

발간등록번호

대구교육 2025-145

가족을 이루다
미래를 잇다



학습자의 삶과 성장을 지원하는
대구 최소 성취수준 보장지도
교수·학습 지원 자료집

과학탐구실험1,2



대구광역시교육청
DAEGU METROPOLITAN OFFICE OF EDUCATION



학습자의 삶과 성장을 지원하는

대구 최소 성취수준 보장지도 교수·학습 지원 자료집

과학탐구실험1,2



CONTENTS_목차

과학탐구실험1, 2

I. 최소 성취수준 보장지도	5
1. 추진 배경 및 목적	6
2. 고교학점제와 최소 성취수준 보장지도	7
3. 최소 성취수준 보장지도 운영	9
II. 최소 성취수준 보장지도 교수·학습 지원 자료	13
1. 과학탐구실험1	15
(1) 과학의 본성과 역사 속의 과학 탐구	16
(2) 과학 탐구의 과정과 절차	25
2. 과학탐구실험2	35
(1) 생활 속의 과학 탐구	36
(2) 미래 사회와 첨단 과학 탐구	44



학습자의 삶과 성장을 지원하는

대구 최소 성취수준 보장지도 교수·학습 지원 자료집

과학탐구실험1,2





최소 성취수준 보장지도



1

추진 배경 및 목적

가. 추진 근거

- ✔ 2022 개정 교육과정(교육부 고시 제2022-33호, '22. 12.)
- ✔ 2025학년도 이후 고교학점제 학점이수 인정기준 및 최소 성취수준 보장지도 운영 계획(교육부, '24. 9.)
- ✔ 교육부훈령 제504호(교육부, '24. 12.)
- ✔ 2025 대구미래역량교육 2-1-1. 기초·기본학력 지원, 2-2-2. 특색 있는 교육과정(대구광역시교육청, '25. 1.)

나. 추진 배경

- ✔ 공교육의 마지막 단계로서 각 과목에 대한 최소한의 교과 역량을 보장하는 고교 단계 책임교육의 필요성 대두
- ✔ 학생의 과목 선택이 학습자마다의 학습 이력, 흥미, 경험, 학업 수준 등을 고려한 충실한 과목 이수 요구

다. 추진 목적

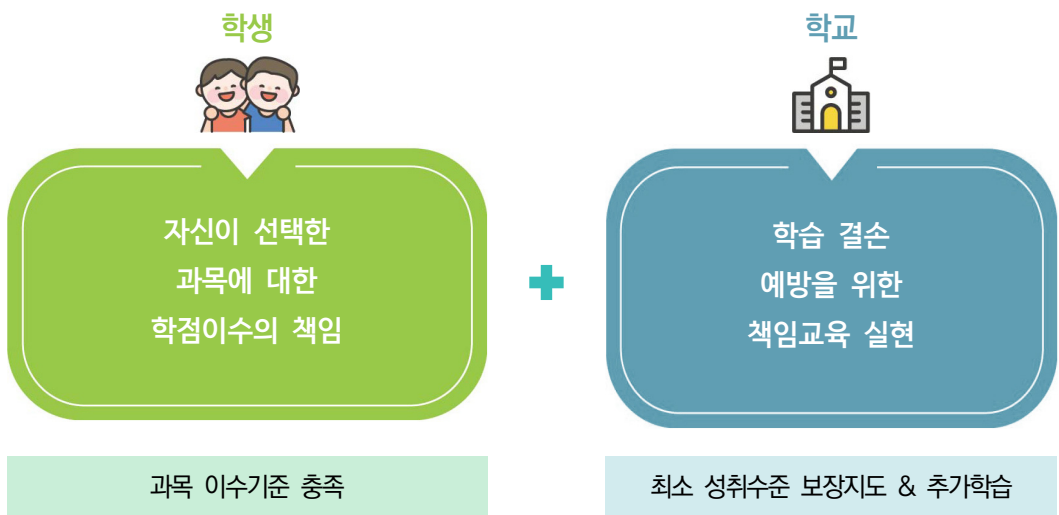
- » 학생의 성공적인 과목 이수 지원
 - 학생이 선택한 과목을 성공적으로 이수할 수 있도록 해당 과목에서 요구하는 최소 성취수준 보장을 위한 적극적인 지원
- ✔ 학습 결손 예방 및 과목 이수의 '질' 관리
 - 과목 이수의 질 관리를 통한 학점 취득 및 졸업 요건 충족을 위한 단위 학교의 다양한 지원 필요

2 고교학점제와 최소 성취수준 보장지도

가. 고교학점제의 정의

학생이 기초 소양과 기본 학력을 바탕으로 진로·적성에 따른 과목을 선택하고, 이수 기준에 도달한 과목에 대해 학점을 취득·누적하여 졸업하는 제도

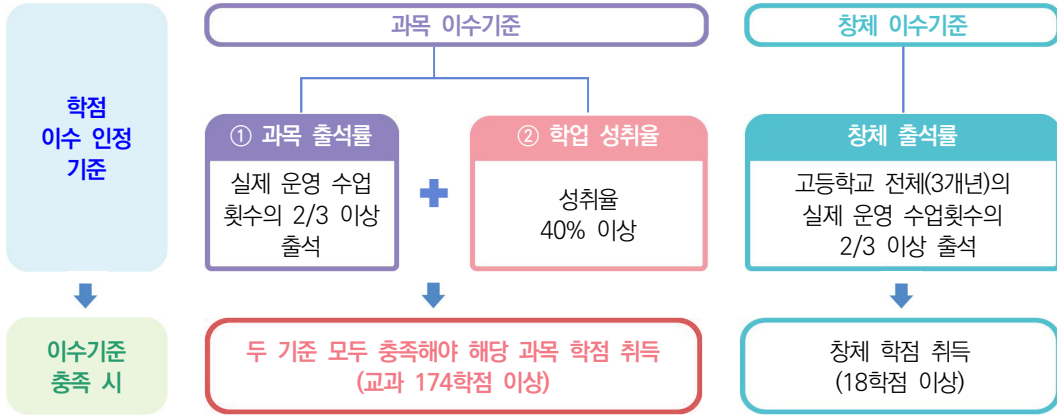
나. 고교학점제의 본질과 책임교육 실현



다. 학점이수 인정기준 전면 도입

- ✔ 적용 시기 및 범위: '25학년도 고1부터 전 과목 및 창의적 체험활동
- ✔ 졸업 기준: 3년간 192학점(교과 174학점, 창체 18학점) 이상 취득

☑ 학점이수 인정기준



※ 교양과목과 학교 밖 교육과목은 출석률 기준만 적용

☑ 이수기준 미도달 시 조치



※ 추가학습은 학업성취율 기준(40% 이상)은 도달하였으나, 출석률 기준(과목별 출석률 2/3 이상)이 미도달한 학생을 대상으로 지도하는 것으로, 최소 성취수준 보장지도에 준하여 운영함

3 최소 성취수준 보장지도 운영

가. 최소 성취수준 보장지도의 정의

고교 단계 책임교육의 실천 방안으로, 과목 이수기준 중 학업 성취율 40% 미도달 예상 학생에게는 ‘예방지도’를, 학업 성취율 40% 미도달 학생에게는 ‘보충지도’를 통해 **최소 성취수준***을 도달할 수 있도록 지도하는 것

* 최소 성취수준이란 각 과목의 교수·학습이 끝났을 때 학생들이 성취하기를 기대하는 지식·이해, 과정·기능, 가치·태도에 최소한으로 도달한 정도로, 학업성취율 40%를 기준으로 설정

나. 성취평가 기준 성취율과 최소 성취수준 보장지도

'24학년도까지		»	'25학년도 고1부터 순차 적용	
성취율	성취도		성취율	성취도
90% 이상	A	90% 이상	A	
80% 이상 ~ 90% 미만	B	80% 이상 ~ 90% 미만	B	
70% 이상 ~ 80% 미만	C	70% 이상 ~ 80% 미만	C	
60% 이상 ~ 70% 미만	D	60% 이상 ~ 70% 미만	D	
60% 미만	E	40% 이상 ~ 60% 미만	E	↑ 이수
		40% 미만	최소 성취수준 보장지도 이수 시 과목 이수 (성취도 3단계 과목 포함)	

- 해당 과목에서 학업 성취율 40%에 도달하지 않으면 학점을 취득할 수 없고, 최소 성취수준 보장지도를 이수하면 학점 취득 가능

다. 운영 방법



라. 최소 성취수준 보장지도를 위한 자료 개발

1) 관련 용어

- ✔ **성취기준:** 각 교과(목)에서 학생들이 학습을 통해 성취하기를 기대하는 지식·이해, 과정·기능, 가치·태도 등의 능력과 특성을 진술한 것
- ✔ **성취수준:** 학생들이 각 교과(목) 성취기준(들)에 도달한 정도를 나타낸 것. 이러한 도달 정도는 몇 개의 수준으로 구분하고, 각 수준에 속한 학생들이 무엇을 알고 할 수 있는지를 기술
 - **영역별 성취수준:** 영역 단위 성취수준으로, 영역 내 성취기준들을 포괄하는 전반적인 특성을 3~5수준으로 구분하여 진술
 - **성취기준별 성취수준:** 성취기준 단위 성취수준으로, 성취기준의 특성에 따라 3~5수준으로 구분하여 진술
- ✔ **최소 능력의 수행 특성:** 해당 영역에서의 구체적인 맥락에서 최소 능력에 해당하는 수행 특성으로, 최소 성취율인 40%의 학생들이 보여주기로 기대하는 전형적인 수행 특성을 말함. 교사가 이를 통해 그 수준 차이를 판단하고 해당 영역에서의 도달 목표를 설정하여 수업 활동과 평가에서 활용할 수 있도록 함

2) 최소 성취수준 진술문 구성

최소 성취수준 진술문 예시 자료

영역	영역별 성취수준 (E)		성취기준별 성취수준 (E)	최소 능력의 수행 특성
[10공수 1-01] 다항식	지식 · 이해	항등식의 성질, 나머지 정리를 안다.	01 간단한 다항식의 사칙연산을 할 수 있다.	㉓ 간단한 다항식의 덧셈과 뺄셈을 할 수 있다. ㉔ 분배법칙을 이용하여 간단한 다항식의 곱셈을 할 수 있다.
	과정 · 기능	간단한 다항식의 사칙 연산과 인수분해를 할 수 있다.	02 항등식의 성질, 나머지정리를 안다.	㉕ 나머지정리를 이용하여 다항식 $f(x)$ 를 일차식 $(x-a)$ 로 나누었을 때의 나머지를 구할 수 있다.
	가치 · 태도	문제를 해결하고자 노력 하는 자세를 보였다.	03 간단한 다항식의 인수분해를 할 수 있다.	㉖ 간단한 인수분해 공식을 말할 수 있다.
	⋮			

3) 최소 성취수준 진술문 개발 절차

1 개발 영역 확인 및 영역별/성취기준별 성취수준 입력

- 영역 코드 및 숫자 부여

영역	영역별 성취수준 (E)		성취기준별 성취수준 (E)
[10공수1-01] 다항식	지식·이해	항등식의 성질, 나머지정리를 안다.	01 간단한 다항식의 사칙연산을 할 수 있다.
	과정·기능	간단한 다항식의 사칙연산과 인수분해를 할 수 있다.	02 항등식의 성질, 나머지정리를 안다.
	가치·태도	문제를 해결하고자 노력하는 자세를 보였다.	03 간단한 다항식의 인수분해를 할 수 있다.

2 성취수준 E(3단계의 경우 C)의 수행 특성 분석 및 최소 능력의 수행 특성 도출

- 성취수준 E에 해당하는 수행 특성을 진술하여 나열함.
- 최소 능력(학업 성취율 40%)에 해당하는 수행 특성을 확정함.
- 이전 학년이나 학교급에서 수행한 최소 성취수준과 비교 및 위계를 고려함.

성취수준 E의 수행 특성	확정
간단한 다항식의 덧셈과 뺄셈을 할 수 있다.	<input checked="" type="checkbox"/>
이차식 이하의 다항식의 덧셈과 뺄셈을 할 수 있다.	<input type="checkbox"/>
분배법칙을 이용하여 간단한 다항식의 곱셈을 할 수 있다.	<input checked="" type="checkbox"/>
나머지정리를 이용하여 다항식 $f(x)$ 를 일차식 $(x - a)$ 로 나누었을 때의 나머지를 구할 수 있다.	<input checked="" type="checkbox"/>
나머지정리를 설명할 수 있다.	<input type="checkbox"/>
간단한 인수분해 공식을 말할 수 있다.	<input checked="" type="checkbox"/>
간단한 인수분해 공식을 이용하여 주어진 식을 인수분해 할 수 있다.	<input type="checkbox"/>
다항식의 계산, 나머지정리, 인수분해에 대한 학습에 관심을 가지고 간단한 문제를 해결하려고 노력한다.	<input type="checkbox"/>

3 최소 능력의 수행 특성 배치

- 학습 순서 등을 고려하여 배열하고 최종 진술함.

최소 능력의 수행 특성
㉗ 간단한 다항식의 덧셈과 뺄셈을 할 수 있다.
㉘ 분배법칙을 이용하여 간단한 다항식의 곱셈을 할 수 있다.
㉙ 나머지정리를 이용하여 다항식 $f(x)$ 를 일차식 $(x - a)$ 로 나누었을 때의 나머지를 구할 수 있다.
㉚ 간단한 인수분해 공식을 말할 수 있다.



최소 성취수준 보장지도 교수·학습 지원 자료





학습자의 삶과 성장을 지원하는

대구 최소 성취수준 보장지도 교수·학습 지원 자료집

과학탐구실험1,2





1

과학탐구실험1



(1) | 과학의 본성과 역사 속의 과학 탐구

1. 최소 성취수준 진술문

영역	영역별 성취수준 (C)	성취기준별 성취수준 (C)	최소 능력의 수행 특성
[10과탐 1-01] 과학의 본성과 역사 속의 과학 탐구	지식· 이해	과학사에서 패러다임의 전환과 과학 지식 도출에 관련된 사례를 말할 수 있다.	㉗ 과학사에서 패러다임이 전환된 사례를 말할 수 있다.
	과정· 기능	갈릴레이가 수행했던 실험을 비롯하여 과학사에서 패러다임의 전환을 가져온 실험을 수행하고, 과학 지식의 도출과 관련된 과학사의 사례를 조사할 수 있다.	㉘ 경사면을 이용하여 질량이 다른 물체의 낙하 운동에 대한 갈릴레이의 실험을 안내받아 수행할 수 있다.
	가치· 태도	과학의 발전 과정과 과학사에 흥미를 가진다.	㉙ 과학사와 과학의 발전 과정에 흥미를 가진다.

〈최소 능력의 수행 특성(㉗~㉙)에 대한 해설〉

- ‘㉗’은 영역별 성취수준(C) 중 지식·이해 범주에서 도출된 것으로, 성취기준 [10과탐1-01-01] ‘패러다임의 전환을 가져온 실험을 따라 해보고, 과학의 발전 과정에 대해 설명할 수 있다.’를 성취하기 위하여 먼저 패러다임이 전환된 사례에는 어떤 실험들이나 사건들이 있었는지 인식하는 것이 선행되어야 한다고 판단되어 최소 능력의 수행 특성으로 선택하였다.
- ‘㉘’은 영역별 성취수준(C) 중 과정·기능 범주에서 도출된 것으로, 과학사에서 패러다임의 전환을 가져온 대표적인 사례로 갈릴레이가 수행했던 ‘질량이 다른 물체의 낙하 운동 실험’을 수행하되, 성취수준을 고려하여 이에 대한 안내를 받아 수행하는 정도의 최소 능력 수행 특성으로 선택하였다.
- ‘㉙’은 영역별 성취수준(C) 중 가치·태도 범주에서 도출된 것으로, 과학에 대한 흥미와 관심이 있어야 지속적인 탐구가 가능하고, 과학적 사고를 발전시키려는 태도를 형성할 수 있기 때문에 학생이 과학적 개념을 단순히 학습하는 것을 넘어, 과학사와 탐구 과정에 대한 호기심과 관심을 가지는 것이 향후 과학적 사고력과 탐구 역량을 기르는 데 중요한 기초가 될 것으로 판단되어 설정하였다.

2. 최소 성취수준 진술문 개발 과정

1. 영역 및 영역별/성취기준별 성취수준 입력

- 영역 코드 및 숫자 부여

영역	영역별 성취수준 (C)		성취기준별 성취수준 (C)
[10과탐1-01] 과학의 본성과 역사 속의 과학 탐구	지식·이해	과학사에서 패러다임의 전환과 과학 지식 도출에 관련된 사례를 말할 수 있다.	01 과학사에서 패러다임의 전환을 가져온 대표적 사례로 갈릴레이가 수행했던 실험을 안내된 절차에 따라 수행하고, 과학의 발전 과정에 흥미를 가진다. 02 과학 지식 도출에 관한 다양한 과학사의 사례를 찾으며 과학사에 흥미를 가진다.
	과정·기능	갈릴레이가 수행했던 실험을 비롯하여 과학사에서 패러다임의 전환을 가져온 실험을 수행하고, 과학 지식의 도출과 관련된 과학사의 사례를 조사할 수 있다.	
	가치·태도	과학의 발전 과정과 과학사에 흥미를 가진다.	

2. 성취수준 C의 수행 특성 분석 및 최소 능력의 수행 특성 도출

- 성취수준 C에 해당하는 수행 특성을 진술하여 나열함.
- 최소 능력(학업성취율 40%)에 해당하는 수행 특성을 확정함.
- 이전 학교급이나 학년(또는 학기)에서 수행한 최소 성취수준과 비교 및 위계를 고려함.

성취수준 C의 수행 특성	확정
과학사에서 패러다임이 전환된 사례를 말할 수 있다.	<input checked="" type="checkbox"/>
과학사에서 과학 지식이 도출된 사례를 말할 수 있다.	<input type="checkbox"/>
경사면을 이용하여 질량이 다른 물체의 낙하 운동에 대한 갈릴레이의 실험을 안내를 받아 수행할 수 있다.	<input checked="" type="checkbox"/>
과학 지식 도출된 과정을 과학사의 사례를 조사하여 간단히 정리할 수 있다.	<input type="checkbox"/>
과학 지식의 잠정성(변화 가능성)을 과학사의 사례를 조사하여 간단히 정리할 수 있다.	<input type="checkbox"/>
과학사의 다양한 사례를 통해 과학 지식이 도출된 과정에 흥미를 가진다.	<input type="checkbox"/>
과학사의 다양한 사례를 통해 과학 지식이 변화할 수 있음에 흥미를 가진다.	<input type="checkbox"/>
과학의 발전 과정과 과학사에 흥미를 가진다.	<input checked="" type="checkbox"/>

3. 최소 능력의 수행 특성 배치

- 학습 순서 등을 고려하여 배열하고 최종 진술함.

최소 능력의 수행 특성
㉠ 과학사에서 패러다임이 전환된 사례를 말할 수 있다.
㉡ 경사면을 이용하여 질량이 다른 물체의 낙하 운동에 대한 갈릴레이의 실험을 안내받아 수행할 수 있다.
㉢ 과학사와 과학의 발전 과정에 흥미를 가진다.

3. 미도달 예상 학생을 위한 개별화 수업 설계 예시 자료

수업 주제	<ul style="list-style-type: none"> 과학사에서 패러다임 전환 사례 탐구 	
수업 방법	<ul style="list-style-type: none"> 협력학습 (짝 활동, 조별 토론) 	<ul style="list-style-type: none"> 디지털 기반 학습 (스마트 기기 활용)
성취수준 'C'의 최소 능력 수행 특성	<p>㉗ 과학사에서 패러다임이 전환된 사례를 말할 수 있다.</p>	
미도달 예상 학생을 위한 개별화 수업 전략	<p>[진단]</p> <ul style="list-style-type: none"> 패러다임의 개념을 묻는 사전 퀴즈(선다형 및 단답형) 학생들이 알고 있는 과학사 사례를 간략히 적어 보는 개별 활동 <p>[개별화 전략]</p> <ul style="list-style-type: none"> 패러다임의 전환 개념을 쉽게 이해할 수 있도록 시각적 자료 (예: 영상, 애니메이션, 인포그래픽) 활용 갈릴레이, 코페르니쿠스, 멘델 등 패러다임 전환을 가져온 과학자의 사례를 학생 수준에 맞추어 설명 짝 활동을 통해 학생들이 서로 개념을 설명해 보도록 유도 <p>[피드백 전략]</p> <ul style="list-style-type: none"> 개념 이해를 돕기 위한 개별 질문과 설명 제공 학생들의 이해도를 점검하기 위해 간단한 OX 퀴즈나 빈칸 채우기 문제 활용 	
관련 성취기준	<p>[10과탐1-01-01] 과학사에서 패러다임의 전환을 가져온 결정적 실험을 따라 해보고, 과학의 발전 과정에 관해 설명할 수 있다.</p> <p>[10과탐1-01-02] 과학사의 다양한 사례들로부터 과학의 본성을 추론할 수 있다.</p>	

4. 최소 성취수준 보장지도 활동 예시 자료

최소 능력의 수행 특성

㉞ 과학사에서 패러다임이 전환된 사례를 말할 수 있다.

» 활동1. '패러다임 전환'을 이해하기

① 쉬운 용어로 개념 설명

- 패러다임이란? 우리가 세상을 바라보는 방식
- 패러다임 전환이란? 과거에 당연하다고 믿었던 생각이 새로운 증거로 인해 바뀌는 것
- 패러다임 전환의 예시:
 - 지구가 평평하다고 믿었는데, 둥글다는 사실이 밝혀짐.
 - 사람이 미생물 때문에 병에 걸린다는 사실을 모르다가, 세균설이 등장함.

② 간단한 퀴즈 - 패러다임 전환의 개념 확인

- 다음 문항에 대해 O, X로 답하세요.

패러다임 전환이란 완전히 새로운 지식을 창조하는 것이다. (X)
 패러다임 전환이 일어나면 기존의 모든 과학이 틀렸다는 뜻이다. (X)

풀이: 기존의 과학이 틀린 것이 아니라 더 정확해짐

③ 관련 영상 시청

(예시) 코페르니쿠스의 원리 - 지동설과 사교방식의 전환(LG사이언스랜드)

<https://youtu.be/vxBnA9Gb3Y4?si=GOaNLORe2PAj-HJc>

» 활동2. 패러다임 전환 사례 탐구

① 대표 사례 소개

- 다음 사례 3가지 중 하나를 선택하여 활동할 것이므로 각각에 대한 간략한 설명 제공
 - 천동설 → 지동설(코페르니쿠스, 갈릴레이)
 - 라부아지에의 연소 이론(플로지스톤설 → 산소 연소설)
 - 세균설의 등장(병의 원인이 나쁜 공기 → 세균 때문)

② 모둠별 활동: '패러다임 변화를 찾기'

- 준비물: 이젤패드(큰 종이), 색연필/매직 등
- 활동 방법:
 - 모둠별로 다음 중 한 가지 사례를 배정하거나 선택하도록 지도한다.

- 천동설 → 지동설(코페르니쿠스, 갈릴레이)
 - 라부아지에의 연소 이론(플로지스톤설 → 산소 연소설)
 - 세균설의 등장(병의 원인이 나쁜 공기 → 세균 때문)
 - 기존 생각(패러다임) vs 새로운 생각(패러다임 전환)으로 나누어 간단한 그림이나 키워드를 작성한다.
- (예) '천동설 vs 지동설' 그림 그리기

» 활동3. 정리 - 학습 내용 확인 및 마무리

① 간단한 진위형 문항(O/X)

다음 문항에 대해 O/X로 답하세요.

- 갈릴레이는 천동설을 지지했다. (X)
- 패러다임 전환이 일어나면 기존 이론이 완전히 사라진다. (X)
- 세균설은 질병의 원인을 더 정확하게 설명하는 새로운 패러다임이다. (O)

② 마무리 활동

"오늘 학습한 내용 중 가장 기억에 남는 것을 한 단어로 적어보기"

(학생들의 답을 칠판에 붙여 패러다임 전환의 핵심 개념을 정리해 보고 학생들이 다른 학생의 키워드도 확인하도록 유도한다.)

핵심 개념

패러다임의 전환

목표 도달 점검	항목	도달 여부
	과학사에서 패러다임이 전환된 사례를 말할 수 있다.	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오

**최소 능력의
수행 특성**

㉔ 경사면을 이용하여 질량이 다른 물체의 낙하 운동에 대한 갈릴레이의 실험을 안내받아 수행할 수 있다.

» **활동1. 패러다임 전환의 시작: 아리스토텔레스 vs 갈릴레이**

① **질문: “무거운 물체가 가벼운 물체보다 먼저 떨어질까?”**

다음 질문을 읽고, 각자의 생각을 바탕으로 예상해 보세요.

“크기(부피)는 동일한 10kg의 쇠공과 1kg의 나무공을 동시에 높은 곳에서 떨어뜨리면, 무엇이 먼저 땅에 닿을까?”

- a. 쇠공이 먼저 떨어진다.
- b. 나무공이 먼저 떨어진다.
- c. 두 공이 동시에 떨어진다.

(학생 각자 예상한 결과를 붙임딱지를 이용해 칠판에 붙이도록 하거나, 웹 설문지를 통해 수집하여 학급 전체가 각자의 예상을 공유하도록 한다.)

② **기존 패러다임 소개: 아리스토텔레스의 관점**

- 아리스토텔레스(고대 그리스 철학자)의 주장에 대한 설명:
 - 물체는 ‘고유한 성질’에 따라 떨어진다.
 - 무거운 물체가 더 빨리 떨어진다.
 - 실험을 하기보다는 ‘논리’에 근거하여 설명하였고, 오랜 시간 동안 널리 받아들여졌을 뿐만 아니라, 많은 과학자들에 의해 지지를 받았다.
- 질문: “이 주장에 동의하나요?”

» **활동2. 갈릴레이의 실험을 통한 패러다임 전환**

① **낙하 실험(경사면 실험으로도 가능함) 수행하기**

- 실험 준비물: 무게가 다른 두 개의 공(예시: 탁구공과 야구공)
- 실험 방법
 1. 두 개의 공을 동일한 높이(경사면의 경우 동일한 위치)에서 동시에 떨어뜨림(굴림)
 2. 어느 공이 먼저 바닥에 도착하는지 관찰한다.
- 결과를 관찰한 후 다음 질문에 답하시오.
 - 무거운 물체와 가벼운 물체 중 어느 것이 먼저 떨어졌나요?
 - 아리스토텔레스의 주장과 비교하면 실험 결과는 어떠한가요?

② 갈릴레이의 실험 소개 및 영상 시청

- 실험 개요:
 - 피사의 사탑에서 실험(전해지는 이야기)
 - 실제로는 경사면 실험을 통해 속도와 가속도를 측정
- 관련 영상 시청(5분)

(예시) '갈릴레오 갈릴레이의 '피사의 사탑 실험', 열띤 논쟁 끝에 받아들여진 그의 이론!
#어쩌다어른 EP.2 | tvN STORY 220616 방송
<https://youtu.be/zSLx9P69EH0?si=oU60SYV05Z3oVIEU>
- 실험 및 영상 내용 정리 질문:

- 공기의 저항이 없을 때 질량이 다른 물체의 낙하 속도는 어떠할까?
예시 답안: 질량이 다른 물체라도 공기의 저항이 없으면 같은 속도로 떨어진다.
- 자유낙하 운동의 가속도는 질량과 어떠한 관계가 있는가?
예시 답안: 관계가 없다/일정하다.

③ 학생들의 설명 정리

- 질문 던지기:
 - “방금 실험한 결과는 어떤 의미가 있을까요?”
 - “아리스토텔레스의 주장과 어떻게 다른가요?”
- 활동: 모둠별로 “패러다임 변화 정리표”를 작성하시오.

	기존 패러다임 (아리스토텔레스)	새로운 패러다임 (갈릴레이)
물체의 낙하 속도에 관한 설명	예시 답안: 무거운 물체가 먼저 떨어진다.	예시 답안: 모든 물체는 같은 속력으로 떨어진다.
설명에 대한 증거 수집 방법	예시 답안: 실험 없이 논리적 추론에 의함	예시 답안: 직접 실험을 통해 확인

» 활동3. 정리(과학의 발전 과정과 패러다임 변화)

① 과학자의 해석 정리

- 아리스토텔레스: 논리를 바탕으로 자연의 원리를 설명하려 함.
- 갈릴레이: 직접 실험을 통해 검증하고, 기존 이론을 반박함.
- 뉴턴: 갈릴레이의 연구를 확장하여 ‘중력의 법칙’을 정립.

② 간단한 진위형 문항(O/X)

다음 문항에 대해 O/X로 답하세요.

- 질량이 다르면 무거운 물체가 더 빨리 떨어진다. (X)
- 갈릴레이는 직접 실험을 통해 기존 이론을 반박했다. (O)
- 패러다임 전환이란, 기존의 생각이 새로운 증거로 바뀌는 과정이다. (O)

③ 오늘 배운 내용 요약 & 마무리 질문

- 질문: "오늘 실험을 통해 어떤 점이 가장 새로웠나요?"
- 학생들이 자유롭게 답변
- 교사가 정리하며 마무리

핵심 개념

갈릴레이의 낙하 실험, 패러다임의 전환

	항목	도달 여부
<p>목표 도달 점검</p>	<p>경사면을 이용하여 질량이 다른 물체의 낙하 운동에 대한 갈릴레이의 실험을 안내받아 수행할 수 있다.</p>	<p><input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오</p>

**최소 능력의
수행 특성**

㉔ **과학사와 과학의 발전 과정에 흥미를 가진다.**

» **활동1. “우리 생활 속 과학 변화 찾기”**

- 교사의 질문:
“예전에 사람이 사실이라고 믿었지만 지금은 틀린 것으로 밝혀진 것이 있을까요?”
- 예시: ‘명왕성은 행성이었다’, ‘토마토는 채소인가, 과일인가?’, ‘옛날 사람들은 지구가 평평하다고 생각했다’, ‘옛날에는 번개가 신의 노여움이라고 생각했는데, 지금은 어떻게 설명할까요?’ 등
- 학생들에게 과학이 발전하면서 바뀐 것들을 떠올려 보도록 유도한다.
- 과학은 계속 변하는 것이라는 핵심 개념을 강조한다.

» **활동2. “과학의 변화 속 이야기 듣기”**

① **“과학사 속 이야기 듣기”**

1. 교사가 과학사 사례 중 하나를 들려준다.
- (예시) “사람들은 예전에 지구가 평평하다고 믿었다.”
 • 고대인들은 지구가 평평하다고 생각했다.
 • 마젤란과 갈릴레이 등의 탐험과 실험을 통해 지구가 둥글다는 사실이 밝혀졌다.
 • 예전에는 당연하게 여겼던 것들이 새로운 증거에 의해 바뀔 수 있다.
2. 질문: “만약 여러분이 그 시대에 살았다면 지구가 둥글다는 말을 믿었을까요?”

② **“과학자들의 실수 찾기”**

1. 학생들에게 다음과 같은 과학자들의 실수/실패/우연한 발견 등의 사례를 제시한다.
- (예시) “토마스 에디슨은 전구를 발명하기 전에 1000번 이상 실패했다.”
 “뢴트겐이 X선을 발견한 것은 우연이었다.”
2. 질문: “여러분은 무엇을 시도하다가 실패한 적이 있나요?”
- 실수/실패를 통해 발견하거나 우연히 밝혀낸 것이 과학 발전의 한 방법임을 설명한다.

» **활동3. 마무리 및 성찰**

다음 질문에 대해 학생 스스로의 생각을 정리해 보도록 지도한다.

- 과학이 없었다면 우리 생활 에서 불편한 점이 어떤 것이 있을까요?
- (예시) 무선 인터넷 기술이 없거나 스마트폰이 없어서 각종 정보에 편리하고 빠르게 접근하지 못할 수 있음. 자동차 대신 마차를 타거나 걸어 다녀야 할 수도 있음.
- 과학을 공부하거나 알게 되면 좋은 점은 무엇일까요?
- (예시) 새로운 것을 발견할 수 있음. 편리한 생활을 영유할 수 있음.

핵심 개념

과학의 발전 과정

목표 도달 점검	항목	도달 여부
	과학사와 과학의 발전 과정에 흥미를 가진다.	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오

(2) | 과학 탐구의 과정과 절차

1. 최소 성취수준 진술문

영역	영역별 성취수준 (C)	성취기준별 성취수준 (C)	최소 능력의 수행 특성
[10과탐 1-02] 과학 탐구의 과정과 절차	지식 이해 관찰을 통한 귀납적 탐구와 가설 설정을 포함하는 연역적 탐구의 과정과 절차를 이해할 수 있다.	01 직접적인 관찰을 통해 자료를 수집할 수 있다. 02 가설 설정을 포함한 과학사의 대표적인 탐구실험을 안내된 절차에 따라 수행할 수 있다.	㉗ 직접적인 관찰을 통해 자료를 수집하는 방법을 안다. ㉘ 가설 설정을 포함하여 주어진 절차대로 실험을 수행할 수 있다.
	과정 기능 자연 현상을 관찰하거나 주어진 절차대로 실험을 수행하여 자료를 수집할 수 있다.	03 탐구 수행에서 얻은 정성적 혹은 정량적 데이터를 표나 그래프로 나타낼 수 있다.	㉙ 실험을 수행하여 수집된 자료를 표나 그래프로 나타내는 활동에 참여할 수 있다.
	가치 태도 자연 현상과 일상 속 과학에 대한 호기심을 가지며, 협력적으로 탐구 활동에 참여한다.	04 자연 현상과 일상 속 과학에 대한 흥미와 호기심을 갖고 과학 탐구에 참여하며, 협력적으로 과학 탐구 활동을 수행한다.	㉚ 자연 현상과 일상 속 과학을 탐구하는 활동에 호기심을 가지고 참여한다.

〈최소 능력의 수행 특성(㉗~㉚)에 대한 해설〉

- ‘㉗’는 영역별 성취수준(C) 중 지식·이해에 해당하는 성취 수준에서 도출된 것으로, 성취기준별 성취수준 01의 C에 해당하는 성취수준을 참고했다. ‘관찰을 통한 귀납적 탐구와 가설 설정을 포함하는 연역적 탐구의 과정과 절차를 이해할 수 있다.’에서 직접적인 관찰을 통한 자료의 수집이 가장 기본적인 탐구 단계로 최소 성취수준의 예방지도가 가능할 것으로 판단되어 최소 능력의 수행 특성으로 선택하였다.
- ‘㉘’와 ‘㉙’는 영역별 성취수준(C) 중 과정·기능에 해당하는 성취수준에서 도출된 것으로, 성취기준별 성취수준 02, 03의 C를 참고했다. ‘자연 현상을 관찰하거나 주어진 절차대로 실험을 수행하여 자료를 수집할 수 있다.’에서 가설을 설정하고 절차에 맞게 실험을 수행하는 연역적 탐구 과정과 수집된 자료를 표나 그래프로 나타내는 활동에 참여하는 것이 기본 역량으로 최소 능력의 수행 특성으로 판단되어 선택하였다.
- ‘㉚’는 영역별 성취수준(C) 중 가치·태도에 해당하는 성취수준에서 도출된 것이다. ‘자연 현상과 일상 속 과학을 탐구하는 활동에 호기심을 가지고 참여한다.’ 수준에서 과학 탐구 활동에 호기심을 가지고 참여하는 태도가 소극적인 실천과 적용으로 판단되어 최소 능력의 수행 특성으로 선택하였다.

2. 최소 성취수준 진술문 개발 과정

1. 영역 및 영역별/성취기준별 성취수준 입력

- 영역 코드 및 숫자 부여

영역	영역별 성취수준 (C)		성취기준별 성취수준 (C)
[10과탐1-02] 과학 탐구의 과정과 절차	지식·이해	관찰을 통한 귀납적 탐구와 가설 설정을 포함하는 연역적 탐구의 과정과 절차를 이해할 수 있다.	01 직접적인 관찰을 통해 자료를 수집하는 방법을 안다.
	과정·기능	자연 현상을 관찰하거나 주어진 절차대로 실험을 수행하여 자료를 수집할 수 있다.	02 가설 설정을 포함한 과학사의 대표적인 탐구실험을 안내된 절차에 따라 수행할 수 있다.
	가치·태도	자연 현상과 일상 속 과학에 대한 호기심을 가지며, 협력적으로 탐구 활동에 참여한다.	03 탐구 수행에서 얻은 정성적 혹은 정량적 데이터를 표나 그래프로 나타낼 수 있다.
			04 자연 현상과 일상 속 과학에 대한 흥미와 호기심을 갖고 과학 탐구에 참여하며, 협력적으로 과학 탐구 활동을 수행한다.

2. 성취수준 C의 수행 특성 분석 및 최소 능력의 수행 특성 도출

- 성취수준 C에 해당하는 수행 특성을 진술하여 나열함.
- 최소 능력(학업 성취율 40%)에 해당하는 수행 특성을 확정함.
- 이전 학교급이나 학년(또는 학기)에서 수행한 최소 성취수준과 비교 및 위계를 고려함.

성취수준 C의 수행 특성	확정
직접적인 관찰을 통해 자료를 수집하는 방법을 안다.	<input checked="" type="checkbox"/>
귀납적인 탐구의 절차를 이해할 수 있다.	<input type="checkbox"/>
연역적 탐구의 절차를 이해할 수 있다.	<input type="checkbox"/>
자연 현상과 일상 속 과학 문제를 확인할 수 있는 가설을 설정할 수 있다.	<input type="checkbox"/>
자연 현상을 직접 관찰할 수 있다.	<input type="checkbox"/>
가설 설정을 포함하여 주어진 절차대로 실험을 수행할 수 있다.	<input checked="" type="checkbox"/>
탐구 수행에서 얻은 정성적 혹은 정량적 데이터를 수집할 수 있다.	<input type="checkbox"/>

성취수준 C의 수행 특성	확정
탐구실험을 수행하여 수집된 자료를 표나 그래프로 나타내는 활동에 참여할 수 있다.	<input checked="" type="checkbox"/>
표나 그래프로 나타낼 때 결측치와 이상치를 처리할 수 있다.	<input type="checkbox"/>
표나 그래프의 대략적인 경향을 이해할 수 있다.	<input type="checkbox"/>
자연 현상과 일상 속 과학에 대해 흥미와 호기심을 가진다.	<input type="checkbox"/>
자연 현상과 일상 속 과학을 탐구하는 활동에 호기심을 가지고 참여한다.	<input checked="" type="checkbox"/>
자연 현상과 일상 속 과학에 탐구하고 싶은 문제를 찾는 태도를 지닌다.	<input type="checkbox"/>
과학 탐구 활동에서 협업을 통한 필요성에 관심을 가진다.	<input type="checkbox"/>
자연 현상과 일상 속 과학을 탐구하는 과정에서 과학의 유용성을 인식한다.	<input type="checkbox"/>
자연 현상과 일상 속 과학에 대한 흥미와 호기심을 갖고 협력적으로 탐구 활동에 참여할 수 있다.	<input type="checkbox"/>

3 최소 능력의 수행 특성 배치

- 학습 순서 등을 고려하여 배열하고 최종 진술함.

최소 능력의 수행 특성
㉗ 직접적인 관찰을 통해 자료를 수집하는 방법을 안다.
㉘ 가설 설정을 포함하여 주어진 절차대로 실험을 수행할 수 있다.
㉙ 탐구실험을 수행하여 수집된 자료를 표나 그래프로 나타내는 활동에 참여할 수 있다.
㉚ 자연 현상과 일상 속 과학을 탐구하는 활동에 호기심을 가지고 참여한다.

3. 미도달 예상 학생을 위한 개별화 수업 설계 예시 자료

수업 주제	<ul style="list-style-type: none"> 한반도의 기후 변화 경향성 분석하기 	
수업 방법	<ul style="list-style-type: none"> 모둠수업 	<ul style="list-style-type: none"> 실험·실습
성취수준 'C'의 최소 능력 수행 특성	<ul style="list-style-type: none"> ④ 탐구실험을 수행하여 수집된 자료를 표나 그래프로 나타내는 활동에 참여할 수 있다. ⑤ 자연 현상과 일상 속 과학을 탐구하는 활동에 호기심을 가지고 참여한다. 	
미도달 예상 학생을 위한 개별화 수업 전략	<p>[진단/개별화 전략/피드백 전략]</p> <ul style="list-style-type: none"> - 디지털 기기(노트북 또는 태ป) 사용법 이해도 진단하기 <ul style="list-style-type: none"> : 단축키, 캡처 등 공동 과제를 연습 후 모둠에 공유하고 동료 피드백을 제공, 어려운 학생은 교사의 개별 피드백 제공 - 구글 스프레드 시트 또는 엑셀 프로그램 이해도 진단하기 <ul style="list-style-type: none"> : 데이터 블록 선택, 차트 만들기, 추세선, 수식, 최솟값과 최댓값 설정 등 공동 과제를 연습 후 모둠에 공유하고 동료 피드백을 제공, 어려운 학생은 교사의 개별 피드백 제공 - 공공 플랫폼 데이터 수집 방법 안내 <ul style="list-style-type: none"> : 데이터 수집 경로 및 자료 조회 방법 단계별 안내, 공동 과제를 모둠별로 공유하고 동료 피드백을 제공, 어려운 학생은 교사의 개별 피드백 제공 - 데이터 전처리 방법 안내 <ul style="list-style-type: none"> : 수집된 데이터를 통계 분석하기 적합한 형태로 결측치, 이상치 처리 방법 안내, 모둠별로 실행한 후 공유, 동료 피드백 제공, 어려운 학생은 교사의 개별 피드백 제공 - 표와 그래프로 표현하는 활동에 참여하되 표와 그래프의 의미를 이해하고 있는지를 확인하여 교사의 개별 피드백을 제공 	
관련 성취기준	<p>[10과탐1-02-03] 탐구 수행에서 얻은 정성적 혹은 정량적 데이터를 분석하고 그 결과를 다양하게 표상하고 소통할 수 있다.</p>	

4. 최소 성취수준 보장지도 활동 예시 자료

최소 능력의
수행 특성

㉗ 직접적인 관찰을 통해 자료를 수집하는 방법을 안다.

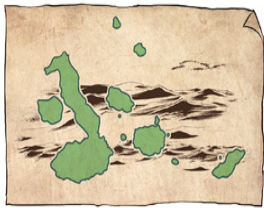
» 활동1. 자연 현상 관찰로 규칙성 발견하기

다음 그림은 귀납적 탐구 방법의 대표적 사례인 다윈의 진화론에 관한 연구 과정을 나타낸 것이다. 다윈이 수행한 핀치에 대한 탐구 내용을 참고하여 귀납적 탐구 과정을 단계별로 표현했을 때 A에 가장 적합한 단어를 제시어에서 찾아보시오.



다윈은 갈라파고스 군도의 핀치를 관찰하고 핀치의 부리 모양이 모두 같지 않은 것에 의문을 가졌다.

(문제 인식)



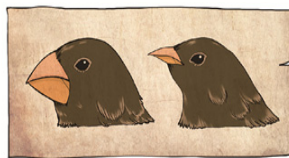
서식 지역과 먹이에 따라 핀치 부리 모양이 달라졌다는 결론을 내렸다.

(A)



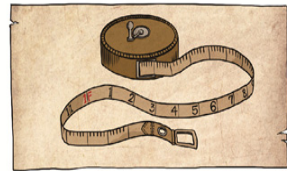
그는 핀치의 서식지, 먹이, 부리의 모양과 길이를 조사하기로 했다.

(관찰 방법 고안)



관찰 결과를 분석하여 먹이의 종류에 따라 핀치의 부리 모양이 다르다는 것을 알게 되었다.

(자료 해석)



핀치를 채집하여 부리 모양을 스케치하고 부리의 길이를 측정하였다.

(관찰 수행)



〈 제 시 어 〉

관찰 주제 선정

가설 설정

규칙성 발견 및 일반화

정답: 규칙성 발견 및 일반화

풀이: 귀납적 탐구 방법은 직접적인 관찰과 실험을 통해 규칙성을 찾는 활동으로 마지막 단계에서 관찰한 사실로부터 '서식 지역과 먹이에 따라 핀치 부리 모양이 달라졌다는 결론을 내렸다'는 규칙성을 발견하고 이를 일반화하는 과정에 해당한다. 가설 설정은 연역적 탐구 방법에 해당한다.

» 활동2. 귀납적 탐구 과정

다음은 과학사의 한 사례인 하워드스가 구름 분류법을 만들기까지의 역사적 과정을 순서 없이 나타낸 것이다. 귀납적 탐구 방법의 절차를 이용해 구름을 분류하는 과정을 순서대로 배열해 보고자 한다. 귀납적 탐구 방법의 순서에 맞게 빈칸에 들어갈 탐구 과정을 기호로 나타내 보시오.

- (가) 구름 분류를 고민하다: 하워드는 자연이 만들어 낸 여러 가지 구름을 관찰하다가 “구름을 분류할 수 있지 않을까?”라고 생각하게 되었다.
- (나) 구름 분류법을 제안하다: 1802년에 하워드는 구름 관찰과 분석을 바탕으로 「구름의 분류에 대하여」라는 논문을 발표하면서 구름을 모양에 따라 분류하는 것을 최초로 제안하였다.
- (다) 구름을 분류하다: 오랫동안 수집한 구름 스케치 자료를 바탕으로 하워드는 모양에 따라 구름을 분류해 보았다.
- (라) 구름을 그리다: 하워드는 구름을 눈으로 관찰하는 것에만 머물지 않고 시시각각 변하는 구름 자료를 수집하기 위해 구름을 스케치하기 시작하였다.
- (마) 구름에 관심을 가지다: 약제사이자 아마추어 기상학자였던 하워드는 매일 관찰할 수 있는 다양한 구름에 관심을 가지게 되었다.

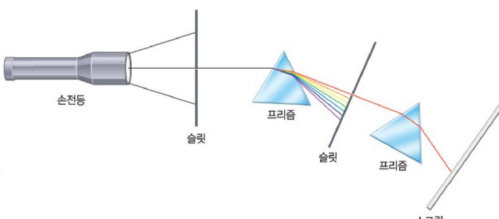
마 → 가 → () → () → ()

정답: 마→가→(라)→(다)→(나)

풀이: 구름에 관심을 가지다(문제 인식)→ 구름 분류를 고민하다(관찰 및 자료 수집 방법 고안)→ 구름을 그리다 (관찰 수행)→ 구름을 분류하다(자료 분석 및 해석)→ 구름 분류법을 제안하다(규칙성 발견 및 일반화)

» 활동3. 규칙성 발견하기

다음은 뉴턴의 프리즘 실험을 구현한 것이다. 이 실험을 통해 관찰한 사실을 토대로 뉴턴은 새로운 결론을 도출했다. 뉴턴의 결론을 올바르게 완성해 보시오.



[준비물]
손전등, 슬릿, 프리즘, 스크린

[실험 과정]
그림과 같이 첫 번째 프리즘을 통과한 무지개 빛 중 붉은 빛을 슬릿을 통과시킨 후, 그 빛이 다시 프리즘을 통과할 때 스크린에 나타난 빛을 관찰한다.

〈 결 론 〉

빛은 서로 다른 정도로 ()하는 여러 색깔의 빛으로 구성되어 있다.

정답: 굴절

풀이: 태양 빛이나 손전등 빛은 흰색 광이지만 프리즘 실험을 통해 굴절률의 차이로 인해 여러 색깔의 빛으로 구성되어 있음을 확인할 수 있다.

핵심 개념

관찰, 자료 수집, 규칙성 발견, 귀납적 탐구 방법

목표 도달	항목	도달 여부
점검	㉗ 직접적인 관찰을 통해 자료를 수집하는 방법을 안다.	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오

» 활동2. 실험 수행

다음은 과일 껍질이 들어있는 뚜껑 닫힌 병 안에 초파리가 생겨난 것을 생물속생설로 증명하기 위한 연역적 탐구 과정이다. 연역적 탐구 방법은 가설을 설정하고 이를 검증하기 위해 실험을 설계하는 과정이 필요하다. 단계별 수행 내용을 읽고 아래의 질문에 답해 보시오.

단계	수행 내용
문제 인식	과일 껍질이 들어있는 뚜껑 닫힌 병 안에 초파리가 생긴 것을 관찰하고, 초파리가 어떻게 생겨난 것인지 궁금해졌다.
가설 설정	과일 껍질에 초파리의 알이 있었기 때문에 초파리가 나타난 것이다.
실험 설계	① 같은 조건에 두고 유리병을 보관한다. ② 며칠 동안 초파리가 생기는지 관찰한다. ③ 한쪽(A)에는 완전히 세척한 과일 껍질을 넣고, 다른 한쪽(B)에는 일반 과일 껍질을 넣은 후 뚜껑을 닫는다. ④ 똑같은 유리병을 2개 준비한다.

1) 실험 설계를 올바른 순서로 나열해 보라.
 ④ → () → () → ②

2) A, B 두 유리병에 나타나는 결과를 예상해 보자.

〈 결 론 〉

()에는 초파리가 생기고, ()에는 초파리가 생기지 않을 것이다.

정답: 1) ④→(③)→(①)→② 2) B, A

풀이: 1) 똑같은 병을 2개 준비하여 일반 과일껍질과 완전히 세척한 과일 껍질을 다르게 넣고, 동일 조건(시간, 온도, 밀폐 여부 등)에 둔 후 초파리의 발생하는 지를 관찰하면 된다.

2) 초파리는 과일 껍질에 묻은 알이 발생한 것이므로 완전하게 세척한 과일 껍질에서는 초파리가 발생하지 않는다. 그러므로 B에서 초파리가 생기고, A에서는 발생하지 않는다.

핵심 개념

가설 설정, 변인 설계, 실험 절차, 연역적 탐구방법

목표 도달 점검	항목	도달 여부
	④ 가설 설정을 포함하여 주어진 절차대로 실험을 수행할 수 있다.	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오



학습자의 삶과 성장을 지원하는

대구 최소 성취수준 보장지도 교수·학습 지원 자료집

과학탐구실험1,2





2

과학탐구실험2



(1) | 생활 속의 과학 탐구

1. 최소 성취수준 진술문

영역	영역별 성취수준 (C)	성취기준별 성취수준 (C)	최소 능력의 수행 특성
[10과탐 2-01] 생활 속의 과학 탐구	지식 이해	일상생활에서 접하는 사회적 현상이나 이슈와 관련된 문제를 과학적으로 해결하는 데 있어 과학 원리가 이용됨을 알고, 이를 위해 공학적 설계와 같은 체계적인 절차가 필요함을 말할 수 있다.	㉓ 일상생활에서 접하는 사회적 현상 이나 이슈와 관련된 문제를 과학적 으로 해결하는 데 있어 과학 원리가 이용됨을 안다.
	과정 기능	일상생활에서 접하는 사회적 현상이나 이슈와 관련된 문제를 과학적으로 해결하는 탐구활동에 참여하고, 이 과정에서 주어진 절차를 준수 하여 탐구를 수행할 수 있다.	㉔ 과학 원리가 활용된 놀이 활동을 체험하며 과학의 즐거움을 느끼고, 협업의 필요성을 인식한다.
	가치 태도	과학 원리가 활용된 놀이 활동을 체험하며 과학의 즐거움을 느끼고, 협업의 필요성을 인식한다. 일상 생활에서 접하는 사회적 현상 이나 이슈와 관련된 문제를 해결하는 탐구활동에 참여 하며, 과학의 유용성에 관심을 가진다.	㉕ 일상생활에서 접하는 사회적 현상 이나 이슈와 관련된 문제를 과학적 으로 해결하는 탐구활동에 참여하여 주어진 절차대로 수행할 수 있다. ㉖ 과학 개념을 적용하여 실생활 문제를 해결하는 탐구활동에 참여하는 과정 에서 공학적 설계 과정의 유용성을 인식한다.

<최소 능력의 수행 특성(㉓~㉖)에 대한 해설>

- ‘㉓’는 영역별 성취수준(C) 중 지식·이해에 해당하는 성취수준에서 도출된 것이다. 일상생활의 문제를 과학적으로 해결하는 과정을 과학 원리와 연결해서 사고하는 것은 탐구활동의 기본이라고 판단되어 최소 능력의 수행 특성으로 선택하였다.
- ‘㉔’는 영역별 성취수준(C) 중 가치·태도에 해당하는 성취수준에서 도출된 것이다. 과학 원리를 활용한 놀이 활동 체험하면서 즐거움을 느끼고, 모둠 과제를 함께 해결하는 과정에서 협업의 필요성을 인식할 수 있다고 판단되어 최소 능력의 수행 특성으로 선택하였다.
- ‘㉕’는 영역별 성취수준(C) 중 과정·기능에 해당하는 성취수준에서 도출된 것이다. 탐구활동 계획과 수행 과정의 주도성보다는, 연구 윤리와 안전 사항을 준수하며 제시된 과학 탐구 절차대로 수행하는 것에 중점을 두었다.
- ‘㉖’는 2022 개정 교육과정의 성취기준 ‘[10과탐2-01-03] 과학 개념을 적용하여 실생활 문제의 해결 방안을 창의적으로 고안하고, 필요한 도구를 설계·제작할 수 있다’를 최소 능력의 수행 특성에 최대한 반영하여 진술하였다.

2. 최소 성취수준 진술문 개발 과정

1. 영역 및 영역별/성취기준별 성취수준 입력

- 영역 코드 및 숫자 부여

영역	영역별 성취수준 (C)		성취기준별 성취수준 (C)
[10과탐 2-01] 생활 속의 과학 탐구	지식·이해	일상생활에서 접하는 사회적 현상이나 이슈와 관련된 문제를 과학적으로 해결하는 데 있어 과학 원리가 이용됨을 알고, 이를 위해 공학적 설계와 같은 체계적인 절차가 필요함을 말할 수 있다.	01 과학 원리를 활용한 놀이 활동을 체험하며 과학의 즐거움을 느끼고, 과학의 유용성에 관심을 가진다.
	과정·기능	일상생활에서 접하는 사회적 현상이나 이슈와 관련된 문제를 과학적으로 해결하는 탐구 활동에 참여하고, 이 과정에서 주어진 절차를 준수하여 탐구를 수행할 수 있다.	02 일상생활에서 접하는 사회적 현상이나 이슈와 관련된 과학 탐구 문제를 해결하기 위한 탐구활동을 주어진 절차대로 수행할 수 있다.
	가치·태도	과학 원리가 활용된 놀이 활동을 체험하며 과학의 즐거움을 느끼고, 협업의 필요성을 인식한다. 일상생활에서 접하는 사회적 현상이나 이슈와 관련된 문제를 해결하는 탐구 활동에 참여하며, 과학의 유용성에 관심을 가진다.	03 과학 개념을 적용하여 실생활 문제를 해결하는 탐구활동에 참여하며, 공학적 설계 과정의 유용성과 협업의 필요성을 인식한다.

2. 성취수준 C의 수행 특성 분석 및 최소 능력의 수행 특성 도출

- 성취수준 C에 해당하는 수행 특성을 진술하여 나열함.
- 최소 능력(학업 성취율 40%)에 해당하는 수행 특성을 확정함.
- 이전 학교급이나 학년(또는 학기)에서 수행한 최소 성취수준과 비교 및 위계를 고려함.

성취수준 C의 수행 특성	확정
일상생활에서 접하는 사회적 현상이나 이슈와 관련된 문제를 과학적으로 해결하는 데 있어 과학 원리가 이용됨을 안다.	<input checked="" type="checkbox"/>
일상생활에서 접하는 사회적 현상이나 이슈와 관련된 문제를 과학적으로 해결하는 데 있어 과학 원리가 이용됨을 말할 수 있다.	<input type="checkbox"/>
일상생활에서 접하는 사회적 현상이나 이슈와 관련된 문제를 과학적으로 해결하는 데 있어 과학 원리가 이용됨을 알고, 이를 위해 공학적 설계와 같은 체계적인 절차가 필요함을 말할 수 있다.	<input type="checkbox"/>
과학 원리를 활용한 놀이 활동을 체험하며 과학의 즐거움을 느낀다.	<input type="checkbox"/>
과학 원리를 활용한 놀이 활동을 체험하며, 과학의 유용성에 관심을 가진다.	<input type="checkbox"/>
과학 원리를 활용한 놀이 활동을 체험하며, 협업의 필요성을 인식한다.	<input type="checkbox"/>
과학 원리를 활용한 놀이 활동을 체험하며 과학의 즐거움을 느끼고, 과학의 유용성에 관심을 가진다.	<input type="checkbox"/>

성취수준 C의 수행 특성	확정
과학 원리가 활용된 놀이 활동을 체험하며 과학의 즐거움을 느끼고, 협업의 필요성을 인식한다.	<input checked="" type="checkbox"/>
일상생활에서 접하는 사회적 현상이나 이슈와 관련된 문제를 과학적으로 해결하는 탐구활동에 참여한다.	<input type="checkbox"/>
일상생활에서 접하는 사회적 현상이나 이슈와 관련된 과학 탐구 문제를 해결하는 탐구활동에 참여하여 주어진 절차대로 수행할 수 있다.	<input checked="" type="checkbox"/>
일상생활에서 접하는 사회적 현상이나 이슈와 관련된 문제를 과학적으로 해결하는 탐구활동에 참여하는 과정에서 과학의 유용성에 관심을 가진다.	<input type="checkbox"/>
일상생활에서 접하는 사회적 현상이나 이슈와 관련된 문제를 과학적으로 해결하는 탐구활동에 참여하는 과정에서 협업의 필요성을 인식한다.	<input type="checkbox"/>
과학 개념을 적용하여 실생활 문제를 해결하는 탐구활동에 참여한다.	<input type="checkbox"/>
과학 개념을 적용하여 실생활 문제를 해결하는 탐구활동에 참여하는 과정에서 공학적 설계 과정의 유용성을 인식한다.	<input checked="" type="checkbox"/>
과학 개념을 적용하여 실생활 문제를 해결하는 탐구활동에 참여하는 과정에서 협업의 필요성을 인식한다.	<input type="checkbox"/>
과학 개념을 적용하여 실생활 문제를 해결하는 탐구 활동에 참여하는 과정에서 공학적 설계 과정의 유용성과 협업의 필요성을 인식한다.	<input type="checkbox"/>

3 최소 능력의 수행 특성 배치

- 학습 순서 등을 고려하여 배열하고 최종 진술함.

최소 능력의 수행 특성
㉠ 일상생활에서 접하는 사회적 현상이나 이슈와 관련된 문제를 과학적으로 해결하는 데 있어 과학 원리가 이용됨을 안다.
㉡ 과학 원리가 활용된 놀이 활동을 체험하며 과학의 즐거움을 느끼고, 협업의 필요성을 인식한다.
㉢ 일상생활에서 접하는 사회적 현상이나 이슈와 관련된 문제를 과학적으로 해결하는 탐구활동에 참여하여 주어진 절차대로 수행할 수 있다.
㉣ 과학 개념을 적용하여 실생활 문제를 해결하는 탐구 활동에 참여하는 과정에서 공학적 설계 과정의 유용성을 인식한다.

3. 미도달 예상 학생을 위한 개별화 수업 설계 예시 자료

수업 주제	<ul style="list-style-type: none"> ■ 우리 주변에 서식하는 다양한 생물 탐구 	
수업 방법	<ul style="list-style-type: none"> ■ 모둠수업 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 실험·실습
성취수준 'C'의 최소 능력 수행 특성	<p>㉔ 일상생활에서 접하는 사회적 현상이나 이슈와 관련된 문제를 과학적으로 해결하는 탐구활동에 참여하여 주어진 절차대로 수행할 수 있다.</p>	
미도달 예상 학생을 위한 개별화 수업 전략	<p>[진단/개별화 전략/피드백 전략]</p> <ul style="list-style-type: none"> - 구글 프레젠테이션 활용 방법 이해도 진단하기 : 모둠 활동을 통해 공동 연습 작업을 실행하고 동료 피드백 제공, 어려운 학생 개별 교사 피드백 제공 - 스마트 렌즈 활용 방법 안내하기 : 앱 활용 방법을 단계별로 안내하고 개인별 실습 후 모둠에 공유, 동료 피드백 제공, 어려운 학생 개별 교사 피드백 제공 <p>[개별화 전략/피드백 전략]</p> <ul style="list-style-type: none"> - 탐구활동의 절차 이해도 확인하기 : 탐구활동의 절차, 탐구 과정 유의점을 모둠 내에서 복습하고, 간단한 퀴즈 풀기 (모둠 단위 참가 퀴즈) : 틀린 문항에 대해 모둠 내에서 다시 풀어보고 동료 피드백 제공 	
관련 성취기준	<p>[10과탐2-01-02] 사회적 이슈나 생활 속에서 과학 탐구 문제를 발견하고, 이를 해결하기 위한 과학 탐구 활동을 계획하고 수행할 수 있다.</p>	

4. 최소 성취수준 보장지도 활동 예시 자료

최소 능력의 수행 특성

- ㉗ 일상생활에서 접하는 사회적 현상이나 이슈와 관련된 문제를 과학적으로 해결하는 데 있어 과학 원리가 이용됨을 안다.
- ㉘ 과학 원리가 활용된 놀이 활동을 체험하며 과학의 즐거움을 느끼고, 협업의 필요성을 인식한다.

» 활동1. 놀이기구의 운동 패턴 알아보기

- 그림은 놀이공원에 있는 다양한 놀이기구이다.



- (1) 위의 놀이기구를 탔을 때 또는 다른 친구가 타고 있는 것을 보았을 때 어떤 느낌을 받았는지 이야기해 보자.
- (2) 모둠에서 놀이기구 한 가지를 선택하고, 그 놀이기구와 관련 있는 운동을 <보기>에서 모두 찾아보자.

< 보 기 >

직선 운동, 원운동, 충돌 운동, 주기 운동

정답: (범퍼카: 충돌 운동 / 자이로드롭: 직선 운동 / 바이킹: 원운동, 주기 운동 / 회전 그네: 원운동, 주기 운동)
 풀이: (1)은 놀이기구를 체험하며 느낀 즐거움을 과학 원리와 자연스럽게 연결하고자 의도한 문제이다.
 (2)에서는 놀이기구 한 가지를 선택하여 놀이기구에 활용된 과학 원리를 생각해 보도록 지도한다.

» 활동2. 가속도 측정 애플리케이션을 이용하여 놀이기구의 가속도 분석하기

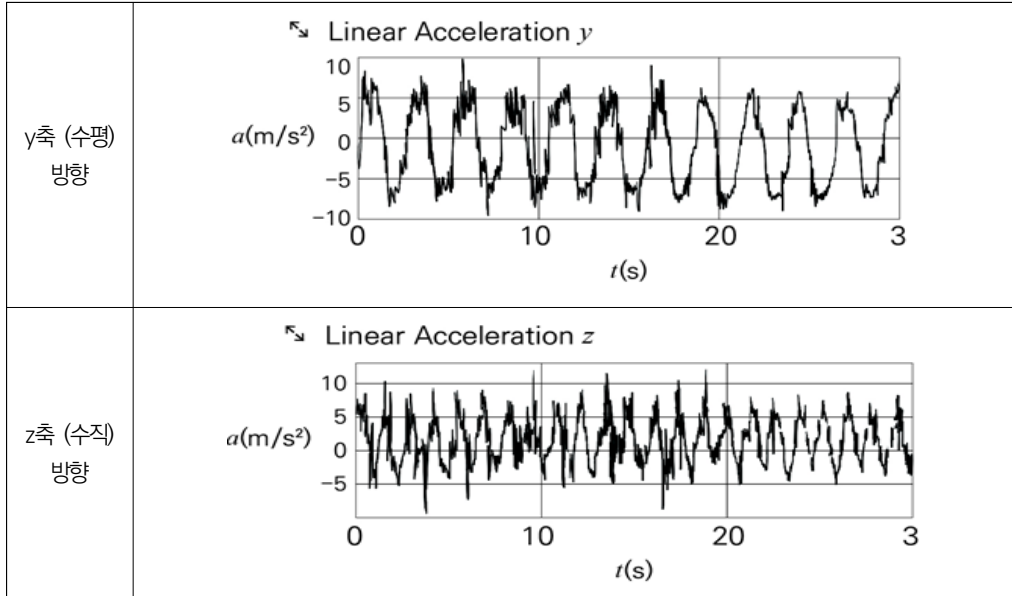
- 다음은 가속도 측정 애플리케이션을 이용하여 그네의 가속도를 측정한 것이다.

가) 측정 대상 놀이기구: 놀이터 그네

나) 실험 시 스마트폰의 거치 방향과 가속도 센서의 축



다) 앱에서 측정한 가속도 그래프 결과



앱에서 측정한 가속도 그래프에 대한 분석이 맞으면 ○, 틀리면 X 표시하시오.

- ① 그녀가 운동할 때 수평(y축) 방향 가속도는 증가와 감소를 반복한다. (○)
- ② 그녀가 운동할 때 수직(z축) 방향 가속도는 일정하다. (X)
- ③ 그녀는 주기 운동 한다는 것을 알 수 있다. (○)
- ④ z축의 주기가 y축의 주기보다 길다. (X)

풀이: ② 그녀가 운동할 때 수직 방향 가속도 또한 증가와 감소를 반복한다. ④ z축의 주기는 y축의 주기보다 짧다.

핵심 개념

주기 운동, 원운동, 직선 운동, 충돌 운동, 가속도

	항목	도달 여부
목표 도달 점검	㉗ 일상생활에서 접하는 사회적 현상이나 이슈와 관련된 문제를 과학적으로 해결하는 데 있어 과학 원리가 이용됨을 안다.	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오
	㉘ 과학 원리가 활용된 놀이 활동을 체험하며 과학의 즐거움을 느끼고, 협업의 필요성을 인식한다.	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오

최소 능력의 수행 특성

㊤ 일상생활에서 접하는 사회적 현상이나 이슈와 관련된 문제를 과학적으로 해결하는 탐구 활동에 참여하여 주어진 절차대로 수행할 수 있다.

» **활동1. 조사 계획 세우기**

- 우리 학교 주변에 살고 있는 생물을 조사할 때 필요한 준비물에 '○'표 하시오.

- 가. 사진 촬영이 가능한 스마트 기기 (○)
- 나. 자 (○)
- 다. 필기구 (○)
- 라. 필기를 위한 종이 (○)

풀이: 가. 우리 학교 주변에서 발견한 생물에 대한 정보를 정확히 알기 위해 스마트 렌즈 등의 앱을 활용하고, 그 생물의 특징을 사진 촬영해야 하므로 사진 촬영이 가능한 스마트 기기가 필요하다.
 나~라. 생물의 크기를 실제 자로 측정하여 크기 정보를 즉시 기록해 두어야 여러 생물을 관찰하더라도 관찰 정보들이 섞이지 않는다.

» **활동2. 생물 조사 수행하기**

(1) 제시어를 이용하여 생물 분류 체계를 완성하시오.

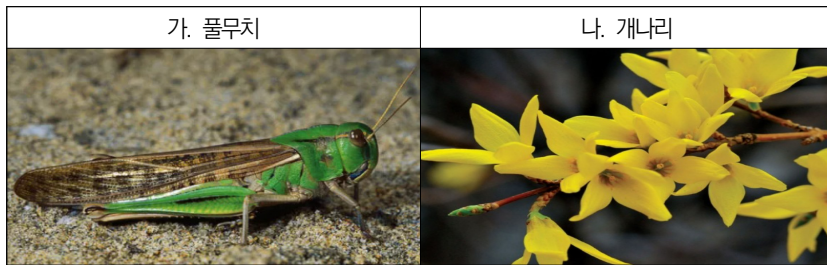
〈 제 시 어 〉

종, 과, 속

계 - 문 - 강 - 목 - (과) - (속) - (종)

풀이: 생물의 다양성을 체계적으로 분류하기 위해 계, 문, 강, 목, 과, 속, 종의 7단계 분류 체계를 사용한다. 이는 식물, 동물을 비롯한 모든 생물에게 적용되는 일반적인 분류 방법이다.

(2) 아래 제시된 생물의 분류 체계를 조사해서 적어보세요. (단, 동물은 목 수준까지만, 식물은 과 수준까지만 표시합니다.)



가. 풀무치: 메뚜기목 > 메뚜기과 > 풀무치속 > 풀무치

나. 개나리: 물푸레나무과 > 개나리속 > 개나리

풀이: 특정 생물의 분류 체계를 굳이 암기할 필요는 없으며, 조사를 통해 확인하는 활동으로 충분하다. 이러한 활동을 통해 해당 생물이 다른 생물들과 진화적으로 어떤 관계를 맺고 있는지(=유연관계)를 이해할 수 있다.

» **활동3. 조사 결과 보고서 작성하기**

(1) ‘우리 주변에 서식하는 다양한 생물 탐구하기’ 활동에 대한 설명 중 맞지 않는 것은?

- ① 생물종을 좀 더 명확히 확인하기 위해 구글 렌즈를 이용한다.
- ② 보고서를 작성할 때, 관찰자를 먼저 제시하고 생물명과 관찰 날짜, 관찰 장소, 관찰 기록을 작성한다.
- ③ 식물의 경우 분류 체계, 꽃·열매·줄기잎의 특징, 분포 지역과 자생지 등을 조사한다.
- ④ 생물의 특징을 기록할 때는 관찰자의 관점은 절대 기록하지 않는다. (✓)

풀이: ④ 관찰자의 관점을 배제할지 여부는 기록의 목적에 따라 달라진다. 과학적 데이터의 객관성을 우선해야 하는 경우에는 관찰자의 관점을 배제하는 것이 적절하다. 그러나 생태학적 연구나 행동 관찰에서는 관찰자의 주관적 해석도 일부 필요하며, 기록에 포함될 수 있다.

(2) 다음은 고유종과 외래종의 특징을 조사한 표이다. (가)와 (나)에 해당되는 것을 <제시어>에서 찾아 쓰시오.

구분	고유종	외래종
분포 지역	특정 지역에만 존재	본래 서식지 외의 지역으로 이동
기원	오랜 시간 동안 자연적으로 해당 지역에서 진화	인간 활동으로 인해 이동
생태계와 의관계		(가)
생물 예	(나)	

< 제 시 어 >

- 생태계를 교란시킬 가능성
- 밀접하게 연결되어 생태계 유지에 기여
- 가시박, 꽃매미
- 고라니, 구상나무

(가) 생태계를 교란시킬 가능성 (나) 고라니, 구상나무

풀이: (가) 고유종은 오랜 시간 동안 해당 지역의 환경에 적응하며 살아왔기 때문에 그 지역의 생태계와 밀접하게 연결되어 있어 생물다양성을 유지하는 데 중요한 역할을 한다. 이에 비해 외래종은 새로운 서식지에서 천적이 없거나 경쟁 상대가 적어 빠르게 번식하여 토종 생물의 생존을 위협하고 생태계 균형을 깨뜨릴 수 있으므로 생태계 교란 가능성이 크다.

(나) 고라니, 구상나무는 고유종 동물과 식물의 예에 해당하며, 가시박, 꽃매미는 외래종 동물과 식물의 예에 해당한다. 가시박은 북아메리카 원산의 덩굴성 식물로, 급격한 번식력으로 다른 식물의 햇빛을 차단하고 고사시켜 생태계를 파괴한다. 꽃매미는 동아시아 원산의 곤충으로, 과수와 작물의 수액을 빨아먹어 농작물에 큰 피해를 입힌다. 가시박과 꽃매미는 대한민국 생태계 교란종으로 지정되어 관리되고 있다.

핵심 개념

생태계, 생물 분류 체계, 고유종, 외래종

목표 도달 점검	항목	도달 여부
	일상생활에서 접하는 사회적 현상이나 이슈와 관련된 문제를 과학적으로 해결하는 탐구 활동에 참여하여 주어진 절차대로 수행할 수 있다.	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오

(2) | 미래 사회와 첨단 과학 탐구

1. 최소 성취수준 진술문

영역	영역별 성취수준 (C)	성취기준별 성취수준 (C)	최소 능력의 수행 특성
[10과탐 2-02] 미래 사회와 첨단 과학 탐구	지식 · 이해	첨단 과학기술에 과학 원리가 포함되어 있음을 알고, 연구 윤리 및 과학 윤리의 중요성에 대해 이해할 수 있다.	㉗ 마이크로컨트롤러 등을 활용하여 탐구 활동에 참여한다.
	과정 · 기능	디지털 탐구도구를 이용한 탐구 활동과 첨단 과학 기술을 이용한 산출물 제작 과정에 참여하고, 탐구 활동을 안전하게 수행할 수 있다.	㉘ 주변 환경을 개선하는데 과학 지식이 활용되고 있음을 말할 수 있다.
	가치 · 태도	첨단 과학기술에 포함된 과학 원리를 찾아내는 탐구 활동을 통해 과학에 대한 흥미를 느낀다.	㉙ 사물인터넷 센서를 이용하여 실시간 데이터를 수집할 수 있음을 인식한다. ㉚ 탐구 활동 과정에서 연구 윤리와 안전 사항을 준수해야 함을 말할 수 있다.

〈최소 능력의 수행 특성(㉗~㉚)에 대한 해설〉

- ‘㉗’와 ‘㉘’는 2022 개정 교육과정 성취기준 ‘[10과탐2-02-01] 첨단 과학기술 속의 과학 원리를 찾아내는 탐구 활동을 통해 과학 지식이 활용된 사례를 추론할 수 있다.’의 성취수준(C)에서 도출하였다.
- ‘㉙’는 2022 개정 교육과정 성취기준 ‘[10과탐2-02-02] 과학 원리가 적용된 첨단 과학기술 및 탐구 산출물을 발표하고 공유하며, 이를 확산할 수 있다.’의 성취수준(C)에서 도출하였다.
- ‘㉚’는 2022 개정 교육과정 성취기준 ‘[10과탐2-02-03] 탐구 활동 과정에서 지켜야 할 생명 존중, 연구 진실성, 지식 재산권 존중 등과 같은 연구 윤리와 함께, 과학기술 이용과 관련된 과학 윤리 및 안전 사항을 준수할 수 있다.’의 성취수준(C)에서 도출하였다.

2. 최소 성취수준 진술문 개발 과정

1. 영역 및 영역별/성취기준별 성취수준 입력

- 영역 코드 및 숫자 부여

영역	영역별 성취수준 (C)		성취기준별 성취수준 (C)
[10과탐 2-02] 미래 사회와 첨단 과학 탐구	지식·이해	첨단 과학기술에 과학 원리가 포함되어 있음을 알고, 연구 윤리 및 과학 윤리의 중요성에 대해 이해할 수 있다.	01 마이크로 컨트롤러 등을 활용한 탐구 활동에 참여하고, 주변 환경을 개선하는 데 과학 지식이 활용되고 있음을 이해한다. 02 사물인터넷 센서를 이용하여 실시간 데이터를 수집하는 등의 첨단 과학 기술을 활용한 탐구 활동을 수행할 수 있다. 03 탐구 활동 과정에서 연구 윤리와 안전 사항을 준수하며 탐구를 수행할 수 있다.
	과정·기능	디지털 탐구 도구를 이용한 탐구 활동과 첨단 과학 기술을 이용한 산출물 제작 과정에 참여하고, 탐구 활동을 안전하게 수행할 수 있다.	
	가치·태도	첨단 과학기술에 포함된 과학 원리를 찾아내는 탐구 활동을 통해 과학에 대한 흥미를 느낀다.	

2. 성취수준 C의 수행 특성 분석 및 최소 능력의 수행 특성 도출

- 성취수준 C에 해당하는 수행 특성을 진술하여 나열함.
- 최소 능력(학업 성취율 40%)에 해당하는 수행 특성을 확정함.
- 이전 학교급이나 학년(또는 학기)에서 수행한 최소 성취수준과 비교 및 위계를 고려함.

성취수준 C의 수행 특성	확정
첨단 과학기술에 과학 원리가 포함되어 있음을 말할 수 있다.	<input type="checkbox"/>
마이크로컨트롤러 등을 활용하여 탐구 활동에 참여한다.	<input checked="" type="checkbox"/>
주변 환경을 개선하는데 과학 지식이 활용되고 있음을 말할 수 있다.	<input checked="" type="checkbox"/>
디지털 탐구 도구를 이용한 탐구 활동에 참여한다.	<input type="checkbox"/>
첨단 과학기술을 이용한 산출물 제작 과정에 참여한다.	<input type="checkbox"/>
탐구 활동을 안전하게 수행할 수 있다.	<input type="checkbox"/>
사물인터넷 센서를 이용하여 실시간 데이터를 수집할 수 있음을 인식한다.	<input checked="" type="checkbox"/>
첨단 과학기술에 포함된 과학 원리를 찾아내는 탐구 활동을 통해 과학에 대한 흥미를 느낀다.	<input type="checkbox"/>
탐구 활동 과정에서 연구 윤리와 안전 사항을 준수해야 함을 말할 수 있다.	<input checked="" type="checkbox"/>

3 최소 능력의 수행 특성 배치

- 학습 순서 등을 고려하여 배열하고 최종 진술함.

최소 능력의 수행 특성

- ㉠ 마이크로컨트롤러 등을 활용하여 탐구 활동에 참여한다.
- ㉡ 주변 환경을 개선하는데 과학 지식이 활용되고 있음을 말할 수 있다.
- ㉢ 사물인터넷 센서를 이용하여 실시간 데이터를 수집할 수 있음을 인식한다.
- ㉣ 탐구 활동 과정에서 연구 윤리와 안전 사항을 준수해야 함을 말할 수 있다.

3. 미도달 예상 학생을 위한 개별화 수업 설계 예시 자료

수업 주제	<ul style="list-style-type: none"> ■ 센서를 활용한 생활 발명품 고안하기 	
수업 방법	<ul style="list-style-type: none"> ■ 모둠수업 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 실험·실습
성취수준 'C'의 최소 능력 수행 특성	<p>㉔ 사물인터넷 센서를 이용하여 실시간 데이터를 수집할 수 있음을 인식한다.</p>	
미도달 예상 학생을 위한 개별화 수업 전략	<p>[진단/개별화 전략/피드백 전략]</p> <ul style="list-style-type: none"> - 사물인터넷 센서 종류 조사하기 <ul style="list-style-type: none"> : 사물인터넷 센서에 대한 이해도를 간단한 설문 또는 퀴즈를 통해 확인하고, 사물인터넷 센서에 대한 이해도가 낮은 학생들을 대상으로 동료 피드백을 제공하도록 지도하거나, 웹서핑 등을 통해 사물인터넷에는 어떤 종류가 있는지 스스로 조사할 수 있도록 지도 - 앱 또는 데이터 로거 프로그램 등을 통한 실시간 데이터 수집하기 <ul style="list-style-type: none"> : 사물인터넷 센서와 연결된 앱 또는 데이터 로거 프로그램 등을 통해 실시간 데이터를 수집할 수 있음을 안내하고, 개별 실습 후 개별 수행이 어려운 학생에 대해 동료 피드백 제공 - 수집한 데이터 이해하기 <ul style="list-style-type: none"> : 수집한 데이터를 보고 어떠한 물리량을 나타내는지 또는 데이터의 경향성에 대해 간단히 발표하도록 안내 : 발표 내용이 미흡하거나 잘못된 학생에 대해서는 동료 피드백 또는 개별 교사 피드백 제공 	
관련 성취기준	<p>[10과탐2-02-02] 과학 원리가 적용된 첨단 과학기술 및 탐구 산출물을 발표하고 공유하며, 이를 확산할 수 있다</p>	

4. 최소 성취수준 보장지도 활동 예시 자료

최소 능력의 수행 특성

- ㉞ 마이크로컨트롤러 등을 활용하여 탐구 활동에 참여한다.
- ㉟ 주변 환경을 개선하는데 과학 지식이 활용되고 있음을 말할 수 있다.

» 활동1. 마이크로컨트롤러 및 센서 활용 실습

- 다음은 교실 내 공기질 문제를 해결하기 위한 절차이다. 교실 내 미세먼지 농도를 마이크로컨트롤러 (예: 마이크로비트 또는 공기질 측정기)를 활용하여 측정하고, 공기질 개선을 위한 방안을 제시해 보자.

(1) 회로 구성

1. 준비물

- 1) 블루투스 기능이 있는 PC(또는 안드로이드 기기)
- 2) 마이크로비트(v2 이상)
- 3) 무선 미세먼지 센서 키트(예: SHARP GP2Y10**)

2. 회로 구성

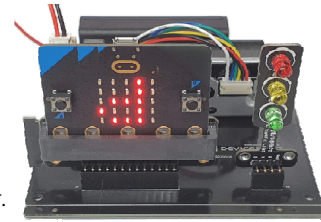
- 1) 그림과 같이 마이크로비트와 무선 미세먼지 센서 키트를 연결한다.
- 2) 마이크로비트와 PC 간 통신을 위해 hex 파일을 마이크로비트에 설치한다.

※ 참고:

<https://javalab.org/lee/microbit-javalab-mbl-v6.hex>

- 3) 마이크로비트를 PC의 USB 전원 또는 배터리와 연결한다.
- 4) PC(또는 안드로이드 기기)와 마이크로비트를 블루투스로 연결하여 데이터를 측정한다.

※ 무선 미세먼지 센서 키트가 없을 경우 공기질(미세먼지) 측정기를 활용하여 실험을 대체할 수 있음



출처: 자바실험실
(https://javalab.org/microbit_dust/)

(2) 데이터 측정 및 분석

- 1) PC에서 크롬 브라우저(https://javalab.org/microbit_dust/)를 작동하여 수업 시간과 쉬는 시간을 포함한 50분 동안 교실 내 미세먼지 농도를 측정하고, 화면을 캡처하여 다음의 표에 삽입한다.



출처: 자바실험실
(https://javalab.org/mb_l_share_list/?pg=12&sensor=dust)

붙이: 마이크로비트와 연동된 크롬 브라우저에서의 미세먼지 농도 측정 화면을 학생이 탐구활동을 수행한 증거로 제시하도록 화면을 캡처하여 삽입하도록 지도한다.

» **활동2. 환경 개선 방안 도출 및 발표 준비**

다음은 환경부 기준 미세먼지 농도 기준을 정리한 것이다.

구분	PM10	PM2.5
좋음	0~30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0~15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
보통	31~80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	16~35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
나쁨	81~150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	36~75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
매우 나쁨	151 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상	76 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상

위 표와 **활동1**의 미세먼지 측정 결과를 토대로, 우리 교실의 수업 시간과 쉬는 시간의 미세먼지 농도에 대해 토의하고, 공기질 개선을 위해 어떤 방법을 취하면 좋을지 논의해 보자.

예시 답안) 수업 시간에는 미세먼지 농도가 '좋음'과 '보통' 수준이었으나, 쉬는 시간의 미세먼지 농도가 '나쁨'과 '매우 나쁨' 사이를 왔다갔다 할만큼 높게 나타났다. 미세먼지 농도가 나쁨 이상일 경우 호흡기 자극과 기관지염 위험이 증가한다고 알려져 있다. 그러므로 쉬는 시간에는 창문을 열어 환기를 함으로써 깨끗한 공기를 유지하기 위해 노력할 필요가 있다.

풀이: 미세먼지 농도 기준과 교실 내 미세먼지 농도 측정 결과를 비교함으로써 과학적 근거를 토대로 구체적인 개선 방안을 제시하도록 지도한다.

핵심 개념

마이크로컨트롤러, 센서, 데이터, 개선 방안

	항목	도달 여부	
목표 도달 점검	㉓ 마이크로컨트롤러 등을 활용하여 탐구 활동에 참여한다.	<input type="checkbox"/> 예	<input type="checkbox"/> 아니오
	㉔ 주변 환경을 개선하는데 과학 지식이 활용되고 있음을 말할 수 있다.	<input type="checkbox"/> 예	<input type="checkbox"/> 아니오

최소 능력의 수행 특성

㊤ 탐구 활동 과정에서 연구 윤리와 안전 사항을 준수해야 함을 말할 수 있다.

» **활동1. 사례 읽고 문제 파악하기**

1971년, 미국 스탠퍼드 대학교 심리학과 교수였던 필립 짐바도(Philip Zimbardo)는 '감옥 상황이 인간의 행동에 미치는 영향'을 연구하기 위해 24명의 남자 대학생 지원자를 '교도관(간수)'와 '수감자'로 무작위 배정하여 '모의 감옥' 실험을 진행했다.

하지만 실험이 시작된 지 얼마 지나지 않아, 교도관 역할을 맡은 학생들이 수감자 역할 학생들에게 가혹 행위를 하기 시작했고, 수감자들은 극심한 정신적 스트레스와 불안 증세를 보였다. 연구진은 이를 중단하지 않고 관찰을 이어갔으며, 일부 수감자 역할 학생들은 심각한 심리적 고통을 호소했다. 결국 실험은 예정된 2주를 다 채우지 못하고 6일 만에 중단되었다.

이 실험은 이후 연구 윤리와 인간 대상 실험에서 지켜야 할 원칙이 무엇인지를 되돌아보게 만든 중요한 사례로 손꼽힌다.

- 위의 사례를 읽고 필요한 경우 추가 자료(인터넷 검색)를 참고하여, 스탠퍼드 감옥 실험에서 발생한 문제점을 간단히 정리해 보자.

- 연구진은 참가자 보호보다는 실험 데이터 확보에 우선순위를 두었다고 보인다.
- 가혹 행위가 시작된 뒤에도 충분한 중재가 이루어지지 않았고, 참가자들이 자유롭게 실험을 중단할 권리를 행사하기 어려운 분위기가 조성되었다.
- 실험이 예정보다 일찍 종료되었으나, 이미 여러 학생이 정서적 피해를 입은 뒤였다.

» **활동2. 연구 윤리 및 안전 사항 개념 살펴보기**

- 인간 대상 연구에서 고려해야 할 연구 윤리와 안전 요소에 대해 생성형 인공지능에게 제시하여 나온 답변을 정리한 것이다. 표에서 누락된 부분에 대한 답변을 작성해 보자.

항목	주요 내용
충분한 정보 제공 및 자발적 동의	실험 목적, 절차, 예상 위험 등을 사전에 충분히 설명하고, 언제든지 중단 가능해야 함
연구 대상 보호	실험 중 발생할 수 있는 육체, 심리적 위험에 즉시 대응하고, 중단 및 지원책 등을 마련해야 함
연구자 책임 (전문성, 윤리규범 준수)	연구를 설계, 진행하는 과정에서 안전, 윤리를 우선하고, 예측된 위험에 대해 대책 수립
안전 관리 및 중단 기준	예시 답안) 참가자가 심각한 스트레스나 신체적 피해를 겪을 경우, 실험을 중단할 명확한 기준 마련

풀이: 생성형 인공지능을 활용하여 연구에서 고려해야 할 연구 윤리와 안전 요소에 대해 살펴볼 수 있는 기회를 가질 수 있다. 표에서 제시하고 있는 항목을 보고 그에 따른 주요 내용을 생각해서 작성하도록 지도한다. 연구도 중요하지만 연구 또한 인간을 위한 것이므로, 올바른 연구를 위해 지켜야 할 연구 윤리와 안전 요소에 대해 생각할 수 있도록 한다.

» **활동3. 우리 모두의 안전하고 윤리적인 실험 방안 제안하기**

- 우리 모둠은 '권력과 역할이 인간 행동에 미치는 영향'을 주제로 연구를 진행하고자 한다. 과거 스탠퍼드 감옥 실험의 문제점을 보완하면서도, 연구 윤리와 안전을 제대로 지킬 수 있는 구체적 방안을 표로 작성하였다. 이 중 바르지 않은 항목의 번호를 고르시오.

번호	항목	구체적 방안
1	사전 동의 및 정보 제공	실험에 참여하면 심리적 불편을 느낄 수 있으나, 한 번 실험에 참여한 만큼 중간에 중단할 수 없음을 명문화
2	참가자 보호 시스템	심리 전문가 동행, 실험 중 실시간 스트레스 체크, 위험 수준 초과 시 즉시 제지
3	중단 기준 및 절차	심각한 불안, 패닉 증세 호소 시 즉각 중단, 안전 대피 후 1:1 상담
4	전문가 및 윤리위원회의 지원 방안	교내외 IRB(윤리심의위원회) 사전 승인, 정신과 의사, 임상심리사 참여

풀이: 선지 1의 '사전 동의 및 정보 제공' 항목의 경우 실험에 따라 심리적 불편을 느낄 수 있으며, 실험 중간 언제든지 피실험자의 의견에 따라 중단할 수 있음을 명문화하여 보다 안전하고 윤리적인 실험이 이뤄질 수 있어야 한다.

핵심 개념

연구 윤리, 안전 사항

목표 도달 점검	항목	도달 여부
	탐구활동 과정에서 연구 윤리와 안전 사항을 준수해야 함을 말할 수 있다.	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오



학습자의 삶과 성장을 지원하는

대구 최소 성취수준 보장지도 교수·학습 지원 자료집

과학탐구실험1,2



발 행 일 2025. 3.

발 행 처 대구광역시교육청 미래교육과

기획·개발 대구광역시교육청 미래교육과 장학관 이규원

대구광역시교육청 미래교육과 장학사 김은성

성산고등학교 수석교사 최미숙

경북대사범대학부설고등학교 교사 권문호

경북대사범대학부설고등학교 교사 이원두

성화여자고등학교 교사 손임영

참고 자료

교육부(2024) 『2022 개정 교육과정에 따른 최소 성취수준 보장지도 자료』