는 물의 최대 부피(L)를 <조건>에 맞게 구하시오. (단,  $\text{Cr}$ 와  $\text{Zn}$ 의 원자량은 각각 52, 65이다.) [4점]

<조건>

- 계산 과정을 논리적 흐름에 따라 나타낼 것
- 제시문 (다)에 제시된 반응식 외의 부반응은 없다고 가정할 것
- 필터는 모두 아연 금속( $\text{Zn}$ )으로 이루어져 있고, 크롬 이온( $\text{Cr}^{3+}$ ) 제거에 모든 아연이 사용된다고 가정할 것



## 채점기준표

| 문항  | 평가 요소                            | 척도/<br>배점 | 수행 수준(채점기준)  |
|-----|----------------------------------|-----------|--|
| 1-1 | 전자의 이동과 산화수 변화를 통해 산화 환원 반응 설명하기 | 4         | 산화수 변화를 통해 염소의 산화와 환원 과정을 구체적으로 서술하고, 이동한 전자의 양을 정확히 계산하여 제시한 경우                       |
|     |                                  | 3         | 산화수 변화를 통해 염소의 산화와 환원 과정을 서술하고 이동한 전자의 양을 계산했으나 일부 표현이 불명확하거나 논리적 연결성이 부족한 경우          |
|     |                                  | 2         | 산화수 변화 또는 이동한 전자의 양 중 1가지만 올바르게 제시한 경우   |
|     |                                  | 1         | 산화수 변화를 통해 염소의 산화와 환원 과정을 설명하지 못하고, 이동한 전자의 양을 계산하지 못한 경우                              |
| 1-2 | 산화 환원 반응을 통해 주어진 자료 해석하기         | 4         | 자료를 활용하여 단백질 구조 변화를 산화 환원 반응으로 구체적으로 설명하고, 변형된 구조를 그림으로 정확히 표현하며, 서술과 그림이 논리적으로 일치한 경우 |
|     |                                  | 3         | 자료를 활용하여 단백질 구조 변화를 산화 환원 반응으로 대체로 설명하고, 변형된 구조를 그림으로 표현했으나, 일부 서술과 그림 간 불일치가 있는 경우    |
|     |                                  | 2         | 자료 해석이나 구조 변화 서술에 일부 오류가 있으며, 그림에서 구조 변화를 부정확하게 표현하거나 서술과의 연결이 부족한 경우                  |
|     |                                  | 1         | 자료 해석 및 단백질 구조 변화 서술이 부족하며, 변형된 구조를 그림으로 표현하지 않았거나 큰 오류가 있는 경우                         |
| 1-3 | 산화 환원 반응을 통해 정량적 계산하기            | 4         | 산화 환원 반응식을 활용하여 크롬 이온 제거 과정을 명확히 분석하고, 정수 가능한 물의 부피를 정확히 계산하며 계산 과정을 논리적으로 서술한 경우      |
|     |                                  | 3         | 산화 환원 반응식을 활용하여 크롬 이온 제거 과정을 대체로 분석하고, 정수 가능한 물의 부피를 계산했으나 계산 과정에 작은 오류가 있는 경우         |
|     |                                  | 2         | 산화 환원 반응식이나 계산 과정 중 일부 누락 또는 오류가 있으며, 정수 가능한 물의 부피 계산 결과가 부정확하거나 근거가 부족한 경우            |
|     |                                  | 1         | 산화 환원 반응식을 활용하지 못했거나, 계산 과정이 대부분 누락되었으며 정수 가능한 물의 부피를 도출하지 못한 경우                       |

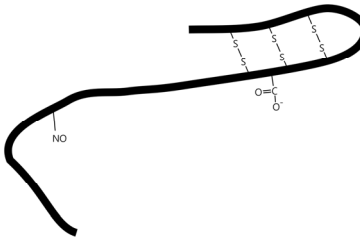


## 채점 시 유의점

- 각 문항에서 학생이 제시된 자료를 분석하고, 논리적 근거를 통해 문제를 해결하는 과정을 중점적으로 평가한다.
- 제시된 자료를 바탕으로 문제를 해석하고 적용한 정도를 평가하며, 자료와 답안 간의 연계가 부족한 경우 낮은 점수를 부여한다.
- 답안이 완벽하지 않더라도, 논리적으로 접근한 과정과 일부 타당한 내용을 포함한 경우에는 부분 점수를 부여한다.
- 각 문항에서 드러나는 사고 과정과 서술의 논리적 연결성을 확인하며, 전체적인 문제 해결 과정을 종합적으로 평가한다.



## 예시답안

| 문항  | 예시답안  |
|-----|---|
| 1-1 | <p>제시문 (가)의 하이포아염소산(HOCl)은 염소(Cl<sub>2</sub>)와 물(H<sub>2</sub>O)의 반응을 통해 생성되며, 이 과정에서 염소는 산화와 환원을 동시에 겪는다. 반응식은 다음과 같다.</p> $\text{Cl}_2(g) + \text{H}_2\text{O}(l) \rightarrow \text{HOCl}(aq) + \text{HCl}(aq)$ <p>염소 분자(Cl<sub>2</sub>)는 두 개의 염소 원자(Cl)를 포함하며, 이 중 한 원자는 하이포아염소산(HOCl)에서 산화수가 0에서 +1로 변하여 산화된다. 다른 원자는 염화 수소(HCl)에서 산화수가 0에서 -1로 변하여 환원된다. 염소 분자(Cl<sub>2</sub>) 1몰당, 한 원자는 전자 1개를 잃고 다른 원자는 전자 1개를 얻으므로, 총 1몰의 전자가 이동한다. 따라서 이동한 전자의 양은 정확히 1몰임을 확인할 수 있다.</p>  |
| 1-2 | <p>하이포아염소산(HOCl)은 강력한 산화제이기 때문에 단백질 내의 설프하이드릴기(-SH)와 암모늄기(-NH<sub>3</sub><sup>+</sup>)를 산화시켜 단백질의 구조와 기능을 변형시킨다. 설프하이드릴기(-SH) 2개는 이황화 결합(-S-S-)을 형성한다. 또한 암모늄기(-NH<sub>3</sub><sup>+</sup>)는 나이트로소기(-NO)가 되어 카복실레이트기(-COO<sup>-</sup>) 사이의 이온 결합은 사라지게 된다. 이 과정에서 황(S) 원자와 질소(N) 원자의 산화수가 증가하므로 산화되었다는 사실을 알 수 있다. 이러한 구조적 변화는 단백질의 생리적 역할을 방해하며, 세균의 생존에 필요한 주요 단백질을 비활성화한다. &lt;그림&gt;에서 설프하이드릴기(-SH) 부분은 이황화 결합(-S-S-)이 형성되어 단백질이 가까워지고, 암모늄기(-NH<sub>3</sub><sup>+</sup>)와 카복실레이트기(-COO<sup>-</sup>)의 이온 결합은 사라져 단백질이 서로 멀어지는 구조가 될 것으로 예측된다. 이에 대한 그림은 아래와 같다.</p>    |
| 1-3 | <p>정수 과정에서 아연 필터는 크롬 이온(Cr<sup>3+</sup>)을 제거하는 데 사용된다. 주어진 반응식은 다음과 같다.</p> $3\text{Zn}(s) + 2\text{Cr}^{3+}(aq) \rightarrow 3\text{Zn}^{2+}(aq) + 2\text{Cr}(s)$ <p>아연의 질량은 19.5g이며, 아연의 원자량은 60이다. 따라서 아연의 양(mol)은 다음과 같다.</p> $\text{아연의 양(mol)} = \frac{\text{질량(g)}}{\text{원자량(g/mol)}} = \frac{19.5}{65} = 0.3 \text{ mol}$ <p>반응식에 따르면 아연과 크롬 이온의 반응비는 3:2이다. 따라서 아연 0.3몰로 반응할 수 있는 크롬 이온의 몰 수는 다음과 같다.</p> $\text{크롬 이온의 양(mol)} = \frac{2}{3} \times 0.3 = 0.2 \text{ mol}$ <p>크롬의 원자량은 50이므로, 제거할 수 있는 크롬 이온의 질량은 다음과 같다.</p> $\text{질량(g)} = \text{크롬 이온의 양(mol)} \times \text{원자량(g/mol)} = 0.2 \times 52 = 10.4 \text{ g}$ <p>크롬 이온의 농도가 0.05 g/L이므로, 정수 가능한 물의 최대 부피는 다음과 같다.</p> $\text{부피(L)} = \frac{\text{제거 가능한 크롬의 총 질량(g)}}{\text{농도(g/L)}} = \frac{10.4}{0.05} = 208 \text{ L}$ <p>따라서, 19.5 g의 아연 필터를 사용하면 크롬 이온의 농도가 0.05 g/L인 물을 최대 208L까지 정수할 수 있다.</p> |



## 피드백 시 유의점

- 평가 문항이 교과 성취기준에 기반하고 있는지 점검하며, 학생의 답안이 해당 기준에 부합하는지를 확인하여 피드백한다.
- 학생이 평소 수준보다 높은 사고력을 발휘하거나 창의적이고 논리적인 답변을 작성한 경우 이를 인정하고 긍정적인 피드백을 제공한다.
- 답안에서 부족했던 점을 지적할 때, 이를 개선하기 위한 구체적이고 실행 가능한 방법을 제안하여 학생의 학습 동기를 높인다.

### 1 평가 개요

| 학교급  | 고등학교  | 학년   | 2학년       |
|--|---|--|-----------|
| 과목명  | 화학 I  | 단원/영역  | 화학과 우리 생활 |
| 성취기준   |   | 평가기준   |           |
| [12화학 I 01-02] 탄소 화합물이 일상생활에 유용하게 활용되는 사례를 조사하여 발표할 수 있다.            | 상   | 일상생활에서 유용하게 활용되는 탄소 화합물이 포함된 생활용품을 설명할 수 있다.                             |           |
|  | 중   | 일상생활에서 유용하게 활용되는 탄소 화합물을 설명할 수 있다.                                       |           |
|  | 하   | 일상생활에서 유용하게 활용되는 생활용품을 설명할 수 있다.   |           |
| [12화학 I 01-04] 여러 가지 반응을 화학 반응식으로 나타내고, 화학 반응에서 물질의 양적 관계를 설명할 수 있다. | 상   | 반응물과 생성물의 양적 관계를 설명할 수 있는 문항을 작성하고, 작성한 문항의 양적 관계 문제 해결 과정과 답을 서술할 수 있다. |           |
|  | 중   | 반응물과 생성물의 양적 관계를 설명할 수 있는 문항을 작성하고, 작성한 문항의 양적 관계 문제 해결 과정을 서술할 수 있다.    |           |
|  | 하   | 반응물과 생성물의 양적 관계를 설명할 수 있는 문항을 작성할 수 있다.                                  |           |
| 최소 능력의 수행 특성   | <ul style="list-style-type: none"> <li>일상생활에서 유용하게 활용되는 탄소 화합물을 설명할 수 있다.</li> <li>화학 반응식을 이용해서 반응물과 생성물을 설명할 수 있다.</li> </ul>  |  |           |
| 평가 요소  | <ul style="list-style-type: none"> <li>일상생활에서 유용하게 활용되는 탄소 화합물이 포함된 생활용품을 제시하기</li> <li>제시한 생활용품이 어떻게 유용하게 활용되는지 설명하기</li> <li>제시된 조건에 맞게 반응물과 생성물의 양적 관계를 설명할 수 있는 문항 작성하기</li> <li>작성한 문항 해결하기</li> </ul>   |  |           |
| 수행 과제  | 화학과 우리 생활 설명하기  |  |           |
| 평가 유형  | 수행평가 논술형  | 배점   | 30        |
| 논술형 평가 제작 의도 (출제 의도)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>문항 1은 성취기준 [12화학 I 01-02]과 관련하여 평가기준 '중' 수준의 학생이 일상생활에서 유용하게 활용되는 탄소 화합물 사례를 조사하여 발표하는 수업 활동 이후 이를 글로 정리하는 시간을 가지도록 설계하였다.</li> <li>문항 2는 성취기준 [12화학 I 01-04]과 관련하여 평가 기준 중 수준의 학생이 제시된 문항만 푸는 것이 아니라 조건에 맞는 문항을 학생이 스스로 작성하고, 문항을 해결하며 화학 반응식을 이용해서 화학 반응에서의 양적 관계를 설명하도록 문항을 설계하였다.</li> </ul> |  |           |

## 2 수업 계획 및 흐름도

|              | 1~2차시   | 3~5차시  | 6~9차시   |
|--------------|---|--|---|
| 수업 흐름도       | 탄소 화합물이 일상생활에서 유용하게 활용되는 사례 조사하여 발표하기                         | 원자량과 분자량 및 화학식량, 아보가드로수와 몰의 뜻을 이해하고 설명하기       | 화학 반응식을 나타내고 화학 반응식을 이용하여 화학 반응에서의 양적 관계 설명하기 |
| 평가 방법        | 논술형 평가  | 형성평가   | 논술형 평가  |
| 수업-평가 연계 주안점 | 탄소 화합물이 포함된 생활용품과 그 생활용품이 어떻게 유용하게 활용되는지 자세하게 조사하고 발표하도록 안내하기 | 개별 학습 요소가 모두 중요하므로 간단한 문항부터 복잡한 문항으로 형성평가 진행하기 | 3차시부터 9차시까지 수업 내용 모두를 포함하는 내용의 논술형 평가 진행하기    |

## 3 평가 문항

### 문항 정보

| 문항 | 교과 역량       | 성취기준   | 평가 요소  |
|----|-------------|--|--|
| 1  | 과학적 탐구역량    | [12화학 I 01-02] 탄소 화합물이 일상생활에 유용하게 활용되는 사례를 조사하여 발표할 수 있다.            | <ul style="list-style-type: none"> <li>탄소 화합물이 포함된 생활용품 제시</li> <li>해당 생활용품의 유용성 설명</li> </ul> |
| 2  | 과학적 문제해결 능력 | [12화학 I 01-04] 여러 가지 반응을 화학 반응식으로 나타내고, 화학 반응에서 물질의 양적 관계를 설명할 수 있다. | <ul style="list-style-type: none"> <li>조건에 맞는 반응물과 생성물의 양적 관계 문제 해결</li> </ul>                 |

### 평가 문항

#### 1 다음은 탄소 화합물에 대한 설명이다. 물음에 답하시오. [10점]

탄소 화합물은 탄소(C)를 기본 골격으로 수소, 산소, 질소, 황, 인, 할로젠 원소 등과 공유 결합을 통해 형성된 화합물이다. 탄소는 4개의 공유 결합을 형성할 수 있어 단백질, 탄수화물, 지방 등 생명체의 주요 구성 성분이자 다양한 물질의 기반이 된다. 이러한 특성 덕분에 탄소 화합물은 생명체 유지뿐만 아니라 산업, 의학, 농업, 환경 등 여러 분야에서 필수적인 역할을 하며, 응용 범위가 매우 넓다.

일상생활에서 유용하게 활용되는 탄소 화합물이 포함된 생활용품에 대해 <조건>에 맞게 서술하시오.

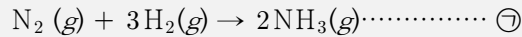
<조건>

- 생활용품과 그에 포함된 탄소 화합물을 제시할 것
- 생활용품이 일상생활에서 유용하게 활용되는 내용을 포함할 것

2

다음은 암모니아의 대량 합성에 대한 설명이다. 물음에 답하시오. [20점]

화학은 물질의 성질과 변화를 연구하는 과학으로, 식량, 의류, 주거 등 인류가 직면한 다양한 문제를 해결하는 데 크게 기여해 왔다. 특히, 산업 혁명 이후 급격히 증가한 세계 인구로 인해 식량 부족 문제가 대두되었다. 이를 해결하기 위해 하버는 1906년 공기 중의 질소를 수소와 반응시켜 암모니아를 대량으로 합성하는 제조 공정을 개발하였다. 이 공정으로 생산된 암모니아는 질소 비료의 원료로 사용되어 농산물 생산량을 증대시키고 식량 문제 해결에 중요한 역할을 했다. 이 화학 반응의 화학 반응식은 아래와 같다.



화학 반응식 ㉠을 이용하여 반응물  $\text{N}_2$ 의 양(mol)과 생성물  $\text{NH}_3$ 의 질량(g) 사이의 양적 관계를 설명할 수 있는 문항을 제작하고, 제작한 문항의 양적 관계 문제 해결 과정과 답을 <조건>에 맞게 서술하시오. (단, H, N의 원자량은 각각 1, 14이다.)

〈조건〉

- [문항]은 반응물과 생성물의 종류와 단위를 포함하여 문항의 형태로 서술할 것
- [해결 과정]은 화학 반응식의 계수와 단서에 제시된 원자량을 이용하여 제작한 문항의 양적 관계를 해결하는 과정에 대해 서술할 것
- [답] 제작한 문항의 해결 과정에 의해 구한 값을 서술할 것

[문항]

[해결 과정]

[답]



## 채점기준표

| 문항 | 평가 요소  | 척도/<br>배점 | 수행 수준(채점기준)  |
|----|--|-----------|--|
| 1  | 일상생활에서 유용하게 활용되는 탄소 화합물이 포함된 생활용품을 제시하기      | 7         | 일상생활에서 유용하게 활용되는 탄소 화합물이 포함된 생활용품을 제시한 경우                          |
|    |  | 6         | 일상생활에서 유용하게 활용되는 탄소 화합물을 제시한 경우                                    |
|    |  | 5         | 일상생활에서 유용하게 활용되는 생활용품을 제시한 경우                                      |
|    |  | 4         | 일상생활에서 유용하게 활용되는 생활용품을 제시하지 못한 경우                                  |
|    | 제시한 생활용품이 어떻게 유용하게 활용되는지 설명하기                | 3         | 제시한 생활용품이 어떻게 유용하게 활용되는지 설명한 경우                                    |
|    |  | 1         | 제시한 생활용품이 어떻게 유용하게 활용되는지 설명하지 못한 경우                                |
| 2  | 제시된 조건에 맞게 반응물과 생성물의 양적 관계를 설명할 수 있는 문항 작성하기 | 10        | 반응물의 종류와 단위, 생성물의 종류와 단위 4가지를 옳게 포함하여 양적 관계를 설명할 수 있는 문항을 작성한 경우   |
|    |  | 9         | 반응물의 종류와 단위, 생성물의 종류와 단위 중 3가지를 옳게 포함하여 양적 관계를 설명할 수 있는 문항을 작성한 경우 |
|    |  | 8         | 반응물의 종류와 단위, 생성물의 종류와 단위 중 2가지를 옳게 포함하여 양적 관계를 설명할 수 있는 문항을 작성한 경우 |
|    |  | 7         | 반응물의 종류와 단위, 생성물의 종류와 단위 중 1가지를 옳게 포함하여 양적 관계를 설명할 수 있는 문항을 작성한 경우 |
|    |  | 6         | 단위를 포함하여 양적 관계를 설명할 수 있는 문항을 작성한 경우                                |
|    |  | 5         | 양적 관계를 설명할 수 있는 문항을 작성한 경우   |
|    |  | 4         | 양적 관계를 설명할 수 있는 문항을 작성하지 못한 경우                                     |
|    | 작성한 문항 해결하기                                  | 10        | 작성한 문항의 양적 관계 해결 과정에서 화학 반응식의 계수와 단서에 제시된 원자량을 설명하고 답을 구한 경우       |
|    |  | 9         | 작성한 문항의 양적 관계 해결 과정에서 화학 반응식의 계수와 단서에 제시된 원자량을 설명한 경우              |
|    |  | 8         | 작성한 문항의 양적 관계 해결 과정에서 화학 반응식의 계수와 단서에 제시된 원자량 중 하나만을 설명하고 답을 구한 경우 |
|    |  | 7         | 작성한 문항의 양적 관계 해결 과정에서 화학 반응식의 계수와 단서에 제시된 원자량 중 하나만을 설명한 경우        |
|    |  | 6         | 작성한 문항과 다른 문항의 양적 관계 해결 과정에서 화학 반응식의 계수와 단서에 제시된 원자량을 설명한 경우       |
|    |  | 5         | 작성한 문항과 다른 문항의 양적 관계 해결 과정에서 화학 반응식의 계수와 단서에 제시된 원자량 중 하나만을 설명한 경우 |
|    |  | 4         | 양적 관계 해결 과정을 설명하지 못한 경우  |



### 채점 시 유의점

- 탄소 화합물이 포함된 생활용품을 제시하고, 생활용품이 일상생활에서 유용하게 활용되는 내용도 포함해야 함.
- 제시된 조건에 맞게 반응물과 생성물의 양적 관계를 설명할 수 있는 문항을 작성해야 함.
- 양적 관계 해결 과정은 다양한 방식이 있으므로 제시한 방식의 오류가 없으면 정답 처리함. 과정에서 단순 계산 실수의 경우, 해결 과정의 오류가 없으면 해결 과정은 정답 처리하고 답을 구하지 못한 경우로 채점함.



### 예시답안

| 문항 | 예시답안   |
|----|--|
| 1  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 욕실에 있는 칫솔은 폴리프로필렌이 포함된 탄소 화합물로, 주로 치아와 잇몸을 청결하게 유지하기 위해 사용된다.</li> <li>• 플라스틱의 한 종류인 폴리에틸렌은 포장용 필름에 사용되어 물건을 편하게 보관할 수 있도록 한다.</li> <li>• 폼알데하이드는 플라스틱이나 가구용 접착제의 원료로 공산품을 생산하는 데 다양하게 이용된다.</li> </ul>   |
| 2  | <p>[문항] <math>N_2(g)</math> 1 mol이 풍부한 <math>H_2(g)</math> 반응할 때 생성되는 <math>NH_3(g)</math>의 질량(g)을 구하시오.</p> <p>[해결 과정] <math>N_2</math>와 <math>H_2</math>가 반응하여 <math>NH_3</math>가 생성되는 반응의 화학 반응식은 <math>N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)</math></p> <p>이므로 <math>N_2</math> 1 mol이 모두 반응하면 <math>NH_3</math> 2 mol이 생성된다. <math>NH_3</math>의 분자량은 <math>(14 \times 1) + (1 \times 3) = 17</math>이므로 생성된 <math>NH_3(g)</math>의 질량은 <math>17g/mol \times 2mol = 34g</math>이다.</p> <p>[답] 34(g)</p> |



### 피드백 시 유의점

- 문항 1의 경우, 일상생활에서 유용하게 활용되는 탄소 화합물이 포함된 생활용품에 대해 설명함으로써 화학에 대한 흥미와 호기심을 가질 수 있도록 하며, 학생의 관심 분야 또는 희망 진로 분야와 관련된 탄소 화합물을 찾아보도록 피드백한다.
- 문항 2의 경우, 문항을 작성하고 해결하는 과정에 대해 맞고 틀림뿐만 아니라 학생 수준을 고려하여 피드백한다.

### 1 평가 개요

| 학교급  | 고등학교  | 학년   | 2학년                             |
|--|---|--|---------------------------------|
| 과목명  | 화학1   | 단원/영역  | (3) 화학 결합과 분자의 세계/물질의 성질과 화학 결합 |
| 성취기준   |   | 평가기준   |                                 |
| [12화학 I 03-02] 이온 결합의 특성과 이온 화합물의 성질을 설명하고 예를 찾을 수 있다.                   | 상   | 이온 결합의 특성과 이온 화합물의 성질을 정확하게 설명하고, 그 예를 찾아 제시할 수 있다.        |                                 |
|  | 중   | 이온 결합의 특성과 이온 화합물의 성질을 이해하고, 그 예를 구별할 수 있다.                |                                 |
|  | 하   | 이온 결합 화합물의 예를 구별할 수 있다.                                    |                                 |
| [12화학 I 03-03]공유 결합, 금속 결합의 특성을 이해하고 몇 가지 물질의 성질을 결합의 종류와 관련지어 설명할 수 있다. | 상   | 공유 결합, 금속 결합의 특성을 이해하고 몇 가지 물질의 성질을 결합의 종류와 관련지어 설명할 수 있다. |                                 |
|  | 중   | 공유 결합, 금속 결합의 특성을 이해하고 몇 가지 물질의 성질을 결합의 종류와 관련지어 구별할 수 있다. |                                 |
|  | 하   | 몇 가지 물질의 성질을 결합의 종류와 관련지을 수 있다.                            |                                 |
| 최소 능력의 수행 특성   | <ul style="list-style-type: none"> <li>화학 결합의 종류를 구별할 수 있다.</li> </ul>  |  |                                 |
| 평가 요소  | <ul style="list-style-type: none"> <li>화학 결합의 종류 구별하기, 이온 결합의 정의 이해하기</li> <li>몇 가지 물질의 성질을 이용하여 화학 결합을 분류하기</li> <li>물질의 화학 결합 종류 구별하여 몇 가지 물질의 성질을 결합의 종류와 관련지어 설명하기</li> </ul> |  |                                 |
| 수행 과제  | <b>물질의 성질과 화학 결합</b>  |  |                                 |
| 평가 유형  | 수행평가 논술형  | 배점   | 22                              |
| 논술형 평가 제작 의도 (출제 의도)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>화학 결합의 특성을 이해하고 실생활에서 사용하는 물질을 화학결합의 종류에 따라 구별할 수 있고, 물질의 성질을 화학결합의 종류와 관련지어 설명할 수 있도록 제작함</li> </ul>                                      |  |                                 |

## 2 수업 계획 및 흐름도

|              | 1차시  | 2차시                                 | 3차시   | 4차시              |
|--------------|--|-------------------------------------|---|------------------|
| 수업 흐름도       | 이온 결합 특성과 이온 화합물의 성질 설명하기                  | 공유 결합, 금속 결합의 특성 결합에 따른 성질 설명하기     | 물질의 성질을 결합의 종류와 관련지어 설명하기                           | 화학 결합의 종류별로 구별하기 |
| 평가 방법        | 진단 평가                                      | 형성평가                                | 형성 평가   | 수행평가 (논술형)       |
| 수업-평가 연계 주안점 | 실험과 자료 해석을 통해서 이온 결합의 특성과 성질을 알아내는 기회 제공하기 | 자료 해석을 통해서 결합의 특성과 성질을 알아내는 기회 제공하기 | 화학 결합의 특징을 이용하여 물질을 화학 결합의 종류에 따라 구별해 보는 연습 기회 제공하기 | 논술형 문항 안내하기      |

## 3 평가 문항

### 문항 정보

| 문항  | 교과 역량                  | 성취기준  | 평가 요소   |
|-----|------------------------|---|---|
| 1-1 | 과학적 문제 해결 능력           | [12화학 I 03-02] 이온 결합의 특성과 이온 화합물의 성질을 설명하고 예를 찾을 수 있다.                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>화학 결합의 종류 구분하기</li> <li>이온 결합의 정의 설명하기</li> </ul>                    |
| 1-2 | 과학적 탐구역량, 과학적 문제 해결 능력 | [12화학 I 03-03] 공유 결합, 금속 결합의 특성을 이해하고 몇 가지 물질의 성질을 결합의 종류와 관련지어 설명할 수 있다. | <ul style="list-style-type: none"> <li>몇 가지 물질의 성질을 이용하여 화학 결합 분류하기</li> </ul>                              |
| 1-3 | 과학적 문제 해결 능력           | [12화학 I 03-03] 공유 결합, 금속 결합의 특성을 이해하고 몇 가지 물질의 성질을 결합의 종류와 관련지어 설명할 수 있다. | <ul style="list-style-type: none"> <li>물질의 화학 결합 종류 구별하기</li> <li>몇 가지 물질의 성질을 결합의 종류와 관련지어 설명하기</li> </ul> |

### 평가 문항

1 다음은 화학 결합과 관련된 내용이다. 물음에 답하시오. [총 22점]

1-1. 다음은 글루탐산 나트륨(MSG)과 관련된 글이다.

글루탐산 나트륨(MSG, Monosodium Glutamate)은 글루탐산(Glutamic acid) 이온과 나트륨( $\text{Na}^+$ )이온이 결합을 통해 형성된 화합물이다. 글루탐산은 아미노산 중 하나로, 카복실기( $-\text{COOH}$ )와 아미노기( $-\text{NH}_2$ )를 포함한다. 글루탐산은 두 개의 카복실기를 가지며, 이 중 하나는 음전하를 띠는 카복실산 음이온( $-\text{COO}^-$ ) 형태이다. 이 화합물은 일반적으로 조미료(MSG)로 사용되며, 감칠맛을 내는 물질로 잘 알려져 있다. MSG가 감칠맛을 내는 원리는 물에 녹아 방출된 글루탐산 이온이 혀의 미각 수용체와 결합해 뇌로 신호를 보내는 데 있다.

글루탐산 나트륨(MSG)이 이온 결합, 공유 결합, 금속 결합 중에서 어떤 결합 물질인지 판단하고, 근거를 뒷글에서 찾아서 제시하시오. [5점]

결합의 종류 :

판단 근거 :

1-2. 글루탐산 나트륨과 설탕, 금속 나트륨을 구별할 수 있는 분류도를 <조건>에 맞게 작성하시오. [5점]

<조건>

- 화학 결합의 성질에 따른 특징을 이용하여 분류 할 것
- 아래와 같은 형식을 이용하여 나타낼 것

1-3. 다음은 몇 가지 물질이 이용되는 예이다. 각 물질의 이용을 결합의 종류와 관련지어 <조건>에 맞게 설명하시오. [12점]

- 예1 : 다이아몬드(C)
  - 이용 : 공업적 사용 , 다이아몬드는 절단 도구, 연마재, 그리고 고강도 장비 제작에 사용된다.
- 예2 : 염소 기체( $Cl_2$ )
  - 이용 : 염소 기체의 낮은 끓는점은 살균, 소독 및 화학 공정에서 이동성과 반응성을 높이는 데 활용된다.
- 예3 : 염화 나트륨(NaCl)
  - 이용 : 전해질로 사용되는 염화나트륨 수용액은 전기 화학 반응을 촉진하는 데 사용된다.
- 예4 : 구리(Cu)
  - 이용 : 전선 제조에 널리 사용되며, 전자 기기, 전력 전달 시스템, 열교환기 등 에서 활용된다.

<조건>

- ‘예1~예4’에서 각 물질의 화학 결합의 종류를 쓸 것
- 각 물질의 이용을 화학결합의 성질과 관련지어 설명할 것

채점기준표

| 문항  | 평가 요소                          | 척도/배점      | 수행 수준(채점기준)                                       |
|-----|--------------------------------|------------|---|
| 1-1 | 화학 결합의 종류 구별하기                 | 2          | 이온결합이라고 옳게 제시한 경우                                 |
|     |                                | 1          | 그 외의 결합을 제시한 경우                                   |
|     | 이온 결합의 정의 이해하기                 | 3          | 양이온과 음이온의 정전기적 인력에 의한 결합이므로 이온 결합이라고 설명한 경우       |
|     |                                | 2          | 이온 간의 결합이므로 이온결합이라고 설명한 경우                        |
|     |                                | 1          | 설명하지 못했거나 타당하지 않은 경우                              |
| 1-2 | 몇 가지 물질의 성질을 이용하여 화학 결합을 분류하기  | 5          | 2가지 이상의 조건에 따라 예/아니오가 모두 옳게 분류되어 물질이 모두 옳게 분류된 경우 |
|     |                                | 3          | 1가지 조건에 따라 예/아니오가 옳게 분류되어 물질 1~2개가 옳게 분류된 경우      |
|     |                                | 1          | 화학 결합 모두 분류가 안 되는 경우                              |
| 1-3 | 물질의 화학 결합 종류 구별하기              | 4          | 네 가지 물질의 화학 결합의 종류가 모두 옳은 경우                      |
|     |                                | 3          | 세 가지 물질의 화학 결합의 종류가 옳은 경우                         |
|     |                                | 2          | 두 가지 물질의 화학 결합의 종류가 옳은 경우                         |
|     |                                | 1          | 한 가지 물질의 화학 결합의 종류가 옳은 경우                         |
|     | 몇 가지 물질의 성질을 결합의 종류와 관련지어 설명하기 | 예시당 (총 8점) | 2   |
| 1   |                                |            | 화학 결합의 성질은 옳게 적었으나, 물질의 이용을 적절히 설명하지 못한 경우        |

채점 시 유의점

- 문항 1-2에서 화학결합을 분류할 때 순서에 관계 없이 옳게 분류하면 인정함.
- 문항 1-3에서 물질의 성질을 결합의 종류와 관련지어 설명하기는 예시 당 채점하되, 옳게 적었으나 이에 따른 이용을 적절하게 설명하지 못한 경우에는 예시당 1점 감점함.



## 예시답안

| 문항  | 예시답안   |
|-----|--|
| 1-1 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 결합의 종류 :이온 결합</li> <li>• 판단 근거 : 글루탐산 이온과 나트륨의 이온이 결합을 통해 형성된 화합물이고, 글루탐산은 카복실산 음이온의 형태이므로 음이온, 나트륨은 양이온이므로 양이온과 음이온의 이온결합 물질이다.</li> </ul>   |
| 1-2 | <pre> graph TD     A[글루탐산 나트륨, 설탕, 나트륨] --&gt; B{고체 상태에서 전류가 흐르는가?}     B -- 예 --&gt; C[나트륨]     B -- 아니요 --&gt; D{액체 상태에서 전류가 흐르는가?}     D -- 예 --&gt; E[글루탐산 나트륨]     D -- 아니요 --&gt; F[설탕]   </pre>   |
| 1-3 | <p>예1) 다이아몬드 : 공유 결합 물질이다. 탄소 원자들이 공유 결합하여 3차원 구조를 이루는 원자 결정이므로 매우 강한 결합이므로 절단 도구 등에 이용될 수 있다.</p> <p>예2) 염소 기체 : 공유 결합 물질이다. 공유 결합을 하여 분자 상태로 존재하기 때문에 낮은 녹는점과 끓는점을 가질 수 있어 상온에서 기체 상태로 존재할 수 있으므로 위와 같은 이용이 가능하다.</p> <p>예3) 염화 나트륨 : 이온 결합 물질이다. 이온결합은 액체와 수용액 상태에서 전기전도성을 가지므로 전해질로 이용이 가능하다.</p> <p>예4) 구리 : 금속 결합 물질이다. 자유 전자 덕분에 높은 전기전도성을 가지고, 전성(땀함성)을 가지고 있어서 전선 제조 등에 이용이 가능하다.</p> |



## 피드백 시 유의점

- 해당 교과와 성취기준을 확인하고, 내용과 문항의 난이도, 성취수준 부합 정도를 고려한다.
- 해당 학생의 수준보다 높은 수준으로 응답한 결과를 확인하여 그와 함께 피드백한다.
- 평소 수업 시간에 학생을 관찰한 내용을 고려하여 피드백한다.

### 1 평가 개요

| 학교급  | 고등학교  | 학년  | 3학년             |
|--|---|---|-----------------|
| 과목명  | 화학Ⅱ   | 단원/영역   | 물질의 세 가지 상태와 용액 |
| 성취기준   |   | 평가기준  |                 |
| [12화학Ⅱ 01-04] 분자 간 상호 작용을 이해하고, 분자 간 상호 작용의 크기와 끓는점의 관계를 설명할 수 있다. | 상   | 분자 간 상호작용의 의미와 분자 간 힘의 종류를 설명할 수 있으며 그래프 자료를 해석하여 분자 간 상호작용의 크기와 끓는점의 관계를 설명할 수 있다.     |                 |
|  | 중   | 분자 간 상호 작용의 의미와 분자 간 힘의 종류를 알고 분자 간 상호작용의 크기와 끓는점의 관계를 말할 수 있다.                         |                 |
|  | 하   | 분자 간 상호작용의 크기와 끓는점의 관계를 말할 수 있다.  |                 |
| [12화학Ⅱ 01-05] 물의 밀도, 열용량, 표면 장력 등의 성질을 수소 결합으로 설명할 수 있다.           | 상   | 물의 밀도, 열용량, 표면 장력 등의 특성을 설명할 수 있으며 물의 특성을 물 분자 구조와 수소 결합으로 설명하고 이와 관련된 자연 현상을 제시할 수 있다. |                 |
|  | 중   | 물의 밀도, 열용량, 표면 장력 등의 특성이 수소 결합과 관련되어 있음을 설명하고 이와 관련된 자연 현상을 제시할 수 있다.                   |                 |
|  | 하   | 물의 밀도, 열용량, 표면 장력 등의 특성이 수소 결합과 관련되어 있음을 말할 수 있다.                                       |                 |
| 최소 능력의 수행 특성   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 분자 간 상호작용의 크기와 끓는점의 관계를 설명할 수 있다.</li> <li>• 물의 밀도, 열용량, 표면 장력 등의 특성이 수소 결합과 관련되어 있음을 설명할 수 있다.</li> </ul>   |   |                 |
| 평가 요소  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 분자 간 상호 작용의 설명하기</li> <li>• 분자 간 상호 작용의 크기와 끓는점의 관계 설명하기</li> <li>• 물의 분자 구조와 수소 결합에 따른 밀도 설명하기</li> </ul>   |   |                 |
| 수행 과제  | <b>물의 특성 설명하기</b>   |   |                 |
| 평가 유형  | 수행평가 논술형  | 배점  | 10              |
| 논술형 평가 제작 의도 (출제 의도)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• [12화학Ⅱ 01-04] 성취 기준은 분자 간 상호 작용을 이해하고, 분자 간 상호 작용의 크기와 끓는점의 관계를 설명하는 것이고, [12화학Ⅱ 01-05] 성취 기준은 물의 밀도, 열용량, 표면 장력 등의 성질을 수소 결합으로 설명하는 것이다.</li> <li>• 본 문항은 성취기준에 따른 평가기준 '중' 수준을 고려하여 출제한 것으로, 학생들이 분자 간 상호작용을 이해한 후, 분자 간 상호작용과 끓는점의 관계를 파악하는 능력을 평가하도록 설계하였고, 하나의 주제(수소 결합)를 종합적으로 이해할 수 있도록 평가 요소를 추출하여 출제하였다.</li> </ul> |   |                 |

## 2 수업 계획 및 흐름도

|              | 1차시              | 2차시                        | 3차시                     | 4차시                           | 5차시                    |
|--------------|------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------------|------------------------|
| 수업 흐름도       | 분자 간 상호 작용       | 분자 간 상호 작용의 크기와 끓는점의 관계    | 물의 특성 (밀도, 열용량, 표면장력)   | 물의 특성                         | 액체의 증기압과 끓는점           |
| 평가 방법        | 진단평가             | 형성평가                       | 형성평가                    | 논술형 평가                        | 형성평가                   |
| 수업-평가 연계 주안점 | 분자 간 상호 작용을 이해하기 | 분자 간 상호 작용과 끓는점과의 관계를 설명하기 | 수소 결합과 관련하여 물의 특성을 설명하기 | 1 ~ 3차시를 모두 마친 후 논술형 평가에 활용하기 | 액체의 증기압과 끓는점의 관계를 설명하기 |

## 3 평가 문항

### 문항 정보

| 문항  | 교과 역량       | 성취기준  | 평가 요소                        |
|-----|-------------|---|------------------------------|
| 1-1 | 과학적 문제해결 능력 | [12화학Ⅱ01-04] 분자 간 상호 작용을 이해하고, 분자 간 상호 작용의 크기와 끓는점의 관계를 설명할 수 있다. | 분자 간 상호 작용의 크기 설명하기          |
| 1-2 | 과학적 문제해결 능력 |   | 분자 간 상호 작용의 크기와 끓는점의 관계 설명하기 |
| 2   | 과학적 문제해결 능력 | [12화학Ⅱ01-05] 물의 밀도, 열용량, 표면 장력 등의 성질을 수소 결합으로 설명할 수 있다.           | 물의 분자 구조와 수소 결합에 따른 밀도 설명하기  |

### 평가 문항

#### 1 다음은 분자 간 상호작용과 몇 가지 수소 화합물에 대한 자료이다. 물음에 답하시오. [총 7점]

분자 간 상호작용은 쌍극자-쌍극자 힘, 분산력, 그리고 수소 결합으로 나눌 수 있으며, 이들의 상호작용 강도는 물질의 끓는점이나 녹는점 등 다양한 물리적 특성에 영향을 미친다. 먼저, 극성 분자는 전자 밀도가 불균등하게 분포하여 영구적인 쌍극자를 형성한다. 이러한 분자 사이에서는 한 분자의 쌍극자와 다른 분자의 쌍극자 사이에 정전기적 인력이 작용하며, 이를 쌍극자-쌍극자 힘이라고 한다. 반면, 무극성 분자는 전자가 균일하게 분포하는 특성을 가지지만, 순간적으로 전자 구름이 치우쳐 일시적인 쌍극자가 형성될 수 있다. 이 현상을 편극이라고 하며, 일시적인 쌍극자가 이웃한 분자에 영향을 주어 새로운 쌍극자를 유도하는데, 이를 유도 쌍극자라고 한다. 무극성 분자들 간 또는 모든 분자 간에 작용하는 이러한 약한 인력을 분산력이라고 한다. 또한, 원자의 크기가 작지만 전기 음성도가 큰 질소(N), 산소(O), 플루오린(F)과 같은 원자에 결합한 수소 원자(H)는 강한 양전하를 띠며, 이웃한 분자의 전기 음성도가 큰 원자와 강한 정전기적 상호작용을 한다. 이와 같은 강한 쌍극자-쌍극자 힘을 수소 결합이라고 한다.

분자 간 상호작용은 끓는점으로 쉽게 비교해 볼 수 있다. 분자 간 상호작용이 강할수록 분자들을 떼어내는 데 많은 에너지가 필요하므로 끓는점이 높아진다.

세 가지 수소화합물의 특성

| 물질             | 메테인(CH <sub>4</sub> )   | 물(H <sub>2</sub> O)              | 플루오린화 수소(HF)          |
|----------------|---|----------------------------------|-----------------------|
| 구조식            | $\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H} - \text{C} - \text{H} \\   \\ \text{H} \end{array}$ | $\text{H} - \text{O} - \text{H}$ | $\text{H} - \text{F}$ |
| 분자 구조          | 정사면체형   | 굽은 형                             | 선형                    |
| 분자량            | 16  | 18                               | 20                    |
| 기준 끓는점         | $x$   | $y$                              | $z$                   |
| 상온(25°C)에서의 상태 | 기체  | 액체                               | 기체                    |

1-1. 제시문 속 3가지 수소화합물에 존재하는 분자 간 상호 작용을 분자의 극성을 고려하여 설명하시오. [3점]

.....

.....

.....

1-2.  $x \sim z$ 의 크기를 비교하고, 그 이유를 분자 간 상호 작용으로 설명하시오. [4점]

.....

.....

.....

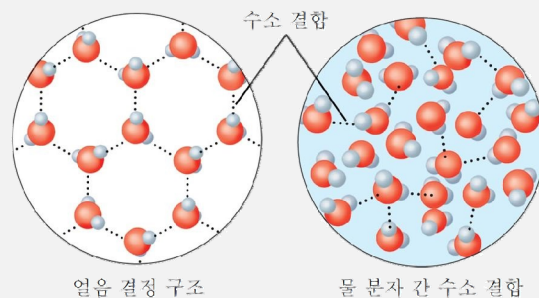
2

표는 1atm에서 물의 상태와 온도에 따른 밀도를, 그림은 얼음 결정 구조와 물 분자 간 수소 결합을 나타낸 것이다. [3점]

1atm에서 물의 상태와 온도에 따른 밀도

| 물질                   | 온도(°C) | 밀도(g/mL) |
|----------------------|--------|----------|
| H <sub>2</sub> O (s) | -10    | 0.918    |
| H <sub>2</sub> O (s) | 0      | 0.917    |
| H <sub>2</sub> O (l) | 0      | $a$      |
| H <sub>2</sub> O (l) | 4      | 1.000    |

얼음 결정 구조와 물 분자 간 수소 결합



[출처: 구글이미지]

$a$ 의 크기를  $0^{\circ}\text{C}$ 에서의 얼음 밀도와 비교하여 예측하고, 그 이유를 <조건>에 맞게 설명하시오.

<조건>

- 분자 배열(얼음 결정 구조와 물 분자 간 수소 결합)과 부피의 관계를 고려할 것

 채점기준표

| 문항  | 평가 요소                        | 척도/배점 | 수행 수준(채점기준)  |
|-----|------------------------------|-------|--|
| 1-1 | 분자 간 상호작용의 크기 설명하기           | 3     | 물질의 분자 간 상호 작용을 옳게 적고 이유를 타당하게 설명한 경우  |
|     |                              | 2     | 물질의 분자 간 상호 작용을 옳게 적었으나 이유를 타당하게 설명하지 못한 경우                                      |
|     |                              | 1     | 물질의 분자 간 상호 작용을 적었으나 옳지 않은 경우  |
| 1-2 | 분자 간 상호 작용의 크기와 끓는점의 관계 설명하기 | 4     | 기준 끓는점을 옳게 비교하고 이유를 타당하게 설명한 경우  |
|     |                              | 3     | 기준 끓는점을 옳게 비교하였으나 이유를 타당하게 설명하지 못한 경우  |
|     |                              | 2     | 기준 끓는점을 적었으나 옳게 비교하지 않은 경우   |
| 2   | 물의 분자 구조와 수소 결합에 따른 밀도 설명하기  | 3     | $a$ 의 크기를 옳게 예측하고 이유를 타당하게 설명한 경우  |
|     |                              | 2     | $a$ 의 크기를 옳게 예측하였으나 이유를 타당하게 설명하지 못한 경우, $a$ 의 크기를 옳게 예측하지 못하였으나 이유를 타당하게 설명한 경우 |
|     |                              | 1     | $a$ 의 크기를 옳게 예측하지 못한 경우  |

 채점 시 유의점

- 문항 2에서 얼음 결정 구조와 물 분자 간 상호 작용으로 수소 결합의 수와 부피의 변화를 고려하여  $a$ 의 크기를 예측해야 함.



## 예시답안

| 문항  | 예시답안   |                       |                       |                       |    |                       |                     |              |     |        |       |        |
|-----|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----|-----------------------|---------------------|--------------|-----|--------|-------|--------|
| 1-1 | 물질   | 메테인(CH <sub>4</sub> ) | 물(H <sub>2</sub> O)   | 플루오린화 수소(HF)          |    |                       |                     |              |     |        |       |        |
|     | 분자 간 상호 작용   | 분산력                   | 분산력, 쌍극자-쌍극자 힘, 수소 결합 | 분산력, 쌍극자-쌍극자 힘, 수소 결합 |    |                       |                     |              |     |        |       |        |
| 1-1 | <ul style="list-style-type: none"> <li>메테인(CH<sub>4</sub>)은 탄소(C) 원자와 수소(H) 원자로 이루어진 정사면체형의 무극성 분자로 분산력만 존재한다.</li> <li>물(H<sub>2</sub>O)은 산소(O) 원자와 수소(H) 원자로 이루어진 굽은 형의 극성 분자로 분산력과 쌍극자-쌍극자 힘이 존재한다. 또한, 전기 음성도가 큰 산소(O) 원자에 결합한 수소(H) 원자와 이웃한 분자의 산소(O) 원자 사이의 수소 결합도 존재한다.</li> <li>플루오린화 수소(HF)는 플루오린(F) 원자와 수소(H) 원자로 이루어진 선형의 극성 분자로 분산력과 쌍극자-쌍극자 힘이 존재한다. 또한, 전기 음성도가 큰 플루오린(F) 원자에 결합한 수소(H) 원자와 이웃한 분자의 플루오린(F) 원자 사이의 수소 결합도 존재한다.</li> </ul>   |                       |                       |                       |    |                       |                     |              |     |        |       |        |
| 1-2 | <p>끓는점: <math>x &lt; z &lt; y</math></p> <p>이유: 분자 간 상호작용이 강할수록 끓는점이 높으며, 분자량이 비슷할 때 분산력만 있는 무극성 분자보다 쌍극자-쌍극자 힘도 지니는 극성 분자의 분자 간 상호작용이 강하다. 따라서 무극성 분자인 메테인(CH<sub>4</sub>)의 끓는점(<math>x</math>)이 가장 낮다. 물(H<sub>2</sub>O)은 상온(25°C)에서 액체로, 기체 상태인 다른 분자들(플루오린화 수소(HF), 메테인(CH<sub>4</sub>))보다 끓는점(<math>y</math>)이 높고, 분자 간 상호 작용이 강하다. 물(H<sub>2</sub>O)과 플루오린화 수소(HF)의 분자 간 상호작용에는 분산력과 쌍극자-쌍극자 힘, 수소결합이 있다. 물 분자는 굽은 형이고 플루오린화 수소는 선형으로, 분자 배열에서 물 분자의 수소 결합의 수가 플루오린화 수소보다 많아, 물 분자의 분자 간 상호작용이 플루오린화 수소보다 강하므로 물 분자 끓는점(<math>y</math>)이 플루오린화 수소의 끓는점(<math>z</math>) 보다 높다.</p> <p>1atm에서 끓는점은 다음과 같다.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>물질</th> <th>메테인(CH<sub>4</sub>)</th> <th>물(H<sub>2</sub>O)</th> <th>플루오린화 수소(HF)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>끓는점</td> <td>-164°C</td> <td>100°C</td> <td>19.5°C</td> </tr> </tbody> </table> |                       |                       |                       | 물질 | 메테인(CH <sub>4</sub> ) | 물(H <sub>2</sub> O) | 플루오린화 수소(HF) | 끓는점 | -164°C | 100°C | 19.5°C |
| 물질  | 메테인(CH <sub>4</sub> )  | 물(H <sub>2</sub> O)   | 플루오린화 수소(HF)          |                       |    |                       |                     |              |     |        |       |        |
| 끓는점 | -164°C   | 100°C                 | 19.5°C                |                       |    |                       |                     |              |     |        |       |        |
| 2   | <p><math>a &gt; 0.917</math></p> <p>이유: 0°C에서는 가해준 열이 상태 변화에 사용되며 얼음 사이의 수소 결합의 일부가 끊어지면서 물 분자가 육각형의 빈 공간을 채우므로 부피가 감소하고, 밀도가 커진다.</p>   |                       |                       |                       |    |                       |                     |              |     |        |       |        |



## 피드백 시 유의점

- 해당 교과목의 성취기준을 확인하고, 내용과 문항의 난이도, 성취수준 부합 정도를 고려한다.
- 해당 학생의 수준보다 높은 수준으로 응답한 결과를 확인하여 그와 함께 피드백한다.
- 평소 수업 시간에 학생을 관찰한 내용을 고려하여 피드백한다.

### 1 평가 개요

|  |  |  |        |  |
|--|--|--|--------|--|
| 학교급  | 중학교  | 학년   | 3학년    |  |
| 과목명  | 생명과학   | 영역   | 자극과 반응 |  |
| 성취기준   |  | 성취기준별 성취수준   |        |  |
| [9과20-01] 감각기관의 구조와 기능을 이해하고, 실험을 통해 자극이 뇌로 전달되는 과정을 추론할 수 있다. | A  | 감각기관의 구조와 기능을 이해하고, 자극이 뇌로 전달되는 과정을 추론하여 설명할 수 있다. |        |  |
|  | B  | 감각기관의 구조와 기능을 이해하고, 감각을 느끼는 과정을 설명할 수 있다.          |        |  |
|  | C  | 감각기관의 구조와 기능을 이해할 수 있다.                            |        |  |
|  | D  | 자극의 종류와 감각기관을 대응시킬 수 있다.                           |        |  |
|  | E  | 자극을 감지하는 것이 감각기관임을 안다.                             |        |  |
| 평가 요소  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 감각기관의 구조 파악하기</li> <li>• 감각기관의 기능 설명하기</li> <li>• 감각기관과 뇌의 관계 추론하기</li> <li>• 감각과 관련된 생활 속 문제 해결하기</li> </ul>   |  |        |  |
| 수행 과제  | 감각 형성 과정 탐구하기  |  |        |  |
| 평가 유형  | 수행평가 논술형   | 배점   | 15     |  |
| 논술형 평가 제작 의도 (출제 의도)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 해당 성취기준은 감각기관과 뇌의 관계를 이해하고 분석하는 것이다. 생활 속 다양한 자극을 인지하는 과정에서 작용하는 감각기관과 뇌의 상호 작용을 이해하고 이를 활용해 다양한 생활 속 문제들을 해결할 수 있도록 의도한 문항이다.</li> <li>• 본 문항은 성취수준 A~E를 고려한 것으로 A 수준의 학생들은 감각기관의 구조와 기능에 대한 이해를 바탕으로 자극이 뇌로 전달되는 과정을 추론할 수 있어야 한다. 따라서 자극이 뇌로 전달되는 과정에서 뇌의 작용으로 인한 감각의 변화를 인지하고 상황에 따라 감각이 주관적일 수 있는 이유를 추론할 수 있도록 설계 하였다.</li> <li>• 감각의 형성 과정을 이해하는 데서 끝나는 것이 아니라 이에 관련된 연구가 사회적으로 미치는 영향에 대해 생각해 보게 함으로써 사회적 맥락과 연결하여 과학 지식을 전이하여 문제를 해결할 수 있는 고차원적 사고력을 확인하고자 하였다.</li> </ul> |  |        |  |

### 2 수업 계획 및 흐름도

|              | 1차시                         | 2차시                            | 3차시                     | 4차시            | 5차시           |
|--------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------|----------------|---------------|
| 수업 흐름도       | 감각기관의 구조와 기능 이해하기           | 감각을 느끼기 위한 감각기관과 뇌의 상호 작용 탐구하기 | 외부 정보에 대한 감각기관의 오류 분석하기 | 감각기관의 객관성 토론하기 | 수행평가          |
| 평가 방법        | 진단평가                        | 형성평가                           | 형성평가                    | 교사 및 동료 피드백    | 수행평가 (논술형 평가) |
| 수업-평가 연계 주안점 | 감각기관의 구조와 기능에 대한 사전 지식 확인하기 | 감각기관과 뇌의 관계 파악하기               | 감각기관과 관련된 생활 속 문제 인식하기  | 논술형 문항 안내하기    | 논술형 평가        |

### 3 평가 문항

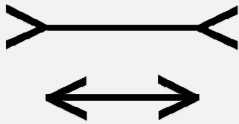
#### 문항 정보

| 문항  | 교과 역량       | 성취기준   | 평가 요소                  |
|-----|-------------|--|------------------------|
| 1-1 | 과학적 탐구 능력   | [9과20-01] 감각기관의 구조와 기능을 이해하고, 실험을 통해 자극이 뇌로 전달되는 과정을 추론할 수 있다. | • 감각기관의 구조 파악하기        |
| 1-2 | 과학적 탐구 능력   |  | • 감각기관의 기능 설명하기        |
| 1-3 | 과학적 문제해결 능력 |  | • 감각기관과 뇌의 관계 추론하기     |
| 1-4 | 과학적 의사결정 능력 |  | • 감각과 관련된 생활 속 문제 해결하기 |

### 평가 문항

1 다음은 감각형성 과정과 관련된 기사와 기관 구조이다. 물음에 답하시오. [총 15점]

(가) 아래의 사진 중 더 길어 보이는 것은 어느 것인가?



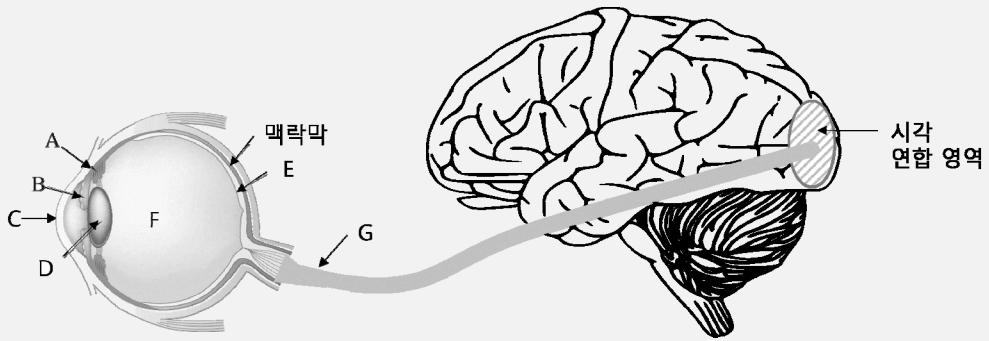
보기에는 위의 것이 더 길어 보이지만 실제로는 같다. 이는 착시 현상으로 인함이다. 착시현상은 사물의 크기, 형태, 빛깔 등 객관적인 성질과 눈으로 본 성질 간에 차이가 발생하는 경우를 말한다. 착시를 응용한 작품은 즐거움을 선사하기도 하지만 우리 눈이 완벽하지 않다는 증거이기도 하다.

우리가 사물을 볼 때 눈으로 들어온 빛은 각막과 수정체에 의해 굴절돼 유리체를 거쳐 안구 안쪽 망막에 상을 맺게 된다. 망막에 맺힌 상은 시신경을 타고 대뇌 뒤쪽 시각중추로 전달돼 사물을 인식한다. 뇌의 시각중추는 축적된 경험에 의해 사물을 인식하고 판단하지만 시각 정보의 왜곡, 고정관념, 시감각 피로 등 여러 이유로 뇌가 판단하는 과정에서 착각을 일으키게 되는데, 이것이 이것이 바로 착시현상이다. 착시현상은 일상 곳곳에서 발견된다. 옷을 고를 때도 옷의 가로, 세로선 배열에 따라 뚱뚱하거나 마른 체형으로 보이는 착시를 경험하게 된다.

착시는 디자인, 패션, 인테리어, 건축 등에서 다양하게 응용되며 예술적이나 상업적으로도 활용된다.

[출처 : 00신문, 건강칼럼 ‘함몰된 구멍이? 아닙니다’... 착시현상의 원리와 이해 일부 변형]

(나) 그림은 감각 형성 과정에 작용하는 눈과 뇌의 구조를 나타낸 것이다.



1-1. 시각이 형성되는 과정에 작용하는 부분을 <조건>에 맞게 순서대로 제시하시오. [3점]

- <조건> —————
- (가) 자료에서 명칭을 찾아 (나) 자료의 기호와 연결하여 표시할 것
  - 빛 자극이 지나가는 경로만 표시할 것

빛 → 각막( C ) → \_\_\_\_ (    ) → \_\_\_\_ (    ) → \_\_\_\_ (    ) → \_\_\_\_ (    ) → 뇌

1-2. 시각 형성에 이상이 생길 수 있는 경우를 구체적으로 3가지 제시하고 그 이유를 <조건>에 맞게 서술하시오. [3점]

- <조건> —————
- 시각 형성 과정에 관련된 부분의 이름을 구체적으로 제시할 것
  - 제시된 부분의 기능과 관련하여 서술할 것

1-3. 시각의 형성 과정에서 착시현상의 원인을 뇌와 관련지어 <조건>에 맞게 설명하시오. [3점]

- <조건> —————
- (가) 자료의 명칭과 (나) 자료의 기호를 연결하여 표시할 것
  - 빛 자극이 지나가는 경로만 표시할 것

1-4. 인간이 느끼는 감각이 얼마나 믿을 만한 것인지에 대한 자신의 의견을 <조건>에 맞게 논증하시오. [6점]

- <조건> —————
- 감각기관의 예시를 2가지 포함 할 것
  - 감각기관과 뇌의 관계를 종합적으로 제시할 것

채점기준표

| 문항  | 평가 요소         | 척도/<br>배점 | 수행 수준(채점기준)                                       |
|-----|---------------|-----------|---|
| 1-1 | 감각기관의 구조 파악하기 | 3         | 시각이 형성되는 과정에 관여하는 눈의 부분을 그림과 관련지어 순서대로 모두 명시한 경우  |
|     |               | 2         | 시각이 형성되는 과정에 관여하는 눈의 부분을 명시하였으나 그림과 옳게 관련짓지 않은 경우 |
|     |               | 1         | 시각이 형성되는 과정에 관여하는 눈의 부분을 옳게 명시하지 않은 경우            |

| 문항  | 평가 요소                | 척도/<br>배점 | 수행 수준(채점기준)   |
|-----|----------------------|-----------|---|
| 1-2 | 감각기관의 기능 설명하기        | 3         | 시각 이상의 원인을 감각기관의 기능과 연결하여 3가지 적절하게 서술한 경우   |
|     |                      | 2         | 시각 이상의 원인을 감각기관의 기능과 연결하여 2가지 적절하게 서술한 경우   |
|     |                      | 1         | 각 이상의 원인을 감각기관의 기능과 연결하여 1가지 이하로 적절하게 서술한 경우  |
| 1-3 | 감각기관과 뇌의 관계 추론하기     | 3         | 착시현상을 일으키는 시각과 뇌의 관계를 (가)자료를 이용하여 자신의 언어로 옳게 설명한 경우   |
|     |                      | 2         | - 착시현상을 일으키는 시각과 뇌의 관계를 (가) 자료를 이용하여 옳게 설명하였으나 자신의 언어로 표현하지 않은 경우<br>- 착시현상을 일으키는 시각과 뇌의 관계를 자신의 언어로 옳게 표현하였으나 (가) 자료를 이용하지 않은 경우 |
|     |                      | 1         | - 착시현상을 일으키는 시각과 뇌의 관계를 설명하지 않은 경우<br>- 착시현상을 일으키는 시각과 뇌의 관계를 설명하였으나 옳지 않은 경우   |
| 1-4 | 감각과 관련된 생활 속 문제 해결하기 | 3         | 감각기관의 예시를 2가지 적절하게 제시한 경우   |
|     |                      | 2         | 감각기관의 예시를 1가지만 적절하게 제시한 경우  |
|     |                      | 1         | 감각기관의 예시를 적절하게 제시하지 않은 경우   |
|     |                      | 3         | 감각기관과 뇌의 관계를 종합적으로 제시하여 자신의 의견을 논증한 경우  |
|     |                      | 2         | 감각기관과 뇌의 관계를 종합적으로 제시하지 않고 자신의 의견을 논증한 경우   |
|     |                      | 1         | 자신의 의견을 논증하지 않은 경우  |



### 채점 시 유의점

- 예시답안에서 사용한 용어가 아니더라도 학생 수준에 맞는 단어를 사용하여 의미가 통하게 기술한 경우 맞는 것으로 채점함.
- 다양한 답이 나올 수 있는 확장형 문항으로 예시답안 이외의 다양한 답이 나올 수 있음.
- A 수준의 학생을 구분하는 것을 목적으로 하지만 답안의 수준에 따라 A~E 수준이 모두 구분 될 수 있음.
- E 수준의 경우에는 단편적인 수준, 교사나 동료의 도움을 받아 평가 요소를 충분히 고려하지 못하는 수준에서 평가가 이루어질 것으로 예상함.
- 토의·토론과 사전 조사가 충분히 이루어진 후에 치루어질 평가이므로 자신의 언어로 표현하였는지 주의깊게 살펴야 함.



### 예시답안

| 문항  | 예시답안  |
|-----|---|
| 1-1 | 답 : 빛 → 각막( C ) → 수정체( D ) → 유리체( F ) → 망막( E ) → 시신경( G ) → 뇌의 시각중추  |
| 1-2 | A(모양체) : 모양체에 이상이 생기면 수정체의 두께를 조절할 수 없어 원근 조절이 잘 되지 않아 시력에 이상이 생긴다.<br>B(홍채) : 홍채에 이상이 생기면 눈으로 들어오는 빛의 양을 조절하지 못하므로 눈부심 등의 증상이 있을 수 있다.<br>C(각막) : 각막이 울퉁불퉁해지면 빛이 고르게 굴절되지 않아 난시가 생길 수 있다.<br>D(수정체) : 수정체의 탄력이 떨어져 초점이 잘 안 맞는 노안이 생길 수 있다. 수정체가 혼탁해져서 앞이 뿌옇게 보이는 백내장 등이 생길 수 있다.<br>E(망막) : 망막에는 여러 종류의 시세포들이 있기 때문에 이상이 생기면 상이 멎히지 않을 수 있다. 시세포의 이상으로 색이 구분되지 않는 색약이나 색맹이 될 수 있다. |

| 문항  | 예시답안  |
|-----|---|
|     | <p>F(유리체) : 유리체가 투명하지 않고 색이 탁해지거나 굳기에 이상이 생기면 부유물이 떠다니는 듯한 증상이 생길 수 있다.</p> <p>G(시신경) : 시신경에 의해 외부에서 들어오는 빛자극이 뇌로 전달되어 감각을 형성하게 되는데 시신경이 손상되면 자극이 뇌로 전달되지 않아 시력이 상실될 수 있다.</p> <p>(맥락막) : 눈에 들어오는 빛의 산란을 막아 주는 역할을 하는 맥락막에 이상이 생기면 눈부심 현상이나 눈에 먼지가 떠다니는 것 같은 비문증 등이 생길 수 있다.</p>  |
| 1-3 | <p>착시현상은 우리의 뇌가 시각 정보를 처리하는 과정에서 발생한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 시각 정보의 해석: 눈으로 들어온 빛은 각막과 수정체를 통해 굴절되어 망막에 상을 맺고 이는 시신경을 통해 뇌의 시각중추로 전달된다. 뇌는 이 정보를 바탕으로 사물을 인식하고 해석한다. 그러나 때로는 이 과정에서 정보가 왜곡되거나 불완전하게 전달될 수 있다.</li> <li>- 뇌의 예측: 뇌는 과거 경험을 바탕으로 시각 정보를 예측하고 해석한다. 익숙한 패턴이나 형태를 빠르게 인식하려는 경향이 있는데 이러한 예측이 실제와 다를 경우 착시현상이 발생할 수 있다.</li> <li>- 시각적 피로: 오랜 시간 동안 같은 이미지를 보거나 강한 빛에 노출되면 시각적 피로가 생긴다. 이로 인해 뇌가 시각 정보를 제대로 처리하지 못하고 착시현상이 발생할 수 있다.</li> <li>- 고정관념과 기대: 뇌는 우리가 익숙한 형태나 패턴을 바탕으로 시각 정보를 해석한다. 이러한 고정관념이나 기대가 실제와 다를 경우, 뇌는 착각을 일으킬 수 있다.</li> </ul>   |
| 1-4 | <p>인간이 느끼는 감각은 매우 중요한 정보 제공자이지만, 항상 믿을 만한 것은 아니다. 감각 자체가 객관적인 정보만으로 형성되는 것이 아니기 때문이다. 감각의 형성은 감각 수용기의 외부 자극 이외에도 자극을 뇌까지 전달하는 과정에 관여하는 다양한 요인들에 의해 이루어진다. 따라서 객관적인 외부 자극이 들어오더라도 다양한 감각이 형성되는 것이다. 다음은 감각형성에 영향을 줄 수 있는 다양한 요인들이다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 감각의 한계: 우리의 감각기관은 제한된 범위의 정보를 수집한다. 예를 들어, 인간의 눈은 특정 파장의 빛만을 감지할 수 있으며, 귀는 특정 주파수 범위의 소리만을 들을 수 있다. 따라서 감각기관이 수집하는 정보는 제한적이다.</li> <li>- 정보의 왜곡: 감각기관이 수집한 정보는 뇌에서 해석되는데, 이 과정에서 왜곡이 발생할 수 있다. 착시현상이 그 대표적인 예로 시각 정보가 뇌에서 잘못 해석되어 발생하는 현상이다.</li> <li>- 개인의 경험차: 감각 경험은 개인마다 다를 수 있다. 같은 상황에서도 사람마다 다르게 느낄 수 있으며, 이는 개인의 경험, 문화, 심리 상태 등에 따라 달라질 수 있다.</li> <li>- 감정의 영향: 우리의 감정 상태는 감각 경험에 큰 영향을 미친다. 스트레스, 피로, 기쁨 등의 감정은 감각 정보를 왜곡시킬 수 있다.</li> <li>- 고정관념과 기대: 우리의 뇌는 과거 경험을 바탕으로 감각 정보를 해석한다. 이러한 고정관념이나 기대가 실제와 다를 경우, 감각 정보가 왜곡될 수 있다.</li> </ul> <p>이렇게 다양한 요인들이 뇌에서의 감각 형성에 영향을 줄을 고려해볼 때 개인의 감각은 객관적이라기보다는 개인의 여러 가지 특성과 조건에 의해 뇌에서 다르게 형성되는 것이라 할 수 있다. 물론 많은 사람들이 비슷하게 느끼는 감각도 존재한다. 하지만 개인이 느끼는 정도의 차이를 생각해 보면 절대적으로 객관적이라고 믿을 만한 감각은 매우 드물 것이다. 인간이 느끼는 감각은 인간이 판단을 내리는데 중요한 정보 제공자이지만, 항상 객관적으로 믿을 만한 것은 아니다. 그러므로 자신의 감각이 절대적으로 옳다고 생각해서는 안되며 특히 중요한 결정을 내릴 때는 감각 정보뿐만 아니라 논리적 분석과 충분한 정보를 함께 고려해야 한다.</p> |



### 피드백 시 유의점

- A 성취수준을 고려하여 제작된 문항이지만 학생 답안에 따라 A~E 수준 구분이 가능하므로 각 수준에 맞는 피드백을 제공한다.
- 문항 1-1, 1-2는 감각기관의 구조와 기능에 관한 명확한 답이 있는 문항이지만 문항 1-3, 1-4는 열린 답이 가능하므로 과학적 근거가 제시되어 타당성이 인정되면 답으로 인정하도록 한다.
- 평소 수업 시간에 단계적으로 조사와 토론을 통해 학생들이 수행평가를 준비할 수 있도록 하고 학생들이 동료 피드백과 교사 피드백을 통해 성장할 수 있도록 돕는다.
- 정확한 지식을 확인하는 피드백보다는 과학 지식을 실생활에 적용하고 의사 결정을 하는 근거로 활용할 수 있도록 격려하는 피드백을 하도록 한다.

### 1 평가 개요

| 학교급   | 중학교   | 학년  | 1학년         |
|---|---|---|-------------|
| 과목명   | 과학  | 영역  | 생물의 구성과 다양성 |
| 성취기준  |   | 성취기준별 성취수준  |             |
| [9과02-01] 세포는 생명 활동이 일어나는 기본 단위임을 이해하고, 세포의 구조와 기능의 관계를 추론할 수 있다. | A   | 세포는 생명 활동이 일어나는 기본 단위임을 알고, 하나의 생명체 안에 존재하는 여러 부위의 세포가 다른 기능을 수행함을 설명하고 세포 관찰을 통해 구조와 기능의 관계를 추론할 수 있다. |             |
|   | B   | 세포는 생명 활동이 일어나는 기본 단위임을 알고, 다양한 세포의 공통점과 차이점을 말하며 세포 관찰을 통해 구조와 기능의 관계를 추론할 수 있다.                       |             |
|   | C   | 세포는 생명 활동이 일어나는 기본 단위임을 알고, 다양한 세포의 구조적 공통점을 말하며, 세포 관찰을 통해 핵, 세포막, 세포벽과 같은 세포의 구조를 확인할 수 있다.           |             |
|   | D   | 세포는 생명 활동이 일어나는 기본 단위이며 하나의 생명체 안에서도 부위에 따라 다양한 모양의 세포가 있음을 알고, 세포 관찰을 통해 핵과 다른 세포소기관을 구별할 수 있다.        |             |
|   | E   | 세포는 생명이 일어나는 기본 단위임을 말하고, 주어진 절차대로 세포를 관찰할 수 있다.  |             |
| 평가 요소   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 동물세포와 식물세포 공통점 비교하기</li> <li>• 식물세포 분석하기</li> <li>• 동물세포와 식물세포 차이점 구별하기</li> </ul>   |   |             |
| 수행 과제   | 동물세포와 식물세포 비교하기   |   |             |
| 평가 유형   | 지필평가<br>논술형   | 배점  | 12          |
| 논술형 평가 제작 의도 (출제 의도)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 세포가 생명 활동의 기본 단위임을 이해하고, 세포 구조와 기능의 관계를 추론하는 능력을 평가하기 위한 성취기준으로, 이를 통해 학생들은 세포와 소기관의 구조적 특징과 기능을 학습하며, 구조와 기능의 상호 연관성을 바탕으로 특정 세포의 역할을 논리적으로 설명하고, 구조 변화가 생명 활동에 미치는 영향을 예측하는 고차원적 사고를 익힌다.</li> <li>• 본 문항은 성취수준 B~E의 학생들을 고려하여 출제된 것으로, 수준 B의 학생들은 동물세포와 식물세포의 공통점과 차이점을 파악하고 그 기능을 설명할 수 있으며, 식물세포의 구조적 특징과 각 구성 요소가 식물의 생장에 미치는 영향을 동물과 비교하여 설명할 수 있도록 설계되었다.</li> <li>• 본 문항은 성취수준 B의 학생들이 달성해야 할 최소한의 학습 목표를 확인하고, 주어진 과학적 논제에서 적절한 논증을 구성할 수 있는 능력을 평가하기 위한 것이다. 특히, 학생들의 문제 해결 능력과 과학적 탐구 능력을 균형 있게 평가하며, 성취수준 C 이하의 학생들과의 차이를 명확히 판별할 수 있도록 설계되었다. 성취수준 B는 동물세포와 식물세포의 구조적 특징과 기능을 개별적으로 이해하고 설명하는 데 초점을 두며, 구성 요소별 구조와 기능의 관계를 요구하므로 이 문항은 성취수준 C보다 심화된 사고를 요구한다.</li> <li>• 본 문항은 학생들이 교사가 제시한 과학적 자료를 활용하여 세포 구성 요소의 역할을 논리적으로 추론하고, 공통점과 차이점을 찾아 정확히 비교할 수 있는지를 확인하기 위해 출제되었다.</li> </ul> |   |             |

## 2 수업 계획 및 흐름도

|              | 1차시                               | 2차시                          | 3차시  | 4차시  | 5차시  |
|--------------|-----------------------------------|------------------------------|--|--|--|
| 수업 흐름도       | 생명 활동이 일어나는 기본 단위 이해하기            | 현미경 사용 방법                    | 세포 관찰하기  | 동물세포와 식물세포 비교하기                            | 세포 구성 요소의 기능 비유하기  |
| 평가 방법        | 구술평가                              | 관찰평가                         | 동료평가   | 형성평가                                       | 글쓰기 평가   |
| 수업-평가 연계 주안점 | 세포의 정의와 생명 활동에서의 역할 설명에서 적절성 평가하기 | 현미경의 기본 조작 과정을 관찰하여 피드백 제공하기 | 세포 관찰을 통해 동물세포와 식물세포의 구조와 특징을 비교하여 탐구 활동지에 정확히 기록하였는지 평가하기 | 동물세포와 식물세포의 공통점과 차이점을 비교하여 서술한 글의 명료성 평가하기 | 세포 구성 요소의 이름, 기능, 생물체에서의 필요성을 예를 들어 서술하고 자신의 생각을 작성한 글의 논리성 평가하기 |

## 3 평가 문항

### 문항 정보

| 문항  | 교과 역량                               | 성취기준  | 평가 요소                 |
|-----|-------------------------------------|---|-----------------------|
| 1-1 | 과학적 탐구 능력, 과학적 문제해결 능력              | [9과02-01] 세포는 생명 활동이 일어나는 기본 단위임을 이해하고, 세포의 구조와 기능의 관계를 추론할 수 있다. | • 동물세포와 식물세포 공통점 비교하기 |
| 1-2 | 과학적 탐구 능력, 과학적 문제해결 능력              |   | • 식물세포 분석하기           |
| 1-3 | 과학적 탐구 능력, 과학적 문제해결 능력, 과학적 의사결정 능력 |   | • 동물세포와 식물세포 차이점 구별하기 |

1

다음은 세포에 관한 신문 기사의 일부이다. 물음에 답하시오. [총 12점]

[과학으로 여는 세상] 세포 이야기 - 동물 vs 식물

인간을 포함한 동물과 우리 주변의 생활환경에서 항상 가까이 있는 식물은 서로 다른 생김새, 생활환경 및 습성을 가지고 있지만 삶을 살아가는 데 필요한 기본적인 요소들, 즉 환경의 변화에 적응하고, 음식을 섭취하여 영양분으로 분해시켜 에너지를 얻어 성장하고, 생식과정을 통하여 번식을 하는 것과 같은 생명체로서의 공통점을 가진다. 이 과정에서 동물세포와 식물세포 모두 공통적으로 가지는 여러 세포 구성 요소는 두 생명체가 성장하고 에너지를 생성하며 생명을 유지하는 데 중요한 역할을 한다. 그럼에도 불구하고 우리가 쉽게 관찰할 수 있는 대표적인 차이점으로는 식물은 동물과 달리 스스로 이동하지 못하고 한곳에 머물러 살아간다는 것과 그 결과 기후를 포함한 다양한 환경의 변화를 몸으로 겪으며 적응해야 하고, 무엇보다도 에너지를 얻기 위해 필요한 영양분을 스스로 마련해야 한다는 것이다.

동물과 식물의 차이점은 생명체를 구성하는 최소 기본단위체인 세포 수준에서도 관찰되는데 식물세포의 세포 구성 요소 중에는 동물세포에는 없는 과(와) 가(이) 있어서 동물과는 다른 식물 생명체로서 기능을 수행할 수 있도록 한다.

-○○일보-

[출처: <https://n.news.naver.com/mnews/article/082/0000073438?sid=105>]

1-1. 동물세포와 식물세포에 공통적으로 존재하는 세포 구성 요소를 2가지만 제시하고, 각각의 기능을 1가지씩 서술하시오. [4점]

.....

.....

.....

1-2. 기사에서 과(와) 가(이) 에 들어갈 식물세포에만 있는 세포 구성 요소를 쓰고, 각각의 기능을 1가지씩 서술하시오. [4점]

.....

.....

.....

1-3. 식물세포에서 햇빛을 활용하는 데 중요한 세포 구성 요소가 식물세포에만 존재하는 이유를 <조건>에 맞게 설명하시오. [4점]

<조건>

- 햇빛을 활용하는 세포 구성 요소의 명칭을 포함할 것
- 기사 내용을 인용하여 식물과 동물의 차이를 비교하여 설명할 것

.....

.....

.....



### 채점기준표

| 문항  | 평가 요소                            |                    | 척도/<br>배점 | 수행 수준(채점기준)                            |
|-----|----------------------------------|--------------------|-----------|--|
| 1-1 | 동물세포와 식물세포 공통점 비교하기              | 동물세포와 식물세포의 공통점 찾기 | 2         | 동물세포와 식물세포의 공통 구성 요소 2가지를 옳게 제시한 경우    |
|     |                                  |                    | 1         | 동물세포와 식물세포의 공통 구성 요소 1가지를 옳게 제시한 경우    |
|     |                                  |                    | 0         | 동물세포와 식물세포의 공통 구성 요소를 옳게 제시하지 않은 경우    |
|     |                                  | 구성 요소의 기능 비교하기     | 2         | 2개 구성 요소의 기능을 모두 옳게 서술한 경우             |
|     |                                  |                    | 1         | 구성 요소 중 하나의 기능만 옳게 서술한 경우              |
|     |                                  |                    | 0         | 제시한 구성 요소의 기능을 모두 옳게 제시하지 않은 경우        |
| 1-2 | 식물세포 분석하기                        | 식물세포의 구성요소 분석하기    | 2         | 식물세포에만 존재하는 구성 요소 2가지를 옳게 제시한 경우       |
|     |                                  |                    | 1         | 식물세포에만 존재하는 구성 요소 1가지를 옳게 제시한 경우       |
|     |                                  |                    | 0         | 식물세포에만 존재하는 구성 요소를 옳게 제시하지 않은 경우       |
|     |                                  | 식물세포 구성요소의 기능 분석하기 | 2         | 2개 구성 요소의 기능을 모두 옳게 서술한 경우             |
|     |                                  |                    | 1         | 구성 요소 중 하나의 기능만 옳게 서술한 경우              |
|     |                                  |                    | 0         | 제시한 구성 요소의 기능을 모두 옳게 제시하지 않은 경우        |
| 1-3 | 동물세포와 식물세포 차이점 구별하기              | 엽록체의 기능 추론하기       | 1         | 엽록체를 제시한 경우                            |
|     |                                  |                    | 0         | 엽록체를 제시하지 않은 경우                        |
|     |                                  | 자료 인용하기            | 1         | 제시한 자료를 인용한 경우                         |
|     |                                  |                    | 0         | 제시한 자료를 인용하지 않은 경우                     |
|     |                                  | 동물세포와 식물세포의 차이점 찾기 | 2         | 식물세포와 동물세포를 옳게 비교하여 설명한 경우             |
|     |                                  |                    | 1         | 식물세포와 동물세포의 차이점에 대한 설명이 미흡하거나 옳지 않은 경우 |
| 0   | 식물세포와 동물세포의 차이점에 대한 설명이 옳지 않은 경우 |                    |           |  |



### 채점 시 유의점

- 하위 수준으로 갈수록 세포의 구성 요소나 기능을 정확히 제시하지 못하여도, 제시된 자료를 근거로 관련 개념에 대한 이해가 답안에 부분적으로 나타나는지 확인할 필요가 있음.
- 성취수준 C이하의 학생이 간단히 식물세포와 동물세포의 공통점이나 차이점을 말하거나 세포 구성 요소의 이름을 언급하는데 그칠 경우, C수준에 맞는 답변으로 부분 점수를 부여해야 함.
- 주어진 조건을 명확히 이해하고 적절히 활용한 답안과 조건을 제대로 반영하지 못한 답안을 구별하여 평가해야 함.



## 예시답안

| 문항  | 예시답안   |
|-----|--|
| 1-1 | 동물 세포와 식물세포에 공통적으로 존재하는 세포 구성 요소는 핵, 미토콘드리아, 세포막이다. (핵, 미토콘드리아, 세포막 중 순서에 관계없이 2개 작성하면 정답 인정)<br>핵은 세포에서 일어나는 모든 생명 활동을 조절한다.<br>미토콘드리아는 생물이 살아가는 데 필요한 에너지를 만든다.<br>세포막은 세포 안팎으로 물질이 드나드는 것을 조절한다.      |
| 1-2 | ㉠: 엽록체, 햇빛을 이용해 광합성을 통해 양분을 합성한다.<br>㉡: 세포벽, 식물세포의 형태를 유지하고 외부로부터 세포를 보호한다.<br>(㉠과 ㉡ 답안의 순서 바뀌어도 정답 인정)  |
| 1-3 | 식물세포에서 햇빛을 활용하는 데 중요한 세포 구성 요소는 엽록체이다. 식물은 스스로 이동할 수 없어 한곳에 머물러 살아가며, 필요한 에너지를 얻기 위해 스스로 양분을 만들어야 한다. 이를 위해 식물세포에는 햇빛을 활용해 양분을 합성하는 엽록체가 존재한다. 반면, 동물은 이동이 가능하므로 외부에서 음식을 섭취하여 에너지를 얻기 때문에 엽록체가 필요하지 않다. |



## 피드백 시 유의점

- 문항에서 요구한 조건을 얼마나 충족했는지 분석하며, 조건을 명확히 이해하고 활용하는 능력을 강조하여 피드백해야 함.
- 답안 작성 시 과학적 정확성과 논리성의 중요성을 강조하며, 학생이 더 구체적이고 체계적인 설명을 할 수 있도록 구체적인 예시와 학습 자료를 제공해야 함.
- 수업 중 관찰한 학생의 이해도와 학습 패턴을 반영하여, 부족한 연결성이나 구체성의 문제를 보완하도록 구체적인 개선 방향을 안내함.

### 1 평가 개요

| 학교급  | 중학교  | 학년/학년군  | 1학년         |
|--|--|---|-------------|
| 과목명  | 과학   | 영역  | 생물의 구성과 다양성 |
| 성취기준   |  | 성취기준별 성취수준  |             |
| [9과02-05] 생물다양성 보전의 필요성을 이해하고, 생물다양성 유지를 위한 방안을 조사하고 실천할 수 있다. | A  | 생물다양성 보전의 필요성을 이해하고, 생물다양성 유지를 위한 방안을 조사하여 발표하며, 생물다양성 보전 높이를 통해 생물다양성 보전을 위한 실천 방안을 탐색하고 실천할 수 있다. |             |
|  | B  | 생물다양성 보전의 필요성을 이해하고, 생물다양성 유지를 위한 방안을 조사하여 발표하며, 생물다양성 보전 높이를 통해 생물다양성 보전을 위한 실천 방안을 탐색할 수 있다.      |             |
|  | C  | 생물다양성 보전의 필요성을 이해하고, 생물다양성 유지를 위한 방안을 조사하며, 생물다양성 보전의 필요성에 관심을 가진다.                                 |             |
|  | D  | 생물다양성이 감소하는 원인을 알고, 생물다양성 보전의 필요성에 관심을 가진다.   |             |
|  | E  | 생물다양성이 감소하는 원인을 말하고, 생물다양성 보전의 필요성을 인식한다.   |             |
| 평가 요소  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 생물다양성 감소 원인 설명하기</li> <li>• 생물다양성 보전의 필요성 논증하기</li> <li>• 생물다양성 유지 방안 설명하기</li> <li>• 생물다양성 보전을 위한 행사 계획하기</li> </ul>   |   |             |
| 수행 과제  | 생물다양성 보전을 위한 행사 계획하기   |   |             |
| 평가 유형  | 수행평가 논술형   | 배점  | 20          |
| 논술형 평가 제작 의도 (출제 의도)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 성취기준을 분석하면 생물다양성 보전의 필요성을 이해하고 이를 유지하는 방안을 조사, 발표, 실천하는 활동을 강조하고 있다.</li> <li>• 각 성취수준을 분석해보면 A는 생물다양성 보전의 필요성을 바탕으로 생물다양성을 보전하는 방안을 탐구하고 실천하며, B는 탐구와 발표, C는 조사와 관심, D는 감소 원인 이해와 관심, E는 감소 원인 언급과 보전 필요성 인식 순으로 차이가 나타난다.</li> <li>• 본 문항은 성취수준 A~E를 고려하여 출제하였다. A는 생물다양성 보전의 필요성을 이해하고, 생물다양성 보전을 위한 실천 방안을 탐색하고 실천할 수 있어야 한다. 실천을 위해서는 계획이 선행되어야 한다. 따라서 학생들이 생물다양성 감소의 원인을 분석하고, 생물다양성 보전의 필요성을 논리적으로 주장하며, 국가와 사회에서 이루어지는 생물다양성 유지 방안을 설명하고, 이를 바탕으로 창의적이고 실행 가능한 행사를 계획하도록 유도하기 위해 문항을 설계하였다.</li> <li>• 구체적으로 살펴보면 문항 1은 성취수준 D, E에 나타난 생물다양성이 감소하는 원인을 설명하는 문항이다. 문항 2은 모든 성취수준에 나타난 생물다양성 보전의 필요성을 논증하는 문항이다. 문항 3은 A~C에 나타난 생물다양성 보전을 위한 방안 조사와 관련된 문항이다. 문항 4는 A에 나타난 실천을 할 수 있도록 행사를 계획하는 문항으로 설계하였다.</li> </ul> |   |             |

## 2 수업 계획 및 흐름도

|              | 1차시                                       | 2차시   | 3차시                           | 4차시  | 5차시  |
|--------------|---|---|-------------------------------|--|--|
| 수업 흐름도       | 생물다양성 보전 놀이                               | 생물다양성 감소 사례 조사 발표   | 생물다양성 유지 방안 조사                | 생물다양성 유지를 위한 공익 광고 만들기   | 생물다양성 보전을 위한 행사 계획하기                                   |
| 평가 방법        | 토의·토론평가                                   | 구술평가, 관찰평가  | 동료평가                          | 체크리스트, 창의성 평가  | 논술형 평가   |
| 수업-평가 연계 주안점 | (토의평가) 생물다양성 보전 필요성에 대한 토의토론 내용의 타당성 파악하기 | (구술평가) 조사한 내용을 구술할 수 있는지 확인하기<br>(관찰평가) 모둠별 협력 활동에 대한 관찰 및 기록 내용 확인하기 | (동료평가) 동료의 수행 과정을 관찰하면서 피드백하기 | (체크리스트) 주제 선정 및 제작 과정에서의 참여도를 확인하기<br>(창의성평가) 생물다양성 유지를 위한 자료 제작의 창의적 아이디어를 확인하기 | (논술형평가) 생물다양성과 관련된 문제를 다각도로 이해하고 생물다양성 보전을 위한 행사를 계획하기 |

## 3 평가 문항

### 문항 정보

| 문항  | 교과 역량                    | 성취기준   | 평가 요소                  |
|-----|--------------------------|--|------------------------|
| 1-1 | 과학적 탐구 능력                | [9과02-05] 생물다양성 보전의 필요성을 이해하고, 생물다양성 유지를 위한 방안을 조사하고 실천할 수 있다. | • 생물다양성 감소 원인 설명하기     |
| 1-2 | 과학적 의사결정 능력              |  | • 생물다양성 보전의 필요성 논증하기   |
| 1-3 | 과학적 문제해결 능력              |  | • 생물다양성 유지 방안 설명하기     |
| 1-4 | 과학적 의사결정 능력, 과학적 문제해결 능력 |  | • 생물다양성 보전을 위한 행사 계획하기 |

1 다음을 읽고, 물음에 답하시오. [총 20점]

(가) 불과 몇 해 전만 해도 마을 뒤편의 작은 숲속이나 냇가를 거닐면, 다양한 새와 곤충, 물고기들이 어우러진 풍경을 쉽게 마주할 수 있었다. 그러나 이제 그 모습을 되찾기가 쉽지 않다. 언제부턴가 마을 주변에서는 공사 소리가 잦아졌고, 나무와 풀로 가득했던 자리엔 아스팔트가 덮여 다른 용도로 바뀌어 갔다. 숲 가장자리에 가득하던 녹음은 어느새 점차 열어지고, 그곳에 머물던 동물들의 흔적도 함께 사라지는 듯했다.

또한, 봄이면 맑게 흐르던 냇물은 어느 순간부터 이전처럼 투명하지 않았다. 곳곳에서 흘러나온 불순물이 물속에 섞여 드는지, 물고기나 작은 수서 곤충을 찾기 어렵게 되었고, 풀숲 아래 땅속까지 스며든 이상한 냄새가 은은히 감돌았다. 이렇게 주위 환경이 조금씩 변질되고, 생명들이 머물던 공간이 변형되면서, 마을 근처에서 한때 풍성했던 생명의 소리와 모습을 점점 접하기가 힘들어지고 있다.

(나) 사람들이 살아가는 환경을 돌아보면, 다양한 생물들이 서로 복잡하게 얽혀 있다는 것을 알 수 있다. 예를 들어, 어떤 곤충은 꽃의 꽃가루를 옮기고, 그 꽃이 자라나면 다시 새나 포유류 등의 먹이로 쓰인다. 또, 숲속의 토양 속 미생물들은 낙엽과 쓰레기를 분해하여 땅을 비옥하게 하며, 이 덕분에 그 땅에서 자란 식물들은 인간이 섭취할 수 있는 열매나 곡물을 생산한다. 이러한 관계 속에서 한 종이라도 사라지면 다른 생물들까지 영향을 받게 되고, 결국 우리 인간의 식량과 건강, 생활환경에도 부정적인 영향이 나타난다. 한 종의 감소는 그 종과 연결된 다른 생물들의 균형을 깨뜨리며, 이는 곧 한 지역의 생태계가 예전과 같은 생산성과 안정성을 유지하기 어렵게 만든다. 결국 이러한 변화는 인간 생활에도 직결된다.

(다) 우리 주변에는 눈에 잘 띄지 않거나, 당연하게 여겨지는 다양한 생명체들이 조화롭게 어우러져 살아가고 있다. 이들은 서로에게 의존하거나 도움을 주고받으며, 깨끗한 물과 공기, 풍부한 먹거리와 안락한 생활환경을 만드는 데 기여한다. 하지만 이런 조화는 아주 미세한 변화에도 흔들릴 수 있다. 기후변화와 같은 문제로 인해 멸종 위기에 처한 생물이 점점 늘어나고 있다. 이런 문제를 해결하기 위해 국가와 지역 사회에서는 여러 가지 방법을 고민하고 있다.

1-1. (가)에 나타난 생물다양성의 감소 원인 2가지를 설명하시오. [4점]

.....

.....

.....

.....

.....

1-2. (나)의 내용을 바탕으로 생물다양성 보전의 필요성을 논증하시오. [4점]

.....

.....

.....

.....

.....

1-3. (다)의 내용을 바탕으로 국가 또는 지역 사회 차원에서 이루어지는 생물다양성 유지 방안을 설명하시오. [3점]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

1-4. 생물다양성 보전의 필요성과 유지 방안을 알리기 위해 학교에서 진행할 수 있는 행사를 <조건>에 맞게 계획하시오. [9점]

————— <조건> —————

- 행사명은 생물다양성 보전의 필요성이 명확히 드러나도록 제시할 것
- 활동 내용은 구체적 실행 방안(시간, 장소, 물품 등)을 포함하여 제시할 것
- 활동 내용은 실제 학교 현장에서 실행할 수 있도록 제시할 것
- 행사를 통해 얻을 수 있는 타당한 기대 효과를 2가지 제시할 것

• 행사명:

.....

• 활동 내용:

.....

.....

.....

• 기대 효과

1)

.....

.....

.....

.....

2)

.....

.....

.....

.....



## 채점기준표

| 문항  | 평가 요소                                 | 척도/<br>배점          | 수행 수준(채점기준)   |   |
|-----|---------------------------------------|--------------------|---|---|
| 1-1 | 생물다양성 감소 원인 설명하기                      | 4                  | (가)에 나타난 생물다양성 감소 원인을 2가지를 모두 옳게 설명한 경우                     |   |
|     |                                       | 3                  | (가)에 나타난 생물다양성 감소 원인 중 한 가지만 옳게 설명한 경우                      |   |
|     |                                       | 2                  | 자료와 무관한 생물다양성 감소 원인을 설명한 경우                                 |   |
|     |                                       | 1                  | 생물다양성 감소 원인을 설명하지 않은 경우                                     |   |
| 1-2 | 생물다양성 보전의 필요성 논증하기                    | 4                  | (나)의 내용을 바탕으로 생물다양성 보전의 필요성을 주장하고 이유와 근거를 들어 설명한 경우         |   |
|     |                                       | 3                  | (나)의 내용을 바탕으로 생물다양성 보전의 필요성을 주장하였으나 이유와 근거가 미흡한 경우          |   |
|     |                                       | 2                  | (나)의 내용과 관계없이 생물다양성 보전의 필요성을 주장한 경우                         |   |
|     |                                       | 1                  | 생물다양성 보전의 필요성을 주장하지 않은 경우                                   |   |
| 1-3 | 생물다양성 유지 방안 설명하기                      | 3                  | 국가 또는 지역 사회에서 이루어지는 생물다양성 유지 방안을 설명한 경우                     |   |
|     |                                       | 2                  | 생물다양성 유지 방안을 설명하였으나 국가 또는 지역 사회에서 이루어지는 활동이 아닌 경우           |   |
|     |                                       | 1                  | 생물다양성 유지 방안을 설명하지 않은 경우                                     |   |
| 1-4 | 생물다양성 보전과의 관련성                        | 2                  | 생물다양성 보전의 필요성과 관련된 행사명을 제시한 경우                              |   |
|     |                                       | 1                  | 생물다양성 보전의 필요성과 무관한 행사명을 제시하거나 행사명을 제시하지 않은 경우               |   |
|     |                                       | 4                  | 구체적 실행 방안(시간, 장소, 물품 등)을 포함하고 실제 학교 현장에서 바로 실행 가능하도록 계획한 경우 |   |
|     | 생물 다양성 보전을 위한 행사 계획하기                 | 활동 내용의 구체성과 실행 가능성 | 3   | 실행 가능한 계획을 제시하였으나 실행 방안(시간, 장소, 물품 등)이 미흡한 경우   |
|     |                                       |                    | 2   | 구체적 실행 방안(시간, 장소, 물품 등)을 포함하고 있으나 실행 가능성이 낮은 경우 |
|     |                                       |                    | 1   | 실행 방안(시간, 장소, 물품 등)이 미흡하고 실행 가능성도 낮은 경우         |
|     |                                       | 1                  | 활동 내용을 계획하지 않은 경우   |   |
|     |                                       | 기대 효과의 타당성         | 3   | 제시된 기대 효과 2가지가 모두 타당한 경우                        |
|     |                                       |                    | 2   | 제시된 기대 효과 중 1가지만 타당한 경우                         |
| 1   | 제시된 기대 효과가 타당하지 않거나 기대 효과를 제시하지 않은 경우 |                    |   |   |



## 채점 시 유의점

- 문항 1은 주어진 자료를 적절히 활용하여 답안을 작성했는지 점검함.
- 문항 2는 주어진 자료를 바탕으로 생물다양성의 필요성을 논증하는지 점검함.
- 문항 3에서는 국가와 지역 사회 차원의 생물다양성 보전 방안인지 점검함.
- 문항 4의 경우 제안된 방안이나 아이디어가 현실적으로 실행 가능한지 확인하고 예상 효과가 생물다양성 보전과 논리적으로 연결되어 있는지 확인함.



## 예시답안

| 문항  | 예시답안  |
|-----|---|
| 1-1 | 개발 등으로 생물들이 머물 장소를 잃는 '서식지 파괴'가 일어났다. 또한 물과 토양이 불순물로 오염되어 생물이 살기 어려워지는 '환경 오염'이 진행됐다. 생물다양성이 감소하는 대표적인 원인으로는 서식지 파괴와 환경 오염이 있다.   |
| 1-2 | 생물다양성은 식물, 곤충, 미생물 등 다양한 생물이 서로 긴밀히 연결되어 건강한 생태계를 유지하는 기반이다. 한 종이 사라지면 연쇄적으로 다른 생물과 인간 생활에도 악영향을 끼치므로, 생물다양성 보전은 곧 인간을 위해 반드시 지켜야 할 필수 조건이다.  |
| 1-3 | <ul style="list-style-type: none"> <li>국립공원, 습지보호구역, 해양보호구역 등의 지정으로 서식지를 보전하고, 생태계를 체계적으로 관리한다. 보호구역 내에서는 개발, 사냥, 벌목 등 생태계에 영향을 미치는 활동을 제한하여 생물종의 서식지를 안전하게 유지한다.</li> <li>멸종 위기 생물을 복원하는 프로젝트를 실행한다. 예를 들어, 따오기 복원 사업처럼 서식지를 조성하고, 인공 증식을 통해 개체 수를 늘린 후 자연 방사에 성공하였다.</li> <li>국가는 생물다양성을 체계적으로 보호하기 위해 법률을 제정한다. 이 법을 통해 멸종 위기종을 지정하고, 이들의 서식지 보전 및 보호 조치를 시행한다.</li> </ul>   |
| 1-4 | <ul style="list-style-type: none"> <li>행사명: 생물다양성의 소리, 잃어버린 생태계를 듣다.</li> <li>주요 활동: 서식지 파괴로 인해 사라져가는 생물들의 목소리와 생태계의 소리를 체험하며 생물다양성 보전의 필요성을 알린다. 전교생을 대상으로 3일간 학교 도서관 내 전시 공간을 조성한다. 각 생물의 울음소리, 자연의 소리(숲, 강, 바다 등)를 수집해 QR 코드로 제공 한다. 서식지 파괴로 인해 사라진 생물들의 소리와 현재 남아 있는 소리를 비교하여 들을 수 있도록 구성한다.</li> <li>가상현실(VR) 체험: 학생들이 VR 기기를 통해 서식지 파괴 전후의 환경을 체험하며 변화를 직접 느낄 수 있도록 한다.</li> <li>기대 효과: 1) 청각 및 가상현실을 활용하여 학생들이 서식지 파괴와 생물다양성 감소를 이해하고 문제의식을 느낄 수 있다.<br/>2) 참여 활동을 통해 학생들이 창의성을 발휘하며 환경 보전을 위한 공동체 의식을 함양할 수 있다.</li> <li>행사명: 플라스틱 사용을 줄이고, 생물다양성을 지켜주세요. 우리 학교 텀블러 데이.</li> <li>주요 활동: 학생, 교사가 개인 텀블러를 지참하여 참여한다. 점심시간에 학교 구령대에서 텀블러를 지참한 사람에게 무료로 에이드를 제공한다. 행사 참여자들이 플라스틱 사용을 줄이기 위한 실천 서약서를 작성하고, 서약 내용을 전시한다. 퀴즈 코너를 마련하여 생물다양성 보전의 필요성을 알린다.</li> <li>기대 효과: 1) 학생과 교사가 플라스틱 사용을 줄이는 습관을 형성하고, 생물다양성 보전을 위한 실천적 사고를 기를 수 있다. 2) 텀블러 사용 캠페인을 통해 학생들이 생태계와 생물다양성 보전에 대한 책임감을 함양할 수 있다.</li> </ul> |



## 피드백 시 유의점

- 답안의 내용이 성취기준과 어떻게 부합하거나 부족한지를 명확히 설명하여 학습 목표를 다시 상기시킨다.
- 학생의 답안에서 잘한 점을 먼저 언급하며, 구체적인 칭찬을 통해 학습 동기를 유발한다.
- 학생의 평소 학습 태도와 강약점을 고려하여 개인화된 피드백을 제공한다.
- 학생의 현재 수준과 이해도를 고려하여 적절한 수준의 조언과 방향성을 제시한다.

### 1 평가 개요

| 학교급  | 고등학교  | 학년   | 1학년     |
|--|---|--|---------|
| 과목명  | 통합과학2   | 영역   | 변화와 다양성 |
| 성취기준   |   | 성취기준별 성취수준   |         |
| [10통과2-01-02] 변이의 발생과 자연선택 과정을 통해 생물의 진화가 일어나고, 진화의 과정을 통해 생물다양성이 형성되었음을 추론할 수 있다. | A   | 변이의 발생과 자연선택 과정을 통해 생물의 진화가 일어나고 생물다양성이 형성되었음을 추론하고, 생물다양성의 의미를 유전적 다양성, 종 다양성, 생태계 다양성으로 설명하며, 생물다양성을 보전하기 위한 구체적인 사례와 실천 방안을 제시할 수 있다. |         |
|  | B   | 변이의 발생과 자연선택 과정을 통해 생물의 진화가 일어나고 생물다양성이 형성되었음을 설명하며, 생물다양성을 보전하기 위한 구체적인 사례와 실천 방안을 제시할 수 있다.  |         |
|  | C   | 자연선택 과정을 통해 생물의 진화가 일어나고 있음을 말하고, 생물다양성을 보전하는 것이 중요함을 인식한다.  |         |
|  | D   | 생물의 진화가 일어나고 있음을 말하고, 생물다양성을 보전하는 것이 중요함을 인식한다.  |         |
|  | E   | 생물이 계속해서 변화해 왔으며, 우리 주변에 다양한 생물이 있음을 말할 수 있다.  |         |
| 최소 능력의 수행 특성   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 생물이 끊임없이 변해 왔음을 말할 수 있다.</li> <li>• 우리 주변의 다양한 생물에 관심과 호기심을 가진다.</li> </ul>  |  |         |
| 평가 요소  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 변이의 발생 설명하기</li> <li>• 환경의 변화와 변이 발생 사이의 상관관계 요약하기</li> <li>• 자연선택의 과정 추론하기</li> <li>• 자연선택 과정을 통해 생물의 진화가 일어나고 생물 다양성이 형성되었음을 실제 사례를 통해 추론하기</li> </ul>   |  |         |
| 수행 과제  | <b>변이와 자연선택에 의한 생물의 진화 및 생물 다양성 연결하기</b>  |  |         |
| 평가 유형  | 수행평가 논술형  | 배점   | 29      |
| 논술형 평가 제작 의도 (출제 의도)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 본 문항은 '성취기준 [10통과2-01-02] 변이의 발생과 자연선택 과정을 통해 생물의 진화가 일어나고, 진화의 과정을 통해 생물다양성이 형성되었음을 추론할 수 있다'를 기반으로 설계한 것으로 핵심 아이디어와 성취수준 A~E에서 중요하게 다루고 있는 변이, 자연선택, 생물의 진화 생물의 다양성에 초점을 맞추고 설계한 문항이다.</li> <li>• 본 문항에서는 과학과 목표, 핵심 아이디어를 반영하고자 하였다. <ul style="list-style-type: none"> <li>- 과학과 목표(3): 자연 현상과 일상생활을 과학적으로 탐구하여 과학의 핵심 개념을 이해한다.</li> <li>- 핵심 아이디어: 변이의 발생과 자연선택의 과정을 통해 생물체가 진화하고 생물다양성이 형성된다.</li> </ul> </li> <li>• 지식·이해 측면에서 과학 용어(변이, 자연선택, 생물다양성 등)를 정확하게 사용할 수 있는지를 평가하고자 하였고, 과정·기능 측면에서는 자료를 과학적으로 탐구하고 문제를 해결하는 능력을 평가하고자 하였다.</li> <li>• 최신의 사례를 제시문에 반영하고자 하였다.</li> <li>• 문항 1은 성취수준 A를 고려하여 출제한 것으로, B-E의 학생들은 자료를 분석하여 간단히 설명할 수 있도록 설계하였다.</li> <li>• 문항 2는 성취수준 B를 고려하여 설계한 것으로 B수준의 학생들이 주어진 제시문의 실제 사례를 활용하여 생물에서 나타나는 변이와 환경에 의한 자연선택, 생물의 진화가 생물 다양성의 형성까지 연결되는 것을 추론해 내는 과학적인 글을 쓸 수 있도록 설계하였다.</li> <li>• 제시문의 개방성을 조절하여 문항 중 하나만을 출제할 수 있고, 성취수준 C를 고려한 문항으로 변경할 수 있도록 설계하였다.</li> <li>• 이 문항을 통해 학생들은 변이, 자연선택, 생물의 진화, 생물 다양성을 연결하면서 과학적 탐구를 경험하고 문제해결 능력을 기를 수 있을 것이다.</li> </ul> |  |         |

## 2 수업 계획 및 흐름도

|              | 1차시  | 2차시   | 3차시  | 4차시   | 5차시   |
|--------------|--|---|--|---|---|
| 수업 흐름도       | 변이의 개념과 원인을 이해하고 자손(다음세대)에게 전달되는 변이와 그렇지 않은 변이 구별해보기 | 모의실험을 통해 변이와 자연선택의 개념을 이해하기 교과 관련 개념 및 과학 용어 정리하기   | 변이와 자연선택에 의해 진화가 일어남을 이해하고 이를 생물 다양성과 연결하기   | 반응지시어 및 채점기준 이해하기   | 자료 분석 및 추론하기  |
| 평가 방법        | 형성평가   | 관찰평가, 형성평가  | 형성평가   | 형성평가 (퀴즈형(선다형 포함), 토의·토론형)  | 수행평가 (논술형평가)  |
| 수업-평가 연계 주안점 | (형성평가) 학생이 제시하는 변이를 구분하는 근거의 적절성 판단하기                | (관찰평가) 모의실험 참여도 관찰 및 기록하기<br>(형성평가) 과학 용어의 의미를 정확하게 이해하고 사용할 수 있도록 변이와 자연선택을 연결하여 설명하는 논리적 구조의 적절성에 대한 피드백 제공하기 | 실험·실습을 통해 자료를 기록하고 분석하는 기회를 제공하기<br>(예: 항생제 내성 세균 출현 실험) 반응지시어를 반영한 질문을 통해 탐구활동의 결론을 정리할 수 있도록 안내하기<br>(형성평가) 진화와 생물 다양성을 연결하여 설명하는 논리적 구조의 적절성에 대한 피드백 제공하기 | 각각의 반응지시어에 대해 충분히 이해할 수 있도록 다양한 예시를 들어 설명하기<br>평가의 목적과 채점기준에 대해 모든 학생이 이해할 수 있도록 모둠별 토론의 기회를 제공하기 | (논술형 평가) 주어진 조건에 맞게 답변할 수 있도록 안내하기<br>변이와 자연선택에 의한 생물의 진화 및 생물 다양성 연결하기 |

## 3 평가 문항

### 문항 정보

| 문항  | 교과 역량                  | 성취기준  | 평가 요소  |
|-----|------------------------|---|--|
| 1-1 | 과학적 탐구 능력, 과학적 문제해결 능력 | [10통과2-01-02] 변이의 발생과 자연선택 과정을 통해 생물의 진화가 일어나고, 진화의 과정을 통해 생물다양성이 형성되었음을 추론할 수 있다 | 변이의 발생 설명하기  |
| 1-2 | 과학적 탐구 능력, 과학적 문제해결 능력 |   | 환경의 변화와 변이 발생 사이의 상관관계 요약하기                            |
| 1-3 | 과학적 탐구 능력, 과학적 문제해결 능력 |   | 자연선택의 과정 추론하기  |
| 2   | 과학적 탐구 능력, 과학적 문제해결 능력 |   | 자연선택 과정을 통해 생물의 진화가 일어나고 생물 다양성이 형성되었음을 실제 사례를 통해 추론하기 |

1 다음은 '아놀리스 도마뱀의 형태에 대한 허리케인 유발 선택' 연구 내용의 일부이다. 물음에 답하시오. [총 13점]

- 출처(게재 논문): 국립과학원 회보(PNAS, 2020)
- 연구의 배경 및 목적
  - 허리케인은 대규모 생태계 교란, 생태계 변화 등을 일으키지만, 자연선택에 미치는 직접적인 영향에 대해 명확히 입증되지 않았다.
  - 2017년 이례적인 허리케인(어마, 마리아)이 발생하였다.
  - 허리케인과 같은 극단적 기상 현상이 *Anolis* 도마뱀의 형태적 특성에 미치는 영향을 조사함으로써 변이의 발생과 자연선택이 생물의 진화에 미치는 영향을 확인하고자 한다.
- 연구 대상: *Anolis scriptus*(아놀리스 도마뱀)
  - Anolis* 도마뱀은 생태적 다양성, 적응력, 환경적 압력에 대한 빠른 형태학적 변화로 인해 진화 생물학에서 잘 알려진 연구 생물이다.
  - 특히, 한 세대가 짧고 이동 범위가 제한적이라 개체군 내 변화를 효과적으로 연구할 수 있다.
- 연구 장소: 터크스 케이커스 제도의 2개 섬(Pine Cay, Water Cay)
  - 허리케인에 대한 노출과 생태계의 단순성을 고려하여 선택하였다.
- 연구 방법

|                  | 정의   | 어마(Irma)   | 마리아(Maria)   |
|------------------|--|--|--|
| 허리케인 (hurricane) | 북대서양, 북동태평양 등 다양한 지역에서 발생한 열대 저기압 중 최대 풍속이 시속 64kts(74마일, 119km) 이상인 것 | <ul style="list-style-type: none"> <li>발생일: 2017년 8월 30일</li> <li>소멸일: 2017년 9월 12일</li> <li>최대풍속: 1분 평균 풍속 295km/h</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>발생일: 2017년 9월 16일</li> <li>소멸일: 2017년 9월 30일</li> <li>최대풍속: 1분 평균 풍속 280km/h</li> </ul> |

|    | 사전 조사                        | 사후 조사                                      |
|----|------------------------------|--|
| 시기 | 허리케인 어마(Irma) 4일 전           | 허리케인 어마(Irma) 이후 6주, 허리케인 마리아(Maria) 이후 3주 |
| 방법 | 각 섬의 2km 횡단면을 따라 도마뱀의 표본을 채취 |  |

연구 결과



*Anolis* 도마뱀

[사진출처: <https://www.anoleannals.org/>]

| 구분              | 허리케인 이후 변화량(평균)         | 비고     |
|-----------------|-------------------------|--------|
| 토파드 표면적         | 앞다리 발가락 부분              | + 9.2% |
|                 | 뒷다리 발가락 패드 면적           | + 6.1% |
| 앞다리 형태 (상완골 길이) | 상대 상완골 길이               | + 1.8% |
| 본체 크기           | 주둥이에서 배설강 끝까지의 길이(SVL)* | - 1.4% |
| 뒷다리 형태          | 상대 대퇴골 길이               | - 0.6% |
|                 | 상대적으로 가장 긴 발가락 길이       | - 4.6% |
| 성에 따른 형태 변화     | 수컷(남성형) SVL             | - 4.3% |
|                 | 암컷(여성형) SVL             | + 0.9% |

연구 결론: ( )

1-1. 개체군 내 Anolis 도마뱀의 '변이'에 대해 <조건>에 맞게 설명하십시오. [4점]

————— <조건> —————

- 연구 결과에 제시된 형태적 구분을 활용할 것

1-2. 허리케인이 Anolis 도마뱀의 형태적 변이에 미친 영향에 대해 <조건>에 맞게 요약하십시오. [4점]

————— <조건> —————

- 연구 결과의 데이터를 포함할 것

1-3. 연구 결론의 빈칸에 들어갈 내용을 <조건>에 맞게 추론하십시오. [5점]

————— <조건> —————

- 연구 결과의 데이터를 활용할 것
- 허리케인과 진화의 상관관계에 대한 설명을 포함할 것

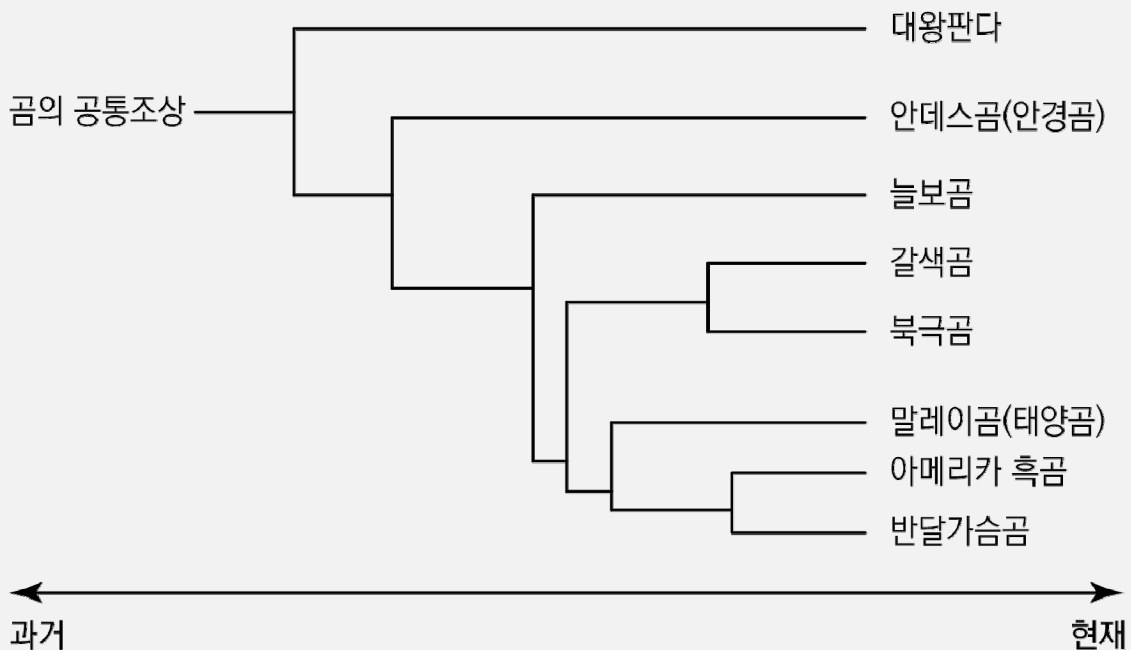
제시문 (가)와 [그림 1]은 다양한 곰들이 곰의 공통 조상으로부터 진화되어 온 경로의 일부를 나타낸 것이고, 제시문 (나)와 [그림 2]는 대왕판다가 진화되어 온 경로의 일부를 나타낸 것이다. 물음에 답하시오. [총 16점]

(가)

곰은 독특한 진화의 역사를 가진 동물군으로, 그 기원은 약 5천5백만 년 전에 거슬러 올라가며, 당시 그들은 개와 유사한 조상에서 분기되었습니다. 초기 곰은 그 모습이 오늘날의 곰과 개의 중간 형태를 띠었으며, 무겁고 투박한 체형에 개보다 둔한 모습을 갖추고 있었던 것으로 알려져 있습니다. 이러한 특성은 곰이 어떻게 개와는 다른 별도의 포유류 계통으로 진화했는지를 잘 보여줍니다.

현대의 곰은 약 500만 년 전, 유라시아 대륙에서 후기 마이오세 시대에 처음 등장하였습니다. 이 초기 곰들은 비교적 작은 체구였으나, 시간이 흐르면서 몇몇 종은 현저하게 크기가 커졌습니다. 이 곰들은 유럽, 아시아, 북미를 거쳐 남미까지 퍼져 나갔으며, 심지어 화석 증거에 따르면 아프리카에도 서식했던 것으로 보입니다. 멸종된 곰 중에서 가장 주목할 만한 종은 거대짧은얼굴곰으로, 현존하는 갈색곰의 거의 두 배에 달하는 크기였습니다. 주로 북미 대륙에서 플라이스토세 시대 동안 살았습니다. 이 곰은 가벼운 몸체와 긴 다리를 가진 덕분에 빠르게 움직일 수 있었고, 강력한 사냥꾼이었을 것으로 추정됩니다. 남미의 안데스곰(안경곰)은 이 거대짧은얼굴곰의 후손으로 여겨지며, 훨씬 작은 체구를 가지고 있습니다. 유럽에 살았던 동굴곰은 특히 유명한 멸종종으로, 이 곰들은 중기 및 후기 플라이스토세 시대 동안 수십만 년간 살다가 약 1만 년 전에 멸종되었습니다. 이 곰들의 뼈는 유럽 전역의 동굴에서 발견되었으며, 그 중 오스트리아의 드라헨호홀(Drachenhöhle) 동굴에서 가장 많은 뼈가 축적되었습니다. 현대의 갈색곰과 북극곰도 이러한 진화의 역사가 있습니다. 갈색곰은 중기 플라이스토세 시대의 아시아에서 처음 등장하여, 북미와 유럽, 심지어 북아프리카에까지 퍼져 나갔습니다. 특히 해안가에서 물개를 사냥하던 갈색곰의 한 집단은 점차 북극곰으로 진화되었습니다.

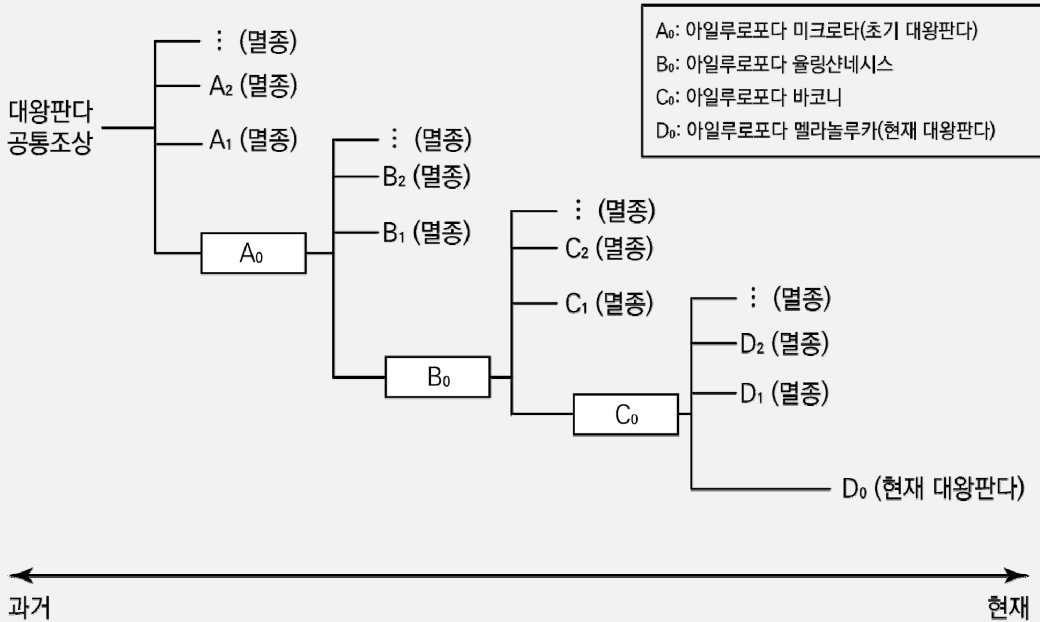
이처럼 곰의 진화는 그들이 어떻게 다양한 환경에 적응하면서 살아남게 되었는지를 잘 보여주는 예입니다. 이들의 역사를 통해 우리는 지구상에서 생명이 어떻게 다양화하고 발전해 왔는지에 대한 깊은 이해를 얻을 수 있습니다.



[그림1] 곰의 공통 조상으로부터 다양한 곰이 진화된 경로

(나)

대왕판다(*Ailuropoda melanoleuca*)는 독특한 진화 역사를 가진 포유류로, 초기에는 외형적 유사성으로 인해 너구리과(*Procyonidae*)로 분류되었으나, DNA 분석을 통해 곰과(*Ursidae*)의 판다속(*Ailuropoda*)에 속함이 확인되었습니다. 동근 얼굴과 흑백의 털로 유명한 대왕판다는 현재 중국 쓰촨성과 티베트의 고산지대에 서식하며, 초식동물이지만 육식동물의 특징인 송곳니와 짧은 소화관을 가지고 있습니다. 대왕판다의 넓고 평평한 어금니와 강력한 턱관절은 대나무 섭취에 적합하게 진화한 결과로, 과거 기후 변화로 육식이 어려워지면서 대나무를 주식으로 삼는 초식동물로 변화한 것을 보여줍니다. 대왕판다의 진화는 멸종된 여러 조상을 통해 추적할 수 있습니다. 가장 초기의 조상인 아일루로포다 마이크로타(*Ailuropoda microta*)는 현대 대왕판다보다 작은 체구와 덜 편평한 어금니를 가지고 있어 다양한 식물을 섭취할 수 있었습니다. 이는 대왕판다가 자연선택을 통해 어떻게 대나무 중심의 식단에 적응했는지 보여줍니다. 이후 나타난 아일루로포다 울링산넨시스(*Ailuropoda wulingshanensis*)는 더 크고 복잡한 치아 구조를 가지며 대나무 섭취에 더욱 적합해졌습니다. 이 시점에서 대왕판다는 대나무 중심 식단으로의 전환 과정을 거쳤습니다. 가장 최근에 멸종한 아일루로포다 바코니(*Ailuropoda baconi*)는 현대 대왕판다보다 큰 체구와 강력한 저작 능력을 가진 두개골을 특징으로 하며, 대나무와 같은 섬유질 식물을 효과적으로 섭취할 수 있었습니다. 이처럼 대왕판다는 기후 변화와 서식지 변화를 겪으며 대나무에 특화된 생태적 위치를 확립했습니다. 대왕판다의 진화사는 그들의 현재 모습을 이해하는 데 중요한 단서를 제공하며, 과거 환경 변화와 자연 선택의 과정을 잘 보여줍니다. 이 독특한 곰은 외형뿐 아니라 생태적 적응의 관점에서도 주목받는 연구 대상입니다.



[그림 2] 대왕판다 공통조상으로부터 대왕판다가 진화된 경로

생물의 진화 과정을 통해 생물 다양성이 형성되는 과정을 <조건>의 내용을 포함하여 설명하시오.

<조건>

- 생물의 진화 과정 설명을 바탕으로 생물 다양성이 형성되는 과정을 설명할 것
- 제시문 (가)와 (나)에서 제시되는 실제 사례를 바탕으로 추론하여 설명할 것
- 생물의 진화 과정은 다음 용어를 포함하여 설명할 것
  - 변이, 자연선택, 진화



### 채점기준표

| 문항  | 평가 요소  | 척도/<br>배점                         | 수행 수준(채점기준)   |  |
|-----|--|-----------------------------------|---|--|
| 1-1 | 변이의 발생 설명하기  | 4                                 | 제시된 형태적 구분을 활용하여 도마뱀 개체군 내 다양한 변이가 존재함을 설명한 경우                            |  |
|     |  | 3                                 | 제시된 형태적 구분을 활용하지 않았으나 도마뱀 개체군 내 다양한 변이가 존재함을 설명한 경우                       |  |
|     |  | 2                                 | 제시된 형태적 구분을 활용하지 않고 도마뱀 개체군 내 변이가 존재함을 간단히 언급한 경우                         |  |
|     |  | 1                                 | 변이를 설명하지 않은 경우  |  |
| 1-2 | 환경의 변화와 변이 발생 사이의 상관관계 요약하기                            | 4                                 | 연구 결과의 데이터를 포함하여 허리케인이 도마뱀의 형태적 변이에 미친 영향을 알맞게 요약한 경우                     |  |
|     |  | 3                                 | 연구 결과의 데이터를 포함하지 않고 허리케인이 도마뱀의 형태적 변이에 미친 영향을 알맞게 요약한 경우                  |  |
|     |  | 2                                 | 연구 결과의 데이터를 포함하지 않고 허리케인이 도마뱀의 형태적 변이에 미친 영향을 간단히 언급만 한 경우                |  |
|     |  | 1                                 | 요약하지 않은 경우  |  |
| 1-3 | 자연선택의 과정 추론하기  | 5                                 | 연구 결과의 데이터를 활용하고 허리케인과 진화의 상관관계에 대한 설명을 포함하여 연구 결론을 타당하게 추론한 경우           |  |
|     |  | 4                                 | 연구 결과의 데이터 활용 또는 허리케인과 진화의 상관관계에 대한 설명 중 하나만을 활용(포함)하여 연구 결론을 타당하게 추론한 경우 |  |
|     |  | 3                                 | 연구 결과의 데이터를 활용하지 않고 허리케인과 진화의 상관관계에 대한 설명을 포함하지 않은 채 연구 결론을 제시한 경우        |  |
|     |  | 2                                 | 연구 결론의 추론이 잘못된 경우   |  |
|     |  | 1                                 | 추론하지 않은 경우  |  |
| 2   | 자연선택 과정을 통해 생물의 진화가 일어나고 생물 다양성이 형성되었음을 실제 사례를 통해 추론하기 | 생물의 진화 과정 설명하기                    | 8   | 제시된 용어(변이, 자연선택, 진화)를 바르게 사용하여 생물의 진화 과정을 옳게 설명한 경우                          |
|     |  |                                   | 6   | 제시된 용어(변이, 자연선택, 진화) 중 2개만을 바르게 사용하여 생물의 진화 과정을 옳게 설명한 경우                    |
|     |  |                                   | 4   | 제시된 용어(변이, 자연선택, 진화) 중 1개만을 바르게 사용하여 생물의 진화 과정을 옳게 설명한 경우                    |
|     |  |                                   | 2   | 제시된 용어(변이, 자연선택, 진화)를 사용하여 생물의 진화 과정을 설명하지 않은 경우                             |
|     | 자연선택 과정을 통해 생물의 진화가 일어나고 생물 다양성이 형성되었음을 실제 사례를 통해 추론하기 | 실제 사례를 통해 생물 진화와 생물 다양성 형성과정 추론하기 | 8   | 제시문 (가)와 (나)의 사례를 통해 생물의 진화 결과 나타나는 생물 다양성 형성과정을 옳게 추론하여 설명한 경우              |
|     |  |                                   | 6   | (가)와 (나)의 사례를 통해 생물의 진화 결과 나타나는 생물 다양성 형성과정을 옳게 추론하여 설명하였으나 일부 추론이 옳지 않은 경우  |
|     |  |                                   | 4   | 제시문 (가)와 (나)의 사례를 통해 생물의 진화 결과 나타나는 생물 다양성 형성과정을 추론하여 설명하였으나 추론이 모두 옳지 않은 경우 |
|     |  |                                   | 2   | 제시문 (가)와 (나)의 사례를 통해 생물의 진화 결과 나타나는 생물 다양성 형성과정을 추론하여 설명하지 않은 경우             |



### 채점 시 유의점

- 추론이 타당하다는 것은 학생이 자료를 분석한 설명이 연구 결론의 논리적 근거가 된다는 것을 의미함.
- 조건에 제시된 용어가 단순히 사용되었는지보다 상황에 맞게 옳게 사용되었는지를 고려해 채점함.
- 대왕판다 사례를 반영하여 진화 과정과 생물 다양성 형성 과정을 추론하는 것과 제시된 용어를 사용하여 생물의 진화를 설명하는 것을 구분하여 채점함.
- 예시답안에서 제시한 논리적 흐름이 아니더라도 교과서에 제시된 용어를 사용하여 의미가 과학적으로 오류 없이 기술한 경우 맞는 것으로 채점함.



## 예시답안

| 문항  | 예시답안   |
|-----|--|
| 1-1 | <p>Anolis 도마뱀 개체군 내에는 토패드 표면적, 앞다리 형태(상완골 길이), 본체의 크기, 뒷다리의 형태, 성에 따른 형태적 변이가 다양하게 존재한다. 이는 생물 개체군 내 다양한 변이가 발생함을 의미한다.</p> <p>〈인정답안〉<br/>개체군 내 다양한 변이가 존재한다는 의미를 조건에 맞게 설명한 경우</p>  |
| 1-2 | <p>허리케인 발생 이후 Anolis 도마뱀 개체군의 토패드 표면적과 상대 상완골 길이는 증가하였고, 본체의 크기, 상대 대퇴골 길이, 발가락의 길이는 감소하였다. 수컷은 본체의 크기가 감소하였으나 암컷은 본체의 크기가 증가하였다.</p> <p>〈인정답안〉<br/>허리케인 발생 이후 도마뱀의 형태적 변이를 조건에 맞게 요약한 경우<br/>구체적인 수치(예: 상대 상완골 길이 1.8% 증가)를 제시하지 않아도 조건에 부합하는 것으로 인정함</p>   |
| 1-3 | <p>토패드 표면적, 앞다리 형태, 본체 크기, 뒷다리 형태, 성에 따른 변화 등 도마뱀 개체군 내에는 다양한 형태적 변이가 존재한다. 허리케인과 같은 극단적 환경 변화를 겪은 이후 도마뱀의 토패드 표면적, 상완골의 길이가 증가하였고 본체의 크기나 상대 대퇴골의 길이는 감소하였다. 이를 통해 다양한 변이 중 특정 환경에 잘 적응하는 형질이 자연선택 된다는 것을 알 수 있다. 즉, 허리케인으로 인해 도마뱀 개체군 내 진화가 일어난 것이다. 생물의 진화는 이러한 변이의 발생과 자연 선택에 의해 일어난다.</p> <p>〈인정답안〉<br/>개체군 내 변이의 발생과 자연선택에 의해 생물의 진화가 일어남을 조건에 맞게 추론한 경우</p> |
| 2   | <p>대왕판다 집단 내에서 개체 간에는 다양한 변이가 있었으나 대왕판다가 살고 있는 지역이 기후 변화로 육식이 어려워지면서 육식을 주식으로 하는 개체보다 대나무를 주식으로 할 수 있는 개체들이 자연 선택되는 과정이 오랜 시간 반복되면서 생물이 진화되었다. 그 결과 지금의 대왕판다는 턱관절, 치아 구조가 다른 곰(북극곰, 갈색곰, 태양곰 등등)과는 다르게 진화되었다. 이처럼 변화하는 환경 조건에 따라 다양한 변이를 가진 생물집단에서 서로 다른 변이가 자연선택 되는 과정이 오랜 시간 반복되면서 진화된 결과 생물의 형질(곰의 형질)이 다양해져 다양한 종이 등장하게 되었고 오늘날의 생물 다양성이 나타나게 되었다.</p>         |



## 피드백 시 유의점

- 평소 수업 시간에 단계적으로 제시한 학생 활동을 통해 수행평가를 대비할 수 있도록 하고 교사의 피드백과 동료 피드백을 통해 성장할 수 있도록 돕는다.
- 수업 과정에서 성취기준과 성취수준을 확인하여 자료 분석 활동이 성취기준과 연관되어 있음을 안내한다.
- 답안 서술 시 과학 용어를 정확하게 사용할 수 있도록 다양한 예시와 활동을 제시한다.
- 해당 학생의 답안의 논리성과 과학적인 근거의 타당성을 확인하여 그와 함께 피드백하여 답안의 방향성을 제시한다.
- 학생이 가질 수 있는 오개념을 확인하였을 경우 자료를 분석할 수 있도록 모둠 활동의 기회를 제공한다.
- 조건에 맞는 답안이 무엇인가에 대해 명확하게 설명하여 학생 스스로 자신의 답안을 점검할 수 있도록 한다.
- 모든 문항은 성취수준 A 또는 B를 고려하여 제작된 문항이지만 학생의 답안에 따라 A~E 수준 구분이 가능하므로 학생 답안의 수준이 성취기준의 어느 수준에 있는지에 확인 후 이에 대한 피드백을 제공하여 학생이 성장할 수 있도록 한다.

### 1 평가 개요

|  |  |   |            |
|--|--|---|------------|
| 학교급  | 고등학교   | 학년  | 고등학교 1학년   |
| 과목명  | 통합과학 I   | 영역  | 시스템과 상호 작용 |
| 성취기준   | 성취기준별 성취수준   |   |            |
| [10통과1-03-05] 생명 시스템을 유지하기 위해서 다양한 화학 반응과 물질 출입이 필요함을 이해하고, 일상생활에서 활용되는 화학 반응 사례를 조사하여 발표할 수 있다. | A  | 생명 시스템을 유지하기 위해 세포에서 효소가 관여하는 다양한 화학 반응과 세포막을 통한 선택적 물질 출입이 일어남을 설명하고, 일상생활에서 활용되는 화학 반응 사례를 조사하여 발표할 수 있다. |            |
|  | B  | 생명 시스템을 유지하기 위해 세포에서 일어나는 다양한 화학 반응과 물질 출입을 예를 들어 설명하고, 화학 반응이 일상생활에서도 활용될 수 있음을 말할 수 있다.                   |            |
|  | C  | 생명 시스템의 기본 단위인 세포에서 일어나는 화학 반응과 물질 출입이 생명 시스템을 유지하기 위해 필요함을 설명할 수 있다.                                       |            |
|  | D  | 세포가 화학 반응과 물질 출입이 일어나는 생명 시스템의 기본 단위임을 인식한다.  |            |
|  | E  | 생명체에서 화학 반응과 물질 출입이 일어남을 말할 수 있다.   |            |
| 최소 능력의 수행 특성   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 생명체에서 화학 반응과 물질의 이동이 있음을 말할 수 있다.</li> </ul>  |   |            |
| 평가 요소  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 생명 시스템의 기본 단위 제시하기</li> <li>• 세포막의 구성 설명하기</li> <li>• 세포막을 통한 물질 출입의 예를 설명하기</li> <li>• 생명 시스템 유지에서 세포막의 역할 탐구하기</li> </ul>   |   |            |
| 수행 과제  | 생명 시스템을 유지하는 세포의 구조와 기능 설명하기   |   |            |
| 평가 유형  | 수행평가 논술형   | 배점  | 17         |
| 논술형 평가 제작 의도 (출제 의도)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 생명 시스템을 유지하기 위해 화학 반응과 물질의 출입이 필요하다는 핵심 내용을 이해한다.</li> <li>• 문항 1은 성취수준 A~C를 고려하여 출제한 것으로, 학생들은 자료를 통해 생명 시스템의 기본 단위가 세포임을 알고 세포 소기관에서 일어나는 화학 반응과 세포막의 구성을 설명하도록 설계하였다.</li> <li>• 문항 2는 성취수준 A~B를 고려하여 출제한 것으로, 세포막을 통한 물질 출입과 관련된 예의 특징을 설명하고 자료를 분석하여 생명 시스템 유지를 위해 선택적 물질 출입이 일어남을 제시하도록 설계하였다.</li> </ul> |   |            |

## 2 수업 계획 및 흐름도

|              | 1차시  | 2차시   | 3차시  | 4차시   | 5차시      |
|--------------|--|---|--|---|----------|
| 수업 흐름도       | 생명 시스템을 이루는 세포의 구조 표현하기  | 세포막을 통한 물질 출입 이해하기  | 막을 통한 물질의 이동 실험하기  | 세포막의 역할 탐구하기  | 논술형 수행평가 |
| 평가 방법        | (관찰)   | (구술평가)  | (실험평가)   | (문제해결평가)  |          |
| 수업-평가 연계 주안점 | <ul style="list-style-type: none"> <li>세포소기관의 기능을 설명하고 이들이 유기적으로 작용함을 안내하기</li> <li>세포소기관의 특징이 드러나는 세포 구조를 다양하게 표현할 수 있도록 과제를 제시하고 적극적인 수행 유도하기</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>다양한 자료를 활용하여 세포막의 선택적 투과성으로 물질 출입을 조절하는 사례 탐색하기</li> <li>조사한 사례를 정리하여 발표하며 공유하기</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>막을 통한 물질의 이동 확인 실험하기</li> <li>세포 변화의 관찰 결과를 토대로 세포막을 통한 물질의 이동에 관해 논리적으로 정리한 보고서를 작성하도록 안내하기</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>세포막과 생명 시스템의 유지와의 관계를 탐구하도록 유의미한 질문 제시하기</li> <li>문제 해결 과정에 적절한 피드백을 제공하며 생명 활동 유지를 위한 세포막의 역할을 정리하도록 안내하기</li> <li>논술형 문항 안내하기</li> </ul> |          |

## 3 평가 문항

### 문항 정보

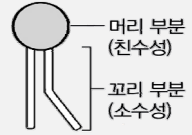
| 문항  | 교과 역량                  | 성취기준   | 평가 요소  |
|-----|------------------------|--|--|
| 1-1 | 과학적 탐구 능력, 과학적 문제해결 능력 | [10통과1-03-05] 생명 시스템을 유지하기 위해서 다양한 화학 반응과 물질 출입이 필요함을 이해하고, 일상생활에서 활용되는 화학 반응 사례를 조사하여 발표할 수 있다. | <ul style="list-style-type: none"> <li>생명 시스템의 기본 단위 제시하기</li> </ul>       |
| 1-2 |                        |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>세포막의 구성 설명하기</li> </ul>             |
| 2-1 |                        |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>세포막을 통한 물질 출입의 예를 설명하기</li> </ul>   |
| 2-2 |                        |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>생명 시스템 유지에서 세포막의 역할 탐구하기</li> </ul> |

1

다음은 생명 시스템과 세포막에 대한 자료이다. 물음에 답하시오. [총 8점]

세포는 생명 시스템의 기능적 단위로 생명 활동을 조절한다. 세포 내에는 ㉠핵, 소포체, 골지체, 라이보솜, 미토콘드리아, 엽록체 등 다양한 기능을 하는 세포소기관들이 있다. 세포는 여러 세포소기관이 상호작용하는 매우 정교한 시스템이다. 하나의 생명체 또한 다양한 기능을 하는 여러 세포가 상호작용하면서 이루어지는 고도로 정교한 시스템이다.

세포막은 세포 내부를 외부와 분리시킴으로써 세포 내부에서는 다양한 생명 활동이 안정적으로 일어날 수 있게 한다. 세포막의 주요 구성 물질은 인지질과 단백질이다. 인지질은 그림과 같이 물과 잘 섞이는 머리 부분과 잘 섞이지 않는 꼬리 부분으로 이루어진다. 세포막은 ㉡인지질 2중층을 이루고 있다. 이러한 구조는 세포 내부를 외부와 효과적으로 분리한다.



[출처: 지학사「통합과학1」교과서 p.143, 천재교과서「통합과학1」교과서 P.141-142]

1-1. 다음은 세포소기관 A와 관련된 질환에 대한 설명이다.

- A에 문제가 생기면 머리부터 발끝까지, 특히 뇌, 신경계, 근육처럼 에너지가 많이 필요한 부분에 두드러진 이상 증상이 나타난다.
- A의 질환은 산소와 에너지가 필요한 조직이나 기관에 먼저 영향을 미친다. 근육·뇌·심장·간 등이 대표적이다. 이 가운데 가장 흔한 증상은 신경 및 근육 관련 증상이다. 중추신경계와 근육조직은 에너지가 많이 필요하므로 A(이)가 바뀌면 매우 민감하게 반응한다.

[출처: ○○일보 <https://www.hankookilbo.com/News/Read/A2021013010360002930>]

A에 해당하는 것을 ㉢의 세포소기관 중 고르고, 그 기능을 <조건>에 맞게 서술하시오. [4점]

<조건>

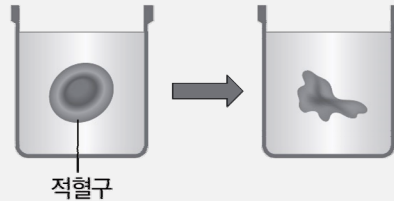
- A의 기능을 물질의 합성이나 분해와 같은 화학 반응과 관련지어 설명할 것

1-2. ㉡에서 인지질의 배열을 그림으로 표현하고, 그렇게 표현한 이유를 세포 안과 밖의 환경 및 자료에 나타난 인지질의 특성과 관련지어 설명하시오. [4점]

(가) 세포막은 세포의 형태를 유지하고, 내부를 보호하며, 물질의 이동을 조절하는 역할을 합니다. 또한 세포막의 단백질은 특정한 세포 외부의 물질과 결합하는 수용체 역할을 합니다.

[출처: 에듀넷 세포소기관]

(나) 그림은 정상 적혈구를 어떤 용액에 넣었을 때의 모양 변화를 나타낸 것이다.



(다) 뇌부종은 뇌의 세포 내 또는 세포 외 공간에 수분이 과도하게 축적된 상태이다. 세포독성 뇌부종은 뇌세포들의 ㉠세포막 손상으로 인해 발생한다. 세포막에 존재하는 펌프가 고장 나서 나트륨이 세포 내로 이동하게 되고, 이에 따라 수분이 나트륨을 따라 세포 내로 이동하여 발생한다.

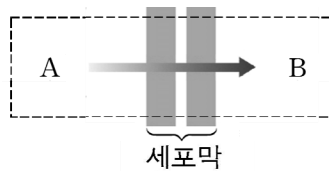
[출처: 서울대학교 병원 의학 정보, 뇌부종]

(라) 항생제는 '미생물에 의하여 만들어진 물질로서, 다른 미생물의 성장과 증식을 억제하고 사멸시키는 물질'을 말한다. 항생제의 다양한 작용기전 중 하나는 세균의 ㉡세포막에서 기능을 억제하는 것이다.

세포막의 기능이 변화되면 고분자 물질이나 이온들이 세포를 빠져나와 세포가 사멸된다. 세균의 세포막은 사람 세포의 세포막과 달라 항생제는 선택적 작용이 가능하다. 세포막에 작용하는 항생제는 세포막의 이 기능을 변화시켜 세균으로 하여금 세포 내, 외부의 균형을 잃게 하여 사멸하게 한다. 그러나 이러한 항생제를 대량 투여하면 인체 세포에 대해서도 독성을 일으킬 수 있다.

[출처: 질병관리청 국가건강정보포털, 항생제]

2-1. 그림은 (나)에서 적혈구의 막을 통해 물이 더 많이 이동하는 방향을 나타낸 것이다. A와 B는 세포 안과 세포 밖을 순서 없이 나타낸 것이다.



A는 세포 안과 세포 밖 중 어디인지 쓰고, 그렇게 생각한 이유를 <조건>의 내용을 포함하여 설명하시오. [5점]

<조건>

- 적혈구의 형태 변화와 물의 이동의 관계를 제시할 것
- 적혈구와 적혈구를 넣은 용액의 농도를 비교할 것
- 삼투에 의한 물의 이동 방향을 언급할 것

2-2. (가)와 (나)를 참고하여 ㉠, ㉡과 모두 관련이 있는 세포막의 기능을 세포막의 특성과 관련지어 쓰고, 이 기능이 생명 시스템 유지에 미치는 영향을 서술하시오. [4점]



### 채점기준표

| 문항  | 평가 요소                    | 척도/<br>배점 | 수행 수준(채점기준)  |
|-----|--------------------------|-----------|--|
| 1-1 | 생명 시스템의 기본 단위 제시하기       | 4         | 제시문의 질함과 관련된 세포소기관을 옳게 제시하고, 세포소기관이 물질을 분해하여 에너지를 생산함을 옳게 설명한 경우   |
|     |                          | 3         | 제시문의 질함과 관련된 세포소기관을 옳게 제시하고, 세포소기관의 에너지 생성 기능이나 물질 분해 중 1가지만 옳게 설명한 경우   |
|     |                          | 2         | 제시문의 질함과 관련된 세포소기관을 옳게 제시했으나 기능과 물질 분해를 모두 옳게 설명하지 않은 경우   |
|     |                          | 1         | 제시문의 질함과 관련된 세포소기관을 옳게 제시하지 않은 경우  |
| 1-2 | 세포막의 구성 설명하기             | 4         | 세포막에서 인지질 2중층의 배열을 그림으로 옳게 표현하고, 그 이유를 인지질의 소수성 꼬리 부분이 서로 마주 보고 인지질의 친수성 머리 부분이 바깥쪽으로 향함을 세포 안팎의 물이 많은 환경과 관련지어 옳게 설명한 경우        |
|     |                          | 3         | 세포막에서 인지질 2중층의 배열을 그림으로 옳게 표현하고, 그 이유를 인지질의 특성과 세포 안팎의 물이 많은 환경 조건 중 1가지만 옳게 관련지어 설명한 경우   |
|     |                          | 2         | 세포막에서 인지질 2중층의 배열을 그림으로 옳게 표현했으나 그 이유를 인지질의 특성과 세포 안팎의 물이 많은 환경 조건을 모두 옳게 관련지어 설명하지 않은 경우  |
|     |                          | 1         | 세포막에서 인지질 2중층의 배열을 그림으로 옳게 표현하지 않은 경우  |
| 2-1 | 세포막을 통한 물질 출입의 예를 설명하기   | 5         | 제시된 자료를 분석하여 A를 세포 안으로 선택하고, 그 이유가 세포 안에서 밖으로 물이 이동하여 세포가 쭈그러들었으며, 삼투가 일어나 저농도에서 고농도로 물이 이동하므로 적혈구를 넣은 용액이 고농도라는 것을 모두 옳게 설명한 경우 |
|     |                          | 4         | A를 세포 안으로 선택하고, 그 이유로 세포 안에서 밖으로 물이 이동하여 생긴 세포의 형태 변화와 삼투에 의한 저농도에서 고농도로의 물의 이동과 적혈구와 용액의 농도 비교 중 2가지만 옳게 설명한 경우                 |
|     |                          | 3         | A를 세포 안으로 선택하고, 그 이유로 세포 안에서 밖으로 물이 이동하여 생긴 세포의 형태 변화와 삼투에 의한 저농도에서 고농도로의 물의 이동과 적혈구와 용액의 농도 비교 중 1가지만 옳게 설명한 경우                 |
|     |                          | 2         | A를 세포 안으로 선택했으나, 그 이유로 세포 안에서 밖으로 물이 이동하여 생긴 세포의 형태 변화와 삼투에 의한 저농도에서 고농도로의 물의 이동과 적혈구와 용액의 농도 비교를 모두 옳게 설명하지 않은 경우               |
|     |                          | 1         | A를 세포 안으로 선택하지 않은 경우   |
| 2-2 | 생명 시스템 유지에서 세포막의 역할 탐구하기 | 4         | 제시문을 근거로 ㉠과 ㉡이 공통으로 의미하는 특정(필요한) 물질을 이동시키는 기능과 세포막의 특성인 선택적 투과성을 옳게 제시하고, 물질 출입 조절을 통한 생명 시스템 유지에 대해 옳게 서술한 경우                   |
|     |                          | 3         | ㉠과 ㉡이 공통으로 의미하는 기능, 세포막의 특성인 선택적 투과성, 물질 출입 조절을 통한 생명 시스템 유지 중 2가지만 옳게 서술한 경우  |
|     |                          | 2         | ㉠과 ㉡이 공통으로 의미하는 기능, 세포막의 특성인 선택적 투과성, 물질 출입 조절을 통한 생명 시스템 유지 중 1가지만 옳게 서술한 경우  |
|     |                          | 1         | 세포막의 기능과 생명 시스템의 유지에 관련된 내용을 모두 옳게 서술하지 않은 경우  |

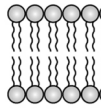


### 채점 시 유의점

- 하위 수준으로 갈수록 자료의 체계적 분석이나 적극성, 작성한 문장에서의 과학적 정확성과 타당성의 수준이 낮아지는 것을 고려해야 함.
- E 수준의 경우에는 단편적인 수준 또는 제시문 속 문장을 그대로 쓰거나 그림을 본대로 설명하는 수준에서 평가가 이루어질 것으로 예상함.
- 과학적 논리나 학습한 개념의 사용이 바르며, 문제에 제시된 조건을 모두 포함하여 답안을 작성하였는지 확인하여 채점해야 함.
- 예시답안의 단어가 아니라도 정확한 과학 개념 사용과 의미가 통하는 타당한 내용으로 작성한 답안의 경우 맞은 것으로 채점함.



### 예시답안

| 문항  | 예시답안   |
|-----|--|
| 1-1 | A는 미토콘드리아이고, 영양소를 분해하여(또는 세포 호흡으로) 세포의 생명 활동에 필요한 에너지를 생산한다.   |
| 1-2 |  <p>세포 안과 밖은 물이 풍부하므로 인지질에서 친수성을 띠는 머리 부분은 세포막의 바깥쪽으로 배열되고, 소수성을 띠는 꼬리 부분은 안쪽으로 서로 마주 보고 배열되어 있다.</p> |
| 2-1 | A는 세포 안이다. (나)에서 적혈구를 어떤 용액에 넣었을 때 세포 안에서 세포 밖으로 나가는 물이 많아 적혈구가 쭈그러든다. 삼투는 세포막을 경계로 저농도의 용액에서 고농도의 용액으로 물이 이동하는 현상이고, 적혈구를 농도가 높은 용액에 넣어 삼투에 의해 물이 세포 안(A)에서 세포 밖(B)으로 이동하여 쭈그러든다.     |
| 2-2 | ㉠과 ㉡에서 공통으로 의미하는 기능은 물질의 출입을 조절하는 것으로, 세포막의 특성인 선택적 투과성과 관련 있다. 이러한 세포막의 물질 출입 조절은 세포 안의 물질 농도를 조절하여 생명 시스템을 유지한다.   |



### 피드백 시 유의점

- 단원의 성취기준 및 성취수준을 근거로 학생이 작성한 답안의 성취수준 부합 정도를 고려해 학생의 성취수준을 A~E로 진단하고, 그에 따라 다양하게 피드백을 준다.
- 학생별 작성 답안을 토대로 채점기준에 근거하여 그보다 높은 수준에서 알아야 할 요소와 부족한 부분뿐만 아니라 무엇을 알고 있는지 알려주어 학생의 성장을 지원하고 수정된 답안을 스스로 작성해 볼 수 있도록 한다.
- 평소 수업 중 실시한 실험이나 탐구 등 다양한 활동에서 학생의 과제 수행 정도 및 관찰한 내용과 평가 결과를 함께 고려한 학생 개인별 맞춤 피드백 제공으로 역량을 함양하고 학습으로서의 평가가 이루어지도록 한다.

### 1 평가 개요

|   |   |   |           |
|---|---|---|-----------|
| 학교급   | 고등학교  | 학년  | 1학년       |
| 과목명   | 통합과학1   | 영역  | 시스템과 상호작용 |
| 성취기준  | 성취기준별 성취수준  |   |           |
| [10통합1-03-06] 생명 시스템의 유지에 필요한 세포 내 정보의 흐름을 유전자로부터 단백질이 만들어지는 과정을 중심으로 설명할 수 있다. | A   | 생명 시스템의 유지에 필요한 세포 내 정보가 DNA에 유전자로 저장되어 있음을 인식하고, 전사와 번역을 통해 유전자의 염기 서열 정보가 아미노산 서열로 변환되어 단백질이 생성되는 세포 내 정보 흐름의 체계적 구성을 설명할 수 있다. |           |
|   | B   | 생명 시스템의 유지에 필요한 세포 내 정보가 DNA에 유전자로 저장되어 있음을 인식하고, 전사와 번역을 통해 유전자로부터 단백질이 만들어지는 과정을 설명할 수 있다.                                      |           |
|   | C   | 생명 시스템의 유지에 필요한 세포 내 정보가 DNA에 유전자로 저장되어 있음을 인식하고, 세포 내 정보가 유전자로부터 RNA를 거쳐 단백질로 이동함을 말할 수 있다.                                      |           |
|   | D   | 생명 시스템의 유지에 필요한 세포 내 정보가 유전자에 들어 있음을 인식하고, 유전자에 들어 있는 정보를 바탕으로 단백질이 생성됨을 말할 수 있다.   |           |
|   | E   | 세포에는 생명 시스템의 유지에 필요한 정보가 들어 있음을 말할 수 있다.  |           |
| 최소 능력의 수행 특성  | <ul style="list-style-type: none"> <li>세포에는 생명 시스템 유지에 필요한 정보가 들어 있음을 말할 수 있다.</li> </ul>   |   |           |
| 평가 요소   | <ul style="list-style-type: none"> <li>유전자 정의하기</li> <li>세포 내 유전 정보 흐름을 설명하기</li> </ul>   |   |           |
| 수행 과제   | 세포 내 유전정보의 흐름 설명하기  |   |           |
| 평가 유형   | 수행평가 논술형  | 배점  | 12        |
| 논술형 평가 제작 의도 (출제 의도)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>본 문항은 성취수준 A~E를 고려하여 출제된 것으로, A 수준의 학생들은 주어진 제시문에 근거하여 세포 내 정보가 DNA에 유전자로 저장되어 있음을 인식하고, 전사와 번역을 통해 유전자의 염기 서열 정보가 아미노산 서열로 변환되어 단백질이 생성되는 세포 내 정보 흐름의 체계적 구성을 설명할 수 있도록 설계되었다.</li> </ul> |   |           |

## 2 수업 계획 및 흐름도

|              | 1차시                                      | 2차시                                 | 3차시       |
|--------------|--|-------------------------------------|-----------|
| 수업 흐름도       | 유전 정보와 단백질의 관계 파악하기                      | DNA의 유전 정보가 아미노산을 지정하는 원리 설명하기      |           |
| 평가 방법        | 갈색 눈동자 유전자와 파란색 눈동자 유전자의 차이 형성평가         | 유전자 돌연변이에 의해 낫 모양 적혈구가 생성되는 과정 구술평가 | 논술형 평가 실시 |
| 수업-평가 연계 주안점 | 짧은 글을 활용하여 주장과 근거 찾고 주장의 명료성과 근거의 적절성 판단 | 논술형 문항 안내하기                         |           |

## 3 평가 문항

### 문항 정보

| 문항  | 교과 역량                  | 성취기준  | 평가 요소                 |
|-----|------------------------|---|-----------------------|
| 1-1 | 과학적 탐구 능력              | [10통과1-03-06] 생명 시스템의 유지에 필요한 세포 내 정보의 흐름을 유전자로부터 단백질이 만들어지는 과정을 중심으로 설명할 수 있다. | • 유전자 정의하기            |
| 1-2 | 과학적 탐구 능력, 과학적 문제해결 능력 |   | • 세포 내 유전 정보 흐름을 설명하기 |
| 1-3 | 과학적 탐구 능력, 과학적 문제해결 능력 |   | • 세포 내 유전 정보 흐름을 설명하기 |

### 평가 문항

1 다음을 읽고 물음에 답하십시오. [총 12점]

(가) 생명체가 살아가려면 효소를 비롯한 생명 활동에 필요한 많은 종류의 단백질을 만들어야 한다. 이러한 단백질 형성에 관한 정보가 저장된 (㉠)의 특정 부분을 (㉡)라고/이라고 한다.

(나) DNA의 염기가 배열된 순서에 따라 짝이 되는 뉴클레오타이드가 결합하면서 RNA가 합성된다. 이 과정을 전사라고 한다. DNA의 A, G, C, T 염기에 각각 RNA의 U, C, G, A 염기가 대응된다.

(다) RNA가 핵을 빠져나와 세포질로 이동하면 라이보솜이 RNA에 결합한다. 세포질에는 20종류의 아미노산이 떠다니는데, 라이보솜이 RNA 가닥을 따라 이동하면서 RNA의 염기가 배열된 순서에 따라 세포질에 있는 아미노산을 연결해 단백질을 만든다. 이 과정을 번역이라고 한다.

(라) 네 종류의 염기로 20종의 아미노산을 지정하려면 세 개의 염기가 한 조가 되어 하나의 아미노산을 지정해야 한다. DNA에서 연속된 세 개의 염기를 3염기 조합이라 하며, 이것이 전사되어 형성된 RNA의 세 염기를 코돈이라고 한다. RNA의 코돈에 따라 아미노산이 지정되어 단백질이 합성된다.

(마) 종양 억제 유전자는 종양 억제 단백질을 만드는데, 종양 억제 단백질은 정상 세포가 암 세포로 발생하는 것을 억제하는 역할을 한다. 종양 억제 단백질의 아미노산 서열이 달라질 경우 단백질에 구조적 변형이 생기므로 기능에 문제가 발생할 수 있다.

[(가)~(라) 출처: 천재교육 통합과학 교과서 中]

1-1. 제시문 (가)의 ㉠과 ㉡에 들어갈 알맞은 단어를 쓰시오. [3점]

㉠:

㉡:

[1-2.~1-3.] 그림은 정상 종양 억제 유전자와 벤조피렌의 작용으로 돌연변이가 일어난 비정상 종양 억제 유전자로부터 합성된 RNA의 염기 서열과 이 RNA로부터 합성된 단백질의 아미노산 서열을, 표는 유전부호의 일부를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡는 아미노산 서열을 나타낸 것이다.

| [정상]   | [벤조피렌의 작용]   |
|--|--|
| DNA G T C A C <b>C</b> A G G                         | DNA G T C A C <b>A</b> A G G                         |
| RNA C A G U G G U C C                                | RNA C A G U G U U C C                                |
| 단백질 ㉠ - <input style="width: 100px;" type="text"/> ㉡ | 단백질 ㉠ - <input style="width: 100px;" type="text"/> ㉡ |

| 코돈  | 아미노산 | 코돈  | 아미노산 |
|-----|------|-----|------|
| CAG | ㉠    | UGG | ㉡    |
| CCU | ㉢    | UGU | ㉣    |
| UCC | ㉤    | GAC | ㉥    |

1-2. 제시문 (나), (다)를 참고하여 종양 억제 유전자의 유전 정보가 발현되는 과정을 순서에 맞게 두 단계로 구분하여 설명하시오. [3점]

1-3. 담배 연기에는 벤조피렌이 포함되어 있다. 이 사실과 제시문 (다), (라), (마)를 참고하여 흡연이 암 발생 확률을 높이는 이유를 <조건>에 맞추어 추론하시오. [6점]

————— <조건> —————

- 종양 억제 유전자 및 종양 억제 단백질과 관련지을 것
- 벤조피렌이 DNA에 미치는 영향을 포함할 것
- ㉠과 ㉡에 들어갈 아미노산 서열 비교를 예시로 활용할 것 (펩타이드 결합은 '-'을 이용. 예: ㉠ - ㉡)





## 채점기준표

| 문항  | 평가 요소               | 척도/<br>배점 | 수행 수준(채점기준)                            |
|-----|---------------------|-----------|--|
| 1-1 | 유전자 정의하기            | 3         | ㉠과 ㉡를 모두 옳게 작성한 경우                     |
|     |                     | 2         | ㉠과 ㉡ 중 하나만 옳게 작성한 경우                   |
|     |                     | 1         | ㉠과 ㉡ 모두 옳게 작성하지 않은 경우                  |
| 1-2 | 세포 내 유전 정보 흐름을 설명하기 | 3         | 전사와 번역을 순서에 맞게 옳게 작성한 경우               |
|     |                     | 2         | 전사와 번역 중 하나만 옳게 작성한 경우                 |
|     |                     | 1         | 전사와 번역 모두 옳게 작성하지 않은 경우                |
| 1-3 | 세포 내 유전 정보 흐름을 설명하기 | 2         | 종양 억제 유전자 및 종양 억제 단백질과 관련지어 옳게 작성한 경우  |
|     |                     | 1         | 종양 억제 유전자 및 종양 억제 단백질과 관련지어 작성하지 않은 경우 |
|     | DNA에 미치는 영향을 포함하기   | 2         | DNA에 미치는 영향을 옳게 작성한 경우                 |
|     |                     | 1         | DNA에 미치는 영향을 옳게 작성하지 않은 경우             |
|     | 아미노산 서열 파악하기        | 2         | ㉢와 ㉣에 들어갈 아미노산 서열을 옳게 비교한 경우           |
|     |                     | 1         | ㉢와 ㉣에 들어갈 아미노산 서열을 옳게 비교하지 않은 경우       |



## 채점 시 유의점

- 하위 수준으로 갈수록 구체적 표현 및 체계적 분석, 근거의 풍부성과 타당성의 수준이 낮아지는 것을 고려해야 함.
- E 수준의 경우에는 단편적인 수준, 교사나 동료의 도움을 받아 주제나 독자를 고려한 근거를 탐색하여 제시하는 수준에서 이루어질 것으로 예상함.



## 예시답안

| 문항  | 예시답안  |
|-----|---|
| 1-1 | ㉠: DNA<br>㉡: 유전자  |
| 1-2 | 첫 단계는 전사로, 종양 억제 유전자의 유전 정보가 RNA로 합성된다. 두 번째 단계는 번역으로 RNA의 염기가 배열된 순서에 따라 아미노산을 연결해 종양 억제 단백질을 만든다.   |
| 1-3 | 담배 연기의 벤조피렌이 종양 억제 유전자의 DNA 염기 서열에 변화를 일으킨다. 그러면 정상적인 경우 '㉢ - ㉣' 아미노산 서열이 생길 부분에 '㉢ - ㉣' 처럼 변화가 생기고 이러한 서열의 변화로 인해 결국 종양 억제 단백질의 구조와 기능에 이상이 생겨 암 발생 확률은 증가하게 된다. |



## 피드백 시 유의점

- 해당 교과목의 성취기준을 확인하고, 내용과 문항의 난이도, 성취수준 부합 정도를 고려한다.
- 해당 학생의 수준보다 높은 수준으로 응답한 결과를 확인하여 그와 함께 피드백한다.
- 평소 수업 시간에 학생을 관찰한 내용을 고려하여 피드백한다.

## 1 평가 개요

| 학교급  | 고등학교 | 학년  | 1학년                          |
|--|------|---|------------------------------|
| 과목명  | 통합과학 | 영역  | 생활 속의 과학 탐구, 미래 사회와 첨단 과학 탐구 |
| 성취기준   |      | 성취기준별 성취수준  |                              |
| [10통과2-01-02] 변이의 발생과 자연선택 과정을 통해 생물의 진화가 일어나고, 진화의 과정을 통해 생물 다양성이 형성되었음을 추론할 수 있다.                                | A    | 변이의 발생과 자연선택 과정을 통해 생물의 진화가 일어나고 생물 다양성이 형성되었음을 추론하고, 생물 다양성의 의미를 유전적 다양성, 종 다양성, 생태계 다양성으로 설명하며, 생물 다양성을 보전하기 위한 구체적인 사례와 실천 방안을 제시할 수 있다. |                              |
|  | B    | 변이의 발생과 자연선택 과정을 통해 생물의 진화가 일어나고 생물 다양성이 형성되었음을 설명하며, 생물 다양성을 보전하기 위한 구체적인 사례와 실천 방안을 제시할 수 있다.   |                              |
|  | C    | 자연선택 과정을 통해 생물의 진화가 일어나고 있음을 말하고, 생물 다양성을 보전하는 것이 중요함을 인식한다.  |                              |
|  | D    | 생물의 진화가 일어나고 있음을 말하고, 생물 다양성을 보전하는 것이 중요함을 인식한다.  |                              |
|  | E    | 생물이 계속해서 변화해 왔으며, 우리 주변에 다양한 생물이 있음을 말할 수 있다.   |                              |
| [10통과2-02-02] 먹이 관계와 생태 피라미드를 중심으로 생태계 평형이 유지되는 과정을 이해하고, 환경의 변화가 생태계에 미치는 영향에 대해 협력적으로 소통할 수 있다.                  | A    | 먹이 관계와 생태 피라미드가 변화했을 때 개체군의 변동 양상을 바탕으로 생태계 평형이 유지되는 원리를 추론하고, 환경의 변화가 생태계에 미치는 영향에 대해 협력적으로 소통할 수 있다.                                      |                              |
|  | B    | 생태계 평형이 유지되는 원리를 먹이 관계와 생태 피라미드를 중심으로 이해하고, 환경의 변화가 생태계에 영향을 미친 사례로부터 환경의 변화와 생태계의 관계를 설명할 수 있다.  |                              |
|  | C    | 먹이 관계에 의해 생태계 평형이 유지되는 과정을 이해하고, 환경의 변화가 생태계에 영향을 미친 사례를 제시할 수 있다.  |                              |
|  | D    | 생태계 평형의 의미를 이해하고, 환경의 변화가 생태계에 영향을 준다는 것을 말할 수 있다.  |                              |
|  | E    | 환경의 변화가 생태계에 영향을 준다는 것을 말할 수 있다.  |                              |
| [10통과2-03-03] 인공지능 로봇, 사물인터넷 등과 같이 과학기술의 발전을 인간 삶과 환경 개선에 활용하는 사례를 찾고, 이러한 과학기술의 발전이 미래 사회에 미치는 유용성과 한계를 예측할 수 있다. | A    | 인공지능, 로봇, 사물인터넷 등과 같이 과학기술의 발전을 인간의 삶과 환경 개선에 활용하는 다양한 사례를 조사하여 발표하고, 과학기술이 미래 사회에 미치는 영향을 예측하여 유용성과 한계를 토론할 수 있다.                          |                              |
|  | B    | 인공지능, 로봇, 사물인터넷 등과 같이 과학기술의 발전을 인간의 삶과 환경 개선에 활용하는 다양한 사례를 조사하여 발표하고, 과학기술이 미래 사회에 미치는 영향을 예측할 수 있다.  |                              |
|  | C    | 과학기술의 발전이 인간 삶과 환경 개선에 활용되는 사례를 통해 과학기술의 발전이 일상생활에 미치는 영향을 설명할 수 있다.  |                              |
|  | D    | 과학기술의 발전이 인간 삶과 환경 개선에 활용되는 사례를 조사할 수 있다.   |                              |
|  | E    | 과학기술의 발전이 일상생활에 영향을 미치고 있음을 인식하고, 그 예를 제시할 수 있다.  |                              |

|   |   |          |           |    |
|---|---|----------|-----------|----|
| <p>[10통과2-03-04] 과학기술의 발전 과정에서 발생할 수 있는 과학 관련 사회적 쟁점(SSI)과 과학기술 이용에서 과학 윤리의 중요성에 대해 논증할 수 있다.</p> | <p>A 과학기술의 발전 과정에서 발생할 수 있는 과학 관련 사회적 쟁점(SSI)에 대해 과학 지식에 기초하여 주장을 펼치고, 과학 관련 사회적 쟁점과 과학기술 이용에서 과학 윤리의 필요성 및 중요성에 대해 논증할 수 있다.</p> <p>B 과학기술의 발전 과정에서 발생할 수 있는 과학 관련 사회적 쟁점(SSI)과 과학기술 이용에서 과학 윤리의 필요성 및 중요성을 설명할 수 있다.</p> <p>C 과학기술의 발전 과정에서 과학 관련 사회적 쟁점(SSI)의 사례를 제시하고, 과학 관련 사회적 쟁점이 과학 윤리와 관련됨을 인식한다.</p> <p>D 과학기술의 발전 과정에서 과학 관련 사회적 쟁점(SSI)의 사례를 말할 수 있다.</p> <p>E 과학기술의 발전 과정에서 과학 관련 사회적 쟁점(SSI)이 발생할 수 있음을 말할 수 있다.</p>  |          |           |    |
| <p>최소 능력의 수행 특성</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>교사가 제시한 사례를 보며 생물이 계속해서 변화해 왔음을 말할 수 있다.</li> <li>교사가 제시한 자료를 참고하여 환경의 변화가 생태계에 영향을 준다는 것을 말할 수 있다.</li> <li>교사가 제시한 자료를 통해 과학기술의 발전이 일상생활에 영향을 미치고 있음을 말할 수 있다.</li> <li>과학기술의 발전 과정에서 과학 관련 사회적 쟁점(SSI)이 발생할 수 있음을 말할 수 있다.</li> </ul>   |          |           |    |
| <p>평가 요소</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>개체군의 변이에 따른 자연선택 과정 설명하기</li> <li>유전적 다양성의 중요성 설명하기</li> <li>생물 다양성 보전의 필요성 설명하기</li> <li>생물 다양성 보전 방안 제시하기</li> <li>개체군 변동에 따른 생태 피라미드 변화 설명하기</li> <li>생태계 평형이 유지되는 조건 제시하기</li> <li>과학 기술의 발전이 미래 사회에 미치는 유용성(찬성) 예측하기</li> <li>과학 기술의 발전이 미래 사회에 미치는 한계(반대) 예측하기</li> <li>과학 관련 사회적 쟁점(SSI)에 대한 본인의 입장을 설명하고 과학 윤리의 중요성 제시하기</li> </ul>  |          |           |    |
| <p>수행 과제</p>  | <p><b>생명공학 기술의 발전과 생물 다양성 감소 문제 해결하기</b></p>  |          |           |    |
| <p>평가 유형</p>  | <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 50%;">수행평가 논술형</td> <td style="width: 10%;"><b>배점</b></td> <td style="width: 40%;">30</td> </tr> </table>  | 수행평가 논술형 | <b>배점</b> | 30 |
| 수행평가 논술형  | <b>배점</b>   | 30       |           |    |
| <p>논술형 평가 제작 의도 (출제 의도)</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>본 문항은 성취수준 A~D를 변별하기 위한 문항으로 개발하였으며, 교육과정상 성취기준별 성취수준에 근거하여 생명과학에 대한 기본 개념을 바탕으로 실제 사례에 적용해보며 과학과 역량을 함양하고 평가하고자 하였다.</li> <li>문항 1-1~2-3에서 작성한 내용을 근간으로 문항 2-4의 글쓰기 과정에서 과학적 개념을 바탕으로 자신의 생각을 정리해 과학적 의사결정을 할 수 있도록 돕는 빌드업(Build-up) 형식의 활동을 설계하였다.</li> <li>문항 1-1은 성취수준 D를 고려하여 출제한 것으로, 개체군의 변이와 자연선택 과정을 통해 생물의 진화가 일어나고, 그 과정에서 유전적 다양성의 의미를 설명하도록 설계하였다. 문항 1-2은 성취수준 C를 고려하여 출제한 것으로, 생물 다양성의 의미를 바탕으로 생물 다양성 보전의 필요성과 구체적인 방안을 설명하도록 설계하였다. 단, 생물다양성의 3가지 종류(유전적 다양성, 종 다양성, 생태계 다양성)를 이용하여 설명하게 함으로써 성취수준 A를 고려한 문항으로 출제될 수 있다. 문항 2-1과 2-2는 성취수준 B를 고려하여 출제한 것으로, 먹이 관계와 생태 피라미드가 변화했을 때 나타나는 개체군의 변동 양상에 대하여 설명하도록 설계하였다. 문항 2-3과 2-4는 성취수준 A를 고려하여 출제한 것으로, 과학기술의 발전 과정이 미래 사회에 미칠 수 있는 영향력에 대해 추론하고, 그 과정에서 발생할 수 있는 문제를 고려해 과학적 의사결정을 할 수 있도록 설계하였다.</li> <li>학생들의 확장된 사고를 유발하기 위해 문항을 분리하여 수행 활동의 시간을 2차시까지 늘려 활동에 임할 수 있도록 하는 것도 고려할 수 있다.</li> </ul> |          |           |    |

## 2 수업 계획 및 흐름도

|              | 1차시   | 2차시   | 3차시  | 4차시  | 5차시                                      |
|--------------|---|---|--|--|--|
| 수업 흐름도       | 변이의 발생과 자연선택 과정에 대한 수업<br>생물 다양성의 종류와 보전 방안에 대한 수업      | 먹이 관계에 따른 생태 피라미드의 변화에 대한 수업<br>생태계 평형의 조건에 대한 수업   | 환경의 변화가 생태계에 영향을 주는 실 사례를 바탕으로 토의 수업   | 발전하는 과학 기술이 인간 삶과 환경 개선에 활용되는 사례에 대한 수업                                | 생명공학 기술과 생물 다양성 보전 수행평가                  |
| 평가 방법        | 관찰 평가<br>모둠 평가  | 관찰 평가<br>모둠 평가  | 관찰 평가<br>모둠 평가   | 관찰 평가<br>모둠 평가   | 논술형 평가                                   |
| 수업-평가 연계 주안점 | 개체군 내 변이에 따른 유전자 다양성에 대한 개념 학습 후 자연 선택 과정에 대해 모둠으로 토의하기 | 생태 피라미드 변화에 대한 실제 사례를 바탕으로 생태계 평형이 유지되는 과정 설명하기<br>신문 기사나 도서를 이용하여 우리가 해야 할 노력과 그 과학적 근거를 모둠으로 토의하기 | 인간의 개입으로 인한 생태계 파괴와 회복의 사례 제시하고 탐구하기 (예: 옐로우스톤 국립공원의 자정 작용)<br>피식과 포식의 관계와 생태 피라미드 개념 학습하기 | 사례 탐색하기<br>과정에서 발생하는 사회적 쟁점(SSI)에 대한 찬반 토론하기<br>과학 윤리를 고려한 판단에 대한 토의하기 | 제시된 문제 상황에 대해 과학적 개념을 바탕으로 의견을 제시하고 논증하기 |

## 3 평가 문항

### 문항 정보

| 문항  | 교과 역량                               | 성취기준   | 평가 요소   |
|-----|-------------------------------------|--|---|
| 1-1 | 과학적 탐구 능력                           | [10통과2-01-02] 변이의 발생과 자연선택 과정을 통해 생물의 진화가 일어나고, 진화의 과정을 통해 생물 다양성이 형성되었음을 추론할 수 있다.                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>개체군의 변이에 따른 자연 선택 과정 설명하기</li> <li>유전적 다양성의 중요성 설명하기</li> </ul>                          |
| 1-2 | 과학적 탐구 능력, 과학적 문제해결 능력              | [10통과2-01-02] 변이의 발생과 자연선택 과정을 통해 생물의 진화가 일어나고, 진화의 과정을 통해 생물 다양성이 형성되었음을 추론할 수 있다.                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>생물 다양성 보전의 필요성 설명하기</li> <li>생물 다양성 보전 방안 제시하기</li> </ul>                                |
| 2-1 | 과학적 탐구 능력                           | [10통과2-02-02] 먹이 관계와 생태 피라미드를 중심으로 생태계 평형이 유지되는 과정을 이해하고, 환경의 변화가 생태계에 미칠 수 있는 영향에 대해 협력적으로 소통할 수 있다.              | <ul style="list-style-type: none"> <li>개체군 변동에 따른 생태 피라미드 변화 설명하기</li> </ul>  |
| 2-2 | 과학적 탐구 능력, 과학적 문제해결 능력              | [10통과2-02-02] 먹이 관계와 생태 피라미드를 중심으로 생태계 평형이 유지되는 과정을 이해하고, 환경의 변화가 생태계에 미칠 수 있는 영향에 대해 협력적으로 소통할 수 있다.              | <ul style="list-style-type: none"> <li>생태계 평형이 유지되는 조건 제시하기</li> </ul>  |
| 2-3 | 과학적 탐구 능력, 과학적 문제해결 능력, 과학적 의사결정 능력 | [10통과2-03-03] 인공지능 로봇, 사물인터넷 등과 같이 과학기술의 발전을 인간 삶과 환경 개선에 활용하는 사례를 찾고, 이러한 과학기술의 발전이 미래 사회에 미치는 유용성과 한계를 예측할 수 있다. | <ul style="list-style-type: none"> <li>과학 기술의 발전이 미래 사회에 미치는 유용성(찬성) 예측하기</li> <li>과학 기술의 발전이 미래 사회에 미치는 한계(반대) 예측하기</li> </ul> |
| 2-4 |                                     | [10통과2-03-04] 과학기술의 발전 과정에서 발생할 수 있는 과학 관련 사회적 쟁점(SSI)과 과학기술 이용에서 과학 윤리의 중요성에 대해 논증할 수 있다.                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>과학 관련 사회적 쟁점(SSI)에 대한 본인의 입장을 설명하고 과학 윤리의 중요성 제시하기</li> </ul>                            |

1 다음 자료를 바탕으로 물음에 답하십시오. [총 12점]

(가) 2017년 중앙아메리카 카리브 해 북쪽 터크스 케이커스 섬에서 미국 하버드 연구팀은 멸종위기 도마뱀을 연구하기 위해 이곳에서 10여 마리를 잡아서 몸과 다리 길이 등을 관찰했다. 이후, 과학자들이 섬을 떠난 뒤 두 개의 허리케인이 잇따라 섬을 휩쓸고 지나갔고 6주 뒤 과학자들은 섬에 다시 방문해 무작위로 도마뱀을 잡아 관찰했다. 그 결과, 잡힌 도마뱀들은 허리케인 이전에 관찰했던 도마뱀들보다 평균 발바닥 면적이 넓고, 앞다리 뼈가 더 길었다.

연구진은 허리케인 당시처럼 강풍이 몰아치는 환경을 만들어 놓고 도마뱀의 모습을 관찰했다. 바람이 약할 때 도마뱀은 발바닥의 빨판을 이용해서 막대에 찰싹 붙어있었고, 바람이 점점 세지자 뒷다리는 버티지 못하면서 떨어졌고, 앞다리만 이용해서 매달렸다. 이 실험 결과는 결국 허리케인이라는 극한의 자연재해 속에서 발바닥이 넓고 앞다리가 긴 도마뱀이 살아남는데 더 유리했다는 걸 말해준다.

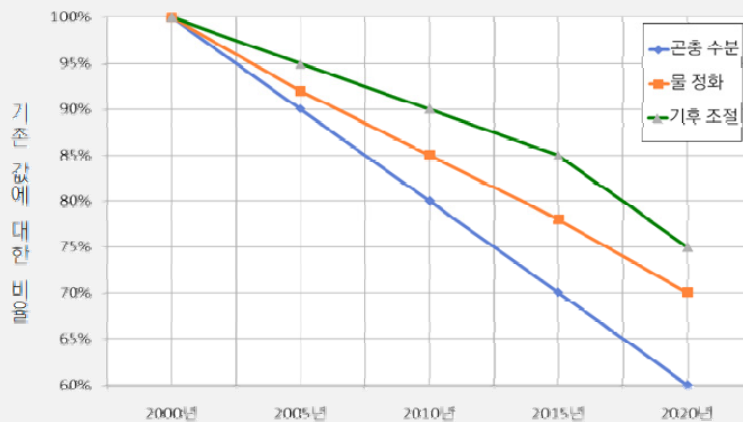
[출처: YTN사이언스, “수 만 년의 변화를 불과 6주 만에?…다윈 '자연선택설' 사례” 작성자: 사이언스 투데이, 2018년 7월 27일, <https://science.ytn.co.kr/program/view.php?mcd=0082&key=201807271102463929.>]

(나) 생물 다양성은 생태계 기능을 유지하는 데 필수적입니다. 다양한 생물 종이 존재할 때 생태계는 생물학적으로 필수적인 자원을 더 효율적으로 포획하고, 생물량을 생산하며, 생물학적으로 필수적인 영양소를 분해하고 재활용하는 능력이 높아집니다. 생물 다양성이 높은 생태계는 외부 충격에 더 큰 회복력을 보이며, 이는 기후변화와 같은 환경 변화에 대한 적응력을 높여줍니다.

생물 다양성 손실은 이러한 생태계 기능의 저하를 초래하며, 이는 인간에게 제공되는 생태계 서비스\*에도 부정적인 영향을 미칩니다. 예를 들어, 식량 생산의 감소, 물 정화 능력의 저하, 기후 조절 기능의 약화 등이 그 결과로 나타날 수 있습니다. 이러한 변화는 인간의 식량 안보와 건강, 경제적 복지에 직접적인 영향을 미칩니다. 특히, 농업 생산성 감소와 의약품 개발에 중요한 생물 자원의 상실은 장기적으로 인간 사회에 심각한 문제를 초래할 수 있습니다. 또한, 생물 다양성 손실은 사회적, 문화적 가치에도 영향을 미칩니다. 많은 지역 사회는 자연과 생물 다양성에 기반한 문화적 정체성과 정신적 복지를 갖고 있으며, 생물 다양성의 감소는 이러한 문화적 가치를 위협합니다.

\* 생태계 서비스: 인간이 생태계로부터 직접 또는 간접적으로 얻는 혜택

생물 다양성 감소가 생태계 서비스에 미치는 영향



[출처: Bradley J. Cardinale et al. (2012). Biodiversity loss and its impact on humanity]

(다) 제15차 생물 다양성협약 당사국총회(COP15)에서 2030년까지 전 세계 육지와 바다 30%를 보존하자는 내용이 담긴 협약이 승인됐다. COP15는 196개국 대표가 모여 향후 10년간 생물 다양성 국제협약에 관한 전체적인 방향성을 정하는 자리다.

이번에 채택된 프레임워크에는 '자연과 조화로운 삶'이라는 비전 아래 2050년까지 달성해야 할 4개의 목표와 2030년까지의 실천목표(Target) 23개로 구성됐다. 여기에는 2030년까지 전 지구적으로 육상 및 해양의 최소 30%를 보호지역으로 보전하고 훼손된 육지 및 해양생태계를 최소 30% 복원한다는 실천목표가 채택됐다. 2020년 기준 육지의 15%와 바다의 7.5%가 보호구역으로 지정돼 있는데 생물 다양성을 보호하기 위해서는 턱없이 부족하다는 지적이 이어지며 이를 보완하기 위한 구체적이고 도전적인 목표가 정해진 셈이다.

생태학자들은 과거 이 정도로 자연을 보호하기 위한 국제협약이 전무했다는 점을 강조하며 환영하는 분위기다. 보존생태학자인 키나 머피 미국 애리조나주립대 국제 지속가능성 및 혁신연구소 연구원은 "생물 다양성에 있어 역사적인 순간"이라고 평가했다.

[출처: 동아사이언스, "'육지·바다 30% 보호'...생물다양성 논하는 COP15 협약" 작성자: 이영애, 2022년 12월 21일, <https://www.dongascience.com/news.php?id=57682>.]

**1-1. (가)에서 터크스 케이커스 섬 도마뱀 개체군에 나타난 변화를 다음 <조건>을 포함하여 서술하십시오. [6점]**

**<조건>**

- 허리케인이 휩쓸기 전과 후의 도마뱀의 주된 변이를 비교할 것
- 도마뱀이 자연재해 속에서 살아남을 수 있었던 원인을 개체군의 유전적 다양성과 자연선택의 측면에서 작성할 것

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**1-2. (나)~(다)를 바탕으로 생물 다양성 보전에 대해 다음 <조건>을 포함하여 서술하십시오. [6점]**

**<조건>**

- 생물 다양성 보전의 필요성을 생물 다양성의 영향을 근거로 작성할 것
- 생물 다양성 보전 방안을 개인적 측면, 국가적 측면으로 나누어 작성할 것

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



(라) 자연 환경이 심각하게 훼손된 지역의 식생을 복원하기 위해선 초식동물의 개체수 조절이 효과적일 수 있다는 과학자들의 진단이 나왔다. 창린 쉬 중국 푸단대 교수 연구팀은 황폐화된 식물 생태계를 복구하는 데 인위적으로 초식 동물 개체수를 조절하는 것이 높은 효과를 보일 수 있다는 연구 결과를 3일 국제학술지 '사이언스'에 발표했다.

연구팀이 시뮬레이션을 실시한 결과 초식동물 개체수를 인위적으로 조절하면 자연적인 회복이 진행되는 삼림지에선 식물 풍부도가 93% 증가할 것으로 예측됐다. 사람이 개입해 생태계 복원이 진행되는 삼림지에선 식물 풍부도가 158% 증가할 것으로 분석됐다. ①초식동물의 천적인 육식동물을 투입하며 초식 동물 개체수 조절에 적극적으로 나설 경우, 자연적인 재생이 이뤄지는 삼림지와 사람이 복원에 개입하는 삼림지의 식물 풍부도는 각각 138%, 372% 증가할 것으로 예측됐다.

[출처: 동아사이언스, “[표지로 읽는 과학] 식물 생태계 복원 위해 초식동물 개체수 조절 필요할까” 작성자: 박정연, 2023년 11월 5일, <https://www.dongascience.com/news.php?idx=62294>.]

(마) 우리 조상들이 한반도에 존재하기도 전인 수천만 년 전부터 우리 땅을 지켜온 구상나무가 최근 사라지고 있다. 수천만 년 동안 변화하는 기후 속에서도 살아남았던 강인한 나무들이 최근 사라지는 이유는 무엇일까.

문제는 온도가 아닌 속도에 있다. 과거에는 약 10~20만 년에 걸쳐 온도가 변화했는데, 최근 기후변화는 그 속도가 너무 빠르다는 게 문제다. 최근 지구의 평균 온도 상승 속도는 200년 전에 비해 10배 이상 빠르다고 한다. 아무리 수천 년을 살아온 강인한 구상나무도 급격한 기후변화에는 적응하기 역부족인 것이다.

구상나무와 같이 지구상에서 사라지는 종을 보전하기 위한 노력으로 196개 국가가 참여하고 있는 생물 다양성협약이 있다. 1992년 브라질의 리우데자네이루에서 시작된 생물 다양성협약은 2022년 12월 전세계 생물 다양성 보전의 이정표가 될 목표(Post-2020 글로벌 생물 다양성 프레임워크)를 마련하고 있다.

새로운 목표에서 주목받고 있는 것이 바로 유전적 다양성이다. 생물 다양성 하면 떠오르는 것은 다양한 생태계(생태계 다양성)와 그 안에 살고 있는 생물의 다양성(종 다양성)이다. 하지만 생물 다양성에서 또 하나의 요소인 유전적 다양성에 대해서는 많은 사람들이 잘 알지 못하고 있다. 유전적 다양성이란 종 내 다양성을 의미하는데, 같은 소나무라 하더라도 키가 크고 곧은 나무도 있고 구불구불한 형태의 나무도 있는 등 다양한 형태를 띠는 것이 바로 이러한 유전적 변이가 존재하기 때문이다.

과거에는 멸종위기 생물종의 복원을 위해 동일한 개체를 다수 증식하는 방법을 적용했다. 한두 개의 나무에서 수백 개의 종자를 수집해 증식된 나무는 비슷한 유전자를 가지고 있는 형제 나무들이기 때문에 지속가능한 숲을 유지하기 어렵다. 실제로 유엔식량농업기구(FAO)의 보고서에 따르면 이 방식으로 진행된 복원사례가 실패했다고 한다.

유전적 다양성이 높으면 변화하는 환경에 대한 적응력이 높아진다. 이에 따라 선진국을 중심으로 성공적인 복원을 위해서는 유전적 다양성을 고려해야 한다는 주장이 대두되었다. 바로 유전적 다양성을 유지함으로써 최근의 급변하는 기후위기에서 사라져가는 구상나무 숲을 유지할 수 있는 것이다.

국립산림과학원은 구상나무의 유전적 다양성을 파악하기 위해서 전국에 분포하는 구상나무 숲을 분석했다. 그 결과 국내 구상나무의 대표 집단에 대한 유전적 다양성 분석 결과 다행히도 모든 집단이 현재까지는 비교적 안정적인 수준으로 유지되고 있는 것으로 나타났다. 제주도에 있는 한라산 집단은 내륙에 있는 지리산, 덕유산 집단과 다르다는 결과가 나왔다. 같은 구상나무라 하더라도 이질적인 한라산 구상나무를 내륙의 복원 재료로 사용하는 것은 적절하지 않다는 것이다.

유전적 다양성을 고려한 복원 재료는 확보됐다. 구상나무를 건강한 복원 재료로 활용하기 위해서는 몇 년을 키워야 할까. 소나무의 경우 보통 2년 정도 키우면 산림에 식재가 가능하다고 한다. 그러나 구상나무는 생장이 매우 더디서 2년 정도면 손가락 정도의 크기밖에는 자라지 않는다. 나무 나이에 따른 환경 적응성을 평가해 본 결과 구상나무의 경우 최소 5년 이상이 되어야 변화하는 환경에 대한 적응력과 광합성 능력이 우수한 것으로 나타났다.

[출처: 동아사이언스, “[기후위기와 산림] 문제는 기후변화 속도...구상나무는 살아남을 수 있을까” 작성자: 임효인, 2022년 10월 27일, <https://www.dongascience.com/news.php?idx=56839>.]

(바) 생물 복제와 관련한 생명 공학 기술들은 다양하지만, 그 중 대표적인 기술을 몇 가지 제시하면 다음과 같다.

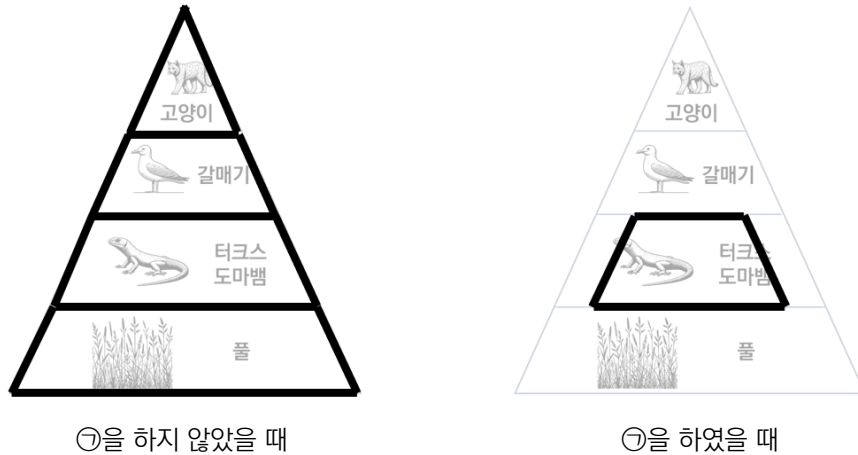
핵치환 기술은 한 생물의 체세포 핵을 추출하여, 핵이 제거된 난자에 이식하는 기술이다. 이를 통해 유전적으로 동일한 복제 생물을 생성할 수 있다. 이 기술은 멸종 위기 동물의 보존 및 번식에 활용되며, 예를 들어 미국의 생명공학 회사 '리바이브 앤 리스토어'는 수십 년 전에 죽은 검은발 족제비의 피부세포를 이용해 이 동물을 복제하는 데 성공했다. 조직 배양 기술은 생물의 조직이나 세포 일부를 인공적인 환경에서 배양하여 분화 및 증식시키는 기술이다. 특히 식물의

세포나 조직을 분리하여 배양하면 세포 분열이 일어나 하나의 개체로 성장한다. 이를 통해 유전 형질이 동일한 개체를 대량으로 번식시킬 수 있으며, 번식력이 약한 식물이나 멸종 위기 식물의 보존에도 활용된다. 이러한 기술은 식량 문제 해결을 위해 식물 육종 연구로 이어졌으며, 농업 분야에서의 유전공학 기술은 인류를 기아에서 구제하는 데 기여했다. 세포 융합 기술은 서로 다른 두 종류의 세포를 융합하여 하나의 세포로 만드는 기술이다. 이를 통해 원하는 특성을 가진 융합 세포를 만들 수 있으며, 두 식물 종의 특성을 모두 가진 잡종 식물을 개발하는 데 활용된다. 또한, 단일 클론 항체 생산 등 의학 분야에서도 응용된다.

이러한 생명공학 기술들은 생물다양성 보존과 생물자원의 효율적 활용에 중요한 역할을 하고 있다.

[출처: 바이오뱅크: 과학자들이 멸종위기 종을 냉동시키는 이유, 작성자: 빅토리아 길, 2022년 6월 5일, <https://www.bbc.com/korean/features-61694052>]

2-1. (라)의 ㉠을 하였을 때, 터크스 도마뱀의 포식자와 피식자 변화를 예측하여 생태 피라미드의 변화를 그림으로 표현하시오. [3점]



2-2. 안정된 생태계라면 터크스 도마뱀의 수가 감소하더라도 시간이 지나면 평형이 회복된다. 생태계 평형이 잘 유지되기 위한 조건을 유지 요인과 파괴 조건을 바탕으로 설명하시오. [3점]

2-3. (마), (바)와 같은 생명 공학 기술을 이용해 ㉠과 같은 적극적인 개입으로 생물 다양성 감소 현상을 해결하려고 하는 것이 생태계에 엄청난 혼란이 올 수 있다는 반대 의견이 있다. 각 입장의 주장을 <조건>을 포함하여 설명하시오. [6점]

— <조건> —

- 생명 공학 기술 사용에 찬성하는 입장의 주장을 과학적인 근거 2가지를 포함하여 설명할 것
- 생명 공학 기술 사용에 반대하는 입장의 주장을 과학적인 근거 2가지를 포함하여 설명할 것

2-4. 생물 다양성 감소 현상 해결을 위한 생명 공학적 대안에 대해 찬성과 반대 중 자신의 입장을 설명하고, 세대간 윤리\*와 자연생존권\*\* 측면에서 과학 윤리의 중요성을 논증하시오. [6점]

\*세대간 윤리: 환경의 지속성을 주장

\*\*자연생존권: 생태계나 생물종에도 인간의 동등한 가치가 있음



## 채점기준표

| 문항  | 평가 요소  | 척도/<br>배점 | 수행 수준(채점기준)   |
|-----|--|-----------|---|
| 1-1 | 개체군의 변이에 따른 자연선택 과정 설명하기                           | 3         | 허리케인이 휩쓸기 전과 후의 도마뱀 변이를 모두 옳게 설명한 경우  |
|     |  | 2         | 허리케인이 휩쓸기 전과 후의 도마뱀 변이 중 하나만 옳게 설명한 경우  |
|     |  | 1         | 허리케인이 휩쓸기 전과 후의 도마뱀 변이를 옳게 설명하지 않은 경우   |
|     | 유전적 다양성의 중요성 설명하기                                  | 3         | 생존 원인을 개체군의 유전적 다양성과 자연선택의 측면에서 타당하게 설명한 경우   |
|     |  | 2         | 생존 원인을 개체군의 유전적 다양성과 자연선택의 측면 중 한 쪽만 타당하게 설명한 경우                                    |
|     |  | 1         | 생존 원인을 개체군의 유전적 다양성과 자연선택의 측면에서 타당하게 설명하지 않은 경우                                     |
| 1-2 | 생물 다양성 보전의 필요성 설명하기                                | 3         | 생물 다양성 보전의 필요성을 생물 다양성의 영향을 근거로 타당하게 설명한 경우   |
|     |  | 2         | 생물 다양성 보전의 필요성을 설명하였으나, 근거가 미흡한 경우  |
|     |  | 1         | 생물 다양성 보전의 필요성을 타당하게 설명하지 않은 경우   |
|     | 생물 다양성 보전 방안 제시하기                                  | 3         | 과학 윤리의 중요성을 세대 간 윤리와 자연생존권 측면에서 타당하게 제시한 경우   |
|     |  | 2         | 과학 윤리의 중요성을 세대 간 윤리와 자연생존권 측면 중 한 가지만 타당하게 제시한 경우                                   |
|     |  | 1         | 과학 윤리의 중요성을 세대 간 윤리와 자연생존권 측면 모두 타당하게 제시하지 않은 경우                                    |
| 2-1 | 개체군 변동에 따른 생태 피라미드 변화 설명하기                         | 3         | 터크스 도마뱀 개체 수의 감소에 따른 생태피라미드 크기 변화에 대해 터크스 도마뱀의 포식자와 피식자 모두 타당하게 나타낸 경우              |
|     |  | 2         | 터크스 도마뱀 개체 수의 감소에 따른 생태피라미드 크기 변화에 대해 터크스 도마뱀의 포식자와 피식자 중 하나만 타당하게 나타낸 경우           |
|     |  | 1         | 터크스 도마뱀 개체 수의 감소에 따른 생태피라미드 크기 변화에 대한 내용이 타당하지 않은 경우                                |
| 2-2 | 생태계 평형이 유지되는 조건 제시하기                               | 3         | 유지 요인과 파괴 요인을 모두 포함하여 생태계 평형의 유지 조건을 타당하게 설명한 경우                                    |
|     |  | 2         | 유지 요인과 파괴 요인 중 일부를 포함하여 생태계 평형의 유지 조건을 타당하게 설명한 경우                                  |
|     |  | 1         | 유지 요인과 파괴 요인을 모두 포함하지 않거나 생태계 평형의 유지 조건에 대한 설명이 타당하지 않은 경우                          |
| 2-3 | 과학 기술의 발전이 미래 사회에 미치는 유용성(찬성) 예측하기                 | 3         | 생명 공학적 대안에 대한 찬성 입장의 과학적 근거를 2가지 제시한 경우   |
|     |  | 2         | 생명 공학적 대안에 대한 찬성 입장의 과학적 근거를 1가지 제시한 경우   |
|     |  | 1         | 생명 공학적 대안에 대한 찬성 입장의 과학적 근거를 제시하지 않은 경우   |
|     | 과학 기술의 발전이 미래 사회에 미치는 한계(반대) 예측하기                  | 3         | 생명 공학적 대안에 대한 반대 입장의 과학적 근거를 2가지 제시한 경우   |
|     |  | 2         | 생명 공학적 대안에 대한 반대 입장의 과학적 근거를 1가지 제시한 경우   |
|     |  | 1         | 생명 공학적 대안에 대한 반대 입장의 과학적 근거를 제시하지 않은 경우   |
| 2-4 | 과학 관련 사회적 쟁점(SSI)에 대한 본인의 입장을 설명하고 과학 윤리의 중요성 제시하기 | 6         | 생명 공학적 대안에 대한 자신의 입장을 논리적으로 설명하고, 과학 윤리의 중요성을 세대 간 윤리와 자연생존권 측면에서 타당하게 제시한 경우       |
|     |  | 5         | 생명 공학적 대안에 대한 자신의 입장을 논리적으로 설명하고, 과학 윤리의 중요성을 세대 간 윤리와 자연생존권 측면 중 한 측면만 타당하게 제시한 경우 |
|     |  | 4         | 생명 공학적 대안에 대한 자신의 입장을 밝히고, 과학 윤리의 중요성을 세대 간 윤리와 자연생존권 측면 중 한 측면만 타당하게 제시한 경우        |
|     |  | 3         | 생명 공학적 대안에 대한 자신의 입장을 밝히고, 과학 윤리의 중요성을 타당하게 제시하지 않은 경우                              |
|     |  | 2         | 생명 공학적 대안에 대한 자신의 입장을 밝히지 않고, 과학 윤리의 중요성을 타당하게 제시하지 않은 경우                           |



## 채점 시 유의점

- 학습한 과학적 개념을 정확하게 이해하고, 이를 바탕으로 근거를 들어 논리적\*으로 의견을 제시하는가를 중점으로 평가해야 함.  
(\* 논의의 목적과 방향이 명확하고, 연구 결과를 해석하고 평가하는 과정에서 전제와 결론이 일관되며, 증거나 근거를 제시하여 설득력을 갖추는 경우)
- 하위 수준으로 갈수록 논리적 비약\*\*이 심하거나 구체적 표현 및 체계적 분석, 근거의 풍부성과 타당성의 수준이 낮아지는 것을 고려해야 함.  
(\*\* 논증 과정에서 필수적으로 거쳐야 할 인과관계나 절차를 생략함으로써 전제나 근거가 결론을 필연적으로 이끌지 못하는 경우)
- E 수준의 경우에는 단편적인 수준에서의 설명, 교사나 동료의 도움을 받아 의견을 제시하는 수준에서 이루어질 것으로 예상함.
- 채점 시 학생들의 자유로운 생각의 확산을 촉진시키기 위해 가치 판단에 대한 채점은 지양하며, 과학적 개념을 올바르게 이해하고 이를 바탕으로 글을 작성하였는지를 중심으로 평가해야 함. 채점 요소 위주로 채점하길 권장함.



## 예시답안

| 문항  | 예시답안  |
|-----|---|
| 1-1 | 허리케인이 휩쓸기 전에는 도마뱀 개체군의 주된 변이는 좁은 평균 발바닥 면적과 짧은 앞다리 뼈를 가지고 있었으나, 휩쓸고 난 후에는 넓은 평균 발바닥 면적과 긴 앞다리 뼈를 가지고 있다. 이는 넓은 발바닥 면적과 긴 앞다리 뼈가 허리케인과 같은 자연재해 속에서 살아남기에 유리한 형질이었기에 많은 유전적으로 다양한 도마뱀들 중 해당 형질을 가진 개체들이 자연선택되어 생존할 수 있었을 것이다.   |
| 1-2 | 생물 다양성은 식량 생산의 감소, 물 정화 능력의 저하, 기후 조절 기능의 약화와 같은 생태계 서비스에 영향을 미칠 수 있으며, 이로 인해 인간의 건강뿐 아니라 식량 안보와 이에 따른 경제적인 문제까지 영향을 미칠 수 있어 인간 사회에 많은 문제를 야기할 수 있다. 또한, 생물 다양성 감소에 따른 환경 변화로 그 지역의 문화적 정체성에도 영향을 줄 수 있으므로 생물 다양성의 보전을 위한 노력을 해야 한다. 생물 다양성 보전을 위해 개인적 측면에서는 에너지를 절약하고 자원 재활용, 친환경(저탄소) 제품 사용 등을 해야 하며, 국가적 측면에서는 생물 다양성 보전 활동과 이를 위한 다양한 국제 협약을 맺고 실천해야 한다.  |
| 2-1 |   |
| 2-2 | 생태계 평형은 주로 먹이 사슬에 의해 유지되는데, 먹이 사슬이 복잡할수록 평형을 유지하기 쉬우며 안정된 생태계는 먹이 사슬의 어느 단계에서 일시적으로 변동이 나타나도 시간이 지나면 평형이 회복된다. 안정된 생태계는 다양한 변화에도 평형을 회복할 수 있지만 조절 능력에는 한계가 있고, 인간 활동에 따른 서식지 단편화나 환경 파괴, 외래종 도입, 포획과 남획 등 이 한계를 넘어선 외부 요인이 작용하면 생태계 평형은 깨질 수 있으므로 급격한 환경 변화가 일어나지 않아야 한다.   |
| 2-3 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 생명 공학적 대안에 대한 찬성 입장 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 화석연료 사용을 갑자기 중단하는 것은 불가능하다.</li> <li>- 대중교통 이용, 일회용품 사용 자제 등과 같은 방법으로는 지구 온난화를 멈추는 데 역부족이다.</li> <li>- 즉각적인 효과를 볼 수 있다.</li> </ul> </li> <li>• 생명 공학적 대안에 대한 반대 입장 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 생명 공학 기술의 위험이나 부작용에 대한 과학적인 검증이 부족하다.</li> <li>- 지구 공학을 핑계로 온실 기체를 감축하려는 노력을 덜 할 수도 있다.</li> <li>- 기후 변화의 근본적인 해결책이 아니다.</li> </ul> </li> </ul> |

| 문항  | 예시답안   |
|-----|--|
| 2-4 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 과학 윤리의 중요성 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 찬성 입장</li> </ul> <p>세대간 윤리 측면으로 보면 현재 처한 문제점을 해결해야 미래도 있는 것이며, 자연생존권 측면으로는, 인간뿐만 아니라 생태계에도 도움이 되기 때문에 생명 공학적 기술 도입이 필요하다고 볼 수 있다.</p> <li>- 반대 입장</li> <p>생명공학적 기술이 아닌 친환경적인 방법으로 온난화를 막아야 현재 세대뿐만 아니라 미래 세대도 살 수 있다. 미래 세대의 생존을 위한 환경 보존이 필요하다. 인위적으로 조작하면 생태계 순환을 파괴하게 되므로 자연의 자정 작용이 일어날 수 있는 방법으로 대안을 마련해야 한다.</p> </li></ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 학생 답안 예시</li> <p>지구 생태계와 생물 다양성 보존을 위해 생명 공학 기술을 활용하는 방안은 현대 사회에서 논란이 되고 있다. 이에 대해 찬성하는 입장과 반대하는 입장의 의견이 다양하다.</p> <p>생명공학적 대안에 대한 찬성 의견으로는, 생명 공학 기술은 초식동물 개체수를 조절하거나 멸종 위기 종의 유전적 다양성을 복구하며 즉각적인 효과를 제공할 수 있다. 자연 복원이 수십 년 이상 걸릴 수 있는 점을 고려할 때 이는 효율적인 대안으로 평가받는다. 또한, 화석연료 사용 중단이 비현실적인 상황에서 유전적으로 설계된 식물이나 미생물은 온실가스를 흡수하며 기후 변화에 대응할 수 있는 새로운 가능성을 제시한다.</p> <p>하지만, 생명 공학 기술의 도입은 부작용과 도덕적 문제를 동반할 수 있다. 기술의 부작용에 대한 검증이 부족한 상태에서 적용될 경우 생태계 균형을 교란할 위험이 있으며, 초식동물 조절을 위해 도입된 육식동물이 다른 종에 예기치 못한 영향을 미칠 수 있다. 또한, 이는 기후 변화의 근본적인 원인을 해결하지 못하고 화석연료 감축 노력이나 지속 가능한 정책 추진을 약화시킬 우려도 있다.</p> <p>(찬성 입장인 경우: 나는 생명 공학 기술 활용에 찬성하는 입장이다. 세대간 윤리의 관점에서 현재의 환경 문제를 해결하지 않으면 미래 세대가 심각한 생태계 파괴를 겪게 될 가능성이 크다. 자연생존권 측면에서는 인간뿐 아니라 생태계 전체가 동등한 가치를 지니므로, 생명 공학 기술은 생태계 모두에게 이익을 제공하는 방향으로 설계되어야 한다.)</p> <p>(반대 입장의 경우: 나는 생명 공학 기술 활용에 반대하는 입장이다. 기술의 부작용에 대한 충분한 검증이 이루어지지 않은 상태에서 적용될 경우, 생태계 균형을 교란할 가능성이 크다. 자연생존권 측면에서도 특정 기술이 생물종 간의 균형을 무너뜨릴 수 있으며, 인간 중심의 개입이 생태계 전체에 부정적인 영향을 미칠 우려가 있다.)</p> <p>환경의 지속 가능성을 유지하려면 과학적으로 검증된 생명 공학 기술이 필요하다. 이는 기후 변화와 생물 다양성 감소 문제를 해결하며 미래 세대가 건강한 환경에서 살아갈 수 있도록 돕는다. 기술 적용은 생태계와 생물종의 권리를 존중하고, 생태계 안정성을 증진하는 방향으로 이루어져야 한다. 생명 공학 기술은 과학적 가능성과 윤리적 고려가 균형을 이루어야만 성공할 수 있다. 찬성과 반대의 입장을 모두 이해하며 과학 윤리를 준수한다면 지속 가능하고 조화로운 생태계를 만들어 나갈 수 있을 것이다.</p> </ul> |



### 피드백 시 유의점

- A~D 성취수준을 고려하여 제작된 문항이지만 학생 답안에 따라 각 성취수준 구분에 따라 피드백을 제공한다.
- 평가 전 과학 기술의 발전 과정으로 나타나는 사회적 쟁점(SSJ)에 대해 교사의 자료 제공 및 모둠 활동에 따른 조사 활동을 통해 다양한 사례를 찾아보고 논의해보도록 하고 학생들이 동료 피드백과 교사 피드백을 통해 성장할 수 있도록 돕는다.
- 문항 1-1은 환경 변화에 따른 자연 선택 결과에 대한 명확한 답이 있는 문항이지만, 문항 1-2~2-4의 경우에는 학생마다 확장적 사고를 바탕으로 자신의 언어를 이용해 진술하는 과정에서 여러 열린 답안이 가능하기 때문에 학습 내용을 바탕으로 한 과학적 근거가 제시되어 타당성이 인정되면 답으로 인정하도록 한다.
- 문항 2-4의 경우 사회적 쟁점을 둘러싼 여러 입장들이 있을 수 있다는 점, 생물 다양성 보전에 대한 필요성과 과학 윤리의 중요성을 고려하여 판단할 수 있어야 한다는 점에 대해 생각해 볼 수 있도록 돕는다.

## 1 평가 개요

|  |  |  |           |
|--|--|--|-----------|
| 학교급  | 고등학교   | 학년   | 1학년       |
| 과목명  | 통합과학 2   | 영역   | 과학과 미래 사회 |
| 성취기준   | 성취기준별 성취수준   |  |           |
| [10통과2-03-04] 과학기술의 발전 과정에서 발생할 수 있는 과학 관련 사회적 쟁점(SSI)과 과학기술 이용에서 과학 윤리의 중요성에 대해 논증할 수 있다. | A  | 과학기술의 발전 과정에서 발생할 수 있는 과학 관련 사회적 쟁점(SSI)에 대해 과학 지식에 기초하여 주장을 펼치고, 과학 관련 사회적 쟁점과 과학기술 이용에서 과학 윤리의 필요성 및 중요성에 대해 논증할 수 있다. |           |
|  | B  | 과학기술의 발전 과정에서 발생할 수 있는 과학 관련 사회적 쟁점(SSI)과 과학기술 이용에서 과학 윤리의 필요성 및 중요성을 설명할 수 있다.  |           |
|  | C  | 과학기술의 발전 과정에서 과학 관련 사회적 쟁점(SSI)의 사례를 제시하고, 과학 관련 사회적 쟁점이 과학 윤리와 관련됨을 인식한다.   |           |
|  | D  | 과학기술의 발전 과정에서 과학 관련 사회적 쟁점(SSI)의 사례를 말할 수 있다.  |           |
|  | E  | 과학기술의 발전 과정에서 과학 관련 사회적 쟁점(SSI)이 발생할 수 있음을 말할 수 있다.  |           |
| 최소 능력의 수행 특성   | <ul style="list-style-type: none"> <li>과학기술의 발전이 일상생활에 영향을 미치고 있는 사례를 찾을 수 있다.</li> </ul>  |  |           |
| 평가 요소  | <ul style="list-style-type: none"> <li>과학 기술 이용 사례 제시하기</li> <li>과학 관련 사회적 쟁점 분석하기</li> <li>과학 윤리의 필요성 논증하기</li> </ul>   |  |           |
| 수행 과제  | 바이오 해커의 사회적 영향과 과학 윤리 논증하기   |  |           |
| 평가 유형  | 수행평가 논술형   | 배점   | 12        |
| 논술형 평가 제작 의도 (출제 의도)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>본 문항은 성취기준 [10통과2-03-04]를 기반으로 설계되었으며, 학생들이 과학 관련 사회적 쟁점의 실제 사례를 통해 과학 윤리의 필요성과 중요성을 논증할 수 있도록 구성되었습니다.</li> <li>이 문항은 성취수준 A~E를 고려하여, 학생들이 과학과 윤리의 접점에서 발생하는 쟁점을 분석하고, 과학 윤리의 중요성에 대해 논리적인 글을 작성하도록 유도합니다. 이를 통해 학생들은 과학적 사고와 윤리적 판단력을 동시에 함양할 수 있을 것입니다.</li> </ul> |  |           |

## 2 수업 계획 및 흐름도

|                 | 1차시   | 2차시   | 3차시           |
|-----------------|---|---|---------------|
| 수업 흐름도          | 과학 관련 사회적 쟁점 찾기                               | 과학 윤리의 중요성 파악하기                                 | 과학적인 글쓰기      |
| 평가 방법           | -   | 구술평가  | 수행평가<br>(논술형) |
| 수업-평가<br>연계 주안점 | 다양한 과학 관련 사회적 쟁점에<br>대해 알고 합리적 의사 결정 방법<br>찾기 | 과학 관련 사회적 쟁점과 과학<br>기술의 이용에서 과학 윤리의<br>중요성 설명하기 | 논술형 평가        |

## 3 평가 문항

### 문항 정보

| 문항  | 교과 역량                     | 성취기준   | 평가 요소               |
|-----|---------------------------|--|---------------------|
| 1-1 | 과학적 탐구 능력,<br>과학적 문제해결 능력 | [10통과2-03-04] 과학기술의 발전 과정에서 발생할 수 있는 과학 관련 사회적 쟁점(SSJ)과 과학기술 이용에서 과학 윤리의 중요성에 대해 논증할 수 있다. | • 과학 기술 이용 사례 제시하기  |
| 1-2 | 과학적 탐구 능력,<br>과학적 문제해결 능력 |  | • 과학 관련 사회적 쟁점 분석하기 |
| 1-3 | 과학적 탐구 능력,<br>과학적 문제해결 능력 |  | • 과학 윤리의 필요성 논증하기   |

1

다음은 바이오 해커에 관한 글이다. 물음에 답하시오. [총 12점]

바이오해커는 과학자나 연구소의 전문가가 아닌 개인이나 소규모 그룹이 생물학적 연구와 실험을 수행하는 사람들을 뜻한다. 이들은 DIY(직접 만들기) 방식과 상대적으로 저렴한 장비를 활용하여 실험을 진행하기 때문에 연구를 시작하는데 있어 기존의 연구 방식처럼 큰 자금이나 대형 연구시설이 필요하지 않다. 또한, 특정 연구실에 소속되지 않아도 자유롭게 실험 주제를 선택하고 빠르게 결과를 도출할 수 있다.

이와 관련해 조시아 제이너(Josiah Zayner)는 CRISPR 유전자 편집 기술을 사용해 스스로 자신의 DNA를 편집하는 실험을 통해 바이오해커로서 잘 알려졌다. 그는 과학 연구의 접근성을 확대해야 한다고 주장하며, 누구나 유전자 편집을 시도할 수 있도록 DIY 유전자 편집 키트를 개발해 판매했다. 이러한 키트는 연구의 문턱을 낮추어 전문가가 아니더라도 집에서 실험할 수 있는 기회를 제공했다.

하지만 이러한 접근의 자유로움은 기존의 과학 연구 방식과 차이를 보인다. 일반적인 과학 연구는 엄격한 규제와 검증 과정을 거쳐 연구의 신뢰성과 윤리성을 확보하지만, 바이오해킹은 상대적으로 규제에서 자유롭고 비공식적으로 진행되는 경우가 많다. 이로 인해 과학의 민주화라는 긍정적인 평가와 함께 윤리적 문제와 안전성에 대한 우려도 동시에 제기되고 있다.

이처럼 바이오해커들은 과학의 문턱을 낮추고 더 많은 사람들이 생명과학에 참여할 수 있는 기회를 제공하지만, 기존의 과학 연구와는 다른 접근 방식으로 인해 논란을 불러일으킬 수도 있다. 이에 따라 바이오해킹의 장점을 살리면서도 윤리적 기준과 안전을 보장할 수 있는 체계적인 논의와 관리가 필요하다는 의견이 나오고 있다.

1-1. 바이오해커의 정의와 역할을 요약하시오. [3점]

.....

.....

.....

1-2. 바이오해커의 활동이 기존 과학 연구 방식과 다른 점을 2가지 설명하시오. [3점]

.....

.....

.....

1-3. 다음은 바이오해킹에 대한 두 가지 상반된 입장이다. 둘 중 본인이 지지하는 입장을 선택하고, <조건>에 맞게 논증하시오. [6점]

- 입장 A: "바이오해킹은 개인의 삶의 질을 향상시키고, 의료비를 절감할 수 있는 혁신적인 기술이다."
- 입장 B: "바이오해킹은 기술 오용과 생명 윤리 침해로 인해 사회적 불평등과 위험을 초래할 수 있다."

〈조건〉

- 바이오해킹에 대한 찬성 혹은 반대 입장을 명확히 밝힐 것
- 과학적, 윤리적, 사회적 관점에서 구체적 사례나 논거를 들어 서술할 것
- 자신의 입장을 뒷받침하기 위한 해결책이나 대안적 방안을 한 가지 제안할 것

.....

.....

.....



## 채점기준표

| 문항  | 평가 요소                        | 척도/<br>배점 | 수행 수준(채점기준)  |
|-----|------------------------------|-----------|--|
| 1-1 | 과학 기술 이용 사례 제시하기             | 3         | 바이오해커의 정의와 역할을 적절하게 제시한 경우   |
|     |                              | 2         | 바이오해커의 정의와 역할 중 1가지만 제시한 경우  |
|     |                              | 1         | 바이오해커의 정의와 바이오해커의 역할을 서술하였으나 타당하지 않은 경우  |
| 1-2 | 과학 관련 사회적 쟁점 분석하기            | 3         | 바이오해커의 활동이 기존 과학 연구 방식과 다른 점을 2가지 서술한 경우   |
|     |                              | 2         | 바이오해커의 활동이 기존 과학 연구 방식과 다른 점을 1가지 서술한 경우   |
|     |                              | 1         | 바이오해커의 활동이 기존 과학 연구 방식과 다른 점을 서술하였으나 타당하지 않은 경우  |
| 1-3 | 과학 윤리의 필요성 논증하기              | 6         | 본인의 입장을 정확히 밝히고, 과학적, 윤리적, 사회적 관점에서 논거를 들어 설명함. 자신의 입장을 뒷받침하기 위한 해결책이나 대안적 방안을 제시한 경우  |
|     |                              | 5         | 본인의 입장을 밝히고, 과학적, 윤리적, 사회적 관점에서 논거를 들어 설명하고, 자신의 입장을 뒷받침하기 위한 해결책이나 대안적 방안을 제시하지 않은 경우. 또는 본인의 입장을 밝히고, 과학적, 윤리적, 사회적 관점 중 2가지 관점에서 논거를 들어 설명하고, 자신의 입장을 뒷받침하기 위한 해결책이나 대안적 방안을 제시한 경우 |
|     |                              | 4         | 본인의 입장을 밝히고, 과학적, 윤리적, 사회적 관점 중 1가지 관점에서 논거를 들어 설명함. 자신의 입장을 뒷받침하기 위한 해결책이나 대안적 방안을 제시한 경우   |
|     |                              | 3         | 본인의 입장을 밝히고, 과학적, 윤리적, 사회적 관점 중 1가지 관점에서 논거를 들어 설명함. 자신의 입장을 뒷받침하기 위한 해결책이나 대안적 방안을 제시하지 않은 경우   |
|     |                              | 2         | 바이오 해킹에 대한 본인의 입장을 밝힌 경우   |
| 1   | 바이오 해킹에 대한 본인의 입장을 밝히지 않은 경우 |           |  |



## 채점 시 유의점

- 하위 수준으로 갈수록 논리적 비약이 심하거나 구체적 표현 및 체계적 분석, 근거의 풍부성과 타당성의 수준이 낮아지는 것을 고려해야 함.
- 채점 시 학생들의 자유로운 생각의 확산을 촉진시키기 위해 가치 판단에 대한 채점은 지양하며, 과학적 개념을 올바르게 이해하고 이를 바탕으로 글을 작성하였는지를 중심으로 평가해야 함. 채점 요소 위주로 채점하길 권장함.
- 예시답안은 학생들이 작성할 수 있는 예시를 작성한 것으로 1-2의 경우 예시답안 중 2가지를 제시하면 점수를 부여함. 문항 1-3도 예시답안으로 학생들이 본인의 생각을 <조건>에 맞게 서술한 경우 점수를 부여함.



## 예시답안

| 문항  | 예시답안  |
|-----|---|
| 1-1 | <p>바이오향커는 전통적인 연구소나 대학에 속하지 않고, 개인이나 소규모 그룹이 저렴한 장비와 DIY 방식을 사용하여 생물학적 연구와 실험을 수행하는 사람들을 의미한다. 이들은 건강 개선, 유전자 편집, 생물학적 데이터 분석 등 다양한 활동을 통해 생명과학을 탐구하며, 특히 CRISPR와 같은 혁신적 유전자 편집 기술을 활용해 새로운 가능성을 모색하고 있다.</p>   |
| 1-2 | <p>1. 연구 환경과 자원 사용 방식<br/>         기존 과학 연구는 대규모 연구소나 대학에서 이루어지며, 고가의 장비와 막대한 자금이 필요하다. 반면, 바이오향커는 DIY 방식과 저렴한 장비를 활용하여 집이나 소규모 공간에서도 실험을 수행한다. 이를 통해 연구의 문턱이 낮아져 더 많은 사람들이 생명과학 연구에 참여할 수 있게 한다.</p> <p>2. 규제와 윤리 기준의 차이<br/>         기존 과학 연구는 엄격한 윤리적 기준과 법적 규제를 준수하며, 연구 과정과 결과는 투명하게 관리되고 학술적 검증을 거친다. 반면, 바이오향커는 규제에서 비교적 자유로워 실험이 비공식적으로 진행되는 경우가 많고, 이로 인해 윤리적 논란과 안전 문제를 초래할 가능성이 있다.</p> <p>3. 연구 주체의 다양성<br/>         기존 과학 연구는 과학자나 전문가 중심으로 진행되며, 일반 대중이 참여하기 어려운 구조다. 반면, 바이오향커는 비전문가와 일반인도 생명과학 실험에 참여할 수 있는 기회를 제공하며, 이를 통해 과학의 민주화를 촉진한다.</p> <p>4. 연구 과정의 투명성<br/>         기존 과학 연구는 학술 논문을 통해 연구 과정과 결과를 공식적으로 공개하고 동료 평가를 통해 검증받는다. 반면, 바이오향커는 연구 과정을 투명하게 공개하지 않거나, 비공식적인 방식으로 결과를 공유해 검증 부족 문제가 발생할 수 있다.</p>   |
| 1-3 | <p>나는 바이오향킹의 발전에 대해 찬성하지만, 이를 안전하고 윤리적으로 활용하기 위한 규제와 관리 체계가 반드시 필요하다고 생각한다. 다음은 과학적, 윤리적, 사회적 관점에서의 근거이다.</p> <p>과학적 관점으로 바이오향킹은 유전자 편집 기술과 같은 첨단 과학을 대중화하여 더 많은 사람들이 새로운 의료 기술에 접근할 수 있도록 한다. 예를 들어, 일부 바이오향커는 당뇨병 환자를 위해 저비용 인슐린을 생산하는데 성공하여, 기존의 비싼 의료비 부담을 줄일 가능성을 보여주었다. 이러한 혁신은 기존 과학 연구의 한계를 보완할 수 있다.</p> <p>윤리적 관점으로 바이오향킹이 규제 없이 이루어질 경우, 인간 배아의 유전자 조작과 같은 윤리적 논란을 초래할 수 있다. 특히, 병원체의 유전자 변형은 생태계와 인간 건강에 치명적인 결과를 초래할 위험이 있다. 윤리적 기준 없이는 과학기술의 발전이 개인과 사회에 해가 될 수 있다.</p> <p>사회적 관점으로 바이오향킹 기술이 적절히 활용된다면, 의료 접근성이 낮은 지역이나 소외 계층에게도 첨단 기술의 혜택을 제공할 수 있다. 하지만 기술 남용과 잘못된 정보로 인해 일부 계층만이 혜택을 누리고 사회적 불평등이 심화될 위험도 존재한다.</p> <p>바이오향킹이 안전하고 윤리적으로 발전하기 위해 다음과 같은 방안을 제안한다.</p> <p>바이오향킹 활동에 대해 국가 차원의 법적 규제를 마련하고, 안전성 및 윤리성을 평가할 수 있는 관리 시스템을 구축한다. 일반 대중과 바이오향커에게 생명윤리와 안전성에 대한 교육을 제공하고, 바이오향킹 기술이 공익적으로 사용되도록 정부와 과학계가 협력한다. 바이오향커와 기존 과학 연구자 간의 협력을 통해 연구를 투명하게 공유하고, 신뢰를 구축하며, 공공안전을 보장한다.</p> <p>결론적으로, 바이오향킹은 적절한 규제와 윤리적 지침이 뒷받침된다면 과학기술의 민주화와 의료 혁신에 기여할 수 있는 잠재력이 크다. 이를 통해 사회적 안전과 윤리를 지키면서도 바이오향킹의 긍정적 효과를 극대화할 수 있을 것이다.</p> |



## 피드백 시 유의점

- 입장(A 또는 B)을 명확히 밝히고, 이를 뒷받침하는 논리 구조가 일관되게 이어져 있는지 피드백한다.
- 채점 시 학생들의 자유로운 생각의 확산을 촉진시키기 위해 가치 판단에 대한 채점은 지양하나, 윤리적 필요성에 대한 학생의 생각을 함께 논의하며 피드백한다.

### 1 평가 개요

|   |   |            |   |
|---|---|------------|---|
| 학교급   | 중학교   | 학년         | 1학년   |
| 과목명   | 과학  | 영역         | 태양계   |
| 성취기준  |   | 성취기준별 성취수준 |   |
| [9과07-02] 태양의 표면과 대기에서 일어나는 현상을 알고, 태양의 활동이 지구에 미치는 영향을 추론할 수 있다. |   | A          | 태양의 표면과 대기에서 일어나는 현상을 이해하고, 태양의 활동이 지구에 미치는 영향을 추론할 수 있다.       |
|   |   | B          | 태양의 표면과 대기에서 일어나는 현상을 구분하고, 태양의 활동이 지구에 미치는 영향을 예를 들어 설명할 수 있다. |
|   |   | C          | 태양의 표면에서 일어나는 현상을 알고, 태양의 활동이 지구에 영향을 준다는 것을 말할 수 있다.           |
|   |   | D          | 태양의 표면과 대기에서 일어나는 현상을 이해하고, 태양의 활동이 지구에 미치는 영향을 추론할 수 있다.       |
|   |   | E          | 태양의 표면과 대기에서 일어나는 현상을 설명하고, 태양의 활동이 지구에 미치는 영향을 판단할 수 있다.       |
| 평가 요소   | <ul style="list-style-type: none"> <li>태양의 표면과 대기에서 일어나는 현상 탐구하기</li> <li>태양의 표면과 대기에서 일어나는 현상 설명하기</li> <li>태양의 활동이 지구에 미치는 영향을 추론하기</li> <li>태양의 활동이 지구에 미치는 영향을 판단하기</li> </ul>  |            |   |
| 수행 과제   | 실시간 데이터를 이용하여 태양 활동을 탐구하고, 지구에 미치는 영향 추론하기  |            |   |
| 평가 유형   | 수행평가 논술형  | 배점         | 15  |
| 논술형 평가 제작 의도 (출제 의도)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>태양의 표면과 대기에서 일어나는 현상을 탐구하고, 이러한 현상이 일어날 때 지구에 미치는 영향에 대해서 알아보고, 태양의 활동이 먼 우주에서 일어나는 현상이 아니라 지구에 살고 있는 나에게도 영향을 미칠 수 있는 일이라는 것을 탐구해 볼 수 있는 기회를 제공하고자 한다.</li> <li>본 문항은 성취 수준 A·B를 고려하여 출제된 것으로, 이 수준의 학생들이 태양 표면과 대기에서 일어나는 현상을 이해하고, 태양의 활동이 지구에 미치는 영향을 논리적으로 추론하여 설명할 수 있도록 설계하였다.</li> <li>특히 실시간으로 제공되는 데이터를 직접 조작해 볼 수 있는 사전 탐구 자료를 활용하여 과학적 탐구 능력을 기르고, 이를 바탕으로 문제를 해결해 볼 수 있도록 설계하였다.</li> <li>교과서에 주어진 자료만을 통해 배우는 이론이 아니라, 태양 활동이 실시간으로 지구에 영향을 미친다는 것을 추론 할 수 있도록 하였다.</li> </ul> |            |   |

### 2 수업 계획 및 흐름도

|              | 1차시                                 | 2차시                             | 3차시                               | 4차시                             |
|--------------|-------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| 수업 흐름도       | 태양 표면과 대기에서 나타나는 현상 탐구 하고 특징 설명하기   | 태양 활동과 태양 흑점 주기 추론하기            | 태양 활동이 활발할 때 지구에서 나타나는 현상 추론하기    | 태양의 흑점 관측 데이터를 통해 흑점의 이동 탐구하기   |
| 평가 방법        | 형성 평가                               | 동료평가 형성평가                       | 〈수행평가〉                            | 〈수행평가〉 실험 결과 고찰 및 개념 확장하기       |
| 수업-평가 연계 주요점 | 제시된 자료를 통해 태양 표면과 대기에서 나타나는 현상 탐구하기 | 제시된 정보를 활용하여 자료를 분석해보고, 문제 해결하기 | 주어진 자료를 활용하여 과학적 사실에 근거하여 문제 해결하기 | 과학적 개념을 적용하여 자신의 생각을 시각적으로 표현하기 |

### 3 평가 문항

#### 🔍 문항 정보

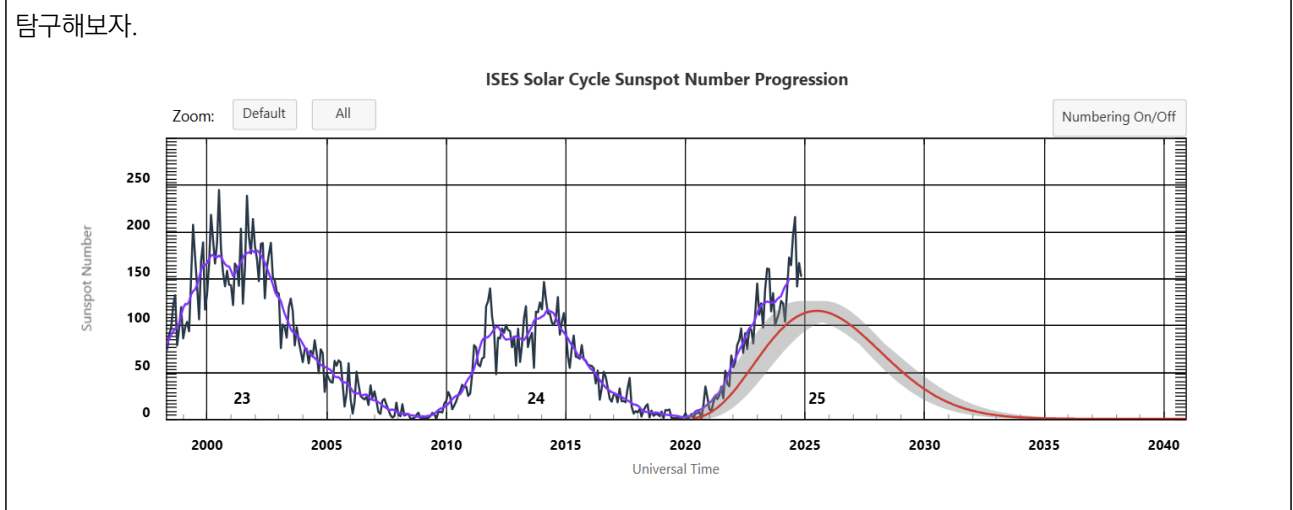
| 문항  | 교과 역량       | 성취기준  | 평가 요소                       |
|-----|-------------|---|-----------------------------|
| 1-1 | 과학적 탐구 역량   | [9과07-02] 태양의 표면과 대기에서 일어나는 현상을 알고, 태양의 활동이 지구에 미치는 영향을 추론할 수 있다. | • 태양의 표면과 대기에서 일어나는 현상 탐구하기 |
| 1-2 |             |   | • 태양의 표면과 대기에서 일어나는 현상 설명하기 |
| 2-1 | 과학적 문제해결 능력 |   | • 태양 활동이 지구에 미치는 영향 추론하기    |
| 2-2 |             |   | • 태양 활동이 지구에 미치는 영향 판단하기    |

#### 사전 탐구

- 실시간 자료를 통해 태양 활동 탐구하기

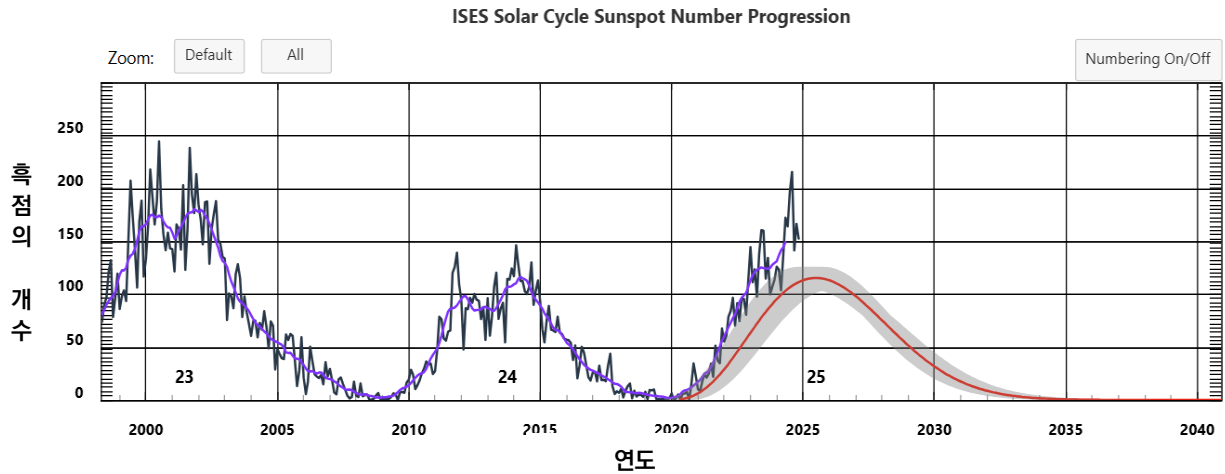
실시간 자료를 통해 태양 활동 탐구하기(<https://www.swpc.noaa.gov/products/solar-cycle-progression>)

다음은 태양 흑점의 개수를 실시간으로 제공하는 데이터를 그래프로 나타낸 자료이다. 우주 날씨 예측센터(NOAA) 누리집에 접속하여, 태양흑점의 실시간 데이터 그래프를 찾아보고, 다음과 같이 2000년부터 현재까지로 그래프의 기간을 설정하고 변화를 탐구해보자.



지구과학

1 사전 탐구를 참고해 다음 물음에 답하십시오. [총 6점]



1-1. 위 그래프를 통해 살펴 보았을 때, 2024년~ 2025년의 태양 활동은 활발하다고 볼 수 있을까?  
 다음 기사를 참고하여 태양 활동이 활발한지 아닌지를 판단하고, 그 이유를 논리적으로 서술하십시오. [3점]

[기사] 태양 활동 활발한 극대기

태양 극대기란 태양 활동이 가장 활발한 시기를 말합니다.

반대로 태양 활동이 적은 시기를 태양 극소기라고 합니다.

태양 활동은 홍염, 플레어, 코로나, 복사 에너지 등의 증가량을 확인하는 것으로 그 중, 태양 활동에 대해 쉽게 알 수 있는 방법은 흑점의 개수를 측정하는 것입니다.

1977년 이후로 지금까지 인류는 태양 흑점의 발생 개수를 매년 측정하고 있는데요. 그 기록을 통해 약 11년 주기로 흑점의 개수가 많아지고, 적어지기를 반복한다는 사실을 알게 됩니다.

태양 극대기에는 흑점 폭발이 많이 나타나고, 코로나 질량 방출도 많이 일어납니다. 또한 태양의 고에너지 입자, X선, 전파등 다양한 빛의 방출량도 증가합니다.

몇 년전 큰 태양 흑점 폭발이 포착되었는데요. 태양 흑점 폭발은 지구에 어떤 영향을 미치게 될까요?

강력한 자기장으로 인해 모인 흑점들의 에너지가 폭발할 때, 이를 흑점 폭발이라 말합니다.

순간적으로 강한 빛과 함께 대량의 입자, 자기장 등이 표면으로부터 떨어져 나가는데, 이는 수소 폭탄 수천 만개가 한번에 폭발하는 것과 같은 위력입니다. 이렇게 폭발한 물질들이 지구 방향으로 날아오게 되면서 지구에 영향을 미치게 됩니다. 태양에서 온 입자, 자기장들이 충돌하게 되면 지구 대기와 반응하거나 지구자기장을 교란시킵니다.

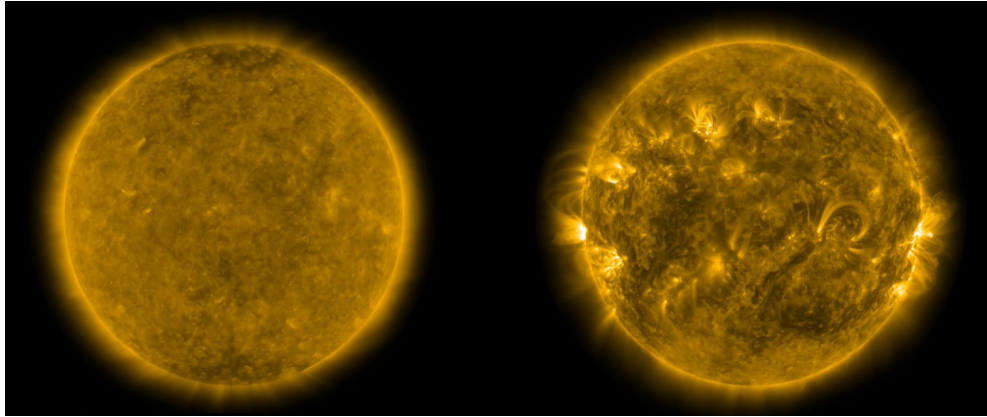
(후략)

[출처 : 국립과천 과학관 블로그에서 요약 수정 <https://blog.naver.com/nsm2010/223377119816>]

태양 활동 판단 :

그 이유 :

1-2. 사진은 2024년과 2019년의 태양의 모습을 순서 없이 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 각각 태양 흑점의 극대기와 극소기 중의 하나이다. 이 사진과 위 그래프를 비교하여 봤을 때, 각각의 (가)와 (나)는 어느 시기의 태양에 해당하는지 쓰고, 그렇게 생각한 이유를 논리적으로 서술하시오. [3점]



(가)

(나)

극대기 극소기 판단 :

그 이유:

[교사용 참고자료] 위 문항의 극대기와 극소기의 태양활동의 모습을 동영상으로 확인 가능 :

[https://svs.gsfc.nasa.gov/vis/a010000/a014600/a014683/001\\_Sun\\_Comparison.mp4](https://svs.gsfc.nasa.gov/vis/a010000/a014600/a014683/001_Sun_Comparison.mp4)

2

다음은 태양 활동과 관련해 지구에서 나타나는 현상에 대한 것이다. 물음에 답하시오. [총 9점]

### 21년 만에 강력한 태양폭풍 덕분에...세계 곳곳에 형형색색 '오로라'

21년 만에 가장 강력한 태양 폭풍이 지구로 날아들어 전 세계가 통신 교란 등을 우려했지만 다행히 대규모 정전 등 심각한 피해는 보고되지 않고 있다. 저위도에선 때 아닌 다양한 색의 오로라 쇼가 밤하늘에 펼쳐지는 진풍경이 연출됐다. 12일 과학기술부에 따르면 지난 11일 오전 9시 30분 태양 활동에 따른 지구 자기장 교란이 발생해 우주전파재난 '주의' 위기 경보가 발령됐다.

미국 국립해양대기청(NOAA) 산하 우주기상예측센터(SWPC)는 지난 10일 오후 9시 23분(한국시간 11일 오전 10시23분) 'X 5.8 등급'의 태양 폭발이 최고조에 달한 뒤 11일 오전 7시44분(한국시간 오후 8시44분)에도 'X 1.5등급'의 폭발이 일어났다고 밝혔다. X 등급의 숫자가 높을수록 폭발이 강력함을 의미한다. (중략)

지자기 폭풍은 태양부 상층부 대기인 코로나에서 플라즈마와 자기장이 폭발해 일어난다. 이때 강력한 에너지를 가진 플라즈마 입자들이 우주로 날아가는데, 이 입자가 지구에 도달하면 지구 자기장에 영향을 미쳐 전파 교란이나 인공위성 장애 등이 발생한다.

우주선과 위성 작동 이상에도 영향을 주어, 고주파 무선 전파가 1~2일간 많은 지역에서 불가능할 수 있고, 위성 내비게이션 성능도 저하될 수 있다. 다만 휴대전화 통신은 고주파 대역과 다른 무선 주파수를 사용해 직접적 영향을 받지 않는다.

21년 만의 가장 강력한 지자기 폭풍으로 미국과 캐나다, 유럽 곳곳의 밤하늘에서 오로라가 관측됐다. 오로라는 태양풍의 일부가 지구 자기장 안으로 들어와 대기와 충돌하면서 빛을 내는 현상으로, 주로 북극권 등 고위도 지역에서 나타난다.

하지만 이번에는 저위도에서 보라색, 녹색, 분홍색 등의 오로라가 나타났다. 미국은 남부 플로리다, 캘리포니아, 캔자스, 네브래스카, 미시간, 미네소타, 독일과 스위스, 중국, 영국, 스페인, 뉴질랜드 등에서도 오로라가 관측됐다.

[출처 : 디지털 타임스]

2-1. 위 글을 읽고 자신이 오로라 관측 여행을 떠난다면, 언제, 어디로, 어떤 준비를 해야 오로라를 가장 잘 관측할 수 있을지 쓰고, 오로라 관측시 발생하는 피해가 있다면 이를 줄이기 위해 어떤 준비를 해야할지 <조건>에 맞게 서술하시오. [6점]

————— <조건> —————

- 언제 : 평가 문항 1을 참고하여, 몇 년도(몇 년 후)에 여행을 떠날지 쓰고, 그 이유를 논리적으로 서술할 것
- 어디로 : 어느 곳으로 가야 오로라를 잘 관측할 수 있을지, 지역을 명시하고, 그 이유를 논리적으로 서술할 것
- 오로라 관측 여행을 떠날 때, 나타날 수 있는 피해에 대해 쓰고, 그 이유를 논리적으로 서술할 것

언제 (그 이유) :

.....

어디로 (그 이유) :










.....

피해 (그 이유) :

.....

2-2. 다음은 우리나라 우주환경센터에서 예보하고 있는 우주 날씨 경보 시스템이다. (가)와 같은 우주 날씨 경보가 있었다면, (나)의 참고자료를 보고 이날 어떤 부분에 대한 경보인지 논리적으로 추론하시오. [3점]

(가) 우주 날씨 경보 등급

| -48hr   | -24hr   | 현재  |
|---|---|---|
| <br>R2  | <br>R0  | <br>R0  |
| <br>S0 | <br>S0 | <br>S0 |
| <br>G0 | <br>G0 | <br>G0 |

(나) 우주 환경 경보 설명

| 분류  | 상세분류 | 설명                                | 영향                                |
|---|------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| <b>R-레벨</b><br>: 전파 블랙아웃<br>(Radio Blackout)      | R0   | 태양 X선 플레어 활동이 낮아 무선 통신에 영향이 거의 없음 | 영향 없음                             |
|   | R1   | 약한 X선 플레어 발생                      | 단파통신에 약간의 장애                      |
|   | R2   | 중간 강도의 X선 플레어 발생                  | 단파통신에 뚜렷한 장애, 항공 및 해양 통신에 영향      |
| <b>S-레벨: 태양 입자 폭풍</b><br>(Solar Radiation Storms) | S0   | 태양 입자 활동이 낮음                      | 영향 없음                             |
|   | S1   | 낮은 수준의 입자 방출                      | 고위도 지역 위성 통신 및 GPS 오류 가능          |
|   | S2   | 중간 수준의 입자 방출                      | 고위도 항공승객·승무원 방사선 노출 증가, 위성 센서에 영향 |
| <b>G-레벨: 지자기 폭풍</b><br>(Geomagnetic Storms)       | G0   | 태양풍 활동이 낮아 지자기 안정적                | 영향 없음                             |
|   | G1   | 약한 지자기 폭풍 발생                      | 고위도 지역 전력망 및 위성 통신에 약간의 영향        |
|   | G2   | 중간 강도의 지자기 폭풍 발생                  | 전력망 영향 가능, 오로라가 낮은 위도에서 관찰 가능     |



## 채점기준표

### 문항1

| 문항  | 평가 요소                     | 척도/<br>배점 | 수행 수준(채점기준)   |
|-----|---------------------------|-----------|---|
| 1-1 | 태양의 표면과 대기에서 일어나는 현상 탐구하기 | 3         | 2024~2025년은 흑점의 극대기로 태양활동이 활발하다는 것을 옳게 추론한 경우                     |
|     |                           | 2         | 2024~2025년의 흑점 수가 많아 질 것을 예상하였으나 태양활동이 활발하다는 것을 추론하지 못한 경우        |
|     |                           | 1         | 2024~2025년도 태양 활동이 활발하다고만 제시한 경우                                  |
| 1-2 | 태양의 표면과 대기에서 일어나는 현상 설명하기 | 3         | (가)는 2019년으로 태양활동이 활발하지 않고, (나)는 2024년으로 태양활동이 활발하다는 것을 옳게 설명한 경우 |
|     |                           | 2         | (가)와 (나) 둘 중의 하나만 이유와 함께 옳게 설명한 경우                                |
|     |                           | 1         | 태양활동에 대한 설명없이, (가)는 2019년, (나)는 2024년인 것을 설명한 경우                  |

### 문항2

| 문항  | 평가 요소                  | 척도/<br>배점                  | 수행 수준(채점기준)   |  |
|-----|------------------------|----------------------------|---|--|
| 2-1 | 태양 활동이 지구에 미치는 영향 추론하기 | 오로라 관측의 시기 추론하기            | 2   | 오로라 관측의 시기를 지금으로부터 약 11년 후(또는 다음 극대기로) 옳게 설명한 경우 |
|     |                        |                            | 1   | 오로라 관측의 시기를 설명하였으나 그 이유가 옳지 않은 경우                |
|     | 태양 활동이 지구에 미치는 영향 추론하기 | 오로라 관측 가능 지역 설명하기          | 2   | 북극권이나 남극권(또는 고위도 지방)에서 오로라가 관측된다고 옳게 설명한 경우      |
|     |                        |                            | 1   | 오로라 관측 지역을 설명하였으나 설명이 옳지 않은 경우                   |
|     | 태양 활동이 지구에 미치는 영향 추론하기 | 태양 활동 극대기의 지구에 미치는 영향 설명하기 | 2   | 지구에 미치는 영향을 옳게 설명한 경우                            |
|     |                        |                            | 1   | 지구에 미치는 영향을 옳게 설명하지 않은 경우                        |
| 2-2 | 태양 활동이 지구에 미치는 영향 판단하기 | 3                          | (가)는 2019년으로 태양활동이 활발하지 않고, (나)는 2024년으로 태양활동이 활발하다는 것을 옳게 설명한 경우 |  |
|     |                        | 2                          | (가)와 (나) 둘중의 하나만 이유와 함께 옳게 설명한 경우                                 |  |
|     |                        | 1                          | 태양활동에 대한 설명없이, (가)는 2019년, (나)는 2024년인 것을 설명한 경우                  |  |



## 채점 시 유의점

- 핵심 내용이 모두 포함되어 있다면 세부적인 표현 방식이나 단어 선택의 차이에 대해서는 감점하지 않는다.
- 문제에서 요구하지 않은 정보를 추가적으로 포함했다라도, 핵심 요구 사항이 잘 반영되었다면 감점하지 않는다.
- 맞춤법이 틀리더라도 의미 전달이 명확하면 감점하지 않는다.



## 예시답안

### 문항1

| 문항  | 예시답안  |
|-----|---|
| 1-1 | 그래프에서 2024~2025년은 흑점의 수가 150~200개 사이가 될 것으로 보이며, 위 기사에 따르면 태양 극대기에는 흑점 폭발이 많이 일어난다고 하였으므로, 2024~2025년은 흑점의 수가 많아 태양 극대기로 볼 수 있다.  |
| 1-2 | (가)는 2019년, (나)는 2024년의 태양의 모습을 나타낸 것이다.<br>위 그래프에서 2019년은 흑점의 수가 거의 0에 가까울 정도로 적은 시기이며, 흑점의 수가 적은 시기에는 태양 활동도 활발하지 않으므로 (가) 사진과 같이 나타날 것이다. 2024년은 흑점의 수가 150개 이상인 극대기에 해당하므로, (나) 사진과 같이 흑점 주변에 태양활동이 활발하게 일어날 것으로 보인다. |

### 문항2

| 문항  | 예시답안  |                    |                         |      |        |    |  |           |                         |    |   |                    |                        |    |   |           |                        |    |   |           |                      |    |   |                    |                      |
|-----|---|--------------------|-------------------------|------|--------|----|--|-----------|-------------------------|----|---|--------------------|------------------------|----|---|-----------|------------------------|----|---|-----------|----------------------|----|---|--------------------|----------------------|
| 2-1 | 내가 성인이 되어, 오로라 여행을 가게 된다면, 지금으로부터 약 11년 후에 오로라 관측 여행을 떠날 예정이다. 그 이유는 현재 2025년(2024년)이 태양 극대기 이므로 다음 극대기인 11년 후(또는 22년 후)가 오로라를 관측하기 좋을 것으로 판단된다. 그 이유는 태양 흑점이 많은 시기에 태양 활동이 활발해, 지구에 미치는 영향도 커지므로 오로라도 더 크게 나타날 것으로 보인다<br>흑점 극대기에는 북극항로로 운항하는 비행기에 방사능 유출의 문제가 있을 수 있으므로, 북극항로를 이용하지 않는 비행기를 이용할 것이며, 관측 장소는 캐나다, 아이슬란드와 같은 북극권(극지방)을 선택할 예정이다. 또한 오로라 관측시에 스마트 기기가 잘 작동하지 않을 수 있으므로, 전자기기 보호 장비를 사용하고자 한다.  |                    |                         |      |        |    |  |           |                         |    |   |                    |                        |    |   |           |                        |    |   |           |                      |    |   |                    |                      |
| 2-2 | 우주 환경 경보 등급 R2에 해당하는 경고이다. 이 경고는 참고자료에 따른 낮 지역동안 통신이 잘 안될 수 있으니, 통신을 사용하는 무선 연락이나, 드론 등의 사용이 원활하지 않을 것으로 파악된다.<br><ul style="list-style-type: none"> <li>참고자료</li> </ul> <b>우주환경 경보 등급표 - 태양 X-ray 방출</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>등급</th> <th>예상되는 피해</th> <th>관측값*</th> <th>평균발생횟수</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>R1</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>HF 통신: 낮지역에서 HF 통신에 약한 장애가 발생하며 가끔씩 신호감쇄 현상이 나타남</li> <li>항법시스템: 저주파 항법신호의 강도가 짧은 기간동안 약해짐</li> </ul> </td> <td><math>10^{-5}</math></td> <td>태양활동 1주기 당(11년) 약 2000회</td> </tr> <tr> <td>R2</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>HF 통신: 낮지역에서 제한적으로 HF 통신이 두절되거나 수 심분 동안 신호감쇄현상이 나타남</li> <li>항법시스템: 수 심분 동안 저주파 항법신호의 강도가 약해짐</li> </ul> </td> <td><math>5 \times 10^{-5}</math></td> <td>태양활동 1주기 당(11년) 약 350회</td> </tr> <tr> <td>R3</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>HF 통신: 낮지역에서 HF 통신이 두절되거나 수 시간 동안 신호감쇄현상이 나타남</li> <li>항법시스템: 수 심분 동안 저주파 항법신호의 강도가 약해짐</li> </ul> </td> <td><math>10^{-4}</math></td> <td>태양활동 1주기 당(11년) 약 175회</td> </tr> <tr> <td>R4</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>HF 통신: 낮시간 광범위한 지역에 걸쳐 수 시간동안 HF 통신두절이 나타날 수 있음</li> <li>항법시스템: 수 시간동안 항법데이터에 오류가 증가하여 저주파 항법 시스템이 두절될 수 있음</li> </ul> </td> <td><math>10^{-3}</math></td> <td>태양활동 1주기 당(11년) 약 8회</td> </tr> <tr> <td>R5</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>HF 통신: 상당한 시간 낮지역에서 HF 통신 두절 발생(항공 및 해상 항해 시 HF 통신 불가)</li> <li>항법시스템: 수 시간 동안 저주파 항법시스템이 두절될 수 있으며, GPS위성신호의 오류증가로 방지역까지 항법시스템 두절 현상이 영향을 줄 수 있음</li> </ul> </td> <td><math>2 \times 10^{-3}</math></td> <td>태양활동 1주기 당(11년) 약 1회</td> </tr> </tbody> </table> | 등급                 | 예상되는 피해                 | 관측값* | 평균발생횟수 | R1 | <ul style="list-style-type: none"> <li>HF 통신: 낮지역에서 HF 통신에 약한 장애가 발생하며 가끔씩 신호감쇄 현상이 나타남</li> <li>항법시스템: 저주파 항법신호의 강도가 짧은 기간동안 약해짐</li> </ul> | $10^{-5}$ | 태양활동 1주기 당(11년) 약 2000회 | R2 | <ul style="list-style-type: none"> <li>HF 통신: 낮지역에서 제한적으로 HF 통신이 두절되거나 수 심분 동안 신호감쇄현상이 나타남</li> <li>항법시스템: 수 심분 동안 저주파 항법신호의 강도가 약해짐</li> </ul> | $5 \times 10^{-5}$ | 태양활동 1주기 당(11년) 약 350회 | R3 | <ul style="list-style-type: none"> <li>HF 통신: 낮지역에서 HF 통신이 두절되거나 수 시간 동안 신호감쇄현상이 나타남</li> <li>항법시스템: 수 심분 동안 저주파 항법신호의 강도가 약해짐</li> </ul> | $10^{-4}$ | 태양활동 1주기 당(11년) 약 175회 | R4 | <ul style="list-style-type: none"> <li>HF 통신: 낮시간 광범위한 지역에 걸쳐 수 시간동안 HF 통신두절이 나타날 수 있음</li> <li>항법시스템: 수 시간동안 항법데이터에 오류가 증가하여 저주파 항법 시스템이 두절될 수 있음</li> </ul> | $10^{-3}$ | 태양활동 1주기 당(11년) 약 8회 | R5 | <ul style="list-style-type: none"> <li>HF 통신: 상당한 시간 낮지역에서 HF 통신 두절 발생(항공 및 해상 항해 시 HF 통신 불가)</li> <li>항법시스템: 수 시간 동안 저주파 항법시스템이 두절될 수 있으며, GPS위성신호의 오류증가로 방지역까지 항법시스템 두절 현상이 영향을 줄 수 있음</li> </ul> | $2 \times 10^{-3}$ | 태양활동 1주기 당(11년) 약 1회 |
| 등급  | 예상되는 피해   | 관측값*               | 평균발생횟수                  |      |        |    |  |           |                         |    |   |                    |                        |    |   |           |                        |    |   |           |                      |    |   |                    |                      |
| R1  | <ul style="list-style-type: none"> <li>HF 통신: 낮지역에서 HF 통신에 약한 장애가 발생하며 가끔씩 신호감쇄 현상이 나타남</li> <li>항법시스템: 저주파 항법신호의 강도가 짧은 기간동안 약해짐</li> </ul>  | $10^{-5}$          | 태양활동 1주기 당(11년) 약 2000회 |      |        |    |  |           |                         |    |   |                    |                        |    |   |           |                        |    |   |           |                      |    |   |                    |                      |
| R2  | <ul style="list-style-type: none"> <li>HF 통신: 낮지역에서 제한적으로 HF 통신이 두절되거나 수 심분 동안 신호감쇄현상이 나타남</li> <li>항법시스템: 수 심분 동안 저주파 항법신호의 강도가 약해짐</li> </ul>   | $5 \times 10^{-5}$ | 태양활동 1주기 당(11년) 약 350회  |      |        |    |  |           |                         |    |   |                    |                        |    |   |           |                        |    |   |           |                      |    |   |                    |                      |
| R3  | <ul style="list-style-type: none"> <li>HF 통신: 낮지역에서 HF 통신이 두절되거나 수 시간 동안 신호감쇄현상이 나타남</li> <li>항법시스템: 수 심분 동안 저주파 항법신호의 강도가 약해짐</li> </ul>   | $10^{-4}$          | 태양활동 1주기 당(11년) 약 175회  |      |        |    |  |           |                         |    |   |                    |                        |    |   |           |                        |    |   |           |                      |    |   |                    |                      |
| R4  | <ul style="list-style-type: none"> <li>HF 통신: 낮시간 광범위한 지역에 걸쳐 수 시간동안 HF 통신두절이 나타날 수 있음</li> <li>항법시스템: 수 시간동안 항법데이터에 오류가 증가하여 저주파 항법 시스템이 두절될 수 있음</li> </ul>   | $10^{-3}$          | 태양활동 1주기 당(11년) 약 8회    |      |        |    |  |           |                         |    |   |                    |                        |    |   |           |                        |    |   |           |                      |    |   |                    |                      |
| R5  | <ul style="list-style-type: none"> <li>HF 통신: 상당한 시간 낮지역에서 HF 통신 두절 발생(항공 및 해상 항해 시 HF 통신 불가)</li> <li>항법시스템: 수 시간 동안 저주파 항법시스템이 두절될 수 있으며, GPS위성신호의 오류증가로 방지역까지 항법시스템 두절 현상이 영향을 줄 수 있음</li> </ul>   | $2 \times 10^{-3}$ | 태양활동 1주기 당(11년) 약 1회    |      |        |    |  |           |                         |    |   |                    |                        |    |   |           |                        |    |   |           |                      |    |   |                    |                      |



## 피드백 시 유의점

- 해당 교과목의 성취기준을 확인하고, 내용과 문항의 난이도, 성취수준 부합 정도를 고려한다.
- 해당 학생의 수준보다 높은 수준으로 응답한 결과를 확인하여 그와 함께 피드백한다.
- 평소 수업 시간에 학생을 관찰한 내용을 고려하여 피드백한다.

### 1 평가 개요

| 학교급   | 중학교  | 학년   | 1학년 |
|---|--|--|-----|
| 과목명   | 과학   | 영역   | 태양계 |
| 성취기준  |  | 성취기준별 성취수준   |     |
| [9과07-01] 태양계를 구성하는 천체의 특징을 알고, 행성을 목성형 행성과 지구형 행성으로 구분할 수 있다.                      | A  | 태양계 천체에 관한 자료 수집 활동을 통해 태양계를 구성하는 천체의 특징을 이해하고, 행성을 목성형 행성과 지구형 행성으로 구분하는 기준을 정해 유형별 행성의 특징을 설명할 수 있다.                       |     |
|   | B  | 태양계 천체에 관한 자료 수집 활동을 통해 태양계를 구성하는 천체의 특징을 이해하고, 행성을 목성형 행성과 지구형 행성으로 구분할 수 있다.   |     |
|   | C  | 태양계 천체에 관한 자료 수집 활동을 통해 태양계를 구성하는 천체의 종류를 나열하고, 행성의 특징을 설명할 수 있다.  |     |
|   | D  | 태양계 천체에 관한 자료 수집 활동을 통해 태양계가 다양한 천체로 구성되어 있음을 알고, 행성의 이름을 말할 수 있다.   |     |
|   | E  | 태양계 천체에 관한 자료 수집 활동을 통해 태양계가 다양한 천체로 구성되어 있음을 말할 수 있다.   |     |
| [9과01-02] 과학의 발전이 인류 문명에 미친 영향을 이해하고, 인공지능 등 첨단 과학기술이 가져올 미래 사회의 변화를 조사하여 발표할 수 있다. | A  | 인류가 얻은 과학적 지식과 방법이 인류 문명과 문화 발달에 미친 영향을 이해하고, 인공지능 등 첨단 과학기술이 가져올 미래 사회 변화를 조사하여 발표할 수 있으며, 과학의 유용성 및 과학, 기술, 사회의 관련성을 인식한다. |     |
|   | B  | 인류가 얻은 과학적 지식이 인류 문명에 미친 영향과 인공지능 등 첨단 과학기술이 가져올 미래 사회 변화를 조사하여 발표할 수 있으며, 과학의 유용성을 인식한다.                                    |     |
|   | C  | 인류가 얻은 과학적 지식이 인류 문명에 미친 영향과 인공지능 등 첨단 과학기술이 가져올 미래 사회 변화를 조사하여 발표할 수 있으며, 과학의 유용성을 인식한다.                                    |     |
|   | D  | 인류가 얻은 과학적 지식이 인류 문명에 미친 영향을 이해하고, 인공지능 등 첨단 과학기술이 가져올 미래 사회 변화를 조사하여 발표할 수 있으며, 과학의 유용성을 인식한다.                              |     |
|   | E  | 인류가 얻은 과학적 지식이 인류 문명에 미친 사례를 통하여 과학과 인류 문명의 관련성에 관심을 가진다.  |     |
| 평가 요소   | <ul style="list-style-type: none"> <li>태양계 행성의 물리적 특성을 바탕으로 지구형 행성과 목성형 행성으로 구분하기</li> <li>행성의 물리적 특성에 적합한 탐사 로봇 설계하기</li> <li>화성에서 거주 가능 요소 찾기</li> <li>화성에서 생존 위협 요소 찾기</li> <li>화성으로의 이주를 주장하는 글쓰기</li> </ul> |  |     |
| 수행 과제   | 행성의 특징을 바탕으로 화성으로의 이주 가능성 검토하기   |  |     |
| 평가 유형   | 수행평가 논술형   | 배점   | 22  |

논술형 평가  
제작 의도  
(출제 의도)

- 본 문항은 태양계 행성의 물리적 특성을 탐구하고, 화성의 환경과 조건을 분석하여 우주 탐사와 이주 가능성을 과학적으로 검토해 볼 수 있도록 설계하였다.
- 성취 수준 A·B를 고려하여 출제한 것으로, 이 수준의 학생들이 태양계 행성의 물리적 특성을 분석하고 이를 바탕으로 지구형 행성과 목성형 행성으로 분류하며, 직접 설계한 행성 탐사 로봇의 기능과 역할을 논리적으로 설명할 수 있도록 설계하였다.
- 특히 최소 능력의 판별을 위하여 교사의 안내를 통해 행성 분류의 기준(물리적 특징, 공전 궤도, 대기 조성 등)을 명확히 이해하도록 하며, 이를 토대로 학생들이 설계한 탐사 로봇의 목적과 기능을 각 행성의 특징에 맞추어 구체적으로 제안하도록 유도하였다.
- 학생들은 화성의 물리적 특징과 환경을 바탕으로 인간 거주 가능성을 과학적으로 검토하며, 화성 생존 문제 해결 방안을 논리적으로 구성하여 설득력 있게 제시할 수 있도록 활동을 구성하였다.
- 5차시로 편성된 활동은 토의 활동(행성 특징 및 분류), 탐구 활동(화성의 환경 분석), 생산 활동(탐사 로봇 설계), 글쓰기 활동(화성 생존 방안 논술)을 통해 진행되며, 최종 논술형 평가로 자신의 과학적 분석과 의견을 논리적으로 표현하는 기회를 제공하도록 계획하였다.

## 2 수업 계획 및 흐름도

|              | 1차시  | 2차시  | 3차시                             | 4차시                                  | 5차시                  |
|--------------|--|--|---------------------------------|--------------------------------------|----------------------|
| 수업 흐름도       | 생성형 시를 통해 행성의 물리적 특성에 대한 자료를 수집하고, 태양 주위를 공전하는 행성의 특징 설명하기 | 태양계 행성의 물리적 특성을 바탕으로 지구형 행성과 목성형 행성으로 구분하기 | 태양계 행성 탐사 로봇 설계하기               | 영화 '마션'을 보고 화성에서의 생존 요소 및 위협 요소 찾기   | 화성으로의 이주를 주장하는 글쓰기   |
| 평가 방법        | 자료 수집 및 프로젝트   | 주제와 관련 있는 문제 해결 활동                         | 제작 및 생산 활동                      | 주제와 관련 있는 토론                         | 논술형 평가               |
| 수업-평가 연계 주안점 | 생성형 시를 활용하여 정보 수집 및 정리하기                                   | 제시된 정보를 활용하여 문제 해결하기                       | 과학적 개념을 적용하여 자신의 생각을 시각적으로 표현하기 | 화성의 물리적 특성을 바탕으로 생존 위협 요소 해결 방안 모색하기 | 과학적 사실에 근거하여 문제 해결하기 |

## 3 평가 문항

### 문항 정보

| 문항  | 교과역량        | 성취기준  | 평가 요소                                      |
|-----|-------------|---|--|
| 1-1 | 과학적 탐구역량    | [9과07-01] 태양계를 구성하는 천체의 특징을 알고, 행성을 목성형 행성과 지구형 행성으로 구분할 수 있다.                      | 태양계 행성의 물리적 특성을 바탕으로 지구형 행성과 목성형 행성으로 구분하기 |
| 1-2 | 과학적 문제해결 능력 |   | 행성의 물리적 특성에 적합한 탐사 로봇 설계하기                 |
| 2-1 | 과학적 의사결정 능력 | [9과01-02] 과학의 발전이 인류 문명에 미친 영향을 이해하고, 인공지능 등 첨단 과학기술이 가져올 미래 사회의 변화를 조사하여 발표할 수 있다. | 화성에서 거주 가능 요소 찾기                           |
| 2-2 | 과학적 의사결정 능력 |   | 화성에서 생존 위협 요소 찾기                           |
| 2-3 | 과학적 문제해결 능력 |   | 화성으로의 이주를 주장하는 글쓰기                         |

1

표는 대화형 시로 수집한 정보로 태양계 행성의 물리적 특성을 정리한 것이다. 물음에 답하시오.(단, 행성의 질량과 반지름은 지구를 1로 했을 때의 상대적인 값이다.) [총 22점]

| 특징<br>행성이름 | 평균 온도  | 표면 상태  | 대기 유무<br>및 성분 | 반지름   | 위성 유무<br>및 개수 | 질량     | 평균밀도 |
|------------|--------|--------|---------------|-------|---------------|--------|------|
| 수성         | 167°C  | 딱딱한 암석 | 수소, 헬륨        | 0.38  | 0             | 0.06   | 5.43 |
| 금성         | 464°C  | 딱딱한 암석 | 이산화 탄소, 질소    | 0.95  | 0             | 0.82   | 5.24 |
| 지구         | 15°C   | 딱딱한 암석 | 질소, 산소        | 1     | 1             | 1.00   | 5.51 |
| 화성         | -65°C  | 딱딱한 암석 | 이산화 탄소, 질소    | 0.53  | 2             | 0.11   | 3.93 |
| 목성         | -110°C | 기체     | 수소, 헬륨        | 11.21 | 69            | 317.92 | 1.33 |
| 토성         | -140°C | 기체     | 수소, 헬륨        | 9.45  | 62            | 95.14  | 0.69 |
| 천왕성        | -195°C | 기체     | 수소, 헬륨        | 4.01  | 27            | 14.54  | 1.27 |
| 해왕성        | -200°C | 기체     | 수소, 헬륨        | 3.88  | 14            | 17.09  | 1.64 |

1. 표에 제시된 행성의 물리적 특성을 고려하여 행성 탐사에 적합한 탐사 로봇을 설계하려고 한다. 다음 물음에 답하시오. [10점]

1-1. 태양계 행성을 지구형과 목성형으로 분류하고, 분류 기준이 되는 물리적 특성을 제시된 표에서 찾아 3가지만 설명하시오. [6점]

1-2. 직접 탐사하고 싶은 태양계 행성을 1개 고르고(지구는 제외), 그 행성의 물리적 특성 3가지에 적합한 탐사 로봇의 구조적 특징과 기능을 설명하시오. (행성의 표면 상태를 반드시 고려할 것) [4점]

2. 화성은 태양계 행성 중 인류의 거주 가능성이 가장 높은 후보지로 여겨지고 있다. 화성의 물리적 특성을 고려하여 화성 이주를 추진하고자 할 때, 다음 물음에 답하시오. [12점]

2-1. 화성에서 인류의 거주가 가능하다고 주장하는 입장에 대한 근거를 화성의 2가지 물리적 특성 측면에서 설명하시오.(단, 세 번째부터는 채점하지 않음.) [3점]

2-2. 화성에서 인류의 거주가 불가능하다고 주장하는 입장에 대한 근거를 화성의 2가지 물리적 특성 측면에서 설명하시오 (단, 세 번째부터는 채점하지 않음.) [3점]

2-3. 화성으로의 이주가 가능하다고 주장하는 글을 쓰시오. (단, 화성에서 인류의 거주를 어렵게 하는 요소 2가지에 대한 해결 방안을 반드시 포함할 것) [6점]



## 채점기준표

| 문항  | 평가 요소                                      | 척도/<br>배점 | 채점기준 - 수행수준   |                                 |
|-----|--|-----------|---|---------------------------------|
| 1-1 | 태양계 행성의 물리적 특성을 바탕으로 지구형 행성과 목성형 행성으로 구분하기 | 3         | 지구형과 목성형 행성 분류  | 지구형과 목성형 행성의 분류가 모두 옳은 경우       |
|     |  | 2         |   | 지구형과 목성형 행성의 분류에 일부 오류가 있는 경우   |
|     |  | 1         |   | 지구형과 목성형 행성의 분류에 다수의 오류가 있는 경우  |
|     |  | 3         | 분류 기준이 되는 물리적 특성  | 분류 기준이 되는 물리적 특성 3가지를 옳게 설명한 경우 |
|     |  | 2         |   | 분류 기준이 되는 물리적 특성 2가지를 옳게 설명한 경우 |
|     |  | 1         |   | 분류 기준이 되는 물리적 특성 1가지를 옳게 설명한 경우 |
| 1-2 | 행성의 물리적 특성에 적합한 탐사 로봇 설계하기                 | 4         | 행성의 물리적 특성 3가지를 언급하고, 이에 적합한 탐사 로봇을 창의적으로 설계한 경우                          |                                 |
|     |  | 3         | 행성의 물리적 특성 2가지를 언급하고, 이에 적합한 탐사 로봇을 설계한 경우                                |                                 |
|     |  | 2         | 행성의 물리적 특성 1가지를 언급하고, 이에 적합한 탐사 로봇을 설계한 경우                                |                                 |
|     |  | 1         | 행성의 물리적 특성을 제대로 언급하지 않거나 탐사 로봇의 설계에 오류가 있는 경우                             |                                 |
| 2-1 | 화성에서 거주 가능 요소 찾기                           | 3         | 화성에서 인간이 거주 가능한 이유 2가지를 물리적 특성을 반영하여 타당하게 설명한 경우                          |                                 |
|     |  | 2         | 화성에서 인간이 거주 가능한 이유 1가지를 물리적 특성을 반영하여 타당하게 설명한 경우                          |                                 |
|     |  | 1         | 화성에서 인간이 거주 가능한 이유를 언급했으나 설명이 부족한 경우                                      |                                 |
| 2-2 | 화성에서 생존 위험 요소 찾기                           | 3         | 화성에서 인간이 거주하기 어려운 이유 2가지를 과학적으로 타당하게 설명한 경우                               |                                 |
|     |  | 2         | 화성에서 인간이 거주하기 어려운 이유 1가지를 과학적으로 타당하게 설명한 경우                               |                                 |
|     |  | 1         | 화성에서 인간이 거주하기 어려운 이유를 언급했으나 설명이 부족한 경우                                    |                                 |
| 2-3 | 화성으로의 이주를 주장하는 글쓰기                         | 6         | 화성에서 인류의 거주를 어렵게 하는 요소에 대한 해결 방안 2가지를 포함하여 화성으로의 이주를 주장하는 글을 논리적으로 서술한 경우 |                                 |
|     |  | 5         | 화성에서 인류의 거주를 어렵게 하는 요소에 대한 해결 방안 1가지를 포함하여 화성으로의 이주를 주장하는 글을 논리적으로 서술한 경우 |                                 |
|     |  | 4         | 화성에서 인류의 거주를 어렵게 하는 요소에 대한 해결 방안을 언급했으나 구체적이지 않고 논리적 근거가 부족한 경우           |                                 |
|     |  | 3         | 화성에서 인류의 거주를 어렵게 하는 요소에 대한 해결 방안을 언급하지 않고, 화성으로의 이주에 대한 논리적 근거가 거의 없는 경우  |                                 |



## 채점 시 유의점

- 핵심 내용이 모두 포함되어 있다면 세부적인 표현 방식이나 단어 선택의 차이에 대해서는 감점하지 않는다.
- 문제에서 요구하지 않은 정보를 추가적으로 포함했다라도, 핵심 요구 사항이 잘 반영되었다면 감점하지 않는다.
- 맞춤법이 틀리더라도 의미 전달이 명확하면 감점하지 않는다.



## 예시답안

| 문항  | 예시답안   |
|-----|--|
| 1-1 | 수성, 금성, 지구, 목성은 반지름과 질량이 작고, 밀도가 크며 위성이 없거나 개수가 적은 지구형 행성이고, 목성, 토성, 천왕성, 해왕성은 반지름과 질량이 크고, 밀도가 작으며 위성 수가 많은 목성형 행성이다.   |
| 1-2 | 천왕성은 태양계에서 가장 차가운 행성 중 하나로 평균 온도가 $-195^{\circ}\text{C}$ 이며, 수소와 헬륨 같은 가스로 이루어진 기체 행성이기 때문에 안전하게 착륙할 수 없다. 따라서 탐사선은 공중에서 떠다닐 수 있도록 프로펠러를 장착하여 비행하도록 설계했다. 또한 극저온 환경에서도 장비가 정상적으로 작동할 수 있도록 내부에 난방 시스템을 설치하고, 단열재를 사용해 열이 빠져나가지 않도록 보호했다.<br>천왕성의 대기는 두껍고 강한 바람이 자주 발생하기 때문에 로봇이 균형을 유지할 수 있도록 자동 조정 시스템을 적용했다. 시야 확보를 위해 전면부에 강력한 LED 조명을 장착하고, 고해상도 카메라와 적외선 카메라를 탑재하여 어두운 환경에서도 탐사가 가능하도록 설계했다.  |
| 2-1 | 화성은 인간이 거주할 수 있는 후보지로서 몇 가지 가능성을 제공한다. 첫째, 화성의 대기는 이산화 탄소와 질소로 구성되어 있어 이를 활용해 산소를 생성할 수 있다. 이는 인간이 화성에서 호흡가능한 환경을 만들 수 있는 기초 자원이 될 수 있다. 둘째, 화성에는 2개의 위성이 존재해 과학 연구와 자원 탐사에 유리하다. 이는 미래 거주지를 구축하기 위한 과학적 데이터와 자원을 얻는 데 기여할 수 있다.   |
| 2-2 | 화성에서 인간이 거주하는 데 어려운 점은 첫째, 화성의 평균 온도는 $-65^{\circ}\text{C}$ 로 특히 밤에는 온도가 $-150^{\circ}\text{C}$ 까지 떨어질 수 있어 인간이 생존하기에는 어려운 환경이다. 둘째, 화성의 대기는 매우 희박하고, 대기 밀도는 지구의 약 1%에 불과해 인간을 태양 방사선과 우주선의 위협으로부터 보호하지 못한다. 또한, 희박한 대기는 지구와 같은 기압 환경을 제공하지 못해 특수한 보호 장비 없이는 생존이 어렵다.  |
| 2-3 | 화성은 인간이 거주할 수 있는 행성으로 주목받고 있으며, 몇 가지 가능성을 제공한다. 첫째, 화성 대기의 주요 성분인 이산화 탄소와 질소를 활용하면 산소를 생성할 수 있다. NASA의 MOXIE 기술처럼 이산화 탄소를 산소로 변환하는 기술을 적용하면 화성 대기를 기반으로 인간이 호흡 가능한 환경을 조성할 수 있다. 둘째, 화성에는 두 개의 위성(포보스와 데이모스)이 있어 자원 탐사와 과학 연구에 유리하다. 이러한 위성은 향후 자원 채굴이나 연구 거점으로 활용되며, 화성 거주지를 구축하는 데 필요한 과학적 데이터와 자원을 제공할 수 있다.<br>하지만 화성에서의 생존에는 극복해야 할 어려움도 있다. 첫째, 화성의 평균 온도는 $-65^{\circ}\text{C}$ 로, 특히 밤에는 $-150^{\circ}\text{C}$ 까지 내려가 생존하기 어려운 극한 환경이다. 둘째, 화성 대기의 밀도는 지구의 약 1%에 불과해 태양 방사선과 우주선으로부터 인간을 보호하지 못한다. 이러한 환경에서는 인간의 건강과 안전이 위협받을 가능성이 크다. 또한, 화성 대기의 희박함은 지구와 같은 기압을 제공하지 못하므로, 특수 보호 장치 없이는 생존이 불가능하다.<br>이러한 문제들을 해결하기 위해 먼저, 화성 환경에서 안정적으로 작동 가능한 소형 원자료를 개발해 에너지를 공급하고, 이를 활용해 온도를 조절할 수 있다. 방사선을 효과적으로 차단할 수 있는 동형 기지나 지하 거주지를 설계해 태양 방사선과 우주선으로부터 인간을 보호할 수 있다. 또한, 화성에서 채취 가능한 자원을 활용한 3D 프린팅 기술을 통해 거주지를 신속히 확장하고 유지보수할 수 있다.<br>결론적으로, 화성으로의 이주는 인류가 지구를 넘어 우주에서 생존과 번영을 실현하기 위한 필연적인 도전이다. 화성의 혹독한 환경을 극복하려는 노력은 기술적 혁신과 국제적 협력을 이끌어내며, 인류의 생존 가능성을 확장하고 우주 시대를 여는 역사적 전환점이 될 것이다. |



## 피드백 시 유의점

- 해당 교과의 성취기준을 확인하고, 내용과 문항의 난이도, 성취 수준 부합 정도를 고려한다.
- 해당 학생의 수준보다 높은 수준으로 응답한 결과를 확인하여 그와 함께 피드백한다.
- 평소 수업 시간에 학생을 관찰한 내용을 고려하여 피드백한다.

## 1 평가 개요

| 학교급  | 중학교   | 학년   | 1학년       |
|--|---|--|-----------|
| 과목명  | 과학  | 영역   | 물질의 상태 변화 |
| 성취기준   |   | 성취기준별 성취수준   |           |
| [9과01-01] 과학적 탐구 방법을 이해하고, 일상생활의 문제에 대한 과학적 해결 방안을 제안할 수 있다.           | A   | 일상생활의 문제를 인식하여 탐구 문제를 발견하고 과학적 탐구 방법으로 지속적인 탐구를 수행하여 결론을 도출하며, 과학적인 해결 방안을 제안할 수 있다.                           |           |
|  | B   |  |           |
|  | C   | 제시된 일상생활의 문제에 대해 과학적 탐구 방법에 따라 탐구를 수행하여 결론을 도출할 수 있다.  |           |
|  | D   |  |           |
|  | E   | 제시된 일상생활의 문제를 과학적으로 해결하는 데에 관심을 가지고, 과학적 탐구 방법의 주요 단계를 말할 수 있다.  |           |
| [9과04-04] 물질의 상태 변화와 열에너지 출입 관계를 이해하고, 이를 실생활에 적용하여 과학의 유용성을 인식할 수 있다. | A   | 상태 변화가 일어날 때의 온도 변화를 그래프로 나타내어 상태 변화와 열에너지 출입 관계를 설명하고, 이를 일상생활에 적용하여 과학 지식을 활용한 문제 해결 활동을 즐기며, 과학의 유용성을 인식한다. |           |
|  | B   | 상태 변화 실험에서 가열 또는 냉각 곡선을 그리고, 열에너지 출입과 관련지어 설명할 수 있으며, 이를 일상생활에 적용하여 과학의 유용성을 인식한다.                             |           |
|  | C   | 상태 변화 실험에서 가열 또는 냉각 곡선을 그리고 열에너지의 출입 여부를 설명하면서 주변 현상을 과학적으로 설명하려는 태도를 가진다.                                     |           |
|  | D   | 상태 변화 실험에서 온도 변화를 관찰하여 상태 변화 과정에서 열에너지가 출입함을 말할 수 있다.  |           |
|  | E   | 상태 변화와 열에너지 출입 현상에 관심을 가지며, 상태 변화 실험에서 시간에 따른 온도 변화를 관찰할 수 있다.   |           |
| 평가 요소  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 물질의 상태 변화와 열에너지 출입 관계 설명하기</li> <li>• 과학적 탐구 과정 이해 및 설계하기</li> <li>• 과학적 해결 방안 제안하기</li> <li>• 실생활에 적용하여 과학의 유용성 설명하기</li> </ul>   |  |           |
| 수행 과제  | 냉각 시간에 따른 물의 온도 변화 측정하기 및 실생활에 적용하여 과학의 유용성 설명하기  |  |           |
| 평가 유형  | 수행평가<br>논술형   | 배점   | 25        |
| 논술형 평가 제작 의도 (출제 의도)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 물질의 상태 변화와 에너지 출입 관계 이해를 과학적 탐구 방법을 통해 과학 이론을 확인할 수 있는 과학적 탐구 과정을 설계하고 실행하는 과정으로 설계하였다.</li> <li>• 문항 1은 물질의 상태 변화와 에너지 출입에 대한 과학적 탐구 문제 이해를 위해 과학적 탐구 방법을 설계하고 과학적 탐구 실험을 실시하는 것으로 설계하였다.</li> <li>• 문항 2는 관련된 여러 상황에 적용하여 과학의 유용성을 설명할 수 있도록 설계하였다.</li> </ul> |  |           |

## 2 수업 계획 및 흐름도

|               | 1차시                                | 2차시                             | 3차시                                | 4차시                                  | 5차시                         | 6차시                                |
|---------------|------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|
| 수업 흐름도        | 물질의 상태 변화 관찰하기<br>(교사 강의 및 학생탐구활동) | 물질의 상태 변화 과학 용어 익히기<br>(학생탐구활동) | 상태 변화와 열에너지 출입<br>(교사 강의 및 학생탐구활동) | 상태 변화와 열에너지 출입 실험 과정 이해하기<br>(토의·토론) | 수행 평가 1<br>(실험 탐구)          | 수행평가 2<br>(논술형)                    |
| 평가 방법         | 진단평가                               | 형성평가                            | 동료평가<br>형성평가                       | 형성평가                                 | 〈수행 평가〉<br>가설 설정 및 실험 실행하기  | 〈수행 평가〉<br>실험 결과 고찰 및 개념 확장하기      |
| 수업- 평가 연계 주안점 | 물질의 상태변화 사전 지식 확인하기                | 상태변화 예시 적용 및 과학용어 반복 적용하기       | (동료평가) 역할 분담하기                     | 논술형 문항 안내하기                          | 가열/냉각 시간에 따른 물질의 온도 변화 측정하기 | 일상생활 속 상태 변화와 열에너지 관련 현상 적용 및 확장하기 |

## 3 평가 문항

### 문항 정보

|   | 교과역량       | 성취기준  | 평가 요소   |
|---|------------|---|---|
| 1 | 과학적 탐구력    | [9과01-01] 과학적 탐구 방법을 이해하고, 일상 생활의 문제에 대한 과학적 해결 방안을 제안할 수 있다.<br><br>[9과04-04] 물질의 상태 변화와 열에너지 출입 관계를 이해하고, 이를 실생활에 적용하여 과학의 유용성을 인식할 수 있다. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 물질의 상태 변화와 열에너지 출입 관계 설명하기</li> <li>• 과학적 탐구 과정 이해 및 설계하기               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 탐구 문제 인식하기</li> <li>- 탐구 가설 설정하기</li> <li>- 탐구 과정 설계하기</li> <li>- 탐구 실험 실행 및 데이터 수집하기</li> <li>- 데이터 변환하기</li> <li>- 결론 도출하기</li> </ul> </li> </ul> |
| 2 | 과학적 의사소통능력 |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 과학적 해결 방안 제안하기</li> <li>• 실생활에 적용하여 과학의 유용성 설명하기</li> </ul>  |

1 물질의 상태변화와 열에너지 탐구를 위한 실험 설계를 완성하고, 실행하시오. [총15점]

1-1. 다음 [사례]의 밑줄 친 부분의 과학적 원리를 탐구하고자 한다. 탐구할 문제를 파악하고, 가설을 작성하시오. [4점]

[사례] 따뜻한 오렌지 농장에 갑작스러운 한파가 닥치면 농부들은  
오렌지 나무에 물을 뿌려 오렌지의 냉해를 막는다.

\* 냉해: 갑자기 온도가 낮아져서 식물이 받는 피해

(1-1) 탐구 문제 인식하기 : 실험 탐구 파악을 위한 제시글의 밑줄 친 부분을 완성하시오.

한파가 닥치면 오렌지가 얼게 되어 팔기 힘들어 한 해의 농사를 망치게 된다. 이렇게 농사를 망치지 않게 하려면 한파가 닥쳐도 오렌지가 얼지 않는 방법을 찾아야 한다. 이때 오렌지에 물을 뿌리면 오렌지가 어는 대신 물이 먼저 얼게 된다. 즉, 오렌지에 뿌린 물이 어는 상태 변화가 오렌지의 온도 변화에 영향을 주었을 것이라고 판단할 수 있다. 따라서 물을 \_\_\_\_\_ 를 탐구하면 물이 얼면서 오렌지의 냉해를 막는 원리에 대해 실마리를 찾을 수 있을 것이다.

(1-2) 위에서 인식한 탐구 문제에 대한 가설을 작성하시오

1-2. 탐구 과정 설계를 위해 제시된 단계를 완성하시오. [5점]

(2-1) 가설 확인을 위한 조작 변인과 종속 변인을 명시하시오.

| 조작 변인 | 종속 변인 |
|-------|-------|
|       |       |

(2-2) 변인을 바탕으로 가설 탐구를 위한 실험 도구 및 재료를 나타낸 것이다. 빈 칸에 들어갈 재료를 제시하시오.

[실험 도구 및 재료]

증류수, 시험관, 소금을 뿌린 얼음(냉각 역할), 일회용컵, 스타이로폼컵, (            ), (            ), 면장갑

(2-3) (            )를 채워서 탐구 과정 설계를 완성하시오.

| 구분         | 탐구 과정 설계   |
|------------|--|
| 탐구 과정      | 1. 소금을 뿌린 얼음(소금1, 얼음 3의 비율로 섞음)을 일회용 컵에 넣고, 이 컵을 스타이로폼 컵에 넣는다.               |
|            | 2. 시험관에 증류수를 표시선까지 넣고 (            )   |
|            | 3. 온도계를 꽂은 증류수 시험관을 소금 뿌린 얼음 속에 넣는다.(시험관 아래 부분이 얼음의 가운데에 들어가 얼음 속으로 잠기게 한다.) |
|            | 4. 초시계를 준비하고 (            )  |
|            | 5. 4.의 측정값과 물의 상태를 관찰하여 표에 기록한다.   |
| 유의 사항      | (실험할 때 특별히 주의해야 할 내용을 기록하시오. 1개 이상 반드시 쓰시오.)                                 |
| 나의 역할 (○표) | 실험 준비물 담당하기, 초시계 읽기, 온도계 읽기, 정리 정돈 담당하기, 데이터 기록하기                            |

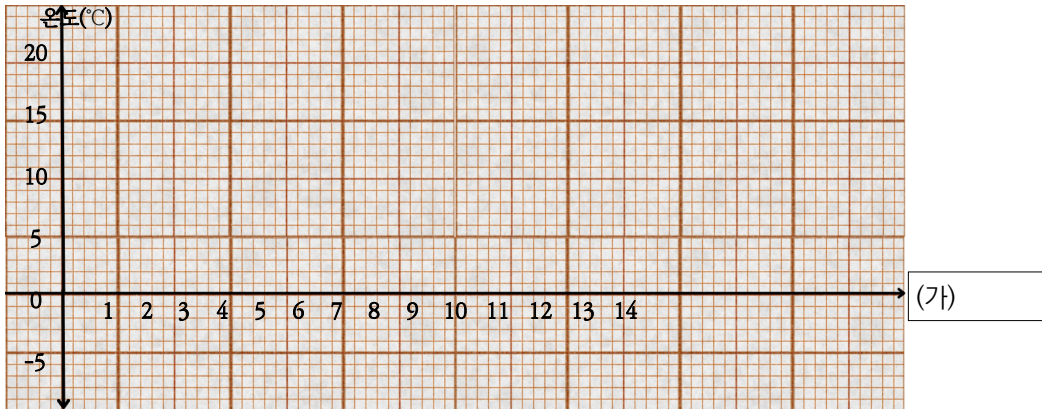
1-3. 실험을 수행하고 실험 결과를 정리하시오. [6점]

(3-1) 실험 결과값과 관찰한 물질의 상태를 기록하시오.

\* 상태 확인 유의 사항 : 물의 온도가 0°C에 근접하기 전까지, 시험관을 살짝 흔들어서 시험관 속 물이 잘 섞이도록 한다.

| 냉각 시간(분) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|
| 온도       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| 물질의 상태   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |

(3-2) 그래프의 가로축 (가)에 들어갈 용어를 알맞게 쓰고, 위 표의 결과를 그래프로 나타내시오.



(3-3) 실험 결과에서 냉각 시간 동안 온도가 일정하게 유지되는 구간이 생기는 이유를 물의 상태 변화와 연관지어 설명하시오.

.....

.....

.....

.....

.....

2 물질의 상태변화와 열에너지 관계 적용하기 및 개념 확장하기 [총 10점]

2-1. 오렌지의 냉해를 막을 수 있는 원리를 물의 상태 변화와 관련지어 설명하시오. [3점]

.....

.....

.....

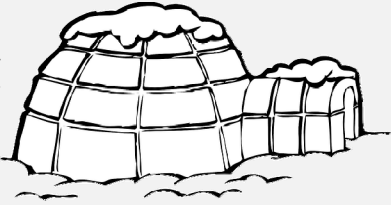
.....

.....

2-2. 다음은 에스키모인의 이글루에 대한 내용이다. [3점]

[에스키모인은 이글루 안에서 어떻게 따뜻하게 지낼 수 있었을까]

이글루는 에스키모인들이 이동하거나 사냥할 때 임시로 머물기 위한 눈벽돌로 만든 집이다. 이글루를 만드는 법을 알아보자. 일단 눈으로 벽돌을 만들고, 만든 눈벽돌을 쌓아서 이글루를 만든다. 그 다음에 이글루 안에서 불을 피워 이글루 안의 온도를 높여 눈벽돌을 녹여 물이 벽의 빈틈을 메우게 한다. 어느 정도 녹으면 출입문을 열어 물이 얼도록 한다. 이런 과정을 몇 번 반복하면 녹은 물이 얼어 이글루 내부의 공기가 빠져 나가지 못하게 하고 눈벽돌이 서로 이어져 이글루를 단단하게 한다.



이렇게 완성된 내부는 외부보다는 훨씬 기온이 높다.

이글루 안을 더 따뜻하게 하고 싶으면 에스키모인들은 바닥에 물을 뿌린다. 왜 그럴까?

(가)

이러한 원리로 이글루 내부가 따뜻하게 되는 것이다. 에스키모인들이 과학적 원리를 이해하고 이글루를 지었는지 알 수는 없지만 이들은 눈벽돌집인 이글루를 이용하여 따뜻하게 지낼 수 있었던 것이다.

[출처 : 충청타임즈오피니언Ⅱ <https://www.cctimes.kr/news/articleView.html?idxno=188384> 발췌 후 수정]

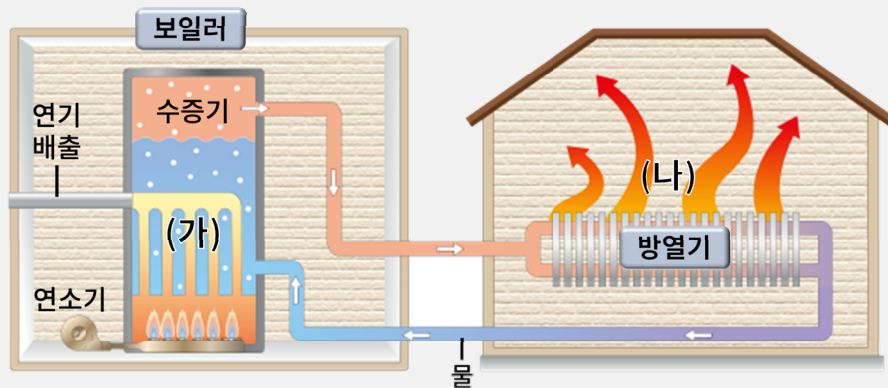
제시글의 (가) 부분에 들어갈 과학적 원리를 다음 조건을 만족하도록 서술하시오.

〈조건〉

- 물질의 상태 변화 명칭을 제시하시오.
- 상태 변화 시 열에너지의 출입에 대한 내용을 포함하여 작성하시오.
- 상태 변화 결과 주위의 온도 변화에 대한 내용을 포함하여 작성하시오.

2-3. 다음은 스팀 난방의 구조이다. [4점]

[스팀 난방의 구조] 스팀 난방은 보일러와 방열기의 순환 관계를 이용하여 공간을 데운다.



[출처 : 천재교과서 지필평가 문제은행 문항 그림 발췌]

보일러와 방열기의 순환 관계를 이용한 스팀 난방의 원리를 <조건>을 갖추어 설명하시오.

〈조건〉

- 보일러에서 일어나는 물질의 상태 변화, 열에너지 출입을 포함하여 작성하시오.
- 방열기에서 일어나는 물질의 상태 변화, 열에너지 출입, 온도 변화를 포함하여 작성하시오.
- 보일러와 방열기의 순환적 관계를 포함하여 스팀난방 원리를 작성하시오.

채점기준표

| 문항                             | 평가 요소   | 척도/배점 | 기대 수행 수준(채점기준)   |
|--------------------------------|---|-------|--|
| 1-1<br>(1-1)<br>(1-2)          | 탐구 문제 인식하기<br>탐구 가설 설정하기                      | 4     | 탐구 문제를 정확하게 인식하고 탐구 가설에 변인이 바르게 제시되어 설정함.  |
|                                |   | 3     | 탐구 문제를 정확하게 인식하고 탐구 가설에 변인이 부분적으로 제시되어 설정함.  |
|                                |   | 2     | 탐구 문제 인식과 탐구 가설을 부분적으로 바르게 설정함.  |
|                                |   | 1     | 탐구 문제 인식과 탐구 가설을 설정하지 못함.  |
| 1-2<br>(2-1)<br>(2-2)<br>(2-3) | 탐구 과정 설계하기                                    | 5     | 변인 제시, 실험 재료 제시, 탐구과정 설계 완성, 실험 유의사항을 논리적이고 완전하며 안전한 방법으로 설계함.                     |
|                                |   | 4     | 변인 제시, 실험 재료 제시, 탐구과정 설계 완성, 실험 유의사항을 완전하며 안전한 방법으로 설계함.                           |
|                                |   | 3     | 변인 제시, 실험 재료 제시, 탐구과정 설계 완성, 실험 유의사항을 안전한 방법으로 설계함.                                |
|                                |   | 2     | 변인 제시, 실험 재료 제시, 탐구과정 설계 완성, 실험 유의사항을 부분적으로 설계함.                                   |
| 1-3<br>(3-1)<br>(3-2)<br>(3-3) | 탐구 실험 실행하기<br>데이터 수집하기<br>데이터 변환하기<br>결론 도출하기 | 6     | 수집한 데이터를 표로 조직화하고 그래프로 변형하여 나타내어 결론을 도출하는 과정에서 정확한 과학적 용어와 과학적 추론을 사용하여 결론을 요약함.   |
|                                |   | 5     | 수집한 데이터를 표로 조직화하고 그래프로 변형하여 나타내어 결론을 도출하는 과정에서 제한적으로 과학적 용어와 과학적 추론을 사용하여 결론을 요약함. |
|                                |   | 4     | 수집한 데이터를 표로 조직화하고 그래프로 변형하여 나타내어 결론을 도출하는 과정에서 과학적 추론을 사용하여 결론을 요약함.               |
|                                |   | 3     | 수집한 데이터를 표로 조직화하고 그래프로 변형하여 나타내었으나 결론을 도출하지 못함.                                    |
|                                |   | 2     | 수집한 데이터를 표로 조직화하고 그래프로 변형하여 나타내지 못함.   |
|                                |   | 1     | 수집한 데이터를 표와 그래프로 나타내지 못함.  |
| 2-1                            | 과학적 해결 방안 제안하기                                | 3     | 과학적 용어를 정확하게 사용하여 과학적 해결 방안을 적절하게 제안함.   |
|                                |   | 2     | 과학적 용어를 일부 정확하게 사용하여 과학적 해결 방안을 적절하게 제안함.  |
|                                |   | 1     | 과학적 용어를 일부 사용하거나 과학적 해결 방안 제안이 적절하지 못함.  |
| 2-2                            | 실생활에 적용하여 과학의 유용성 설명하기 1                      | 3     | 제시된 상황에 과학적 용어를 정확하게 사용하여 과학적 유용성을 적절하게 설명함.                                       |
|                                |   | 2     | 제시된 상황에 과학적 용어를 일부 정확하게 사용하여 과학적 유용성을 적절하게 설명함.                                    |
|                                |   | 1     | 제시된 상황에 과학적 용어를 일부 사용하거나 과학적 유용성 설명이 적절하지 않음.                                      |
| 2-3                            | 실생활에 적용하여 과학의 유용성 설명하기 2                      | 4     | 제시된 상황에 과학적 용어를 정확하게 사용하여 과학적 유용성을 적절하게 설명하여 개념을 확장함.                              |
|                                |   | 3     | 제시된 상황에 과학적 용어를 일부 정확하게 사용하여 과학적 유용성을 적절하게 설명하여 개념을 확장함.                           |
|                                |   | 2     | 제시된 상황에 과학적 용어를 일부 사용하거나 과학적 유용성 설명이 적절하지 못하여 개념 확장이 부족함.                          |
|                                |   | 1     | 제시된 상황에 과학적 용어를 일부 사용하거나 과학적 유용성 설명이 적절하지 못하고, 개념 확장을 않음.                          |



### 채점 시 유의점

- 문항 1은 물질의 상태 변화와 열에너지의 출입을 주제로, 탐구 문제를 인식하고 가설을 설정하며, 탐구 실험을 설계하고 실행한 후 데이터를 수집하는 전 실험 과정을 단계별로 평가할 수 있도록 구성하였다. 단계별 문항은 제한적인 채점기준과 총체적 채점기준을 적용하여 설정하였다.
- 문항 2는 실험 결과를 해석하고 이를 주변 현상과 연관지어 이해할 수 있도록 구성하였다. 상태 변화와 열에너지의 출입이 적용되는 사례를 분석함으로써 과학 원리가 적용된 실생활의 예시를 설명하고 과학 개념을 확장하는 과정을 채점기준에 포함하여 설정하였다.
- 문항 1, 2 모두 과학 용어를 정확하게 사용하여 과학적 의사소통능력을 배양할 수 있도록 설정하였다.



### 예시답안

| 문항 | 예시답안  |
|----|---|
| 1  | 1-1 (1-1) 냉각시키면서, 물이 어는 상태 변화가 일어날 때의 물의 온도 변화<br>(1-2) 냉각 시간에 따라 얼음물의 온도가 내려갈 것이다./일정할 것이다.  |
|    | 1-2 (2-1) 조작변인 : 냉각시간, 종속변인 : 온도<br>(2-2) 온도계, 초시계(타이머)<br>(2-3) 온도계를 쫓는다. 일정한 시간 간격으로 온도를 측정한다.  |
|    | 1-3 (3-1) 실험결과 데이터를 표로 조직화하여 나타내기<br>(3-2) 실험결과 데이터를 그래프로 나타내기<br>(3-3) 물이 얼음으로 바뀌는 상태 변화가 일어나는 동안 응고열이 방출되기 때문에 물이 어는 구간에서는 냉각하더라도 온도가 변하지 않고 일정하게 유지된다.   |
| 2  | 2-1 겨울철 오렌지에 물을 뿌리면 물이 얼면서 주변 오렌지로 응고열을 방출하게 되고, 이 열을 오렌지가 흡수하게 되어 오렌지는 온도가 올라가게 된다. 따라서 추운 겨울 오렌지에 물을 뿌리면 오렌지의 냉해를 막을 수 있다.  |
|    | 2-2 바닥에 뿌린 물이 어는 응고 과정에서 응고열이 방출되어 주변의 온도가 올라가기 때문에 이글루 안은 바깥보다 높은 온도로 유지될 수 있다.  |
|    | 2-3 보일러에서 물이 수증기로 기화하면서 기화열을 흡수하게 된다. 기화된 수증기는 배관을 통해 방열기로 이동하게 되고, 방열기로 이동된 수증기는 물로 액화되면서 열을 방출하므로 주변(방)의 온도가 올라가므로 주변(방)이 데워지게 된다. 액화된 물은 다시 보일러로 이동되고, 기화된 수증기는 방열기로 이동되는 순환적 과정으로 스팀 난방이 이루어진다. |



### 피드백 시 유의점

- 과학적 탐구 과정의 이해(모둠원과 협력적 소통 능력, 과학적 추론을 사용하여 검증 가능한 가설 요약하기, 변수 조작 방법, 데이터 수집 방법 등 탐구 단계)를 세부적 단계로 피드백한다.
- 탐구 실험 실행 후 데이터를 조직화하여 제시하고, 변환하는 과정을 통해 결론을 설명하는 과정을 총체적으로 피드백한다.
- 실험 결과를 해석하고 이를 주변 현상과 연관지어 설명하고 과학 개념의 확장 정도를 피드백한다.

### 1 평가 개요

| 학교급  | 중학교  | 학년  | 2학년    |
|--|--|---|--------|
| 과목명  | 과학   | 영역  | 지권의 변화 |
| 성취기준   |  | 성취기준별 성취수준  |        |
| [9과09-02] 조암 광물의 주요 특성을 관찰하고, 암석과 광물의 활용 방안 및 자원으로서 가치에 대해 조사할 수 있다. | A  | 조암 광물의 주요 특성을 관찰하여 조암 광물을 구분하고, 암석과 광물의 활용 방안을 조사하며 자원으로서 가치를 토론하여 암석과 광물의 중요성을 인식한다. |        |
|  | B  | 조암 광물을 관찰하여 조암 광물의 주요 특성을 알고, 암석과 광물의 활용 방안 및 자원으로서의 가치에 대해 조사할 수 있다.                 |        |
|  | C  | 조암 광물을 관찰하여 조암 광물의 주요 특성을 알고, 일상생활에서 암석과 광물이 활용되는 사례를 제시할 수 있다.                       |        |
|  | D  | 조암 광물을 관찰하여 조암 광물의 명칭을 말하고, 일상생활에서 암석과 광물이 활용됨을 안다.                                   |        |
|  | E  | 조암 광물을 관찰하여 조암 광물의 종류가 다양함을 말할 수 있다.  |        |
| [9과09-03] 지각을 이루는 암석을 생성 과정에 따라 분류하고, 암석의 순환 과정을 설명할 수 있다.           | A  | 화성암, 퇴적암, 변성암의 특징을 관찰하여 생성 과정에 따라 분류하고, 이를 암석의 순환 과정과 관련지어 설명할 수 있다.                  |        |
|  | B  | 화성암, 퇴적암, 변성암의 특징을 관찰하여 생성 과정에 따라 분류하고, 암석 순환의 의미를 설명할 수 있다.                          |        |
|  | C  | 화성암, 퇴적암, 변성암의 이름을 알고, 암석의 특징을 관찰할 수 있으며, 암석이 순환함을 말할 수 있다.                           |        |
|  | D  | 화성암, 퇴적암, 변성암의 이름을 알고, 암석의 특징을 관찰할 수 있다.  |        |
|  | E  | 암석을 관찰하여 암석의 특징이 다름을 말할 수 있다.   |        |
| 평가 요소  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 광물을 특성에 따라 분류하기</li> <li>• 암석과 광물의 활용 방안 및 자원으로서 가치에 대한 글쓰기</li> <li>• 암석을 분류하기</li> <li>• 암석의 순환 과정 설명하기</li> </ul>  |   |        |
| 수행 과제  | 광물과 암석 탐구하기  |   |        |
| 평가 유형  | 수행평가 논술형   | 비점  | 20     |
| 논술형 평가 제작 의도 (출제 의도)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 성취기준 [9과09-02]는 조암 광물의 주요 특성을 관찰하여 조암 광물을 구분해 보고, 암석과 광물의 활용 방안 및 자원으로서 가치를 조사해 보는 것이고, 성취기준 [9과09-03]은 화성암, 퇴적암, 변성암의 특징을 관찰하여 암석을 생성 과정에 따라 분류하고, 암석의 순환 과정을 설명해 보는 것이다.</li> <li>• 문항 1은 성취수준 A~B를 고려하여 출제한 것으로, 광물을 특성에 따라 분류할 수 있는지 확인해 보고 암석과 광물의 활용 방안 및 자원으로서 가치에 대한 글을 쓸 수 있도록 설계하였다. 평가를 하기 전에 수업 활동으로 우리 주변에 있는 다양한 광물과 암석들을 관찰해 보는 활동을 하고, 암석과 광물의 활용 방안에 대한 조사 및 자원으로서 가치에 대해 토의하는 시간을 충분히 갖도록 한다.</li> <li>• 문항 2는 성취수준 A를 고려하여 출제한 것으로, 제주도 지질 여행 관광 상품 안내서라는 예시 자료를 주고 자료에 나타난 암석의 종류 및 순환 과정을 찾아 판단 근거를 들어 설명할 수 있는지 평가하고자 하였다.</li> </ul> |   |        |

## 2 수업 계획 및 흐름도

|                 | 1-2차시                          | 3차시  | 4차시                            | 5차시   | 6차시                        |
|-----------------|--------------------------------|--|--------------------------------|---|----------------------------|
| 수업 흐름도          | 〈탐구활동〉<br>광물의 특성 관찰            | 〈탐구활동〉<br>암석과 광물의 활용<br>방안 및 자원으로서<br>가치 조사 및 토의 | 〈모둠활동〉<br>종류별 암석의 특징<br>관찰     | 〈탐구활동〉<br>생성 과정에 따른<br>암석의 분류,<br>암석의 순환 과정 | 논술형 평가                     |
| 평가 방법           | 진단평가                           | 동료평가   | 동료평가                           | 동료평가<br>형성평가                                | 〈논술형 평가〉<br>광물과 암석<br>탐구하기 |
| 수업-평가<br>연계 주안점 | 도구를 활용하여<br>광물의 다양한 특성<br>관찰하기 | 암석과 광물의 활용<br>방안 및 자원으로서<br>가치 조사하고<br>토의하기      | 도구를 활용하여<br>암석의 다양한 특성<br>관찰하기 | 논술형 문항<br>안내하기                              | 학습한 내용을<br>바탕으로 문제<br>해결하기 |

## 3 평가 문항

### 문항 정보

| 문항  | 교과 역량                    | 성취기준   | 평가 요소                              |
|-----|--------------------------|--|------------------------------------|
| 1-1 | 과학적 탐구역량,<br>과학적 문제해결 능력 | [9과09-02] 조암 광물의 주요 특성을 관찰하고, 암석과 광물의 활용 방안 및 자원으로서 가치에 대해 조사할 수 있다. | • 광물을 특성에 따라 분류하기                  |
| 1-2 |                          |  | • 암석과 광물의 활용 방안 및 자원으로서 가치에 대한 글쓰기 |
| 2-1 |                          | [9과09-03] 지각을 이루는 암석을 생성 과정에 따라 분류하고, 암석의 순환 과정을 설명할 수 있다.           | • 암석을 분류하기                         |
| 2-2 |                          |  | • 암석의 순환 과정 설명하기                   |

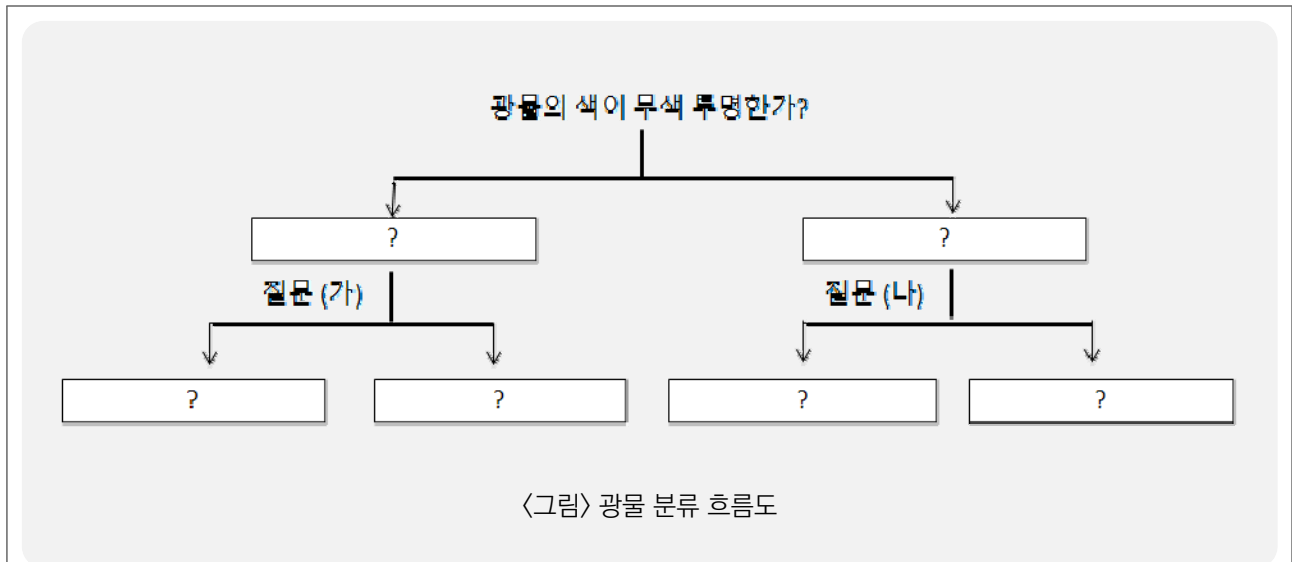
### 평가 문항

#### 1 다음 광물에 관한 자료를 보고 물음에 답하시오. [총 10점]

1-1. 표는 몇 가지 광물의 특징을 나타낸 것이고, 그림은 표를 바탕으로 이 광물들을 분류하기 위한 흐름도이다.

| 구분  | 색     | 조흔색 | 염산 반응 | 자성 |
|-----|-------|-----|-------|----|
| 석영  | 무색 투명 | 흰색  | ×     | ×  |
| 자철석 | 검은색   | 검은색 | ×     | ○  |
| 방해석 | 무색 투명 | 흰색  | ○     | ×  |
| 황동석 | 노란색   | 녹흑색 | ×     | ×  |
| 황철석 | 노란색   | 검은색 | ×     | ×  |

〈표〉 몇 가지 광물의 특징



<표>를 참고하여 <조건>에 맞게 <그림>의 질문 (가), (나) 및 빈 칸(□?)을 채워 광물 분류 흐름도를 완성하십시오. [6점]

<조건>

- 질문 (가), (나)는 질문 형식으로 제시할 것
- 질문 (나)의 분류기준은 한 가지만 제시할 것

1-2. 다음은 '석영'을 검색하여 얻은 자료 중 일부이다. 자료를 읽고 물음에 답하십시오.

(가) 유리와 도자기의 원료가 되는 석영, 이 석영 중에서 투명한 부분을 수정이라 부르는데 수정은 그 빛깔에 따라 다시 자수정, 황수정, 장미수정, 연수정이라는 이름이 붙는다. 그중에서 보석으로서의 가치를 가장 많이 인정받고 있는 것은 단연 보랏빛 자수정이다.

[출처: 영남일보, 최우현의 보석 이야기(2016.3.2.)]

(나) 반도체와 태양광 산업에 필수적인 고순도 석영 광산 두 곳이 미국에서 허리케인 헐린 상륙에 작업을 중단했다고 블룸버그 통신이 1일(현지시간) 보도했다. 두 곳 모두 노스캐롤라이나주에 있는 광산으로, 전 세계 고순도 석영 생산량의 80%가 이곳에서 나온다. 광산을 보유한 업체들은 지난달 26일부터 작업을 중단한 상태. BNEF의 애널리스트는 “고순도 석영 생산량은 연간 약 2만 톤에 불과하다”며 “이는 태양광과 반도체 사업 모두에 중요하고, 공급이 장기간 중단되면 합성 대체품 채택이 가속할 수 있다”고 분석했다.

[출처: 이투데이, 반도체 필수 원자재 석영, 허리케인 탓 미국서 채굴 중단(2024.10.2.)]

(다) 우리의 삶 어디에서나 볼 수 있는 유리를 만드는 데 쓰이는 것이 바로 석영이다. 유리의 주성분은 이산화규소이며 여기에는 석영이나 규사가 사용된다. 여기에 붕사·석회석·탄산 나트륨 등을 가하여 녹기 쉽도록 하기도 하고, 강도나 내약품성을 높이기 위해 산화 알루미늄·탄산 바륨·탄산 칼륨을 가하기도 하며, 굴절률을 높이기 위해 산화 납 등을 가하기도 한다. 석영 유리는 용융하는 데 2,000℃ 정도의 고온이 필요하며 제조나 가공을 하는 데 특수한 기술을 사용하므로 매우 고가이다. 따라서 이화학용 유리, 자외선 분광용 프리즘 등 특수한 용도로만 사용된다.

[출처: 한국광물자원공사 블로그, 지구상에서 가장 많은 광물 2위, 석영의 모든 것!(2013.10.8.)]

만일 석영 광물이 고갈된다면 우리 생활에서 어떤 일들이 벌어지게 될지 상상하여 <조건>에 따라 글을 작성하십시오. [4점]

<조건>

- 석영이 활용되는 사례가 드러나도록 할 것
- 석영의 자원으로서 가치가 드러나도록 할 것

떠나자! 제주도로!  
지질여행 안내

8:00 아침 식사

9:00 성산 일출봉

푸른 바다 사이에 우뚝 솟은 성채와 같은 모양, 봉우리 정상에 있는 거대한 사발 모양의 분화구, 그리고 그 위에서 맞이하는 일출의 장관 때문에 성산일출봉은 많은 사람들의 감흥과 탄성을 자아냅니다! 뜨거운 마그마가 지표를 향해 올라오던 중 바닷물을 만난다면 어떤 일이 벌어질까요? 마그마나 용암은 급히 식고 물은 끓게 되는데, 이런 냉각과 가열 반응은 매우 격렬하게 일어나 큰 폭발을 일으키게 됩니다. 이것이 바로 성산 일출봉을 만든 화산 활동에 해당합니다. 이후 마그마나 용암이 물에 의해 급격히 냉각되며 산산이 부스러져 분출한 화산재가 쌓여 소규모 화산체를 만들었습니다. 화산재가 분화구 근처에 겹겹이 쌓여 만들어진 층리는 일출봉에서 가장 쉽게 관찰할 수 있는 구조입니다.

11:00 삼양 해변

삼양해변은 검은 모래해변으로 유명합니다. 내륙으로 오목하게 들어간 해안지형을 따라 검은 모래사장이 넓게 펼쳐져 있습니다. 검은 모래가 많은 이유는 일까요? 해안 주변에 분포하는 현무암이 오랜 기간 파도의 침식작용에 의해 만들어진 것들과 일부는 하천을 통해 운반되어 온 것들로 이루어져 있다고 합니다.

12:00 점심 식사

....

[출처: 네이버 지식백과, '제주도 지질 여행']

2-1. 안내문을 토대로 성산 일출봉에서 관찰할 수 있을 것으로 예상되는 암석의 종류를 모두 쓰고, 그렇게 판단한 근거를 안내문에서 찾아 언급하여 설명하시오. [5점]

2-2. 삼양 해변에서 일어나는 암석의 순환 과정을 <조건>에 맞게 설명하시오. [5점]

————— <조건> —————

- 암석의 종류를 화성암, 변성암, 퇴적암 중에서 두 가지 이상 선택하여 언급할 것
- 암석의 순환 과정을 다음의 제시어 중에서 두 가지 이상 선택하여 작성할 것
  - 풍화·침식, 다져지고 굳어짐, 열과 압력, 용융, 냉각



### 채점기준표

| 문항  | 평가 요소                            |          | 최도/배점  | 수행 수준(채점기준)  |
|-----|----------------------------------|----------|--|--|
| 1-1 | 광물의 특성에 따라 분류하기                  | 분류기준 (가) | 3  | 광물의 특성을 분석하여 분류 기준 (가)를 제시하고 분류 기준에 맞게 광물을 모두 제시한 경우 |
|     |                                  |          | 2  | 광물의 특성을 분석하여 분류 기준 (가)를 제시하고 분류 기준에 맞게 광물을 일부 제시한 경우 |
|     |                                  |          | 1  | 광물의 특성을 분석하여 분류 기준 (가)를 제시하였으나 분류가 올바르지 못한 경우        |
|     |                                  | 분류기준 (나) | 3  | 광물의 특성을 분석하여 분류 기준 (나)를 제시하고 분에 맞게 광물을 모두 제시한 경우     |
|     |                                  |          | 2  | 광물의 특성을 분석하여 분류 기준 (나)를 제시하고 분류 기준에 맞게 광물을 일부 제시한 경우 |
|     |                                  |          | 1  | 광물의 특성을 분석하여 분류 기준 (나)를 제시하였으나 분류가 올바르지 못한 경우        |
| 1-2 | 암석과 광물의 활용 방안 및 자원으로서 가치에 대한 글쓰기 | 4        | 석영이 활용되는 사례가 구체적으로 제시되었으며 석영의 자원으로서 가치가 풍부하게 드러난 경우                        |  |
|     |                                  | 3        | 석영이 활용되는 사례가 구체적으로 제시되었으며 석영의 자원으로서 가치가 드러난 경우                             |  |
|     |                                  | 2        | 석영이 활용되는 사례가 제시되었으며 석영의 자원으로서 가치를 간략하게 제시한 경우                              |  |
|     |                                  | 1        | 석영이 활용되는 사례 및 석영의 자원으로서 가치를 적절하게 제시하지 못한 경우                                |  |
| 2-1 | 암석을 분류하기                         | 5        | 암석의 종류를 모두 명확하게 언급하였으며, 판단한 근거를 안내문의 설명을 활용하여 구체적으로 제시한 경우                 |  |
|     |                                  | 4        | 암석의 종류를 모두 명확하게 언급하였으며, 판단한 근거를 안내문의 설명을 활용하여 제시한 경우                       |  |
|     |                                  | 3        | 암석의 종류를 한 가지 언급하였으며, 판단한 근거를 안내문의 설명을 활용하여 제시한 경우                          |  |
|     |                                  | 2        | 암석의 종류를 한 가지 언급하였으며, 판단한 근거를 단편적으로 제시한 경우                                  |  |
|     |                                  | 1        | 암석의 종류 및 판단 근거를 적절하게 제시하지 못한 경우  |  |
| 2-2 | 암석의 순환 과정 설명하기                   | 5        | 삼양 해변에서 일어나는 암석의 순환 과정을 암석의 종류 두 가지 이상, 순환 과정 용어 두 가지 이상 포함하여 구체적으로 설명한 경우 |  |
|     |                                  | 4        | 삼양 해변에서 일어나는 암석의 순환 과정을 암석의 종류, 순환 과정 용어를 포함하여 설명한 경우                      |  |
|     |                                  | 3        | 삼양 해변에서 일어나는 암석의 순환 과정을 암석의 종류 또는 순환 과정 용어를 포함하여 간단하게 설명한 경우               |  |
|     |                                  | 2        | 삼양 해변에서 일어나는 암석의 순환 과정을 암석의 종류 또는 순환 과정 용어만을 언급하여 설명한 경우                   |  |
|     |                                  | 1        | 삼양 해변에서 일어나는 암석의 순환 과정을 올바르게 설명하지 못한 경우                                    |  |



### 채점 시 유의점

- 하위 수준으로 갈수록 탐색의 적극성, 구체적 표현 및 체계적 분석, 근거의 풍부성과 타당성의 수준이 낮아지는 것을 고려해야 함.
- 광물과 암석에 대한 개념을 정확히 인식하고 설명하는 전달력이 높은 수준의 글과 자신이 들었던 개념을 단편적으로 연결하여 작성한 짧은 글의 수준을 구별하여 평가해야 함.
- 다양한 답안이 나올 수 있으므로 오류가 없는지, 주어진 자료를 토대로 근거를 들어 설명하였는지, 조건에 맞게 답안을 작성하였는지 염두에 두고 채점해야 함.



## 예시답안

| 문항  | 예시답안   |
|-----|--|
| 1-1 | <p>‘광물의 색이 무색 투명한가?’의 ‘예’에 해당하는 광물은 석영, 방해석이 들어갈 수 있다. 이 둘은 염산 반응에 대한 특징만 다르고 나머지 성질이 거의 비슷하다. 따라서 질문 (가)에 해당하는 분류기준은 ‘염산에 반응하는가?’로 적을 수 있다. ‘예’에 해당하는 것은 방해석, ‘아니오’에 해당하는 것은 석영으로 분류할 수 있다.</p> <p>‘광물의 색이 무색 투명한가?’의 ‘아니오’에 해당하는 광물은 자철석, 황동석, 황철석이 들어갈 수 있다. 이들은 색, 조흔색, 자성이 각각 다르다. 따라서 질문 (나)에 해당하는 분류기준은 다음의 세 가지가 들어갈 수 있다. (세 가지 중 한 가지를 적으면 정답으로 인정)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ‘검은색을 띠는가?’를 (나)의 기준으로 고른다면, ‘예’에 해당하는 광물은 자철석, ‘아니오’에 해당하는 광물은 황동석, 황철석으로 분류할 수 있다.</li> <li>• ‘조흔색이 검은색인가?’를 (나)의 기준으로 고른다면, ‘예’에 해당하는 광물은 자철석, 황철석, ‘아니오’에 해당하는 광물은 황동석으로 분류할 수 있다.</li> <li>• ‘자성이 있는가?’를 (나)의 기준으로 고른 경우, ‘있다’에 해당하는 광물은 자철석, ‘없다’에 해당하는 광물은 황동석, 황철석으로 분류할 수 있다.</li> </ul> |
| 1-2 | <p>석영은 유리와 도자기의 원료가 되며 보석으로서의 가치를 인정받고 있다. 반도체의 원료로 사용되어 첨단 산업이 발전하는 데 영향을 주며, 태양광 발전의 원료로도 사용되어 신재생 에너지 생산에도 영향을 줄 수 있다. 이렇게 다양한 분야에서 사용되는 석영이 고갈된다면 유리, 도자기, 보석, 반도체 등 제조업체들이 원료를 확보하기 어려워져 생산이 잘 되지 않으므로 우리 생활에 불편을 줄 수 있다. 생산 비용이 증가하게 되면 경제적으로 물가 상승을 가져올 수 있으며, 대부분의 첨단 산업에 사용되는 반도체 생산이 원활하지 않다면 기술 발전이 늦어질 수 있다. 또한 신재생 에너지 생산 및 발전에도 문제가 발생하게 된다.</p>   |
| 2-1 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 퇴적암: 성산 일출봉에서 과거에 화산 활동이 일어나면서 뜨거운 마그마가 지표로 향해 올라오던 중 바닷물을 만나 급격히 냉각되며 산산이 부스러져 분출한 화산재가 쌓여 소규모 화산체를 만들었다. 화산재가 쌓여 만들어졌으므로 퇴적암에 해당한다.</li> <li>• 화성암: 성산 일출봉에서 마그마와 물이 만나 격렬한 폭발이 일어났으며, 지표로 분출한 마그마가 급격히 식으면서 화산암을 생성했을 것이다.</li> </ul>  |
| 2-2 | <p>제주도는 화산 지형이므로 마그마가 냉각되어 굳어진 화성암(화산암)이 곳곳에 분포한다. 해안 주변에 분포하는 현무암이 오랜 기간 풍화·침식 작용을 겪으면서 다양한 모양의 암석이 되었고, 부서지고 깎여 나온 작은 조각들은 퇴적물을 이루게 된다. 퇴적물이 오랜시간 쌓여 다져지고 굳어지는 과정을 겪게 되면 퇴적암이 될 수 있다.</p>  |



## 피드백 시 유의점

- 성취기준을 확인하고, 내용과 문항의 난이도, 성취수준 부합 정도를 고려한다.
- 광물의 특성 및 분류, 암석과 광물의 활용 방안 및 자원으로써 가치, 암석의 분류 및 순환 과정에 대해 학습한 내용이 평가 문항에 어떻게 적용되었는지 설명하고 자료에 나타난 판단 근거를 피드백한다.
- 해당 학생이 가진 오개념은 없는지, 용어를 잘못 사용한 경우는 없는지 고려하여 피드백한다.

### 1 평가 개요

|   |   |  |            |  |
|---|---|--|------------|--|
| 학교급   | 중학교   | 학년   | 3학년        |  |
| 과목명   | 과학  | 영역   | 수권과 해수의 순환 |  |
| 성취기준  |   | 성취기준별 성취수준   |            |  |
| [9과18-02] 해수의 수온과 염분의 분포 및 변화를 해석하여 해수의 특성을 설명할 수 있다. | A   | 디지털 탐구 도구를 이용한 해수의 연직 수온 분포 실험을 통해 해수의 수온 분포 및 변화를 이해하고, 염분의 분포에 영향을 주는 요인을 설명하며, 실시간 데이터를 활용하여 우리나라 주변의 해양 정보를 수집하고 분석할 수 있다. |            |  |
|   | B   | 디지털 탐구 도구를 이용한 해수의 연직 수온 분포 실험을 통해 해수의 수온 분포 및 변화를 이해하고, 실시간 데이터를 활용하여 우리나라 주변의 해양 정보를 수집하여 염분의 분포를 설명할 수 있다.                  |            |  |
|   | C   | 해수의 연직 수온 분포 그래프를 해석하고, 염분의 의미와 염류의 종류를 설명하며, 실시간 데이터를 활용하여 우리나라 주변의 해양 정보를 수집할 수 있다.  |            |  |
|   | D   | 해수의 연직 구조와 염분의 의미를 이해할 수 있고, 우리나라 주변의 실시간 해양 정보에 관심을 가진다.  |            |  |
|   | E   | 해수의 깊이에 따라 수온이 변함을 말할 수 있고, 우리나라 실시간 해양 정보에 관심을 가진다.   |            |  |
| 평가 요소   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 염류와 염분의 차이 설명하기</li> <li>• 염분의 분포로 해수의 특성을 추론하기</li> <li>• 해양 정보를 활용하여 염분 분포 및 변화를 설명하기</li> </ul>   |  |            |  |
| 수행 과제   | 염분비 일정 법칙 탐구하기  |  |            |  |
| 평가 유형   | 수행평가<br>논술형   | 배점   | 20         |  |
| 논술형 평가 제작 의도 (출제 의도)                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 성취기준에 따라 3개의 평가 요소를 추출하여 문항 3개를 구성하였다. 평가 요소 1은 염류와 염분의 용어를 구분하는 것이기에 문항 1을 구성하였다. 평가 요소 2, 3은 해양 정보를 활용하여 염분 분포와 요인 관계를 분석 설명하도록 문항 2와 3을 구성하였다.</li> <li>• 문항 1은 성취수준 B에 학생들이 도달하기를 목표로 삼고 출제하였다. 해수의 염분과 염류의 개념을 알고 염분의 분포 및 해양 정보를 활용하여 해수의 특성을 추론하는 데 있다. 문항 1-1은 성취수준 D를 고려한 것으로 자료를 해석하고 설명할 때 주요한 용어의 차이를 알고 사용하여야 하기에 과학 개념 이해와 적용하는 데 초점이 있다. 문항 1-2는 성취수준 B를 고려한 문항이다.</li> <li>• 문항 2는 성취수준 B와 A에 학생들이 도달하는 것을 목표를 삼았다. 염분에 미치는 요소를 알고 이를 활용하여 데이터를 해석하고 기상 변화에 따른 염분 변화를 예측하는 데 초점이 있다. 즉, 실시간 데이터를 활용하여 우리나라 주변의 해양정보를 수집하고 분석하는 성취수준 A를 고려한 문항으로 출제될 수 있다.</li> </ul> |  |            |  |

## 2 수업 계획 및 흐름도

|              | 1-2차시                           | 3차시                                  | 4차시                              | 5차시       |
|--------------|---------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|-----------|
| 수업 흐름도       | 염분과 염류의 개념                      | 염분비 일정의 법칙                           | 해양 정보를 활용하여 염분 분포와 요인 관계 설명하기    | 논술형 평가    |
| 평가 방법        | 진단 평가                           | 형성 평가                                | 형성 평가                            | 논술형 평가    |
| 수업-평가 연계 주안점 | 성취 수준을 수행하기 위한 염분과 염류 구분하여 설명하기 | 데이터를 이용하여 염분비 일정법칙을 설명하고, 염류의 양 예측하기 | 데이터를 분석하여 염분에 영향을 주는 요인과 결과 설명하기 | 논술형 평가 실시 |

## 3 평가 문항

### 문항 정보

| 문항 | 교과 역량                    | 성취기준  | 평가 요소   |
|----|--------------------------|---|---|
| 1  | 과학적 탐구역량,<br>과학적 문제해결 능력 | [9과18-02] 해수의 수온과 염분의 분포 및 변화를 해석하여 해수의 특성을 설명할 수 있다. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 염류과 염분의 차이 설명하기</li> <li>• 염분의 분포로 해수의 특성을 추론하기</li> <li>• 해양 정보를 활용하여 염분 분포 및 변화를 설명하기</li> </ul> |
| 2  |                          |   |   |

## 평가 문항

### 1 다음 자료를 보고 물음에 답하시오. [총 8점]

표는 서로 다른 해역의 해수 (가)~(다)의 1000 g에 녹아 있는 평균 염류의 양을 나타낸 것이다. 물음에 답하시오.

| 구분 (단위 : g) | (가) 해수 | (나) 해수 | (다) 해수 |
|-------------|--------|--------|--------|
| 염화 나트륨      | A      | 23.3   | 25.6   |
| 염화 마그네슘     | 4.4    | 3.3    | 3.6    |
| 황산 마그네슘     | 1.9    | 1.4    | 1.6    |
| 기타          | 2.6    | 2.0    | 2.2    |

#### 1-1. 해수 (나), (다)의 염분을 각각 구하고, (가)~(다)해수를 염분이 높은 순서대로 나열하시오. [3점]

.....

.....

.....

#### 1-2. 해수 (나)의 자료를 이용하여 A의 값을 구할 수 있는 이유를 설명하고, A의 값을 구할 수 있는 계산식을 기술하여 그 값을 옳게 구하시오. [5점]

(단, A의 값은 소수점 둘째 자리에서 반올림하여 소수점 첫째 자리까지 구한다.)

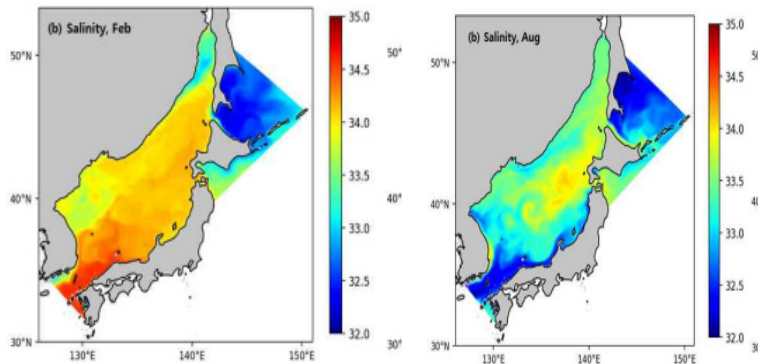
.....

.....

.....

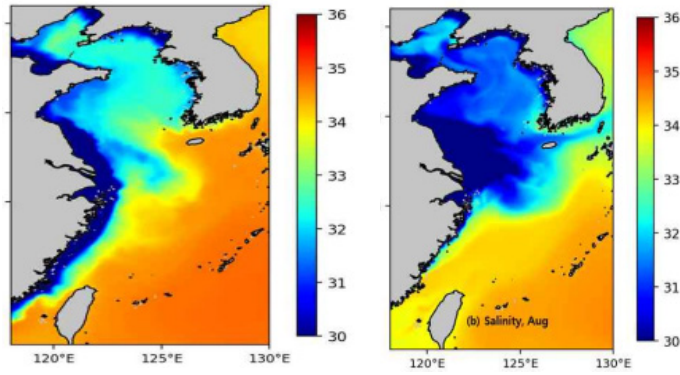
### 2 그림은 계절별(2월, 8월) 동해와 황해의 표층 염분을 나타낸 것이다. 물음에 답하시오. [총 8점]

[출처 : <https://seoul.snu.ac.kr/edu/main.php>]



동해 염분(2월)

동해 염분(8월)



황해 염분(2월)

황해 염분(8월)

2-1. 같은 해역(동해와 황해)에 계절별(2월과 8월) 염분 차이를 서술하고 계절에 따라 염분 차이가 나는 이유를 설명하시오. [4점]

.....

.....

.....

2-2. 같은 계절에 해역별(동해와 황해) 염분 차이를 서술하고 해역별 염분 차이가 나는 이유를 추론하시오. [4점]

.....

.....

3

글을 읽고 2024년도 여름과 겨울의 염분 분포를 예측하고 그렇게 생각한 이유를 서술하시오. [총 4점]

지구온난화에 엘니뇨 겹쳐 더 뜨거울 2024년, 한국에 더 극단적 기후 온다

[출처 :[https://www.businesspost.co.kr/BP?command=article\\_view&num=339323](https://www.businesspost.co.kr/BP?command=article_view&num=339323)]

15일 기상 전문가들의 말을 종합하면 한국은 이례적 겨울 날씨를 겪고 있다. 한반도의 오랜 겨울 기온의 패턴은 삼한사온(三寒四溫)이다. 하지만 올겨울 기온 변화를 놓고는 십한십일온(十寒十一溫)이라는 말이 나온다. 문자 그대로 풀면 열흘 동안 춥고 11일 동안 따뜻하다는 의미지만 과거와 달리 불규칙해진 겨울 기온 변화를 나타내는 말이기도 하다. 지난해 12월 기온 변화를 보면 전국적으로 5~15일에는 따뜻한 날씨가 이어지다 16~25일에는 극단적 한파가 나타났다.

강수량 역시 이번 겨울은 과거 겨울과 다른 모습을 보이고 있다. 서울의 2022~2023년 강수량은 71.8mm였으나 2023년 12월부터 2024년 1월8일까지 88.9mm의 강수량을 기록했다. 이상기후가 잦아지는 추세를 고려하면 한국에서는 봄 이후에도 이례적 기상현상이 나타날 가능성이 크다. 여름 장마철인 6~7월에는 충청권과 경북 일부 지역에 최고 570mm 이상의 기록적 폭우가 내려 장마철 강수량이 예년보다 증가하였다.

.....

.....

.....



## 채점기준표

| 문항  | 평가 요소                        | 척도/<br>배점 | 수행 수준(채점기준)   |
|-----|------------------------------|-----------|---|
| 1-1 | 염류과 염분의 차이 설명하기              | 3         | (나)와 (다)의 염분을 구하고 염분이 높은 순서대로 나열한 경우                              |
|     |                              | 2         | (나)와 (다)의 염분을 일부 구하고, 염분의 차이를 일부 나열한 경우                           |
|     |                              | 1         | (나)와 (다)의 염분을 구하지 못하고, 염분의 차이를 비교하지 못한 경우                         |
| 1-2 | 염분의 분포로 해수의 특성을 추론하기         | 5         | A를 구할 수 있는 이유를 설명하고, A를 도출할 수 있는 계산식을 기술하여 그 값을 바르게 추론한 경우        |
|     |                              | 4         | A를 구할 수 있는 이유를 설명하고, A를 도출할 수 있는 계산식을 기술하였지만, 그 값을 추론하지 못한 경우     |
|     |                              | 3         | A를 구할 수 있는 이유를 설명하고, A를 도출할 수 있는 계산식을 일부 기술하였지만, 그 값을 추론하지 못한 경우  |
|     |                              | 2         | A를 구할 수 있는 이유를 설명하였지만, A를 도출할 수 있는 계산식을 기술하지 못하고 그 값을 추론하지 못한 경우  |
|     |                              | 1         | A를 구할 수 있는 이유를 설명하지 못하고 A를 도출할 수 있는 계산식을 기술하지 못하고 그 값을 추론하지 못한 경우 |
| 2-1 | 해양 정보를 활용하여 염분 분포 및 변화를 설명하기 | 4         | 자료를 해석하여 해역별 염분의 차이를 서술하고 그 이유를 논리적으로 제시한 경우                      |
|     |                              | 3         | 자료를 해석하여 해역별 염분의 차이를 서술하였지만, 그 이유를 논리적으로 제시하지 못한 경우               |
|     |                              | 2         | 자료를 일부 해석하여 해역별 염분의 차이를 부분적으로 서술하였지만, 그 이유를 논리적으로 제시하지 못한 경우      |
|     |                              | 1         | 자료를 해석하지 못하여 해역별 염분의 차이를 서술하지 못하고, 그 이유를 제시하지 못한 경우               |
| 2-2 | 해양 정보를 활용하여 염분 분포 및 변화를 설명하기 | 4         | 자료를 해석하여 계절별 염분의 차이를 추론하고 그 이유를 논리적으로 제시한 경우                      |
|     |                              | 3         | 자료를 해석하여 계절별 염분의 차이를 추론하였지만, 그 이유를 논리적으로 제시하지 못한 경우               |
|     |                              | 2         | 자료를 일부 해석하여 계절별 염분의 차이를 부분적으로 추론하였지만, 그 이유를 논리적으로 제시하지 못한 경우      |
|     |                              | 1         | 자료를 해석하지 못하여 계절별 염분의 차이를 추론하지 못하고, 그 이유를 제시하지 못한 경우               |
| 3   | 해양 정보를 활용하여 염분 분포 및 변화를 설명하기 | 4         | 자료를 해석하여 계절별 염분의 차이를 추론하고 그 이유를 논리적으로 제시한 경우                      |
|     |                              | 3         | 자료를 해석하여 계절별 염분의 차이를 추론하였지만, 그 이유를 논리적으로 제시하지 못한 경우               |
|     |                              | 2         | 자료를 일부 해석하여 계절별 염분의 차이를 부분적으로 추론하였지만, 그 이유를 논리적으로 제시하지 못한 경우      |
|     |                              | 1         | 자료를 해석하지 못하여 계절별 염분의 차이를 추론하지 못하고, 그 이유를 제시하지 못한 경우               |



### 채점 시 유의점

- 하위 수준으로 갈수록 탐색의 적극성, 구체적 표현 및 체계적 분석, 근거의 풍부성과 타당성의 수준이 낮아지는 것을 고려해야 함.
- 1(2)의 경우 다양한 방법으로 식이 제시될 수 있기에 논리적으로 서술하였는지에 초점을 맞추어 채점해야 함.
- 다양한 답안이 나올 수 있으므로 오류가 없는지, 조건에 맞게 답안을 작성하였는지 염두에 두고 채점해야 함.



### 예시답안

| 문항  | 예시답안   |
|-----|--|
| 1-1 | (나)의 염분 : 30 psu<br>(다)의 염분 : 33 psu<br>염분이 높은 순서 : (가)-(다)-(나)  |
| 1-2 | 해수 (나)의 염화 나트륨의 비율은 77.67% 이다. 염분비 일정 법칙에 따라 해수(가)의 염화 나트륨(A)의 비율도 77.67% 이다.<br>따라서 $\frac{A}{A + 4.4 + 1.9 + 2.6} \times 100 = 77.67$ 이기에 A의 값은 30.96g 이다. |
| 2-1 | 동해는 2월이 8월보다 염분이 높다. 황해는 2월이 8월보다 염분이 높다. 따라서 해역에 상관없이 여름인 8월이 염분이 낮게 나타나고 여름에 강수량이 집중되어 있기 때문이다.  |
| 2-2 | 여름과 겨울 모두 황해의 염분이 동해보다 낮다. 황해는 동해와 달리 큰 강이 발달되어 담수의 유입이 동해보다 많기에 황해의 염분이 낮다.   |
| 3   | 이상 기온의 여파로 불규칙한 날씨 변화가 있다. 겨울의 강수량이 증가하였으며 장마철을 비롯한 여름 강수량도 증가할 것을 예상된다. 그러므로 겨울과 여름 모두 강수량 증가로 인한 담수가 유입하였기에 염분이 낮아졌을 것으로 생각한다.                             |



### 피드백 시 유의점

- 성취기준을 확인하고, 내용과 문항의 난이도, 성취수준 부합 정도를 고려한다.
- 해당 학생의 수준보다 높은 수준으로 응답한 결과를 확인하여 그와 함께 피드백한다.
- 평소 수업 시간에 학생을 관찰한 내용을 고려하여 피드백한다.
- 해당 학생이 가진 오개념은 없는지, 용어를 잘못 사용한 경우는 없는지 고려하여 피드백한다.

### 1 평가 개요

|   |   |      |  |
|---|---|------|--|
| 학교급   | 고등학교  | 학년   | 2학년  |
| 과목명   | 지구과학 I  | 영역   | 대기와 해양의 상호 작용  |
| 성취기준  |   | 평가기준 |  |
| [12지과 I 04-04] 기후 변화의 원인을 자연적 요인과 인위적 요인으로 구분하여 설명하고, 인간 활동에 의한 기후 변화의 환경적, 사회적 및 경제적 영향과 기후 변화 문제를 과학적으로 해결하는 방법에 대해 토의할 수 있다. |   | 상    | 기후를 변화시키는 요인을 자연적 요인과 인위적 요인으로 구분하여 설명하고, 인위적 요인에 의한 기후 변화가 미치는 영향을 조사하고, 기후 변화 문제를 과학적으로 해결하기 위한 방법을 토의하여 제시할 수 있다. |
|   |   | 중    | 인위적 요인에 의한 기후 변화가 미치는 영향을 조사하고, 기후 변화 문제를 과학적으로 해결하기 위한 방법을 토의하여 제시할 수 있다.   |
|   |   | 하    | 기후를 변화시키는 요인을 자연적 요인과 인위적 요인으로 구분할 수 있다.   |
| 최소 능력의 수행 특성  | <ul style="list-style-type: none"> <li>기후를 변화시키는 요인을 자연적 요인과 인위적 요인으로 구분할 수 있다.</li> </ul>  |      |  |
| 평가 요소   | <ul style="list-style-type: none"> <li>인간 활동에 의한 지구 온도 변화 예측 및 원인 분석하기</li> <li>지구 온난화로 인한 영향 서술하기</li> <li>기후 변화 문제를 과학적으로 해결하는 방법에 대한 논증적 글쓰기</li> </ul>  |      |  |
| 수행 과제   | 기후 변화 경향 분석 및 사회적 쟁점 탐색   |      |  |
| 평가 유형   | 수행평가 논술형  | 배점   | 20   |
| 논술형 평가 제작 의도 (출제 의도)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>문항 1은 성취기준 [12지과 I 04-04]와 관련하여 기후 변화 자료를 분석하고 인간 활동에 의한 기후 변화 경향을 파악한 후, 이를 통해 기후 변화의 원인 중 인위적 요인에 의한 변화임을 분석하도록 설계하였다. 또한, 인간 활동에 의한 기후 변화 사례인 지구 온난화로 인한 영향을 서술하도록 하였다.</li> <li>문항 2는 성취기준 [12지과 I 04-04]와 관련하여 기후 변화 문제를 과학적으로 해결하는 방법 중 사회적으로 쟁점이 되는 '지구 공학'에 대해 찬성 또는 반대를 정한 후 주장에 대한 이유 및 근거, 예상 반론, 반박을 포함한 논증적인 글을 쓰도록 설계하였다.</li> <li>문항은 평가기준 '중' 수준의 학생을 고려하여 설계하였다. 최소 능력의 판별을 위하여 기후 변화 자료 분석, 문제 해결 방법에 대해 모둠 활동을 통해 충분히 탐구하도록 안내한다. 또한, 기후 변화 해결 방법 관련 사회적 쟁점에 대해 논증적 글쓰기 방법을 익힐 수 있도록 사전에 다른 주제로 글을 작성하는 경험을 제공하고, 토의를 통해 쟁점 관련 정보를 충분히 이해한 후 자기 입장을 정하여 글쓰기 활동이 이루어지도록 지도한다.</li> </ul> |      |  |

## 2 수업 계획 및 흐름도

|              | 1차시                                 | 2차시                              | 3차시 - 5차시                                 | 6차시              |
|--------------|-------------------------------------|----------------------------------|---|------------------|
| 수업 흐름도       | 기후 변화 자료 분석, 기후 변화로 인한 영향 조사 및 발표하기 | 기후 변화 문제를 해결하는 과학적인 방법 조사 및 발표하기 | 기후 변화 해결 방법 관련 사회적 쟁점 탐색 '지구 공학'에 대한 토론하기 | 수행평가             |
| 평가 방법        | 동료평가                                | 동료평가                             | 자기 성찰 및 동료 평가                             | 논술형 평가           |
| 수업-평가 연계 주안점 | 기후 변화 자료 조사 및 분석하며 동료 평가 진행하기       | 모둠 내에서의 참여도에 대해 동료평가 진행하기        | 소그룹 토론 후 자료 추가 조사 및 보완하여 전체 토론하기          | 수행평가 논술형 평가 시행하기 |

## 3 평가 문항

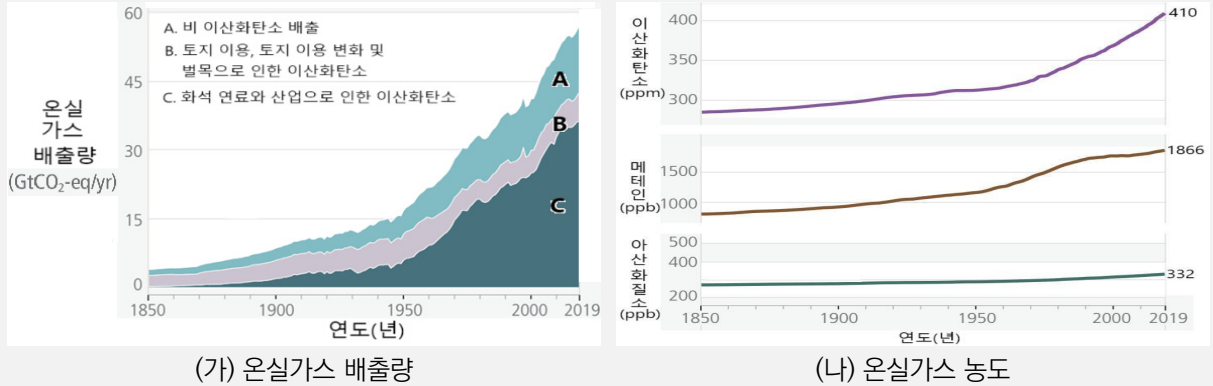
### 🔍 문항 정보

| 문항  | 교과 역량                 | 성취기준  | 평가 요소                                 |
|-----|-----------------------|---|---------------------------------------|
| 1-1 | 과학적 탐구역량, 과학적 문제해결 능력 | [12지과 I 04-04] 기후 변화의 원인을 자연적 요인과 인위적 요인으로 구분하여 설명하고, 인간 활동에 의한 기후 변화의 환경적, 사회적 및 경제적 영향과 기후 변화 문제를 과학적으로 해결하는 방법에 대해 토의할 수 있다. | • 인간 활동에 의한 지구 온도 변화 예측 및 원인 분석하기     |
| 1-2 | 과학적 문제해결 능력           |   | • 지구 온난화로 인한 영향 서술하기                  |
| 2   | 과학적 탐구역량, 과학적 의사결정 능력 |   | • 기후 변화 문제를 과학적으로 해결하는 방법에 대한 논증적 글쓰기 |

1 다음은 IPCC(정부간 기후변화 협의체)가 제시한 기후변화 보고서의 일부이다. 물음에 답하시오. [총 8점]

자료

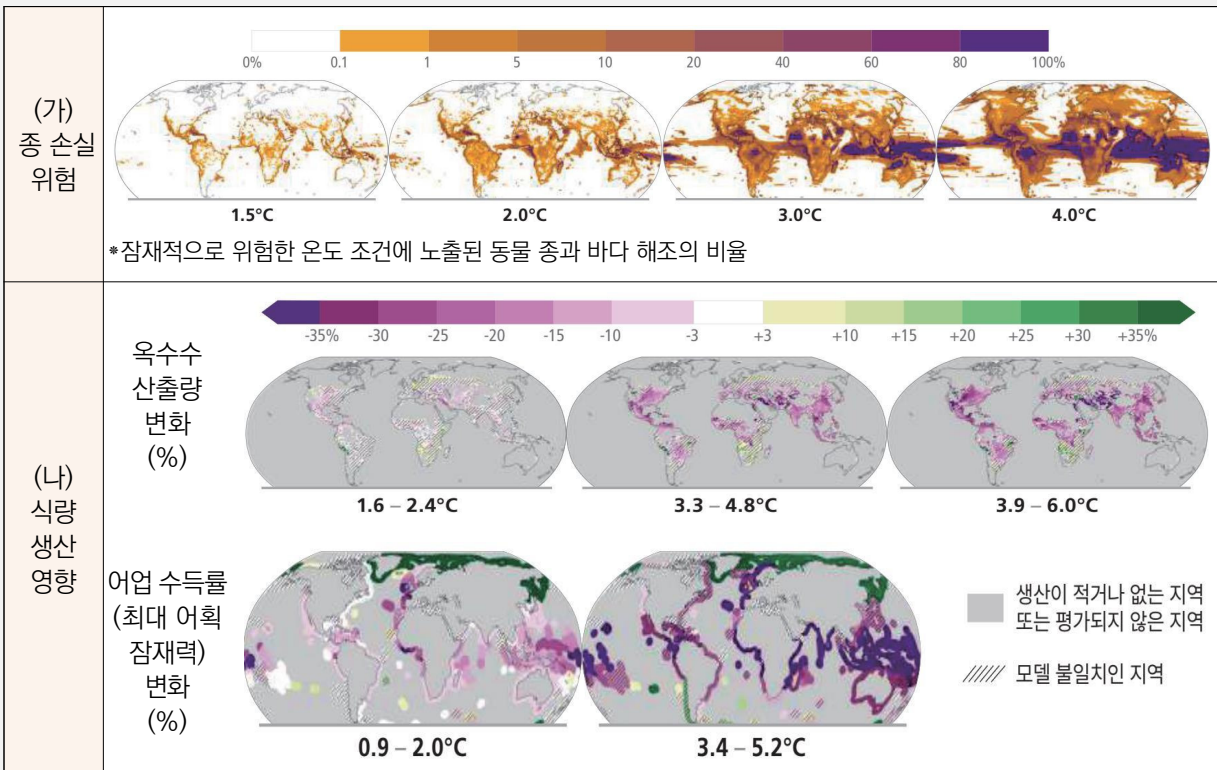
<자료 1> 1850년부터 2019년까지의 온실가스 배출량 및 농도



[출처: IPCC 제6차 평가보고서]

자료

<자료 2> 기후 변화로 인한 영향



[출처: IPCC 제6차 평가보고서]

1-1. <자료 1>을 참고하여 예상되는 지구의 기온 변화 경향을 서술하고, 그렇게 판단한 이유를 <조건>에 맞게 서술하시오. [5점]

<조건>

- 온실가스가 파장(가시광선과 적외선)에 따라 복사 에너지를 주로 흡수(또는 통과)하는지 판단할 것
- 복사 평형 상태에 있는 지구의 열수지 그림에서 A, B의 변화 경향을 포함할 것

<복사 평형 상태에 있는 지구의 열수지>

기온 변화 경향:

이유:

1-2. 지구 온난화로 인한 영향을 <자료 2>의 제시문 (가), (나)와 관련지어 각각 서술하시오. [3점]

|              |  |
|--------------|--|
| (1) 종 손실 위험  |  |
| (2) 식량 생산 영향 |  |

**2 자료를 참고해 물음에 답하시오. [총 12점]**

**제시문 (가)**

**2011년 남아프리카 공화국 더반(Durban)에서 무슨 일이?**

**사회자** 친애하는 각국의 환경 장관 여러분, 2주간 진행된 회의도 이제 막바지에 이르고 있습니다. 지난 16차 회의에서 우리는 개발도상국들이 기후 변화에 적응할 수 있도록 선진국이 10년간, 매년 1,000억 달러씩 기금(녹색 기후 기금)을 모으기로 합의하는 데 성공했습니다. 이제 이 재원을 어떻게 마련할지 합의해야 합니다. 더불어 2012년에 종결할 교토 의정서의 연장 문제를 구체화해야 합니다. 각국의 온실가스 배출량 감축 목표를 설정해 주세요.

**A국** 교토 의정서의 연장을 찬성하는 바입니다. 산업화 과정에서 온실가스를 발생시킨 선진국이 기후 변화에도 책임을 져야 하는 건 당연하지 않습니까? 그동안 천연자원을 이용해 눈부신 성장을 이룬 선진국들이 뚜렷한 감축 목표를 갖고 지구온난화도 책임지는 모습을 보여야 할 때라고 생각합니다.

**B국** A국은 2007년에 세계 제1의 온실가스 배출국이 됐습니다. 이미 개발도상국의 온실가스 배출도 선진국 수준에 육박하고 있다는 말입니다. 개도국은 자국의 상황에 맞게 감축 계획을 수립할 여유가 있다고 선진국에게만 너무 큰 부담을 주는 거 아닙니까?

**C국** 게다가 D국은 경제 발전에 방해가 된다며 2001년에 교토 의정서를 탈퇴했습니다. A국과 D국이 배출 의무 대상에 들어간다면 우리도 적극적으로 합의하겠습니다. 이 두 곳이 빠졌는데 우리만 교토 의정서 의무를 수행한다는 것은 불공정합니다.

**D국** 우리도 새 정부는 그린 에너지에 800억 달러를 투자하고 향후 10년간 1,500억 달러를 관련 연구에 투입한다는 목표를 갖고 있습니다. 또 2020년까지 온실가스 배출량을 현 수준에서 16~17% 정도 감축해 1990년 수준으로 줄일 거라고 하지 않았습니까?

**B국** 하지만 기온 상승폭을 2°C 이내로 묶으려면 25~40%까지 감축해야 합니다. 그러나 그것만으로는 부족합니다. 2009년 이산화 탄소 배출량은 사상 최대치를 기록했어요. 2001년부터 2010년 세계 평균기온은 역사상 가장 높았습니다. 이렇게 자기 입장만 고집할 때가 아닙니다.

**D국** 현실적으로 우리의 경제와 생활을 포기하면서까지 감축할 수는 없어요. 지금까지 우리가 제기한 감축 목표로 간다 해도 2100년쯤에는 평균기온이 3.9°C나 올라갑니다. 한계를 인정하고 다른 대안을 찾아보는 건 어떨까요? 예를 들어 지구 공학 말입니다.

**A국** 지구 공학? 그게 뭐죠?

**C국** 혹시 냉전 시대에 D국이 날씨를 전쟁에 이용하기 위해 했던 연구 아닙니까? 시베리아에 사람이 살 수 있게 만든다거나, 비를 내리게 한다거나 하는 방법 말이죠.

**D국** 지구 공학의 시작이 전쟁을 위해서였다는 것은 인정합니다. 하지만 최근엔 지구온난화를 완화시키거나 해결할 수 있는 방안으로 연구하고 있어요. 일부는 현실 가능성도 인정받고 있습니다.

**B국** 들었던 적 있어요. 이산화 탄소 흡수를 늘리기 위해 바다에 철을 뿌려 식물 플랑크톤의 성장을 돕는다든가, 햇빛을 막기 위해 성층권에 황산을 뿌린다든가 하는... 그런데 그 비용이 이산화 탄소를 감축하는 비용보다 더 들어가는 거 아닙니까?

**D국** 아니요. 꼭 그렇지만도 않습니다. 어떤 방법은 매우 저렴할 뿐 아니라 지금 당장 실행에 옮길 수도 있습니다. 말씀하신 황산 입자를 성층권에 뿌리는 방법은 이산화 탄소 배출 저감을 위한 투자에 비하면 매우 저렴합니다.

**C국** 그래도 우리가 지구 자원을 남용했기 때문에 기후 변화가 온 것인데 선불리 또 무언가를 위해 의도적으로 지구를 변형시킨다는 게 옳은지 모르겠습니다. 환경 단체들이 무척 반발할 것 같은데요.

**D국** 기후 변화는 어쨌든 일어나고 있는 현실입니다. 아무것도 안 하고 결과를 기다리는 것보다 무언가를 할 수 있을 때 시도를 하는 게 낫지 않겠습니까? 그리고 온실가스 배출을 줄이지 말자는 게 아니라 상황을 완화시키기 위해 지구 공학을 적절히 병행하자는 겁니다. 2009년 영국 학술원에서는 지금까지 나온 지구 공학 아이디어를 효과, 비용, 시간, 안전성에서 분석하는 보고서를 발표했습니다. 보고서를 함께 보면서 새로운 대책을 세워 보는 건 어떨까요?

[출처: 지구가 변신하는 슈퍼 아이디어 지구공학 -과학동아 디지털 편집부]

## 제시문 (나)

### 하늘에서 분필 가루가 내려와요...사상 첫 지구공학 실험, 반대 부딪혀 잠정 중단

점점 상승하는 지구의 온도를 낮추기 위해 성층권에 에어로졸을 뿌려 태양 빛을 차단하는 첫 과학 실험이 반대에 부딪혀 잠정 중단됐다. 다양한 공학 기술을 이용해 지구온난화를 늦추는 '지구공학'이 실행 과정에서 자칫 환경에 또 다른 위협으로 작용할 가능성이 크다는 일부 과학자와 환경론자들의 반발에 직면하면서다. 과학계에선 지구 온난화 문제 해법을 두고 지구공학적 방식을 적극 활용하자는 입장과 신중론이 팽팽히 맞서고 있다.

프랭크 코이치 미국 하버드대 화학및화학공학부 교수가 이끄는 연구진은 이달 1일 성층권에 태양광 차단용 에어로졸을 살포하는 '스코펙스(SCoPEX·성층권통제섭동실험)' 프로젝트의 첫 시험을 돌연 취소했다. 연구팀은 올 6월 스웨덴에서 지상 약 20km 성층권까지 대형 기구를 띄워 탄산 칼슘 가루 0.1~2kg을 살포하는 실험을 준비해왔다. 공기 중에 살포된 이들 입자가 햇빛을 얼마나 차단하는지 직접 확인하는 사상 첫 지구공학 실험이다. 탄산 칼슘 입자는 분필 가루의 주성분으로 빛을 잘 반사한다. 마이크로소프트(MS) 공동창업자인 빌 게이츠가 2000만 달러(약 224억 원)를 지원하면서 실험에 대한 기대감은 더욱 커졌다.

하지만 기구를 띄우는 장소인 스웨덴의 지역 주민과 환경단체는 이 실험이 새로운 환경문제를 야기할 수 있다며 크게 반발했다. 스웨덴우주국도 실험 날짜가 다가오면서 국내 여론이 악화하자 결국 실험 중단을 발표했다. 실험이 언제 재개될지는 불투명한 상황이다. 하버드대 교지인 하버드크림슨은 5일 "스코펙스 프로젝트가 2022년까지 연기될 수 있다"고 전망했다.

성층권에 에어로졸을 분사해 지구 온도를 떨어뜨리겠다는 아이디어는 1991년 필리핀 피나투보 화산 폭발의 경험에서 나왔다. 당시 화산에서 분출한 아황산가스 2000만t이 성층권에 올라가 햇빛을 약 2.5% 반사했고 그 영향으로 이후 2~3년간 평균온도가 0.5도 떨어졌다는 조사 결과가 나왔다. 2010년 외교안보 분야 싱크탱크인 미국외교협회(CFR)가 발행하는 학술지에는 성층권에 황 1kg을 뿌리면 이산화 탄소 수백t을 제거하는 효과가 있다는 연구 결과도 실렸다. 황이 오존층을 파괴한다는 지적이 나오자 탄산 칼슘 같은 황의 대체제도 등장했다.

하지만 인위적으로 기후를 조작하는 지구공학이 더 큰 재앙을 부를 수 있다는 우려는 과학계 내에서도 꾸준히 나오고 있다. 최근에는 미국 뉴욕대 연구진이 햇빛을 차단하는 지구공학 기술이 생태계를 망가뜨릴 수 있다고 경고했다. 연구진은 5일 국제학술지 '미국립과학원회보(PNAS)'에 성층권에 뿌린 에어로졸이 대기의 산성화를 촉진해 산성비를 내리게 만들고, 이는 해양의 산성화를 초래해 궁극적으로는 생물 다양성에 피해를 줄 수 있다고 우려했다. 미 과학잡지 사이언티픽 아메리칸은 지난달 26일 지구공학이 아시아의 몬순 기후를 교란할 수 있다고 지적했다. 몬순 기후는 여름철에는 비가 많이 내리고 겨울은 건조한 계절풍으로 한국도 몬순 기후대에 속한다. 민승기 포스텍 환경공학부 교수는 “햇빛을 차단하는 인공 화산 실험은 태양 복사에너지를 줄여 대기 중 수증기 양을 감소시키고 이에 따라 강수량도 줄어드는 결과를 초래할 수 있다”며 “몬순 지역에는 가뭄과 물 부족 피해를 키울 수 있다”고 말했다.

미국의 대표적인 과학자 단체인 국립과학기술의학아카데미(NASEM)는 조 바이든 행정부가 향후 5년간 지구공학 연구에 2억 달러(약 2200억 원)를 투입해야 한다는 내용의 보고서를 최근 발표하며 지구공학의 필요성을 주장했다. 보고서 작성에 참여한 마리온 후더킨 콜로라도대 교수는 “지구공학이 궁극적으로는 온실가스 배출을 줄이고 탈탄소화를 위한 방법을 연구해야 할 것”이라고 말했다.

[출처: 동아사이언스 2021.04.12.]

자료를 통해 살펴본 바와 같이 지구 온난화를 막기 위해 인위적으로 기후 시스템을 변경하는 방법 및 기술을 지구 공학이라고 한다. 지구 공학적 대안에 대한 자신의 입장을 정하여 <조건>에 맞게 글을 작성하시오. [12점]

〈조건〉

- 이유와 근거를 2가지 제시할 것
- 자신의 입장에 대해 예상되는 반론을 제시할 것
- 반론에 대한 반박을 제시할 것

|                  |           |
|------------------|-----------|
| 나의 입장<br>(찬성/반대) |           |
| 이유와 근거 (1)       |           |
| 이유와 근거 (2)       |           |
| 반론 및 반박          | 예상되는 반론   |
|                  | 반론에 대한 반박 |



### 채점기준표

| 문항  | 평가 요소                               | 척도/배점       | 수행 수준(채점기준)   |                                  |
|-----|-------------------------------------|-------------|---|----------------------------------|
| 1-1 | 인간 활동에 의한 지구 온도 변화 예측 및 원인 분석하기     | 5           | 지구 기온 변화 경향을 잘 판단하였으며, 이유를 온실가스의 파장에 따른 흡수 여부와 A, B변화 경향을 포함하여 옳게 제시한 경우  |                                  |
|     |                                     | 4           | 지구 기온 변화 경향을 잘 판단하였으나, 이유를 온실가스의 파장에 따른 흡수 여부와 A, B변화 경향 중 1가지만 옳게 제시한 경우 |                                  |
|     |                                     | 3           | 지구 기온 변화 경향을 잘 판단하였으나, 이유를 제시하지 못한 경우                                     |                                  |
|     |                                     | 2           | 지구 기온 변화 경향을 판단하지 못하고, 이유를 제시하지 못한 경우                                     |                                  |
| 1-2 | 지구 온난화로 인한 영향 서술하기                  | 3           | 지구 온난화로 인한 영향을 (1), (2) 2가지 모두와 관련지어 서술한 경우                               |                                  |
|     |                                     | 2           | 지구 온난화로 인한 영향을 (1), (2) 중 1가지만 관련지어 서술한 경우                                |                                  |
|     |                                     | 1           | 지구 온난화로 인한 영향을 (1), (2) 중 1개도 관련지어 서술하지 못한 경우                             |                                  |
| 2   | 기후 변화 문제를 과학적으로 해결하는 방법에 대한 논증적 글쓰기 | 이유·근거 제시하기  | 6   | 자신의 주장을 뒷받침하는 논리적 근거를 2개 제시한 경우  |
|     |                                     |             | 4   | 자신의 주장을 뒷받침하는 논리적 근거를 1개만 제시한 경우 |
|     | 반론 예상하기                             | 2           | 자신의 주장을 뒷받침하는 논리적 근거를 제시하지 못한 경우  |                                  |
|     |                                     | 3           | 자신의 주장에 대한 반론을 예상하여 제시한 경우  |                                  |
|     |                                     | 1           | 자신의 주장에 대한 반론을 예상하여 제시하지 못한 경우  |                                  |
|     |                                     | 반론에 대해 반박하기 | 3   | 반론에 대하여 논리적인 근거를 들어 반박한 경우       |
| 1   | 반론에 대하여 논리적인 근거를 들어 반박하지 못한 경우      |             |   |                                  |



### 채점 시 유의점

- 하위 수준으로 갈수록 구체적 표현 및 체계적 분석, 근거의 풍부성과 타당성의 수준이 낮아지는 것을 고려해야 함.
- 사용한 용어가 과학적으로 정확한지, 조건에 맞게 과학적인 근거를 들어 서술하였는지 등 내용에 대한 과학적인 서술을 평가함.



### 예시답안

| 문항  | 예시답안  |
|-----|---|
| 1-1 | 기온 변화 경향: 지구의 온도는 상승할 것이다.<br>이유: 온실가스는 가시광선의 형태인 태양 복사 에너지는 대부분 통과시키지만 주로 적외선의 형태인 지구 복사 에너지는 흡수하였다가 지표로 재복사한다. 그런데, [자료1]과 같이 대기 중 온실가스의 농도가 높아지면 대기가 흡수하는 지구 복사 에너지가 증가하고, 대기의 방출량인 A와 B가 모두 증가하여 지구의 평균기온은 상승하게 된다.                   |
| 1-2 | (1) 종 손실의 위험 측면에서 보면, 육지와 해양에서의 대량 죽음을 인해 수백 종의 손실이 발생하며, 영구 동토층 해빙으로 인한 북극 생태계의 변화를 유발한다. 전지구적으로 종의 약 절반이 극지방 또는 육지에서 더 높은 고도로 이동한다.<br>(2) 식량 생산의 영향 측면으로 보면, 기후 변화는 농업 생산성의 성장을 대체로 둔화시킨다. 해양 온난화로 인해 극지방의 어획 잠재력이 증가했지만, 전반적으로는 감소한다. |

2

| 나의 입장<br>(찬성/반대) | 찬성   |
|------------------|--|
| 이유와 근거 (1)       | 온실가스 배출 감축을 위한 노력이 효과적이지 않다. 파리기후변화협약 10년이 다가오는 지금까지 세계 온실가스는 여전히 상승하고 있기 때문이다. 지난해도 세계 온실가스는 전년에 비해 1.1% 정도 증가했는데, 유엔환경계획에 따를 때 1.5°C 경계 안에 머무르자면 매년 7.5%씩 줄여나가야 한다. 국제통화기금은 앞으로도 감축 목표 달성에 실패하면 2030년 이후에는 1.5°C 달성이 더 이상 불가능해지는 '기후 절벽'에 도달할 것이라고 경고했다. 2030년 목표를 달성하지 못한 채, 다시 시간을 늦춘다고 문제가 해결되지 않을 것이다. |
| 이유와 근거 (2)       | 지구 공학 기술이 기후 변화를 막는 데 효과적이다. 기존의 온실가스 감축 노력과 비교할 때, 일부 지구 공학 기술은 상대적으로 빠르게 구현할 수 있어 즉각적인 효과를 기대할 수 있다. 2012년 영국 기계공학 연구소는 이산화 탄소를 흡수하는 기술을 상용화시킬 수 있는 인공나무를 개발하였으며, 이 인공나무는 일반 나무보다 이산화 탄소 흡수능력이 수천 배 뛰어난 것으로 알려졌다. 또한, 포획된 이산화 탄소는 산업적으로 이용되거나 안전하게 지하에 저장될 수 있다.   |
| 반론 및 반박          | <b>예상되는 반론</b><br>지구 공학 기술의 개발이 활성화되면 이산화 탄소 배출량을 줄이려는 노력을 소홀히 하는 등 기술에 의존하는 모습이 나타날 수 있다.   |
|                  | <b>반론에 대한 반박</b><br>지구 공학 기술만을 이용하여 기후 변화에 대응하자는 것이 아니다. 다만, 2021년 캐나다의 한 마을의 기온은 49.6°C까지 치솟고 호주에서는 2019년에 6개월간 산불이 지속되는 등 이상 기후 현상이 심각하다. 지구 공학 기술은 이러한 지구 온난화의 영향을 당장 막을 수 있는 해결책 중 하나이며, 이산화 탄소 배출 규제를 위한 실질적으로 효과 있는 방안을 마련할 시간을 벌어줄 수 있다. 이와 더불어 교육을 통해 이산화 탄소 배출량을 줄이도록 해야 한다.                        |

| 나의 입장<br>(찬성/반대) | 반대   |
|------------------|--|
| 이유와 근거 (1)       | 예측할 수 없는 환경에 대한 위험성이 너무 크다. 에어로졸의 냉각 효과를 균등하게 사용해 지구를 지키려는 기술이 실패했을 경우 오히려 더 큰 이상 기후를 초래할 수 있다. 지구 공학 기술이 실패하였을 경우 생태계를 파괴하고 더 큰 비용과 더 많은 인력을 소모해야 할 수 있다. 이에 대한 해결 방안이 완벽히 세워지지 않은 상태에서 지구공학적 방법을 사용하는 것은 선부르다.   |
| 이유와 근거 (2)       | 지구 공학 기술이 성공하였을 경우, 도덕적 해이가 발생할 수 있다. 현재 이산화 탄소 감축을 위해 인류는 자발적으로 노력하고 있다. 그러나 지구 공학 기술이 성공하게 되면, 다시 과거처럼 석탄, 석유 등 자원을 과소비하게 되는 현상이 발생할 수 있다. 지구 공학 기술의 성공이 오히려 자원을 무분별하게 사용하고 싶어 하는 사람들에게 변명거리가 될 수도 있다. 현재 이상 기후를 확실하게 변화시킬 수 있는 것이 이산화 탄소 배출 규제이기 때문에 불확실한 지구 공학적 방법을 이용하지 않아도 된다. |
| 반론 및 반박          | <b>예상되는 반론</b><br>이산화 탄소 배출 규제는 효과가 없다.  |
|                  | <b>반론에 대한 반박</b><br>국제통화기금은 2019년 보고서를 통해 2°C 시나리오를 달성하기 위해 탄소세 도입을 주장하였다. 그 성공 사례로 스웨덴은 탄소세 도입 이후 온실가스 배출을 25% 감축시켰으며, 경제는 1995년보다 75% 성장하는 결과를 보였다. 이산화 탄소 배출 규제를 통해 이산화 탄소를 줄일 수 있다는 것이다.   |

 피드백 시 유의점

- 성취기준을 확인하고, 내용과 문항의 난이도, 성취수준 부합 정도를 고려한다.
- 해당 학생의 수준보다 높은 수준으로 응답한 결과를 확인하여 그와 함께 피드백한다.
- 평소 수업 시간에 학생을 관찰한 내용을 고려하여 피드백한다.



# 2025 중등 논술형 평가 길라잡이 교과별 평가 문항 예시

## • 총괄

김윤기 경기도교육청 교육과정정책과장

## • 기획

주주자 경기도교육청 교육과정정책과 장학관  
김주애 경기도교육청 교육과정정책과 장학사  
박수진 경기도교육청 교육과정정책과 장학사

## • 검토 및 개발

• 검토 위원

|      |  |  |  |  |
|------|--|--|--|--|
| 물리   | <b>서영석(초당고등학교)*</b><br>김정애(현암고등학교)<br>정성원(신한고등학교)  | 김서영(고양중학교)<br>김차미(산본고등학교)                              | 조민정(청덕중학교)<br>박하영(불곡고등학교)                | 김민성(와우고등학교)<br>신민철(충현고등학교)               |
| 화학   | <b>이경희(위례한빛중학교)*</b><br>고수영(흥덕고등학교)<br>손진(김포고등학교)  | <b>한정택(성호고등학교)*</b><br>고아라(고양외국어고등학교)<br>유성렬(용인삼계고등학교) | 김신연(산본중학교)<br>김경미(영덕고등학교)<br>최재연(현화고등학교) | 이기현(소하중학교)<br>김은주(백운고등학교)<br>황운장(향일고등학교) |
| 생명과학 | <b>김선진(안양부흥중학교)*</b><br>김민환(광휘고등학교)<br>최은석(양지고등학교) | <b>김진환(분당중앙고등학교)*</b><br>오수연(과천중앙고등학교)                 | 조용석(부천여자중학교)<br>유다인(효원고등학교)              | 최정은(소하중학교)<br>최원정(신봉고등학교)                |
| 지구과학 | <b>이은진(불곡중학교)*</b><br>최문선(매양중학교)                   | 권지연(흥덕중학교)<br>홍수연(동백중학교)                               | 송혜경(송라중학교)<br>서해정(진건고등학교)                | 이미애(매홀중학교)                               |

## • 윤문

김철진(양영중학교)      김정민(성남외국어고등학교)      송계남(수원다산중학교)      이선영(덕은한강중학교)

## • 발행일

2025년 2월

## • 발행처

경기도교육청



과학

# 교과별 논술형 평가 문항 예시자료

