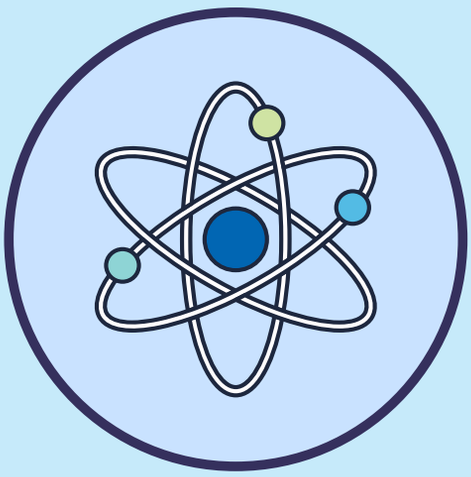
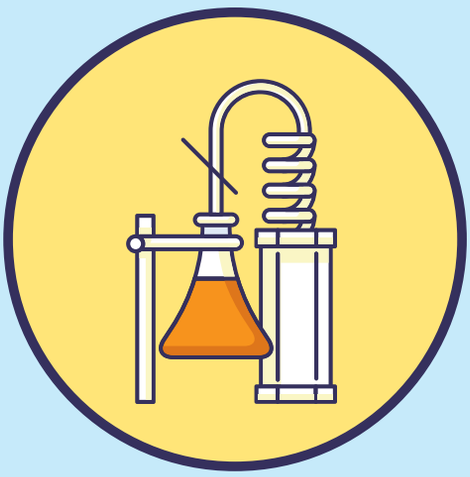
미래를 여는 협력교육

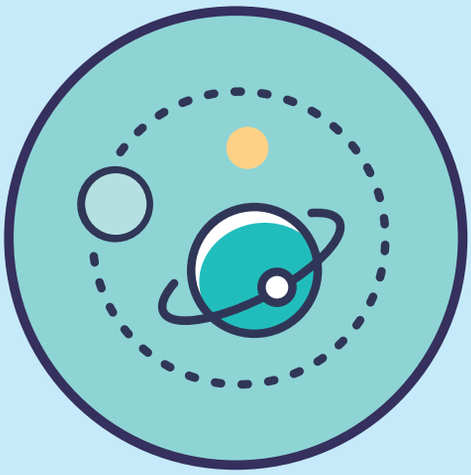
서울청렴 맑음! 서울교육 밝음!

2022 개정 고등학교 과학과 교육과정 톺아보기

물리학









서울특별시교육청
[중 등 교 육 과]

차례

2022 개정 고등학교
과학과 교육과정 톺아보기 직무연수
<물리>

1. 2022 개정 교육과정 고등학교 과학과 신설과목 직무연수 운영 계획 ····· 1

2. 2022 개정 교육과정 '통합과학' 톺아보기 ····· 7

3. 2022 개정 교육과정 과학과 융합 선택 과목 톺아보기 ····· 23

1) 과학의 역사와 문화 ····· 25

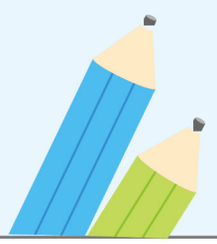
2) 기후변화와 환경생태 ····· 36

3) 융합과학 탐구 ····· 52

4. 2022 개정 교육과정 과학과 일반 선택, 진로 선택 과목 톺아보기(물리학) ····· 63

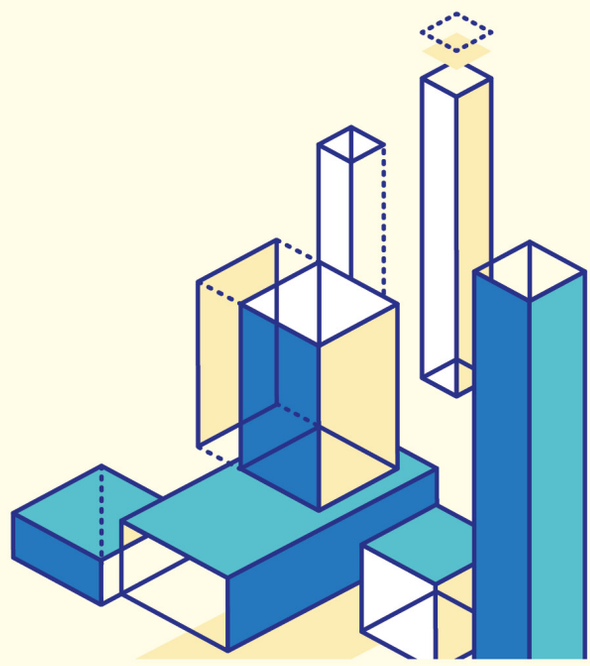






1.

2022 개정 교육과정 고등학교 과학과 신설과목 직무연수 운영 계획



2022 개정 교육과정 고등학교 과학과 신설과목 직무연수 운영 계획



서울특별시교육청 중등교육과

1 추진 근거

- 초·중등학교 교육과정(교육부 고시 제2022-33호, 2022. 12. 22.)
- 초·중등학교 교육과정(국가교육위원회 고시 제2026-1호, 2026. 1. 21.)
- 서울특별시 고등학교 교육과정(제2024-4호, 2024. 3. 25.)
- 서울특별시 고등학교 교육과정(제2024-13호, 2024. 9. 20.)

2 추진 목적

- 2022 개정 교육과정 고등학교 과학과 교육과정의 주요 내용 이해를 통한 교육과정 실행력 제고 및 현장 적합성 강화
- 과학과 신설과목의 교육과정, 교수·학습, 평가 방안을 탐색하여 학생 맞춤형 학습 실현 방안 모색
- 과학과 교육과정 운영 우수 사례 공유를 통한 현장 맞춤형 연수 지원 체계 마련

3 추진 방침

- 과학과 교육과정, 교수·학습 및 평가에 대한 체계적 이해와 실습을 포함한 직무연수로 운영하여 현장 적용 가능성 제고
- 교과 교육과정 전문가를 강사로 위촉하여 학습자 맞춤형 수업 설계를 위한 교과 전문성 및 실천 역량 강화
- 과학과 전공별 희망 과목을 선택하여 참여함으로써 학교 현장의 필요에 따라 연수 과정을 자율적으로 구성하게 하여 현장 적합성 강화

4 추진 계획

연수 개요

구분	내용
연수종별	직무연수〈전문〉
연수과정명	2022 개정 고등학교 과학과 교육과정 톺아보기
연수과정 구분	전문성향상과정(교과지도)
연수 기간 및 이수 시간	2026. 7. 3.(금) ~ 7.4.(토), 2일 총 8시간
연수 방법 및 장소	집합
연수 장소	서울특별시교육청(용산청사) 3층 컨퍼런스룸 및 교육실
대상 및 인원	서울특별시교육청 관내 고등학교 과학과 교원 193명

추진 일정

추진 내용	세부 내용	시행	시기
신청 안내	연수 운영 계획 및 신청 안내	본청→학교	5. 25.(월)
참가 신청	참가신청서 접수, ※교육행정데이터통합관리시스템 [서식] 제출	학교→본청	5. 25.(월) ~6. 5(금)
결과 안내	연수 대상자 소속교로 대상자 명단 알림 연수 참여 협조 공문 발송	본청→학교	6. 18.(목)
연수 운영	○ 2022 개정 교육과정 통합과학 과학탐구실험 톺아보기 ○ 2022 개정 교육과정 융합선택과목 톺아보기 : 과학의 역사와 문화, 기후 변화와 환경 생태, 융합과학 탐구	연수강사	7. 3.(금)
	○ 2022 개정 교육과정 일반선택과목 톺아보기 : 물리학, 화학, 생명과학, 지구과학 ○ 2022 개정 교육과정 진로선택과목 톺아보기 : 역학과 에너지, 전자기와 양자, 물질과 에너지, 화학 반응의 세계, 세포와 물질대사, 생물의 유전, 지구시스템 과학, 행성 우주과학	연수강사	7. 4.(토)
결과 처리	연수 이수 결과 처리 및 이수증 발급	본청→학교	7. 17.(금)

5 연수과정 편성

● 세부 운영 계획

- 등록 및 개강식: 2026. 7. 3.(금) 16:50
- 수료식: 2026. 7. 4.(토) 16:00
- 세부 일정표(※개강식 및 폐강식 시간은 연수 시간에 포함시키지 않음.)

1) 공통 및 융합 선택 과목

교시 / 날짜	1교시	2교시		3교시	
	17:00~17:50	18:00~18:50		19:00~19:50	
(7월3일) 연수방법: (집합)	통합과학(공통)	융합 선택 과목(택1)			
		과학의 역사와 문화	기후변화와 환경생태	융합과학탐구	
	임현구	김현호(조민진)	정승효(류선지)	정진(강현식)	
강의실	컴퍼런스룸	교육실 A2-01	교육실 A2-02,03	컴퍼런스룸	

2) 물리학 선택(강의실: 교육실A2-01)

교시 / 날짜	1교시	2교시	중식	3교시	4교시	5교시
	10:00~10:50	11:00~11:50	11:50~12:40	12:40~13:30	13:40~14:30	14:40~15:30
(7월4일) 연수방법 :(집합)	물리학			역학과 에너지, 전자기와 양자		
	정진(강현식)			강현식(정진)		

3) 화학 선택(강의실: 3A-01)

교시 / 날짜	1교시	2교시	중식	3교시	4교시	5교시
	10:00~10:50	11:00~11:50	11:50~12:40	12:40~13:30	13:40~14:30	14:40~15:30
(7월4일) 연수방법 :(집합)	화학			물질과 에너지, 화학 반응의 세계		
	김현호(조민진)			조민진(김현호)		

4) 생명과학 선택(강의실: [1반] 교육실 A2-02, [2반] 교육실 A2-03)

교시 / 날짜		1교시	2교시	중식	3교시	4교시	5교시
		10:00~10:50	11:00~11:50	11:50~12:40	12:40~13:30	13:40~14:30	14:40~15:30
(7월4일) 연수방법 :(집합)	1반	생명과학	세포와 물질대사		생물의 유전	교수·학습·평가 설계	
		심은화	임현구(최유정)		심은화(임경민)		
	2반	생명과학	생물의 유전		세포와 물질대사	교수·학습·평가 설계	
		임현구	심은화(임경민)		임현구(최유정)		

5) 지구과학 선택(강의실: 컴퍼런스룸)

교시 / 날짜	1교시	2교시	중식	3교시	4교시	5교시
	10:00~10:50	11:00~11:50	11:50~12:40	12:40~13:30	13:40~14:30	14:40~15:30
(7월4일) 연수방법 :(집합)	지구과학			지구시스템과학	행성우주과학	교수·학습·평가 설계
	류선지(정승효)			정승효(류선지)	류선지(정승효)	류선지(정승효)

- 평가 계획
  - 전체 연수 시간의 80% 이상 출석 시 수료(별도 평가 없음)
  - 결석, 조퇴, 지각 등으로 결강 시수가 총 이수 시간의 20%를 초과하면 미이수 처리
  - 출결은 시간별로 확인
  - 연수 종료 전·후 설문조사 참여
- 과목별 담당 강사

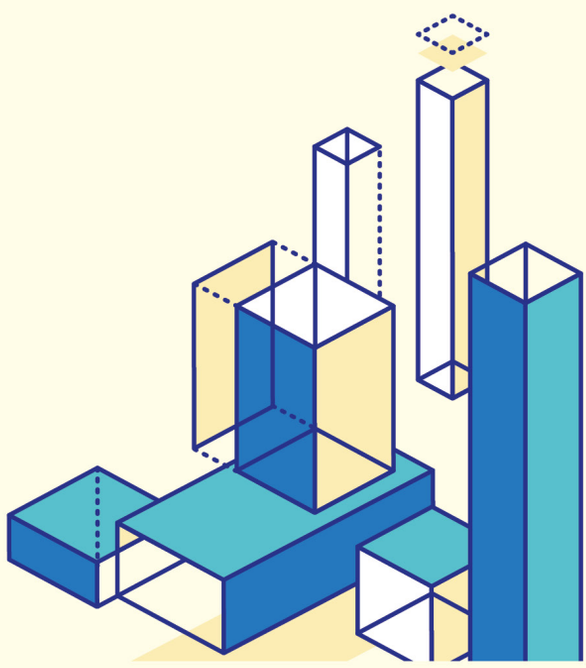
구분			성명	소속	직급
연수 과정명	교과목명				
2022 개정 고등학교 과학과 교육과정 톺아보기	통합과학		임현구	한성과학고등학교	교사
	융합 선택	과학의 역사와 문화	김현호	동북고등학교	교사
		기후변화와 환경생태	정승효	한성과학고등학교	교사
		융합과학 탐구	정진	경기고등학교	교사
	일반 선택	물리학	정진	경기고등학교	교사
		화학	김현호	동북고등학교	교사
		생명과학	심은화	휘봉고등학교	교사
			임현구	한성과학고	교사
		지구과학	류선지	진관고등학교	교사
	진로 선택	역학과 에너지	강현식	동북고등학교	교사
		전자기와 양자			
		물질과 에너지	조민진	은평고등학교	교사
		화학, 반응의 세계			
		세포와 물질대사, 생물의 유전	임현구	한성과학고	교사
			심은화	휘봉고등학교	교사
			최유정	한성과학고	교사
			임경민	가락고등학교	교사
		지구시스템과학	류선지	진관고등학교	교사
		행성우주과학	정승효	한성과학고등학교	교사

6 기대 효과

- 2022 개정 고등학교 과학과 교육과정의 주요 내용 심화 이해를 통한 새 교육과정 현장 안착 지원
- 2022 개정 교육과정 고등학교 과학과 신설과목에 대한 교원 이해 제고 및 교수·학습, 평가 전문성 강화를 통한 학생 맞춤형 학습 실현
- 교과별 선도교원 양성을 통한 자율적인 교원 연수 활성화 지원 및 현장의 교육과정 실행력 제고

2.

2022 개정 교육과정 ‘통합과학’ 톺아보기



2022 개정 교육과정 '통합과학' 톺아보기

미래를 여는 협력교육

서울혁명 맑음! 서울교육 밝음!

2022 개정 교육과정 고등학교 과학과 신설과목 직무연수

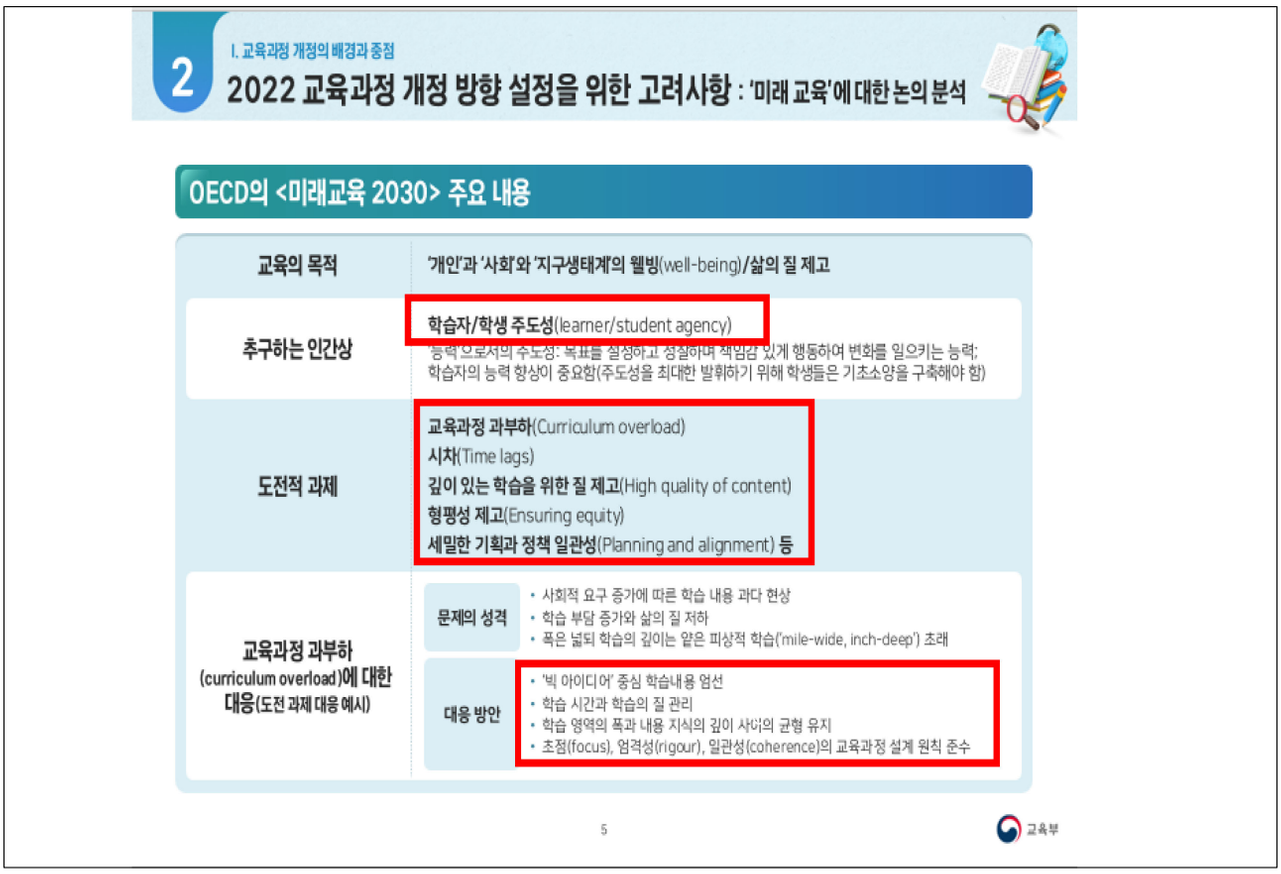
[공통] 통합과학 1, 2, 과학탐구실험 1, 2

목차

- 2022 개정 교육과정 이해하기
- 통합과학/과학탐구실험 분석하기
- 평가

•2009년 "똑똑하고 착한 아이"를 원했고,
•2015년 "융합적으로 사고하는 아이"를 원했다면,
•2022년 "스스로 질문하고 길을 찾는 아이

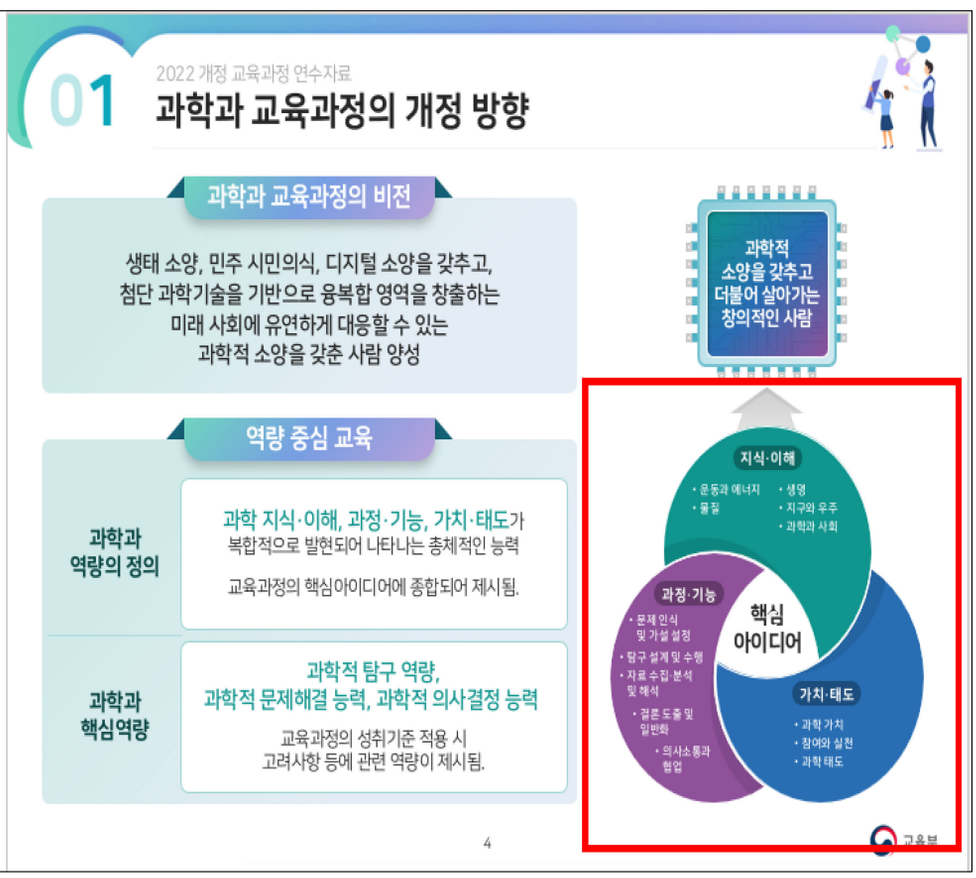
시기	핵심 키워드 흐름	해석 (Science Teacher's Insight)
2009	배려, 나눔 + 창의	"똑똑하기만 해선 안 된다. 협력할 줄 아는 과학자가 필요했다."
2015	균형 + 선택	"과학만 알아선 안 된다. 인문학적 소양을 갖춘 융합 과학자가 필요했다.“ 과학핵심역량
2022	불확실성 + 주도성	"정답이 없는 세상이다. 스스로 질문하고 길을 찾는 과학자가 필요하다.“ 과학핵심역량 함양

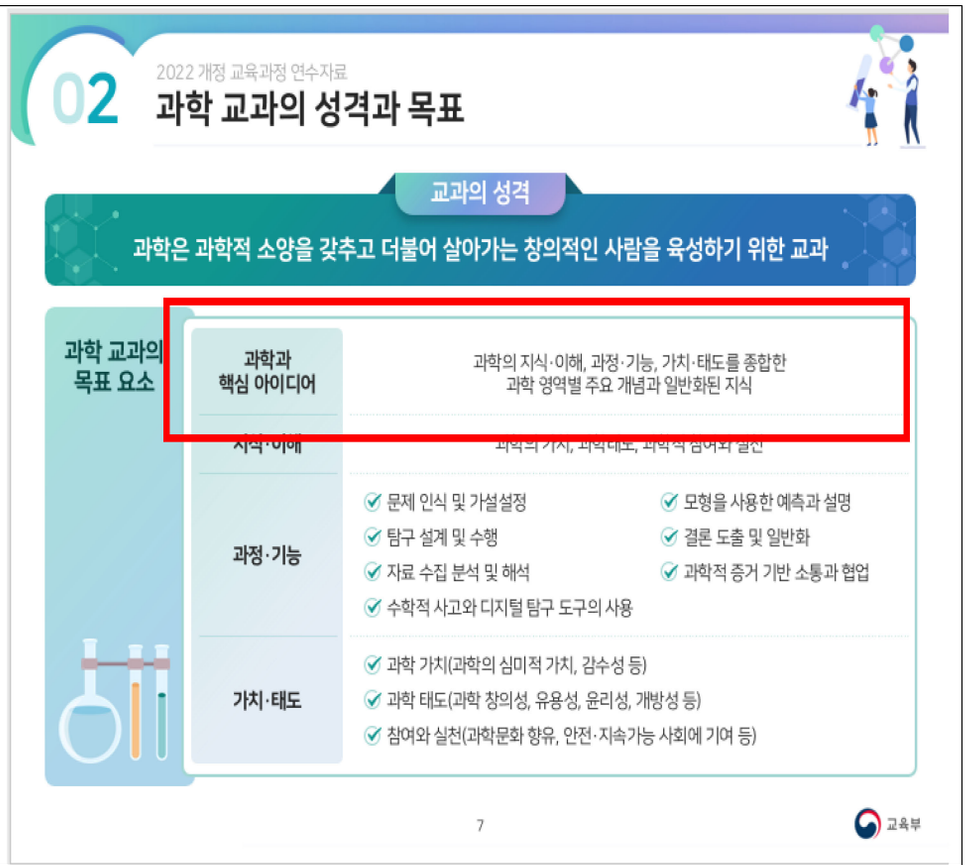

2
I. 교육과정 개정의 배경과 중점
2022 교육과정 개정 방향 설정을 위한 고려사항 : '미래 교육'에 대한 논의 분석
OECD의 <미래교육 2030> 주요 내용
교육의 목적
'개인'과 '사회'와 '지구생태계'의 웰빙(well-being)/삶의 질 제고
추구하는 인간상
학습자/학생 주도성(learner/student agency)
'능력'으로서의 주도성: 목표를 설정하고 성찰하며 책임감 있게 행동하여 변화를 일으키는 능력; 학습자의 능력 향상이 중요함(주도성을 최대한 발휘하기 위해 학생들은 기초소양을 구축해야 함)
도전적 과제
교육과정 과부하(Curriculum overload)
시차(Time lags)
깊이 있는 학습을 위한 질 제고(High quality of content)
형평성 제고(Ensuring equity)
세밀한 기획과 정책 일관성(Planning and alignment) 등
교육과정 과부하 (curriculum overload)에 대한 대응(도전 과제 대응 예시)
문제의 성격
• 사회적 요구 증가에 따른 학습 내용 과다 현상
• 학습 부담 증가와 삶의 질 저하
• 폭은 넓되 학습의 깊이는 얕은 피상적 학습('mile-wide, inch-deep') 초래
대응 방안
• '빅 아이디어' 중심 학습내용 엄선
• 학습 시간과 학습의 질 관리
• 학습 영역의 폭과 내용 지식의 깊이 사이의 균형 유지
• 초점(focus), 엄격성(rigour), 일관성(coherence)의 교육과정 설계 원칙 준수
5
교육부


1
III. 학교 교육과정 설계와 운영에 대한 기준
학교 교육과정 설계와 운영에 대한 기준 안내
'교수·학습' 관련 지침의 범주 변화
2015 개정 교육과정
교수·학습 설계의 중점
효과적인 교수·학습 환경 설계
2022 개정 교육과정
깊이 있는 학습을 위한 교수·학습 설계
학생의 능동적 참여를 위한 교수·학습 설계
학습자 특성을 고려한 맞춤형 수업 활성화
교수·학습 공간과 환경의 조성
'교수·학습' 관련 지침의 범주 변화
2015 개정 교육과정
교수·학습 설계의 중점
효과적인 교수·학습 환경 설계
2022 개정 교육과정
깊이 있는 학습을 위한 교수·학습 설계
학생의 능동적 참여를 위한 교수·학습 설계
학습자 특성을 고려한 맞춤형 수업 활성화
교수·학습 공간과 환경의 조성
14
교육부

2022 개정교육과정의 목표와 강조점

1	역량 중심 교육	과학 지식·이해, 과정·기능, 가치·태도가 복합적으로 발현되는 **총체적 능력을 핵심역량으로 정의**
2	깊이 있는 학습	교과 간 연계와 통합, 삶과 연계된 학습, 학습 과정에 대한 성찰의 기회 제공
3	개념기반 탐구	핵심 아이디어를 중심으로 지식을 구조화하고, 과학적 탐구를 통해 개념을 내면화하여 새로운 상황에 적용
4	디지털 역량 함양	지능형 과학실, 센서, 디지털 탐구 도구 활용을 통한 데이터 수집·분석·처리 역량 강화





2015 교육과정과의 비교점

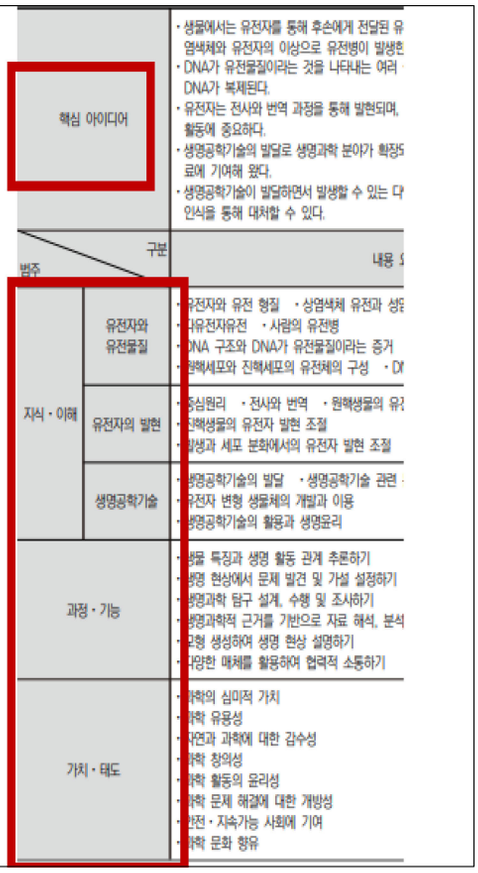
비교 항목	2015 개정	2022 개정
빅 아이디어	'일반화된 지식'으로 제시	**'핵심 아이디어'**로 명시적 전면 배치
역량 표현	5개 핵심 역량을 성격란에 서술형 나열	내용 체계표의 **과정·기능** 차원에 직접 반영
가치·태도	별도 범주 없이 성격·목표에 산재	**독립 범주 신설** (심미적 가치, 창의성, 윤리성, 지속가능 사회 기여 등 8개)
목표 키워드	"통합적 이해", "과학적 소양 함양"	"**참여·실천**", "**행위주체**로서의 과학적 소양"

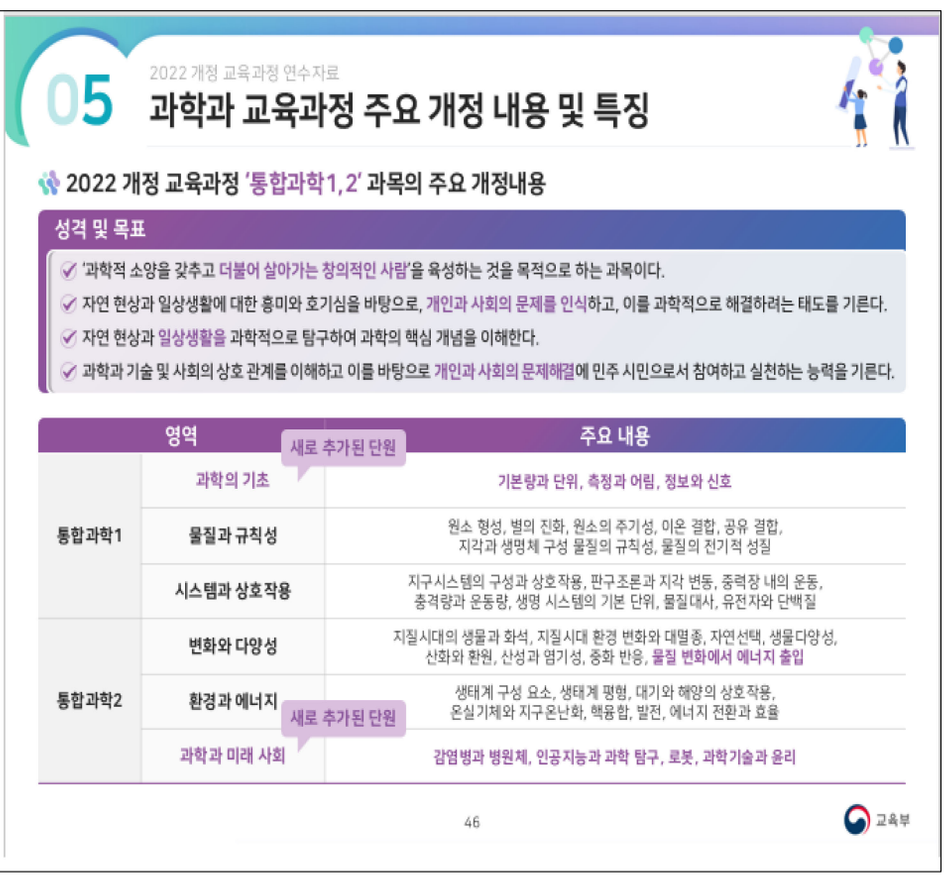
그래서 교육과정 형태가 바뀜

꼭 알아야 할 하나의 개념을
성취기준을 통해 학습하면
지식이해/과정기능/가치태도 전체를 관통하는 역량을 키울 수 있다.

- 역량 중심교육과정

- 그러면 평가할 내용이 '역량 ' 이 된다.
- 따라서 무엇을 가르칠지와 무엇을 평가할지를 통으로 바꾼다는 느낌으로 고민을 제안함





단원 통합·재편 세부

변화 유형	2015	2022
통합	역학적 시스템 + 지구 시스템 + 생명 시스템 (3개 단원)	**시스템과 상호작용** (1개 영역으로 통합)
흡수	자연의 구성 물질 (독립 단원) · 신소재 활용, 전자기적 성질	물질과 규칙성 영역 내 **'물질의 전기적 성질'**로 흡수 도체/부도체/**반도체** 구분, 반도체 소자 활용 추가
재편	생물다양성과 유지 + 생태계와 환경 + 발전과 신재생 에너지 (3개 단원)	**변화와 다양성** + **환경과 에너지** (2개 영역으로 재편)
이동	엘니뇨·사막화 등 (생태계와 환경 단원)	환경과 에너지 영역 → **대기와 해양의 상호작용**과 연계 강화

내용 요소의 주요 증감

변화	내용 요소
추가	• 기본량과 단위, 측정과 어림, • 정보와 신호, • 물질의 전기적 성질(반도체), 물질 변화에서 에너지 출입, • 대기와 해양의 상호작용, 온실기체와 지구온난화, 핵융합, • 감염병과 병원체, 인공지능과 과학 탐구, 로봇, 과학기술과 윤리
삭제·축소	'자연의 구성 물질' 독립 단원 해체, 신소재 관련 별도 성취기준 삭제
이동	엘니뇨·사막화 → 환경과 에너지 영역으로 이동, 대기 대순환·해류 분포와 연계

2022 개정 교육과정 연수자료

05 과학과 교육과정 주요 개정 내용 및 특징



2022 개정 교육과정 '과학탐구실험 1, 2' 과목의 주요 개정내용

성격 및 목표

- '과학적 소양을 갖추고 더불어 살아가는 창의적인 사람'을 육성하는 것을 목적으로 하는 과목이다.
- 자연 현상과 일상생활에 대한 흥미와 호기심을 바탕으로, 개인과 사회의 문제를 인식하고, 이를 과학적으로 해결하려는 태도를 기른다.
- 자연 현상과 일상생활을 과학적으로 탐구하여 과학의 핵심 개념을 이해한다.
- 과학과 기술 및 사회의 상호 관계를 이해하고 이를 바탕으로 개인과 사회의 문제해결에 민주 시민으로서 참여하고 실천하는 능력을 기른다.

영역		주요 내용
과학탐구 실험1	과학의 본성과 역사 속의 과학 탐구	패러다임의 전환을 가져온 결정적 실험, 과학의 본성, 선조들의 과학
	과학 탐구의 과정과 절차	귀납적 탐구, 연역적 탐구, 탐구 과정과 절차
과학탐구 실험2	생활 속의 과학 탐구	제품 속 과학, 놀이 속 과학, 스포츠 속 과학, 문화예술 속 과학
	미래 사회와 첨단 과학 탐구	첨단 과학기술, 탐구 산출물, 안전 사항, 연구 윤리

47 교육부

과학탐구실험 비교

하나의 과목이 둘로 분리되면서, 탐구실험1은 방법론, 탐구실험2는 적용·체험에 집중하는 구조가 되었습니다.

2015 과학탐구실험

3영역 (1과목)

- ① 역사 속의 과학 탐구
- ② 생활 속의 과학 탐구
- ③ 첨단 과학 탐구

2022 과학탐구실험1 + 2

4영역 (2과목)

- **[과학탐구실험1]**
- ① 과학의 본성과 역사 속의 과학 탐구
- ② 과학 탐구의 과정과 절차
- **[과학탐구실험2]**
- ① 생활 속의 과학 탐구
- ② 미래 사회와 첨단 과학 탐구

구분	2015	2022
디지털 도구	분광기, 현미경 등 전통 실험 기구 중심	**마이크로 컨트롤러(MCU)**, 각종 센서, 스마트 기기 앱, 빅데이터 활용 명시
공학적 설계	안전사고 예방 장치 고안 수준	센서 기반 생활 **발명품 아이디어 고안 및 시제품 발표 대회**, 피지컬 컴퓨팅 체험
우주·자원	해당 내용 없음	**희토류 등 자원탐사, 우주개발** 사례 조사 추가
과학의 본성	역사 속 탐구에 포함	독립 성취기준으로 분리, **선조들의 과학** 추가

2022 개정교육과정 통합과학/과학탐구실험 성취기준 분석

- 링크 별도 제공
  - 왜 변했을까?
  - 성취기준에 따른 수업 시간 설계
  - 수업과 평가 설계 예시

[별책9] 2022개정교육과정

성취기준과 성취수준

성취기준 영역별 내용 요소(지식·이해, 과정·기능, 가치·태도)를 학습한 결과 학생이 궁극적으로 할 수 있거나 할 수 있기를 기대하는 도달점

- **성취기준 해설**: 해당 성취기준의 설정 취지 및 의미, 학습 의도 등 설명
- **성취기준 적용 시 고려 사항**: 영역 고유의 성격을 고려하여 특별히 강조하거나 중요하게 다루어야 할 교수·학습 및 평가의 주안점, 총론의 주요 사항과 해당 영역의 학습과의 연계 등 설명

(1) 변화와 다양성

[10통과2-01-01] 지질시대를 통해 지구 환경이 끊임없이 변화해 왔으며 이러한 환경 변화가 생물다양성에 미치는 영향을 추론할 수 있다.

[10통과2-01-02] 변이의 발생과 자연선택 과정을 통해 생물의 진화가 일어나고, 진화의 과정을 통해 생물다양성이 형성되었음을 추론할 수 있다.

[10통과2-01-03] 자연과 이루의 역사에 큰 변화를 가져온 광합성, 화석 연료 사용, 철의 제련 등에서 공통점을 찾아 산화와 환원을 이해하고, 생활 주변의 다양한 변화를 산화와 환원의 특징과 규칙성으로 분석할 수 있다.

- [10통과2-01-02] 변이의 발생과 자연선택 과정에 대한 모의실험을 수행하고 다윈의 자연선택설을 중심으로 생물의 진화를 학습한다. 생물다양성을 유전적 다양성, 종 다양성, 생태계 다양성으로 설명하고, 생물다양성을 보전하기 위한 구체적인 사례와 실천 방안을 탐색한다.

〈탐구 활동〉

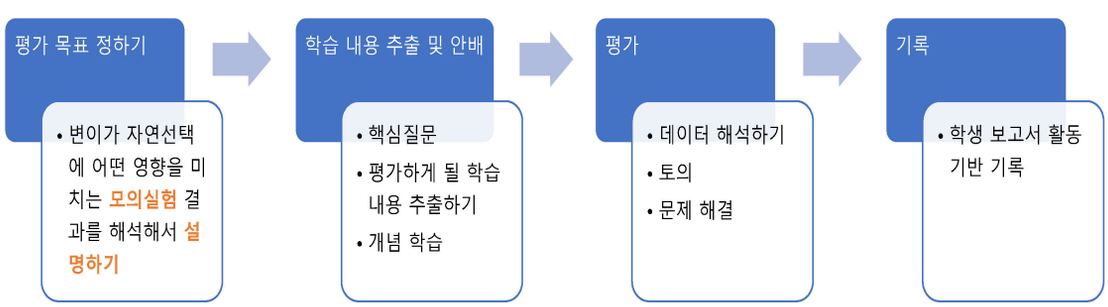
- 생물 대멸종의 원인과 그 이후의 변화를 설명하는 여러 가설들의 타당성 평가하기
- 자연선택 과정에 대한 모의실험하기
- 산과 염기를 혼합할 때 용액의 온도를 측정하여 그래프로 나타내기
- 가열장치 없이 물과 산화 칼슘을 이용한 음식 조리 방법 설계하고 실험하기

평가 설계(예)

- [10통과2-01-02] 변이의 발생과 자연선택 과정에 대한 모의실험을 수행하고, 다윈의 자연선택설을 중심으로 생물의 진화를 학습한다. 생물다양성을 유전적 다양성, 종 다양성, 생태계 다양성으로 설명하고, 생물다양성을 보전하기 위한 구체적인 사례와 실천 방안을 탐색한다.

  • 자연선택에 대한 모의실험하기

수업 설계 (예)



채점기준표 (Rubric)

평가 요소	상 (A)	중 (B)	하 (C)
지식·이해 (개념 연결)	변이·선택압·적응·진화·생물다양성을 **일반화 문장**으로 연결하여 설명	개념 4개 이상 사용하나, 개념 간 인과 연결이 부분적	개념을 나열하지만, 개념 간 연결 없이 단편적 서술
과정·기능 (데이터→추론)	그래프를 정확히 그리고, 데이터를 **근거**로 형질 빈도 변화 원인을 추론	그래프를 그리나 추론 과정에 데이터 근거가 불충분	그래프가 부정확하거나, 추론 없이 결과만 나열
가치·태도 (전이·확장)	항생제 내성 등 실제 사례에 **일반화를 전이**하여 적용·논의	실제 사례를 언급하나, 일반화와의 연결이 약함	실제 사례 적용 시도 없음

성취기준별 성취수준



[그림 II-2-4] Bloom(2001)의 개정 교육목표분류학에 따른 수행 동사의 위계

출처: 플로리다 대학교 교육공학 및 훈련센터 자료(한국직업능력연구원 성취수준 개발 매뉴얼(2023: 55) 재인용)
(https://citt.ufl.edu/resources/the-learning-process/designing-the-learning-experience/blooms-taxonomy/)

평가와 기록 방법

평가의 원칙

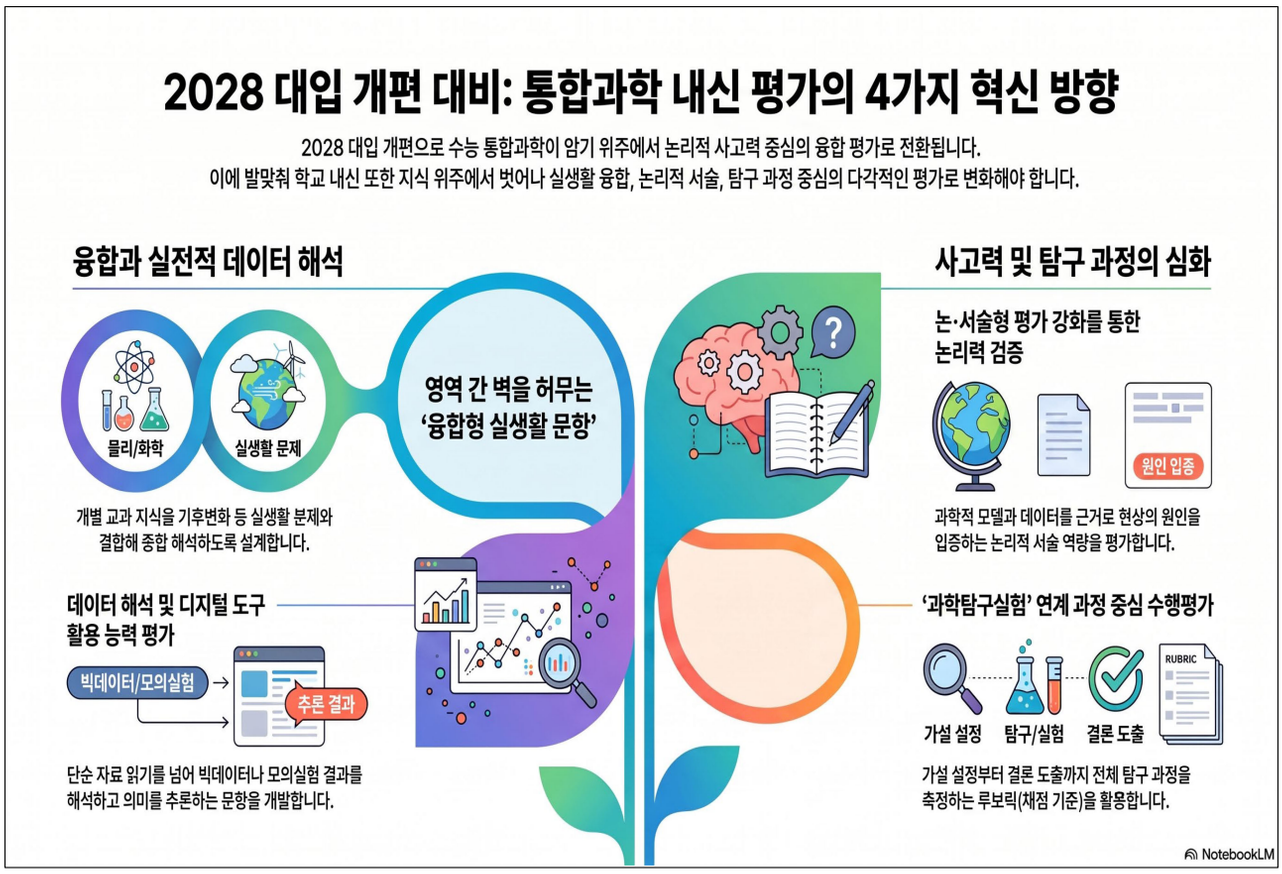
- **성취기준 기반 평가** — 모든 평가 문항과 과제는 성취기준에 근거하여 출제
- **과정중심평가** — 결과뿐 아니라 학습 과정에서의 성장과 변화를 평가, 점수화하지는 않음
- **다양한 평가 방법** — 서술형, 논술형, 구술, 실험, 포트폴리오, 프로젝트 등
- **평가 결과 환류** — 평가 결과를 수업 개선과 학생 지도에 활용

생활기록부 기록 방법

1. 성취기준에 따른 성취수준(A~E) 기록
2. 과목별 세부능력 및 특기사항: 성취기준에 근거한 학생의 수업 활동과 성취 정도를 구체적으로 기술
3. 과정중심평가 결과를 바탕으로 학생 개인별 성장과 발달 과정 중심으로 서술

교수·학습 및 평가 방향 비교

비교 항목	2015 개정	2022 개정
디지털 도구	"컴퓨터, 스마트 기기, 인터넷" 등 일반적 언급	디지털 탐구 도구, **지능형 과학실**, 센서, 빅데이터, **VR/AR**, 피지컬 컴퓨팅 구체 명시
디지털·AI 소양	별도 언급 없음	**디지털·인공지능 기초 소양 함양**을 범교과 학습과 연계 명시
최소 성취수준	별도 언급 없음	**최소 성취수준 보장**을 위한 교수·학습 계획 수립 의무화
생태전환교육	환경은 내용 차원에서만	**생태전환교육**을 범교과 학습 주제로 명시
평가 환류	"결과를 학습 지도에 활용"	"학생 개별 **맞춤형 환류** 제공, 학생 스스로 학습 계획 수립"
포용성	별도 언급 없음	**학습 부진, 영재, 특수교육 대상 학생** 등 모두를 위한 교육, **디지털 격차 방지** 명시
온라인 수업	별도 언급 없음	**온·오프라인 연계 수업**, 온라인 학습 지원 도구 활용 명시

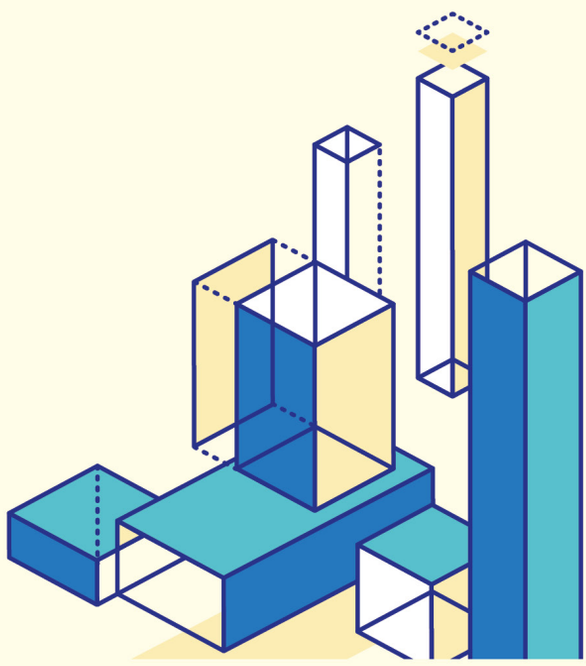


참고문헌

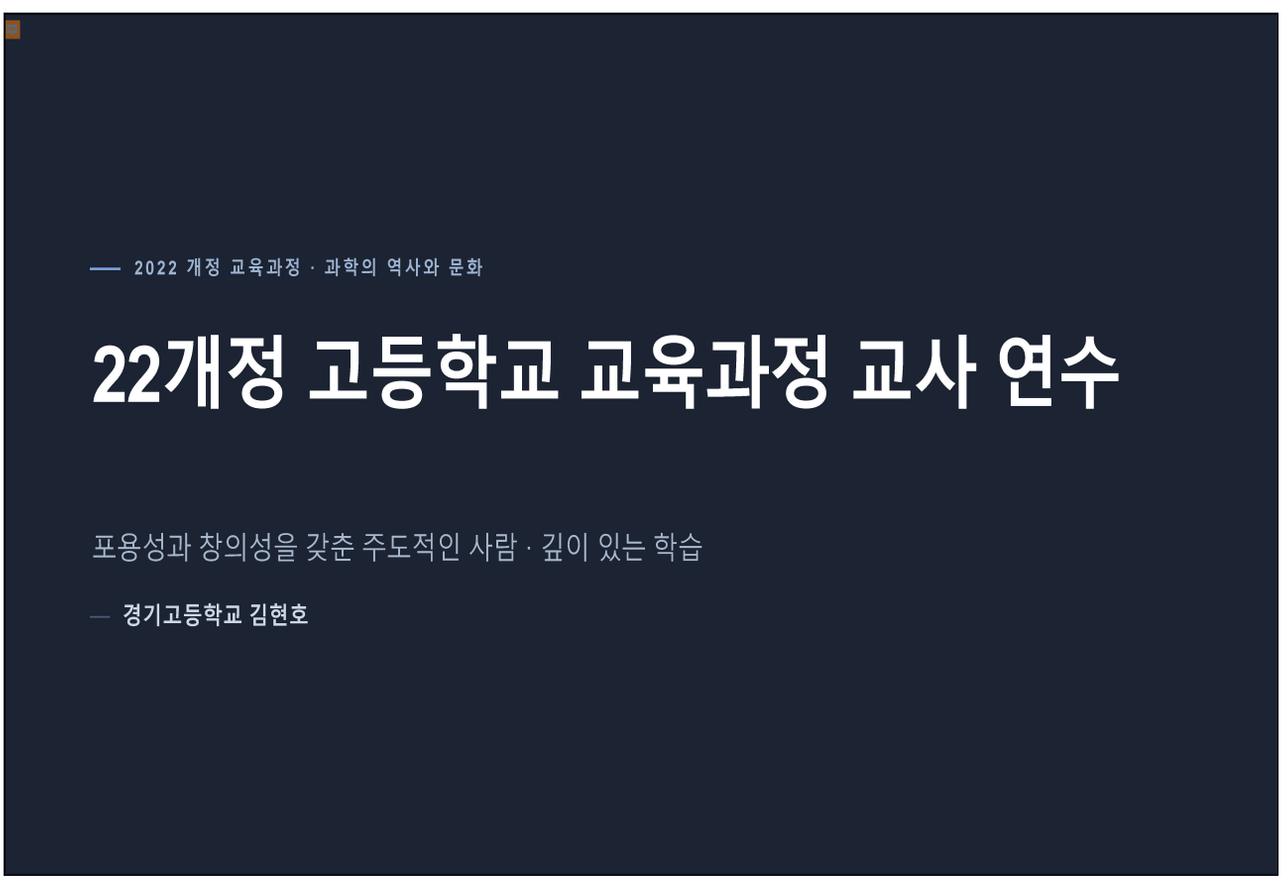
- 에듀넷, 2022 개정 교육과정 연수자료 (총론, 과학과(중))
- 교육과정 (2015, 2022)
- 학생평가 지원포털 – 2026 학생평가의 이해 안내자료

3.

2022 개정 교육과정 과학과 융합 선택 과목 톺아보기



2022 개정 교육과정 과학과 융합 선택 과목 톺아보기



주도적인 사람 · 01

포용성과 창의성을 갖춘 주도적인 사람

2022 개정 교육과정이 추구하는 미래 교육의 비전.

포용성

교육의 전통적 가치

더불어 살아가는 공동체적 소양과 서로 존중하고 배려하는 성숙한 인격의 함양

창의성

교육의 사회적 가치

사회가 요구하는 다양한 능력이자 경쟁력 있는 인재가 갖추어야 할 핵심 역량

주도성

개인과 공공성을 아우름

자주성·자기관리·자율성에 더해 공적인 책임 의식까지 포함하는 개념

주도적인 사람 · 02

주도적인 사람은 어떤 사람인가

삶을 스스로 설계하고 성찰하며 개척하는 사람이자, 책임감 있는 행동으로 세계를 바람직한 방향으로 변화시킬 능력과 의지 를 가진 사람

2022 개정 교육과정이 중시하는 능력과 소양

01

미래 대응 능력과 주도성

불확실한 미래 사회에 능동적으로 대응하며 삶과 학습을 스스로 이끌어가는 힘

02

인격적 성장과 공동체 의식

개개인의 성장을 지원하며 존중·배려·협력의 공동체 의식을 함양

03

언어·수리·디지털 기초소양

모든 학습의 기초가 되어 학교 교육과 평생 학습을 지속하게 하는 소양

깊이 있는 학습 · 01

깊이 있는 학습이란

학습 내용을 익히고 새로운 상황에 적용할 수 있도록 핵심적인 내용을 **내면화하는 학습**을 의미

더 많이 · 더 어렵게 배우는 것이 아니라,

핵심 개념과 원리를 올바르게 이해하고 내면화하여 자신의 것으로 만드는 학습

사고와 탐구 중심

학습자의 경험과 지적 활동을 통해 의미를 생성

살아 있는 지식

삶의 다양한 맥락에서 활용할 수 있는 지식

창의·융합의 기초

창의적이고 융합적인 문제 해결 능력의 토대

깊이 있는 학습 · 02

깊이 있는 학습을 위한 다섯 가지 수업 설계

01 핵심 아이디어 중심 설계 — 단편적 지식 암기를 지양하고 지식·이해, 과정·기능, 가치·태도를 유기적으로 연계

02 교과 내·교과 간 연계와 통합 — 내용의 연계성을 고려해 융합적 사고와 창의적 문제 해결 능력을 함양

03 삶과 연계한 의미 있는 학습 — 실생활 맥락 속에서 이해하고 적용하는 기회를 제공

04 탐구 방법 학습과 성찰 — 메타인지를 통해 자기주도 학습 능력을 기르는 기회를 제공

05 기초소양 학습 — 모든 교과를 통해 언어·수리·디지털 기초소양을 함양

과학의 역사와 문화 · 성격

과학의 역사와 문화

융합 선택 과목 · 2022 개정 과학과 교육과정

'과학의 역사와 문화'는 인류 문명의 역사 속 과학의 특징과 가치를 이해하고, 이를 기반으로 **과학의 사회적 역할을 고려하여 미래 사회에 필요한 과학적 소양**을 함양하기 위한 과목이다.

과학과 문명의 탄생과 통합

인류 문명의 초창기부터 근대까지 과학과 사회문화 사이의 상호작용과 융합 사례

변화하는 과학과 세계

산업혁명 이래 등장한 과학기술이 사회와 문화에 미친 영향과 관계

과학과 인류의 미래

오늘날 사회적 변화와 문화 현상에서 과학의 역할, 미래 변화 예측과 문제 논의

과학의 역사와 문화 · 목표

목표

과학과 인류 문명의 발전에 대하여 흥미와 호기심을 가지고 과학적 사고와 탐구를 기반으로 역사적 맥락 속 과학과 사회문화의 상호 관계를 이해하고, 과학기술이 개인의 삶과 사회에 미치는 영향을 고려하여 미래 사회에 나타날 다양한 문제를 자기주도적으로 해결하는 능력을 기른다.

1 흥미와 태도

과학과 사회문화의 관계에 대한 흥미와 호기심을 바탕으로, 개인과 사회의 문제를 인식하고, 이를 과학적으로 해결하려는 태도를 기른다.

2 예측과 대응 능력

인류 문명에 중요한 영향을 미친 과학적 발견과 역사적 사건을 토대로 다가오는 미래의 변화를 예측하고 대응할 수 있는 능력을 기른다.

3 과학의 역할과 가치

과학과 사회, 경제, 예술 등 다양한 분야와의 관계에서 과학의 역할과 가치를 이해한다.

4 참여와 실천

과학기술 및 사회의 상호 관계를 이해하고 이를 바탕으로 개인과 사회의 문제해결에 민주시민으로서 참여하고 실천하는 능력을 기른다.

과학의 역사와 문화 · 내용 체계

내용 체계

핵심 아이디어

· 과학은 인류 문명의 시작부터 오늘날까지 우리의 삶과 가치에 큰 영향을 미치고 있다.
· 과학적 발견은 과학자의 신념이나 가치, 당대의 사회문화적 배경 등의 영향을 받는다.
· 과학은 사회, 경제, 문화 등 다양한 분야와 상호작용하며 발전하였다.
· 과학기술은 미래 사회를 변화시키는 원동력이며, 미래의 변화를 예측하고 대응하는 데 중요한 역할을 한다.
· 미래 과학기술과 관련된 사회 문제 해결을 위해서는 과학자의 윤리 의식과 시민의 참여가 필요하다.

지식 · 이해	**과학과 문명의 탄생과 통합** · 과학의 문명과 태동 · 그리스 문명과 과학 · 중세 과학과 종교 · 르네상스와 과학혁명 · 과학과 예술의 통합 · 과학자의 신념과 세계관	**변화하는 과학과 세계** · 현대 과학과 사회문화 · 현대 과학과 예술 · 감염병과 백신 · 교통수단 속의 과학 · 산업혁명 이후 과학기술의 명암	**과학과 인류의 미래** · 과학기술 기반 문화 콘텐츠 · 미디어 속 과학의 언어 · 과학기술과 음악 · 인간과 사물의 대화 · 증강 현실과 가상 현실의 세계 · 과학기술과 시민 참여
과정 · 기능	· 과학과 사회문화 사이의 상호작용과 관련된 문제 인식하기 · 문제를 해결하기 위해 변인이 포함된 탐구 설계하기 · 다양한 도구를 활용해 자료를 수집·기술·변환하기 · 융합적 사고를 바탕으로 자료를 분석 평가 추론하기 · 다양한 매체를 활용하여 표현하고 협력적 소통하기	· 결론 도출 및 결론의 사회적 가치 판단하기 · 과학기술을 이용한 사회 문제 해결 방안 마련하기 · 과학기술의 발달에 따른 미래 사회 변화 예측하기 · 타당한 근거에 기초하여 자신의 주장을 펼치고 실천적 대안 마련하기	
가치 · 태도	· 과학의 심미적 가치 · 과학 활동의 윤리성	· 과학의 사회적 가치 · 과학 문제 해결에 대한 개방성	· 과학 유용성 · 과학 문제 해결의 학문 간 융합적 접근	· 자연과 과학에 대한 감수성 · 안전·지속가능 사회에 기여	· 과학 창의성 · 과학 문화 향유

과학의 역사와 문화 · 핵심 아이디어

핵심 아이디어

01 과학은 인류 문명의 시작부터 오늘날까지 우리의 삶과 가치에 큰 영향을 미치고 있다.

02 과학적 발견은 과학자의 신념이나 가치, 당대의 사회문화적 배경 등의 영향을 받는다.

03 과학은 사회, 경제, 문화 등 다양한 분야와 상호작용하며 발전하였다.

04 과학기술은 미래 사회를 변화시키는 원동력이며, 미래의 변화를 예측하고 대응하는 데 중요한 역할을 한다.

05 미래 과학기술과 관련된 사회 문제 해결을 위해서는 과학자의 윤리 의식과 시민의 참여가 필요하다.

과학의 역사와 문화 · 내용 요소

지식 · 이해

세 영역별로 학습하는 핵심 개념입니다.

과학과 문명의 탄생과 통합

- 과학의 문명과 태동
- 그리스 문명과 과학
- 중세 과학과 종교
- 르네상스와 과학혁명
- 과학과 예술의 통합
- 과학자의 신념과 세계관

변화하는 과학과 세계

- 현대 과학과 사회문화
- 현대 과학과 예술
- 감염병과 백신
- 교통수단 속의 과학
- 산업혁명 이후 과학기술의 명암

과학과 인류의 미래

- 과학기술 기반 문화 콘텐츠
- 미디어 속 과학의 언어
- 과학기술과 음악
- 인간과 사물의 대화
- 증강 현실과 가상 현실의 세계
- 과학기술과 시민 참여

과학의 역사와 문화 · 내용 요소

과정 · 기능

과학의 역사와 문화 탐구에 필요한 과정·기능입니다.

01 과학과 사회문화 사이의 상호작용과 관련된 문제 인식하기

02 문제를 해결하기 위해 변인이 포함된 탐구 설계하기

03 다양한 도구를 활용해 자료를 수집·기술·변환하기

04 융합적 사고를 바탕으로 자료를 분석·평가·추론하기

05 결론 도출 및 결론의 사회적 가치 판단하기

06 과학기술을 이용한 사회 문제 해결 방안 마련하기

07 과학기술의 발달에 따른 미래 사회 변화 예측하기

08 타당한 근거에 기초하여 자신의 주장을 펼치고 실천적 대안 마련하기

09 다양한 매체를 활용하여 표현하고 협력적 소통하기

과학의 역사와 문화 · 내용 요소

가치 · 태도

과학의 역사와 문화 학습을 통해 기르는 가치·태도입니다.

과학의 심미적 가치	과학의 사회적 가치	과학 유용성	자연과 과학에 대한 감수성	과학 창의성
과학 활동의 윤리성	과학 문제 해결에 대한 개방성	과학 문제 해결의 학문 간 융합적 접근	안전·지속가능 사회에 기여	과학 문화 향유

과학의 역사와 문화 · 성취기준 (1)

과학과 문명의 탄생과 통합

12과사01-01 인류 문명의 탄생 과정에서 인류의 지혜가 담긴 과학적 사례를 발견하고, 이를 통해 과학이 인류 문명의 형성 과정에 기여하였음을 이해할 수 있다.

12과사01-02 고대 그리스 철학자의 과학적 사고나 주장 등을 조사하고, 그리스 문명이 고대에서 현대에 이르기까지 인간의 삶에 미친 영향을 설명할 수 있다.

12과사01-03 중세 시대 유럽과 중동 지역을 중심으로 종교나 문화가 과학에 기여한 바를 이해하고, 고대 그리스의 과학과 중세 과학의 특징을 비교할 수 있다.

12과사01-04 르네상스와 과학혁명이 일어난 사회문화적 배경을 조사하고, 과학과 예술 사이의 융합적 사례를 설명할 수 있다.

12과사01-05 과학 지식의 형성 과정에서 과학자의 신념이나 세계관이 영향을 준 사례를 조사하여 발표할 수 있다.

탐구 활동

· 르네상스와 과학혁명 시기의 예술 작품에 포함된 과학적 원리 분석하기

성취기준 비교 · 2022 개정 vs 2015 개정

과학과 문명의 탄생과 통합 · 과학이란 무엇인가 / 서양 과학사

2022 개정 과학과 문명의 탄생과 통합

01-01 인류 문명의 탄생 과정에서 인류의 지혜가 담긴 과학적 사례를 발견하고, 과학이 인류 문명의 형성 과정에 기여하였음을 이해할 수 있다.

01-02 고대 그리스 철학자의 과학적 사고나 주장 등을 조사하고, 그리스 문명이 고대에서 현대에 이르기까지 인간의 삶에 미친 영향을 설명할 수 있다.

01-03 중세 시대 유럽과 중동 지역을 중심으로 종교나 문화가 과학에 기여한 바를 이해하고, 고대 그리스의 과학과 중세 과학의 특징을 비교할 수 있다.

01-04 르네상스와 과학혁명이 일어난 사회문화적 배경을 조사하고, 과학과 예술 사이의 융합적 사례를 설명할 수 있다.

01-05 과학 지식의 형성 과정에서 과학자의 신념이나 세계관이 영향을 준 사례를 조사하여 발표할 수 있다.

탐구 활동

· 르네상스와 과학혁명 시기의 예술 작품에 포함된 과학적 원리 분석하기

2015 개정 과학이란 무엇인가 / 서양 과학사

① 과학이란 무엇인가 (과학의 본성)

01-01~06 과학의 인식론적 주장, 귀납·연역 추론, 포퍼의 반증주의, 쿤의 패러다임, 내적·외적 접근, 과학의 본성 이해

② 서양 과학사 (고대~근대)

02-01 이집트와 메소포타미아를 중심으로 전개되었던 과학의 특징을 알고, 과학의 형성에 영향을 미친 사회·문화적 요인을 설명할 수 있다.

02-02 그리스·로마를 중심으로 발전한 과학을 통하여 서구의 과학이 어떻게 출발했는지 설명할 수 있다.

02-03 중세에 나타난 서구의 과학을 이해하고, 이를 통하여 근대 과학의 태동을 설명할 수 있다.

02-04 르네상스에 의한 사회적 변화 이후 16~17세기에 일어난 과학 혁명을 이해하고 근대 과학의 특징을 설명할 수 있다.

주요 변화 2015의 **과학철학·본성**이 2022에서 **과학자의 신념과 세계관**으로 간소화 — **과학과 예술의 융합**이 2022에서 신설 — 문화·예술과의 통합적 접근 강화 — 2022는 **인류 문명사적 관점** 이 추가되어 문명 형성에서 과학의 역할을 포괄적으로 다룸

과학의 역사와 문화 · 성취기준 (2)

변화하는 과학과 세계

12과사02-01 상대성 이론 등과 같은 현대 과학의 등장이 당시의 사회문화에 끼친 영향을 이해함으로써 과학의 사회적 가치를 느낄 수 있다.

12과사02-02 현대 과학의 등장 과정에서 나타난 과학자들의 논쟁이나 토론 사례를 조사하고, 과학적 의사소통에서 지켜야 할 규범과 태도를 이해할 수 있다.

12과사02-03 현대 예술 작품이나 건축물에 과학적 원리가 적용된 사례를 조사하고, 과학과 문화의 관련성을 추론할 수 있다.

12과사02-04 감염병이 사회에 영향을 미친 대표적인 사례를 찾고, 과학이 사회 문제 해결에 기여함을 인식할 수 있다.

12과사02-05 과학기술이 교통수단의 발달에 미친 영향을 인식하고, 교통수단의 발전이 가져올 미래 사회의 변화를 예측할 수 있다.

12과사02-06 산업혁명 이후 나타난 과학기술이 인류 문명에 미친 긍정적 효과와 부정적 효과에 대해 토론할 수 있다.

탐구 활동

· 상대성 이론의 관점에서 미래주의 예술 작품 분석하기

성취기준 비교 · 2022 개정 vs 2015 개정

변화하는 과학과 세계 · 과학사 / 생활과 과학

2022 개정 변화하는 과학과 세계

- 02-01 상대성 이론 등 현대 과학의 등장이 사회문화에 끼친 영향을 이해하고 과학의 사회적 가치를 느낄 수 있다.
- 02-02 과학자들의 논쟁·토론 사례를 조사하고, 과학적 의사소통에서 지켜야 할 규범과 태도를 이해할 수 있다.
- 02-03 현대 예술 작품이나 건축물에 과학적 원리가 적용된 사례를 조사하고, 과학과 문화의 관련성을 추론할 수 있다.
- 02-04 감염병이 사회에 영향을 미친 대표적인 사례를 찾고, 과학이 사회 문제 해결에 기여함을 인식할 수 있다.
- 02-05 과학기술이 교통수단의 발달에 미친 영향을 인식하고, 미래 사회의 변화를 예측할 수 있다.
- 02-06 산업혁명 이후 과학기술이 인류 문명에 미친 긍정·부정적 효과에 대해 토론할 수 있다.

2015 과학사 서양 과학사 / 과학과 현대 사회

- 02-11 양자론과 상대성 이론의 과학사적 의의를 설명할 수 있다.
- 02-14 여러 과학 혁명이 끼친 사회적 영향에 대해서 설명할 수 있다.
- 04-01 과학의 역사에서 과학과 종교, 정치, 문화 등의 연관성을 통해 사회 속에서의 과학의 역할을 토의할 수 있다.
- 04-02 과학기술 발전에 따른 윤리적 쟁점 사례를 통해 연구 윤리, 생명 윤리 등에 대하여 토의할 수 있다.
- 04-03 현대 사회에서 과학과 기술, 사회와의 관련성에 대해서 토의할 수 있다.

2015 생활과 과학 편리한 생활 / 문화생활

- 01-02 인류 문명사에서 과학이 인류 건강 및 수명 연장에 영향을 준 대표적인 사례를 조사하고 토론할 수 있다.
- 03-05 자동차, 기차, 선박, 비행기, GPS 등에 관련된 과학적 원리를 조사하고 설명할 수 있다.
- 03-06 과학이 교통수단의 발달에 미친 영향을 조사하고 발표할 수 있다.
- 04-01 스포츠, 음악, 미술, 사진, 문학 등에 관련된 과학적 원리 및 개념을 조사하고 설명할 수 있다.
- 04-02 과학의 발달이 스포츠, 음악, 미술, 사진, 문학 등에 끼친 영향을 조사하고 발표할 수 있다.

주요 변화 2015 과학사·생활과 과학에 분산된 내용을 **하나의 영역**으로 통합·재구성 · **감염병**명시 — 팬데믹 이후 과학의 사회 문제 해결 역할을 명시적으로 반영 · 2022는 **과학기술의 명암**을 토론 중심으로 전환, 비판적 시각 강화

과학의 역사와 문화 · 성취기준 (3)

과학과 인류의 미래

12과사03-01 과학기술의 발전을 통해 새롭게 나타난 문화적 변화를 찾아보고, 과학을 주제로 하는 예술 작품이나 콘텐츠를 제작하여 발표할 수 있다.

12과사03-02 일상생활이나 미디어에서 사용되는 과학 용어를 조사하고, 과학 용어가 우리 사회에 미치는 파급효과를 설명할 수 있다.

12과사03-03 과학기술의 발전이 음악에 영향을 끼친 사례를 탐색하고 인공지능으로 음악을 창작하거나 로봇을 활용한 연주를 통해 과학의 심미적 가치를 느낄 수 있다.

12과사03-04 인간과 기계, 사물 등을 연결하는 과학기술의 발전 동향을 파악하고 미래 사회의 변화를 예측할 수 있다.

12과사03-05 가상 현실이나 증강 현실을 활용한 우리 주변의 사례를 조사하고, 이러한 기술이 미래 사회에 미칠 수 있는 영향에 대해 토론할 수 있다.

12과사03-06 집단적 의사결정을 통해 과학기술과 관련된 사회적 문제를 해결한 사례를 조사하여 과학기술에 대한 시민의 이해와 균형 있는 가치 판단의 필요성을 인식할 수 있다.

탐구 활동

· 가상 현실이나 증강 현실을 이용한 과학문화 콘텐츠 제작하기

성취기준 비교 · 2022 개정 vs 2015 개정

과학과 인류의 미래 · 과학사 / 생활과 과학

2022 개정 과학과 인류의 미래

03-01 과학기술 발전으로 나타난 문화적 변화를 찾고, 과학을 주제로 한 예술 작품·콘텐츠를 제작해 발표할 수 있다.

03-02 일상·미디어에서 쓰이는 과학 용어를 조사하고, 과학 용어가 사회에 미치는 파급효과를 설명할 수 있다.

03-03 과학기술이 음악에 끼친 영향을 탐색하고, 인공지능 음악 창작·로봇 연주로 과학의 심미적 가치를 느낄 수 있다.

03-04 인간과 기계·사물을 연결하는 과학기술의 발전 동향을 파악하고 미래 사회의 변화를 예측할 수 있다.

03-05 가상·증강 현실을 활용한 사례를 조사하고, 이 기술이 미래 사회에 미칠 영향을 토론할 수 있다.

03-06 집단적 의사결정으로 과학기술 관련 사회 문제를 해결한 사례를 조사해 시민의 가치 판단 필요성을 인식할 수 있다.

2015 과학사 현대 과학 / 과학과 현대 사회

02-15 신약 개발, 신소재 개발 및 나노 화학, 우주 개발 등 현대 과학의 발전과 그 의의를 설명할 수 있다.

04-02 최근 과학기술 발전에 따른 윤리적 쟁점 사례로 연구 윤리, 생명 윤리 등에 대하여 토의할 수 있다.

04-03 현대 사회에서 과학과 기술, 사회와의 관련성에 대해서 토의할 수 있다.

※ 미래 신기술(AI·VR·IoT)을 다루는 직접적 성취기준은 없음

2015 생활과 과학 문화생활

04-01 스포츠, 음악, 미술, 사진, 문학 등에 관련된 과학적 원리 및 개념을 조사하고 설명할 수 있다.

04-05 공연, 영화, 미디어 아트 등 종합 예술과 관련된 과학적 원리 및 개념을 조사하고 설명할 수 있다.

04-07 카메라 발명, 미디어 아티스트, SF 소설 등 과학이 사고·직업의 지평을 확대한 사례를 조사·토의할 수 있다.

※ 예술·문화 속 과학 원리 중심, 시민 참여·미래 예측은 부재

주요 변화

- **대부분 신설** — AI 음악, VR·AR, 사물인터넷 등 2015에 없던 미래 신기술을 본격 도입
- **제작·실천 중심**으로 전환 — 조사·설명을 넘어 콘텐츠 제작과 토론 활동 강조
- **시민 참여**신설 — 과학기술 사회 문제의 집단적 의사결정과 가치 판단을 강조

과학의 역사와 문화 · 교과서 비교

과학과 문명의 탄생과 통합

12과사01-05 과학 지식의 형성 과정에서 과학자의 신념이나 세계관이 영향을 준 사례를 조사하여 발표할 수 있다.

비상교과서 pp. 56~67(12페이지)

뉴턴과 기계적 세계관, 다윈과 유물론적 세계관, 보어의 양자 역학적 세계관이라는 소단원을 배치하여 각각 고전 역학의 탄생, 유물론 진화론 다윈 이후 유전학, 빛의 파동성 입자성 원자 모형 불확정성 원리까지 양자 역학의 발달사를 상세하게 기술함.

탐구

뉴턴의 사상(수학적 증명과 실험으로 검증)에 대해 설명하고, 그것이 과학 지식의 형성에 어떤 영향을 미쳤는지 탐구하도록 구성함.

씨마스 pp. 54~63(10페이지)

과학자의 신념과 세계관_고전 역학 완성, 생리학, 해부학의 발전, 근대 화학의 발전
과학자의 신념과 과학 지식 형성_원자설과 분자설, 분류학의 발전

탐구

원자설과 분자설을 설명하고, 해당 과학자의 신념이 과학 지식 형성에 어떤 영향을 미쳤는지 탐구하도록 구성함.

천재교과서 pp. 55~61(7페이지)

천동설에서 지동설로의 변화를 주제로 프톨레마이오스, 코페르니쿠스, 갈릴레이, 케플러, 뉴턴의 신념과 세계관이 천체의 운동을 해석하는 데 어떤 영향을 미쳤는지를 중심으로 설명함.

탐구

플로지스톤설_프리스틀리, 훅 법칙_훅, 보일 법칙_보일, 혈액 순환설_하비, 가설과 과학자를 제시하여 학생들이 스스로 탐구하도록 교과서를 구성함.

출처

교육부. 2015 개정 교육과정.
교육부. 2022 개정 교육과정.
교육부. 2022 개정 교육과정 과학과 교원연수자료.
정인경 외(2025). 과학의 역사와 문화 교과서. 비상.
김호련 외(2025). 과학의 역사와 문화 교과서. 씨마스.
조헌국 외(2025). 과학의 역사와 문화 교과서. 천재.
정인경 외(2025). 과학의 역사와 문화 교사용 지도서. 비상.
조헌국 외(2025). 과학의 역사와 문화 교사용 지도서. 천재.

2022 개정 교육과정 · 과학의 역사와 문화

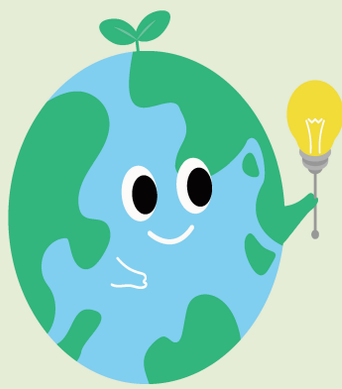
경청해 주셔서 감사합니다

자유롭게 질문해 주시면 감사하겠습니다.

2026.07.03.(금) 서울특별시교육청

2022 개정 교육과정 고등학교
과학과 신설과목 직무 연수

고등학교 과학과 교육과정 톺아보기



융합선택과목

기후 변화와 환경생태

한성과학고등학교 지구과학 교사
정승효

목차 기후 변화와 환경 생태

연수 진행 순서

1 기후 변화와 환경생태는 어떤 과목인가?

성격, 목표,
내용체계 및 성취기준

'기후변화와 지속가능한 세계'와의 비교

2 성취기준 별 탐구활동 모아보기

2022 개정 교육과정에서 제시된 탐구활동의 교과서별 안내

3 수업과 평가의 실제

수업은 어떤 방식으로 이루어져야 할까?

1. 기후 변화와 환경생태는 어떤 과목인가?

기후 변화와 환경 생태

성격과 목표

성격

'기후변화와 환경생태'는 기후변화와 환경생태의 상호작용에 대한 이해를 바탕으로 미래 사회에 필요한 과학적 소양을 함양하기 위한 과목이다. '기후변화와 환경생태'는 과학적 소양을 갖추고 더불어 살아가는 창의적인 사람을 기르기 위해 기후변화가 초래하는 환경과 생태계의 변화를 이해하고, 기후위기에 대응하는 인류의 노력을 탐색한다. 이를 통해 다양한 사회 문제에 능동적이고 지혜롭게 대응할 수 있는 역량을 기르는 데 중점을 둔다.

목표

자연 현상이나 일상생활의 과학 경험에 대한 흥미와 호기심을 바탕으로 기후변화에 따른 환경생태 변화의 심각성을 이해하고, 기후위기에 대응하는 인류와 사회의 노력을 탐색함으로써 다양한 사회적 문제에 창의적이고 적극적으로 대처할 수 있는 역량을 함양한다.

(1) 기후변화와 환경생태에 대한 흥미와 호기심을 바탕으로 개인과 사회가 직면한 문제를 인식하고, 이를 과학적으로 해결하려는 태도를 기른다.
(2) 기후변화가 환경생태에 미치는 영향을 다양한 사례들을 중심으로 이해하고, 기후위기와 급격한 환경생태 변화의 심각성을 인식한다.
(3) 기후변화에 따른 미래의 생태계 변화를 예측한 시나리오를 탐구함으로써 발생할 수 있는 다양한 문제를 예측하고 이에 대응할 수 있는 능력을 기른다.
(4) 과학기술 및 사회의 상호 관계에 대한 이해를 바탕으로 개인과 사회의 문제를 해결하고, 민주 시민으로서 참여하고 실천하는 능력을 기른다.

1. 기후 변화와 환경생태는 어떤 과목인가?

기후 변화와 환경 생태

내용 체계

핵심 아이디어

영역을 아우르면서 해당 영역의 학습을 통해 일반화할 수 있는 내용을 핵심적으로 진술한 것이는 해당 영역 학습의 초점을 부여하여 깊이 있는 학습을 가능하게 하는 토대가 됨

- 기후변화는 환경생태의 변화를 초래하여 인간의 삶에 직접적인 영향을 미친다.
- 기후변화는 해양생태계, 육상생태계, 담수생태계에 변화를 일으켜 인간의 생활 환경에 영향을 준다.
- 기후변화 시나리오에 따라 미래의 생태계 변화가 다양하게 나타난다.

탄소중립 사회 구현을 위해 새로운 탄소 저감 기술의 개발 및 국제사회의 공동 대응 노력과 더불어 민주 시민의 적극적인 참여가 필요하다.

지식, 이해

교과(목) 및 학년(군)별로 해당 영역에서 알고 이해해야 할 내용

	내용 요소
기후와 환경생태의 특성	·기후요소와 기후인자 ·지구시스템의 상호작용 ·기후와 환경생태의 상호작용
기후위기와 환경생태 변화	·기후위기· 해수면 상승· 극한 기상 현상 ·기후변화 시나리오· 육상생태계의 변화 ·수생태계의 변화· 기후변화와 감염병
기후위기에 대응하는 우리의 노력	·해양생태계의 변화와 복원 ·급격한 환경생태 변화와 대응 노력 ·탄소 저감 과학기술 ·환경생태 보전을 위한 국제적 노력과 시민참여

1. 기후 변화와 환경생태는 어떤 과목인가?

기후 변화와 환경 생태

내용 체계

과정·기능

교과 고유의 사고 및 탐구 과정 또는 기능

- ·자연과 일상생활에서 문제 인식하기
- ·문제를 해결하기 위해 변인이 포함된 탐구 설계하기
- ·다양한 도구를 활용해 데이터를 수집·기술·변환하기
- ·융합적 사고, 수학적 사고를 바탕으로 데이터를 분석·평가·추론하기
- ·결론을 도출하고 자연 현상 및 일상생활에 적용·설명하기
- ·과학적 모형을 생성하고 활용하기
- ·과학기술을 이용한 사회 문제 해결 방안 마련하기
- ·과학기술 발달에 따른 미래 사회 변화 예측하기
- ·타당한 근거에 기초하여 자신의 주장을 펼치고 실천적 대안 마련하기
- ·다양한 매체를 활용하여 표현하고 협력적 소통하기

가치·태도

교과 활동을 통해 기를 수 있는 고유한 가치와 태도

- ·과학의 심미적 가치
- ·과학의 사회적 가치
- ·과학 유용성
- ·자연과 과학에 대한 감수성
- ·과학 창의성
- ·과학 활동의 윤리성
- ·과학 문제 해결에 대한 개방성
- ·과학 문제 해결의 학문 간 융합적 접근
- ·안전·지속가능 사회에 기여
- ·과학 문화 향유

1. 기후 변화와 환경생태는 어떤 과목인가?

기후 변화와 환경 생태

2022 개정 교육과정 교수·학습 방향 및 방법

교수·학습 방향

- 교수·학습 계획 수립
- 지식·이해(핵심 개념), 과정·기능, 가치·태도의 균형
- 깊이 있는 학습과 실제적 맥락에서 문제 해결
- 디지털 도구의 적극적 활용 교육

교사에게 교육과정 재구성의 자율성을 부여하고, 단원 간, 교과 간 연계를 넓은 시야에서 유연하게 설계 하도록 함

교수·학습 방법

- 교육과정-교수·학습-평가의 일체화 및 재구성
- 학생 중심의 능동적 참여 수업을 위한 벙법 활용
  - 협업 과정에서 상호협력 중요성과 의사소통 강조
- 디지털 및 첨단 과학 기술 기반의 탐구 환경 구축
  - 에듀 테크 활용, 온라인 학습 환경
  - 지능형 과학실, 디지털 탐구 도구 활용, 공공기관 데이터 활용
- 정의적 영역 및 진로 연계 강화
- 안전한 탐구 환경 및 지속가능성
- 범교과 학습, 생태전환교육, 디지털·인공지능 기초 소양 함양과 관련한 교육내용
- 모두를 위한 교육 (최소 성취 수준 보장)

1. 기후 변화와 환경생태는 어떤 과목인가?

기후 변화와 환경 생태

2022 개정 교육과정 평가 방향 및 방법

평가 방향

- 성장을 돕는 평가와 환류 : 성취 기준에 근거한 평가 실시와 개별 맞춤형 환류(피드백) 제공
- 지식·이해(핵심 개념), 과정·기능, 가치·태도의 균형
- 평가의 다원성과 포용성(맞춤형)
- 디지털 평가 환경 활용

교사에게 교육과정 재구성의 자율성을 부여하고, 단원 간, 교과 간 연계를 넓은 시야에서 유연하게 설계 하도록 함

평가 방법

- 교육과정-교수·학습-평가의 일체화
- 지식·이해, 과정·기능, 가치·태도 종합 평가, 학습의 결과 뿐 아니라 과정도 함께 평가
- 평가 도구의 다양화 및 디지털 평가 병행
  - 다양한 평가 틀 활용
  - 개별 평가와 모둠 평가, 자기 평가와 동료 평가 활용
- 고교학점제 연계: 최소 성취수준 보장 조치
  - 사전 예방 중심의 평가
  - 평가 결과를 개별 맞춤형 보정 계획과 연계

1. 기후 변화와 환경생태는 어떤 과목인가?

기후 변화와 환경 생태

핵심적 특징

융합형 과목

다양한 분야의 경계를 넘나드는 통섭적 주제를 다룸
지구 및 생태계 시스템의 통합적 이해를 바탕으로 함

정량적 데이터 기반의 탐구 중심

실제 데이터 분석과 과학적 탐구를 기반으로 기후 변화 문제를 정량적, 객관적으로 실증
기후 관련 공공 데이터를 수집, 해석, 시각화 하고, 실험, 모니터링, 시뮬레이션 같은 다양한 과학적 탐구 방법 활용

과학 기술과 사회(STS)의 연계 강화

탄소 중심을 실현하기 위한 '기술적 대안'을 다룸
신재생 에너지 기술, 탄소 포집 · 저장 · 활용(CCUS) 기술, 생태공학적 접근법의 과학적 원리와 한계를 비판적으로 평가

시민 과학 및 실천과의 결합

'앎이 삶과 행동으로 이어지는 교육'을 추구 -> 글로벌 생태 시민성 강조
모든 생명과의 공존을 모색하는 생태전환적 가치관의 정립

1. 기후 변화와 환경생태는 어떤 과목인가?

기후 변화와 환경 생태

기후변화를 다루는 다른 과목은? 핵심 아이디어 비교

기후변화와 환경생태

- 기후변화는 환경생태의 변화를 초래하여 인간의 삶에 직접적인 영향을 미친다.
- 기후변화는 해양생태계, 육상생태계, 담수생태계에 변화를 일으켜 인간의 생활 환경에 영향을 준다.
- 기후변화 시나리오에 따라 미래의 생태계 변화가 다양하게 나타난다.
- 탄소중립 사회 구현을 위해 새로운 탄소 저감 기술의 개발 및 국제사회의 공동 대응 노력과 더불어 민주 시민의 적극적인 참여가 필요하다.

기후변화와 지속가능한 세계

- 기후변화를 바라보는 관점은 다양하며, 기후변화는 자연적 요인 및 인간의 다양한 활동에 의해 나타난다.
- 기후변화의 영향은 지리적, 사회·경제적 조건 등에 따라 다르게 나타나며, 기후정의의 측면에서 이러한 문제를 해결한다.
- 지속가능한 세계는 기후변화 대응을 위한 지역, 국가, 세계 수준에서 이루어지는 정치, 경제, 사회적 차원의 생태전환에 기반하여 실현된다.
- 모든 생명체가 공존하는 세계를 만들기 위해서는 SDGs의 적극적 실천이 요구되고 생태시민으로서의 책임과 참여가 중요하다.

1. 기후 변화와 환경생태는 어떤 과목인가?

기후 변화와 환경 생태

기후변화를 다루는 다른 과목은? 지식, 이해 비교

기후변화와 환경생태

	내용 요소
기후와 환경생태의 특성	·기후요소와 기후인자 ·지구시스템의 상호작용 ·기후와 환경생태의 상호작용
기후위기와 환경생태 변화	·기후위기· 해수면 상승· 극한 기상 현상 ·기후변화 시나리오· 육상생태계의 변화 ·수생태계의 변화· 기후변화와 감염병
기후위기에 대응하는 우리의 노력	·해양생태계의 변화와 복원 ·급격한 환경생태 변화와 대응 노력 ·탄소 저감 과학기술 ·환경생태 보전을 위한 국제적 노력과 시민참여

기후변화와 지속가능한 세계

	내용 요소
인간과 기후변화	·기후변화의 심각성에 대한 인식 ·기후변화에 대한 다양한 관점 ·기후변화의 원인
기후정의와 지역문제	·세계 여러 지역에서 나타나는 기후재난의 실제 ·지리적, 사회·경제적 조건에 따라 차별적으로 나타나는 기후변화의 영향 ·기후정의의 관점에서 기후변화에 따른 불평등 문제의 이해와 해결 방안
지속가능한 세계를 위한 생태전환	·국제 및 시민사회의 기후변화 대응 및 협력 ·이해당사자들의 기후변화 대응 노력 ·기후변화 대응을 위한 국가 및 지역차원의 생태전환 노력 ·적정기술, 순환경제의 중요성과 역할 ·에너지 전환의 중요성 인식
공존의 세계와 생태시민	·지속가능발전목표(SDGs)의 의미와 이행에 대한 이해 ·지속가능발전목표(SDGs)의 지역 사례 탐구 ·소비영역에서의 지속가능한 생활양식 ·공존의 세계를 위한 생태시민의 덕목에 대한 이해

목차

기후 변화와 환경 생태

연수 진행 순서

1 기후 변화와 환경생태는 어떤 과목인가?

성격, 목표, 내용체계 및 성취기준

'기후변화와 지속가능한 세계'와의 비교

2 성취기준 별 탐구활동 모아보기

교과서 단원 목차로 성취 기준별 내용 분석

2022 개정 교육과정에서 제시된 탐구활동의 교과서별 안내

3 수업과 평가의 실제

수업은 어떤 방식으로 이루어져야 할까?

2. 성취기준 별 탐구활동 모아보기

기후 변화와 환경 생태

1단원 목차로 알아보는 성취 기준별 내용 분석

기후와 환경생태의 특성

1 기후
01 기후의 특성 12
02 기후시스템 22
중단원 마무리 31
2 기후와 환경생태의 상호작용
01 기후변화와 생태계 34
02 기후변화와 우리 생활 40

성취기준

[12기환01-01] 날씨와 기후의 특성을 이해하고, 이를 비교하여 설명할 수 있다

[12기환01-02] 기후시스템이 유지되는 되먹임 과정을 이해하고 생물권과 다른 권역 간 상호작용을 설명할 수 있다.

[12기환01-03] 기후변화가 생태계와 우리의 생활환경에 영향을 미친 사례를 조사하여 발표할 수 있다.

기후 변화 메커니즘의 이해

기후의 특성과 기후 시스템, 기후 되먹임

생물권의 지구 시스템 내의 상호작용

2. 성취기준 별 탐구활동 모아보기

기후 변화와 환경 생태

1단원 목차로 알아보는 성취 기준별 내용 분석



성취기준

[12기환02-01] 기후위기가 일어나는 주요 원인을 이해하고, 기후위기의 심각성을 인식할 수 있다.
[12기환02-02] 빙상의 융해와 열팽창으로 인한 해수면 상승을 기후변화와 연계하여 설명할 수 있다.
[12기환02-03] 극한 기상 현상의 종류와 원인을 이해하고 극한 기상 현상이 환경생태에 미친 영향을 사례를 들어 설명할 수 있다.
[12기환02-04] 기후변화 시나리오에 따른 미래 생태계 변화 예측 보고서를 찾아보고, 미래의 기후와 생태계의 변화 양상을 추론할 수 있다.
[12기환02-05] 꽃의 개화 시기 변화 자료를 조사하고, 꽃의 개화 시기 변화가 우리 생활에 끼치는영향을 추론할 수 있다.
[12기환02-06] 꿀벌을 비롯한 곤충의 개체 수 감소 원인을 기후변화와 연계하여 설명할 수 있다.
[12기환02-07] 수생태계의 물꽃 현상을 이해하고, 기후변화가 수생태계의 생물다양성에 끼치는 영향을 추론할 수 있다.

기후변화의 실제와 데이터

2. 성취기준 별 탐구활동 모아보기

기후 변화와 환경 생태

1단원 목차로 알아보는 성취 기준별 내용 분석



성취기준

[12기환03-01] 산호의 멸종으로 인한 백화현상의 예를 통해 기후변화가 해양 생태계에 미치는 영향을 살펴보고, 바다 사막화를 예방하거나 복원할 수 있는 과학기술의 사례를 제시할 수 있다.
[12기환03-02] 기후변화에 따라 가속화되는 사막화, 대형산불, 지역적 가뭄과 홍수 등을 이해하고, 이를 극복하기 위한 인류의 노력에 대해 토의할 수 있다.
[12기환03-03] 탄소중립 사회를 이루기 위한 탄소 저감 관련 과학기술 개발 현황을 알아보고, 이의 적용 사례를 제시할 수 있다.
[12기환03-04] 기후위기와 환경생태 변화에 대응하기 위한 국제사회의 노력을 알아보고, 민주 시민으로서 참여 방안을 제안할 수 있다.

탄소 중립을 위한 실천 방안

1단원 우리 지역 생태지도 제작하기

성취기준

[12기환01-01] 날씨와 기후의 특성을 이해하고, 이를 비교하여 설명할 수 있다
[12기환01-02] 기후시스템이 유지되는 되먹임 과정을 이해하고 생물권과 다른 권역 간 상호작용을 설명할 수 있다.
[12기환01-03] 기후변화가 생태계와 우리의 생활환경에 영향을 미친 사례를 조사하여 발표할 수 있다.

우리 지역 생태 지도 제작하기

성취기준 해설

[12기환01-01] 기후를 결정하는 기후요소와 기후인자를 구분하여 이해하도록 한다
[12기환01-02] 지구시스템의 기권, 수권, 지권과 생물권 간 상호작용을 이해하도록 한다.

2. 성취기준별 탐구활동 모아보기

기후 변화와 환경 생태

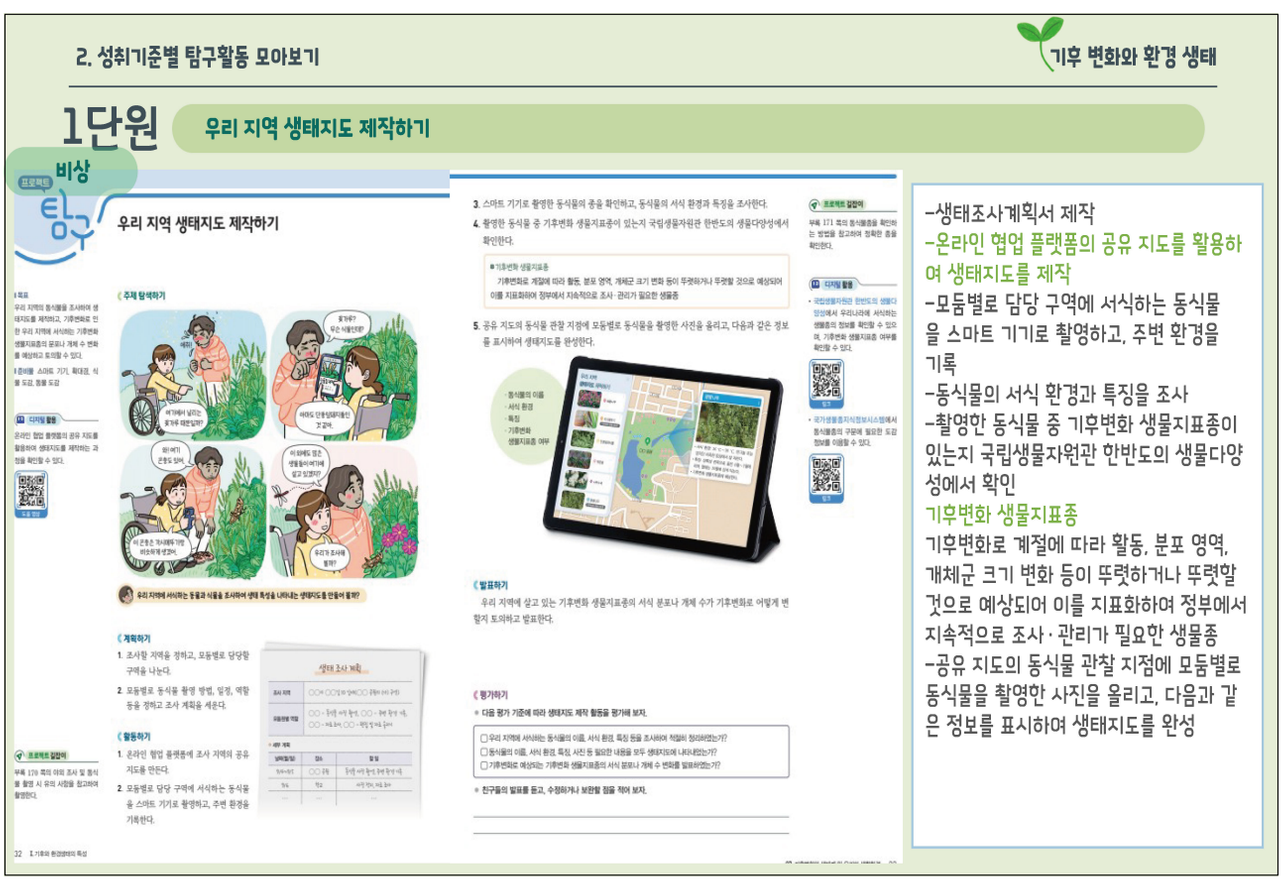
1단원 우리 지역 생태지도 제작하기

해냄에듀



-조사 지역 선정 및 조사 계획서
-탐사 구역에서 생물을 발견하면 해당 생물이 발견된 위치를 지도에 표시한 후 스마트 기기를 활용하여 사진 촬영
-촬영한 생물의 이름과 특징을 생물 카드 작성
-생물이 발견된 위치에 과정 3에서 작성한 생물 카드를 붙여 생태지도를 만들기
- 제작한 생태 지도 발표하기


2. 성취기준별 탐구활동 모아보기
기후 변화와 환경 생태
1단원 우리 지역 생태지도 제작하기
천재
창의 융합 프로젝트
우리 지역의 생태지도 만들기
기후 변화로 인해 생태계가 급격하게 변화하고 있다. 이러한 생태계의 변화를 파악하려면 지역 환경의 특성, 생물종의 분포와 생물다양성의 변화, 기후 변화와의 연관성 등 다양한 요소를 조사해야 하므로 매우 오랜 시간이 필요하다. 그러나 스마트 기기와 공유 플랫폼의 발달로 인해 누구나 손쉽게 생물다양성에 대한 정보를 얻을 수 있게 되었다. 이는 시민 과학의 영향을 크게 받고 있으며, 사용자가 생태 정보를 직접 조사하고 전문가가 검토하는 과정을 통해 환경 조사 소요 비용이 절감되고, 생태 정보 데이터 및 보고서 등을 공유하고 활용할 수 있게 되었다.
생태 정보를 공유하는 대국민 플랫폼들은 연구자에게는 다양한 생태 정보 관련 데이터를 활용하여 생태 연구를 수행하는 데 도움을 주고, 일반인이나 학생들에게는 생태 관련 자료에 쉽게 접근하여 생물종 및 서식지를 파악하거나 생태계의 변화를 학습하는 측면에서 유용하다. 또한 기후 변화와 생태 정보에 대한 유용한 자료를 제공하여 미래 세대를 위한 정책 지원을 계획하는 데 활용할 수 있다. 특히 누구나 접근할 수 있는 플랫폼과 시민 과학이 결합되어, 생태계에 대한 양질의 데이터가 축적되고 있어 생태 정보의 정확성과 활용성이 증대되고 있다.
국립 생태원에서는 생태 정보 개방과 공유 확대 및 생태 복지 증진을 위해 생태 정보 플랫폼 에코뱅크(nie-ecobank.kr)를 운영하고 있다. 에코뱅크에서는 전국 자연환경 조사, 생태계 정밀 조사, 생태통로, 장기생태, 동물 찾집 사고 조사, 습지조사 정보 등을 바탕으로 습지 평가도와 식생 평가도, 지형 평가도를 포함한 생태 자연도를 대국민 서비스로 제공하고 있다. 또한 국가 생물다양성 정보 공유 체계, 국립 생물 자원관 생물 지리 정보 서비스 등과 연계하여 생물종에 대한 정확한 정보를 제공하고 있다.
이러한 생태지도는 그림과 같이 일반 사용자들이 해당 지역에서 직접 관찰한 생물의 사진을 데이터베이스에 올려 전문가들이 체계적으로 분류한 것이다. 따라서 생태지도 제작에 참여함으로써 우리가 사는 지역의 생태지도를 더 정확하게 제작할 수 있고, 생태적 지식의 학습을 통해 직접 갈 수 없는 지역의 생태 정보도 파악할 수 있다.
DMZ 생태문화지도 동물편
- 생태 정보 플랫폼 에코뱅크(nie-ecobank.kr)소개
- 에코뱅크 ▶ 생태 공간 정보 ▶ 생태 자연도에 접속하여 우리가 사는 지역의 생태 자연도 등급과 많이 발견되는 생물을 조사
-국가 생물다양성 정보 공유 체계를 이용하여 우리가 사는 지역에서 발견되는 생물종의 특징을 조사 및 발표
-우리 지역, 또는 학교 주변의 생태계를 찾아 관찰하고 각자 생물을 다섯 종류 이상 찾아 사진 촬영
- 촬영한 사진을 에코뱅크 ▶ 참여 ▶ 시민 참여 ▶ 전국 자연환경 조사에 업로드


2. 성취기준별 탐구활동 모아보기
기후 변화와 환경 생태
1단원 우리 지역 생태지도 제작하기
비상
프로젝트 탐구
우리 지역 생태지도 제작하기
주제 탐색하기
계획하기
활동하기
발표하기
평가하기
-생태조사계획서 제작
-온라인 협업 플랫폼의 공유 지도를 활용하여 생태지도를 제작
-모둠별로 담당 구역에 서식하는 동식물을 스마트 기기로 촬영하고, 주변 환경을 기록
-동식물의 서식 환경과 특징을 조사
-촬영한 동식물 중 기후변화 생물지표종이 있는지 국립생물자원관 한반도의 생물다양성에서 확인
기후변화 생물지표종
기후변화로 계절에 따라 활동, 분포 영역, 개체군 크기 변화 등이 뚜렷하거나 뚜렷할 것으로 예상되어 이를 지표화하여 정부에서 지속적으로 조사·관리가 필요한 생물종
-공유 지도의 동식물 관찰 지점에 모둠별로 동식물을 촬영한 사진을 올리고, 다음과 같은 정보를 표시하여 생태지도를 완성

2단원 기후변화 시나리오에 따른 미래 한반도 생물의 분포 변화 시각화 자료 작성하기

성취기준

[12기환02-01] 기후위기가 일어나는 주요 원인을 이해하고, 기후위기의 심각성을 인식할 수 있다.
[12기환02-02] 빙상의 융해와 열팽창으로 인한 해수면 상승을 기후변화와 연계하여 설명할 수 있다.
[12기환02-03] 극한 기상 현상의 종류와 원인을 이해하고 극한 기상 현상이 환경생태에 미친 영향을 사례를 들어 설명할 수 있다.
[12기환02-04] 기후변화 시나리오에 따른 미래 생태계 변화 예측 보고서를 찾아보고, 미래의 기후와 생태계의 변화 양상을 추론할 수 있다.
[12기환02-05] 꽃의 개화 시기 변화 자료를 조사하고, 꽃의 개화 시기 변화가 우리 생활에 끼치는영향을 추론할 수 있다.
[12기환02-06] 꿀벌을 비롯한 곤충의 개체 수 감소 원인을 기후변화와 연계하여 설명할 수 있다.
[12기환02-07] 수생태계의 물꽃 현상을 이해하고, 기후변화가 수생태계의 생물다양성에 끼치는 영향을 추론할 수 있다.

기후변화 시나리오에 따른 미래 한반도 생물의 분포 변화 시각화 자료 작성하기

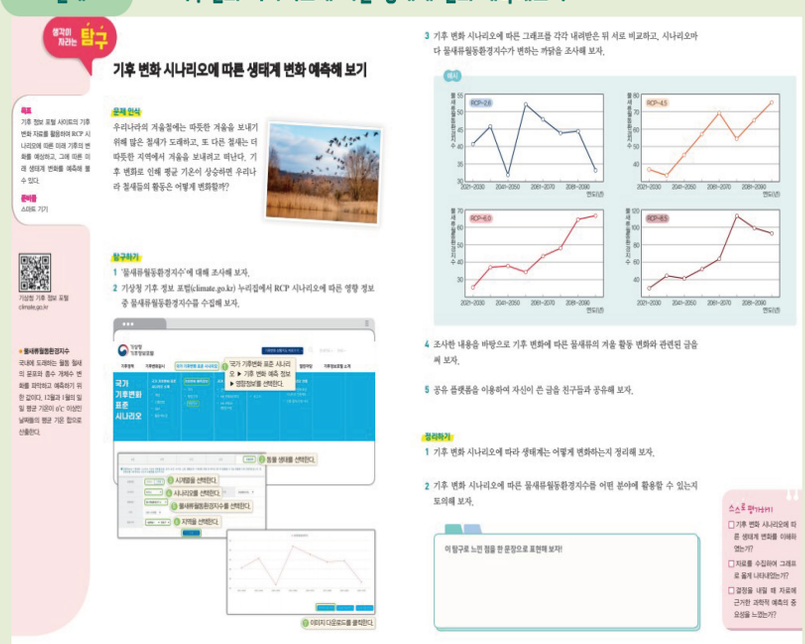
성취기준 해설

[12기환01-04] 기후변화 시나리오에 따른 생물의 분포 변화와 관련된 다양한 보고서나 자료들을 안내하고, 자기주도적으로 자료를 분석하고 해석한 후 토론이나 발표를 하도록 한다.

2. 성취기준별 탐구활동 모아보기
기후 변화와 환경 생태

2단원 기후변화 시나리오에 따른 미래 한반도 생물의 분포 변화 시각화 자료 작성하기

천재 기후변화 시나리오에 따른 생태계 변화 예측해보기



'물새류월동환경지수'에 대해 조사 후 기후 변화 시나리오에 따른 물새류활동환경지수 변화 해석

-기상청 기후 정보 포털(climate.go.kr) 누리집에서 RCP 시나리오에 따른 영향 정보 중 물새류월동환경지수를 수집
-기후변화 시나리오에 따른 그래프를 비교하고, 시나리오마다 물새류활동환경지수가 변화하는 까닭 조사

2. 성취기준별 탐구활동 모아보기

기후 변화와 환경 생태

2단원 기후변화 시나리오에 따른 미래 한반도 생물의 분포 변화 시각화 자료 작성하기

씨마스



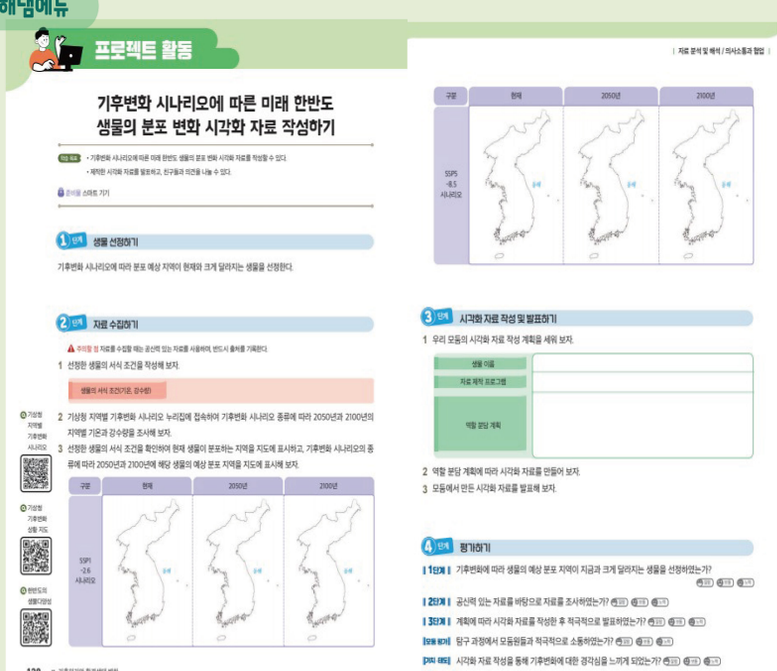
인포그래픽으로 보는 100년 후 한반도
- 기후변화 시나리오에 따라 달라지는 미래의 모습을 디지털 도구를 사용하여 조사
-조사한 자료를 기후변화 시나리오에 따른 100년 후 반반도 생물 분포를 어떻게 구성할 지 아이디어를 스케치
-그림, 그래프 등 시각화 효과를 사용하여 표현
-인포그래픽 공모전을 열어 발표, 전시

2. 성취기준별 탐구활동 모아보기

기후 변화와 환경 생태

2단원 기후변화 시나리오에 따른 미래 한반도 생물의 분포 변화 시각화 자료 작성하기

해냄에듀



선정한 생물의 서식 조건 + 기상청 지역별 기후변화 시나리오 누리집에 접속하여 기후변화 시나리오 종류에 따라 2050년과 2100년 지역별 기온과 강수량을 조사
-생물의 서식 조건을 확인하여 현재 생물이 분포하는 지역을 지도에 표시
-기후변화 시나리오 종류에 따라 2050년과 2100년에 해당 생물의 예상 분포 지역을 지도에 표시해보기
-모둠별 시각화 자료 작성 및 발표

2. 성취기준별 탐구활동 모아보기

기후 변화와 환경 생태

3단원 탄소 저감 과학기술 고안하기

성취기준

[12기환03-01] 산호의 멸종으로 인한 백화현상의 예를 통해 기후변화가 해양 생태계에 미치는 영향을 살펴보고, 바다 사막화를 예방하거나 복원할 수 있는 과학기술의 사례를 제시할 수 있다.
[12기환03-02] 기후변화에 따라 가속화되는 사막화, 대형산불, 지역적 가뭄과 홍수 등을 이해하고, 이를 극복하기 위한 인류의 노력에 대해 토의할 수 있다.
[12기환03-03] 탄소중립 사회를 이루기 위한 탄소 저감 관련 과학기술 개발 현황을 알아보고, 이의 적용 사례를 제시할 수 있다.
[12기환03-04] 기후위기와 환경생태 변화에 대응하기 위한 국제사회의 노력을 알아보고, 민주 시민으로서 참여 방안을 제안할 수 있다.

탄소 저감 과학 기술 고안하기

성취기준 해설

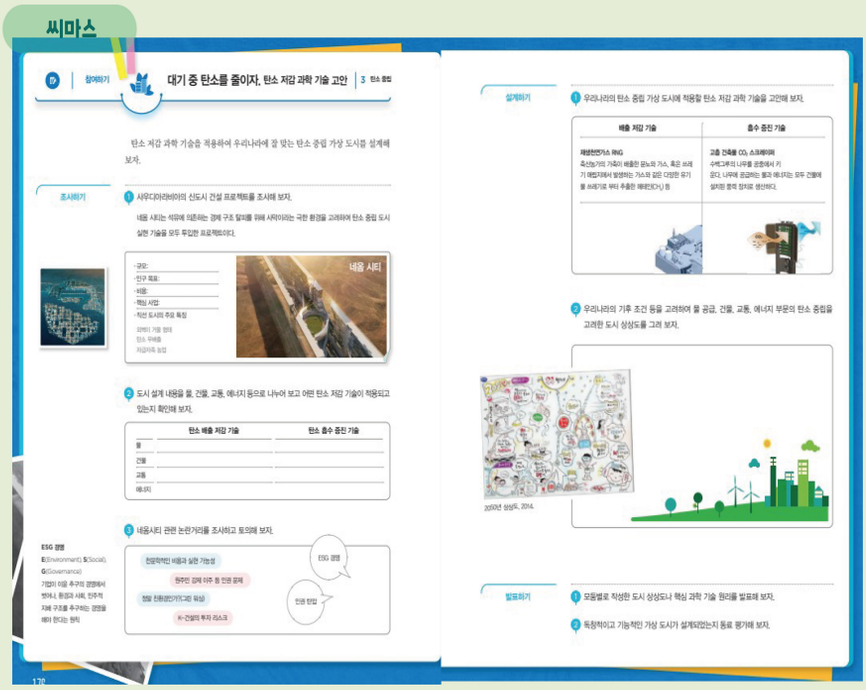
[12기환03-04] 국제사회의 생물다양성 협약, 기후변화에 관한 정부 간 협의체나 국제기구를 소개하고, 이들의 노력이나 체결된 국제 협약 등을 다룬다.

2. 성취기준별 탐구활동 모아보기

기후 변화와 환경 생태

3단원 탄소 저감 과학기술 고안하기

씨마스



탄소 저감 과학 기술을 적용하여 우리나라에 맞는 탄소 중립 가상 도시 설계하기

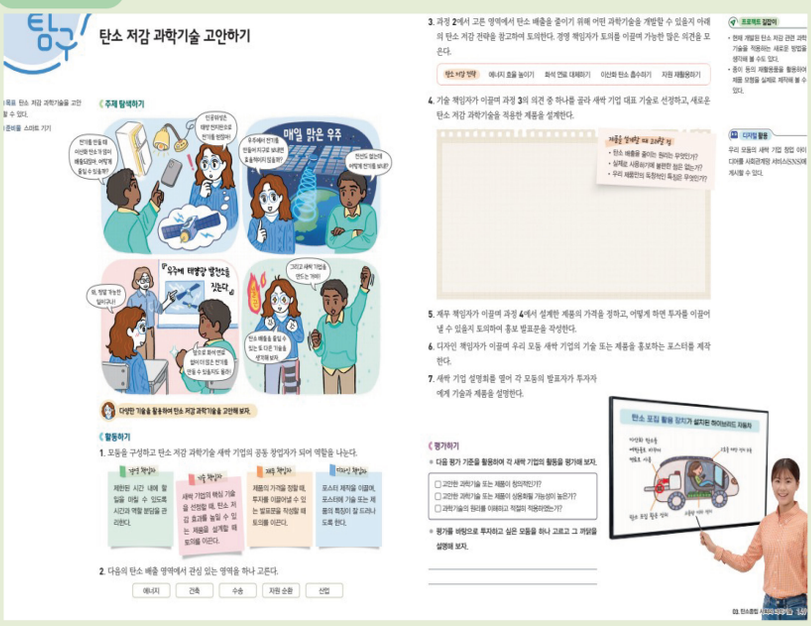
-탄소 중립 도시 실현 기술을 투입한 신도시 건설 프로젝트(네옴 시티) 조사 및 적용 기술 분석
-우리나라의 탄소 중립 가상 도시에 적용할 탄소 저감 과학 기술 도입
-탄소 중립을 고려한 도시 상상도 그리기

2. 성취기준별 탐구활동 모아보기

기후 변화와 환경 생태

3단원 탐소 저감 과학기술 고안하기

비상



탄소 저감 기술 새싹 기업의 공동 창업자가 되어 역할놀이를 기반으로 한 프로젝트 발표

-역할 분담 : 경영 책임자, 기술 책임자, 재무 책임자, 디자인 책임자

-탄소 배출영역 '에너지', '건축', '수송' '자원순환', '산업' 중 선택

-탄소 저감 전략 : 에너지 효율 높이기, 화석 연료 대체하기, 이산화 탄소 흡수하기, 자원 재활용하기

-탄소 저감 과학기술을 적용한 제품 설계 , 가격 책정, 홍보 발표문 제작

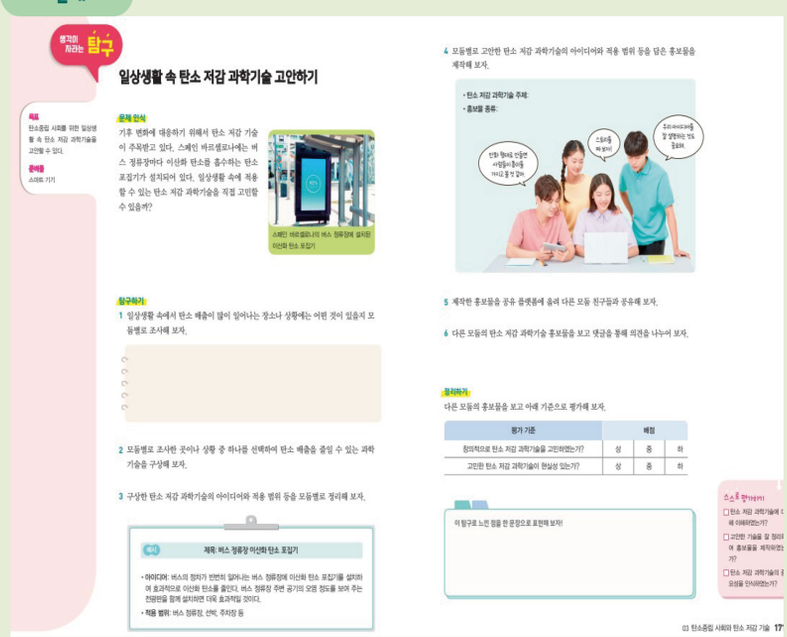
-제품 홍보 포스터 제작 및 새싹 기업 설명회에서 발표

2. 성취기준별 탐구활동 모아보기

기후 변화와 환경 생태

3단원 탐소 저감 과학기술 고안하기

천재



일상 생활 속 탄소 저감 과학 기술 고안하여 홍보물 제작 발표

- 일상 생활 속 탄소 배출이 많이 일어나는 장소나 상황을 조사하고, 그 중 하나를 선택
- 장소나 상황에 맞는 탄소 배출 저감 과학 기술 구상
- 아이디어와 적용 범위 등을 담은 홍보물 제작
- 공유 플랫폼에 업로드 후 공유

목차

기후 변화와 환경 생태

연수 진행 순서

1 기후 변화와 환경생태는 어떤 과목인가?

성격, 목표,
내용체계 및 성취기준

'기후변화와 지속가능한 세계'와의 비교

2 성취기준 별 탐구활동 모아보기

2022 개정 교육과정에서 제시된 탐구활동의 교과서별 안내

3 수업과 평가의 실제

학교 현장에서 수업과 평가는 어떻게 적용되어 이루어져야 하는가?

3. 수업과 평가의 실제

기후 변화와 환경 생태

교육과정의 재구성

융합 선택 과목

통섭적 주제

자연과학에서의 '기후변화와 생태환경' 과목이지만
지구과학, 생명과학, 물리, 화학 등의 자연 과학과의 융합적인 성격을 갖기도 하고,
사회 과학, 정보, 인문학 등의 다학문이 융합된 주제

자율적인 교육과정의 구성에 어떤 영향을 줄까?

3. 수업과 평가의 실제

기후 변화와 환경 생태

'기후변화와 환경 생태'의 평가

융합 선택 과목

절대 평가

성취 기준에 도달했는지를 기준으로 A부터 E까지 5단계로 평가
상대평가 석차 등급은 병기하지 않으며, 통계 정보는 기재

평가 방법의 다원화에 어떤 영향을 줄 수 있을까?

3. 수업과 평가의 실제

기후 변화와 환경 생태

과목의 목표와 성취 기준에 맞는 유기적인 교육과정의 구성

(예시) 탄소 중립 사회와 탄소 저감 기술 단원

탄소 순환원리와 대기 중 탄소의 증가 또는 감소의 원인 분석	탄소 중립의 이해 탄소 저감 관련 과학 기술 개발 현황 조사	세계의 탄소 중립 실천 현황 조사 탄소 중립 실천 계획 세우기	탄소 저감 과학기술 고안하기

[12기환03-03] 탄소중립 사회를 이루기 위한 탄소 저감 관련 과학기술 개발 현황을 알아보고, 이의 적용 사례를 제시할 수 있다.

지식 이해

·탄소 저감 과학 기술

과정·기능

·자연과 일상생활에서 문제 인식하기
·다양한 도구를 활용해 데이터를 수집·기술·변환하기
·과학기술을 이용한 사회 문제 해결 방안 마련하기
·타당한 근거에 기초하여 자신의 주장을 펼치고 실천적 대안 마련하기
·다양한 매체를 활용하여 표현하고 협력적 소통하기

가치 태도

·과학의 사회적 가치 ·과학 유용성 ·자연과 과학에 대한 감수성
·과학 창의성 ·과학 문제 해결에 대한 개방성
·과학 문제 해결의 학문 간 융합적 접근 ·안전·지속가능 사회에 기여

3. 수업과 평가의 실제

기후 변화와 환경 생태

교수·학습 - 평가 - 기록의 일체화



'앎이 삶과 행동으로 이어지는 교육'이 실현되는 교수·학습 계획



과정 중심 평가가 이루어지는 루브릭과 다양한 평가 도구 활동

평가의 환류(피드백) 활동



역량-과정-성장의 기록

2026.07.03.(금)

서울특별시교육청

2022 개정 교육과정 고등학교 과학과 신설과목 직무 연수

감사합니다.

한성과학고등학교 지구과학 교사

정승효

• 2022 개정 교육과정

과학과 신설 과목 연수

융합과학 탐구

강 강현식 동북고
정 정진 경기고

01

PART 1

융합과학 탐구 톺아보기

2022 개정 교육과정 · 융합 선택 · 지식·이해(3영역) + 과정·기능 + 가치·태도

융합과학 탐구 내용 체계

• 융합과학 탐구의 이해

- 융합과학의 역할과 유용성
- 다양한 탐구 과정의 특성
- 데이터의 이해와 활용
- 디지털 탐구 도구의 이해와 활용

• 융합과학 탐구의 과정

- 융합과학 탐구의 요소와 절차
- 융합적 탐구 문제 발견
- 가설과 과학적 모형
- 디지털 탐구 도구와 데이터 수집
- 데이터의 시각화와 평가
- 결론 도출 및 과학적 의사소통

• 융합과학 탐구의 전망

- 미래 사회와 융합과학기술
- 융합과학기술과 사회적 난제 해결
- 융합과학 탐구와 윤리
- 사회 문제와 시민참여

과정·기능 자연과 일상생활에서 문제 인식하기, 문제를 해결하기 위해 변인이 포함된 탐구 설계하기, 컴퓨터, 인공지능 등 다양한 도구를 활용해 데이터를 수집·기술·변환하기, 융합적 사고, 수학적 사고를 바탕으로 데이터를 분석·평가·추론하기, 결론을 도출하고 자연 현상 및 일상생활에 적용·설명하기, 과학적 모형을 생성하고 활용하기, 과학기술을 이용한 사회 문제 해결 방안 마련하기, 과학기술 발달에 따른 미래 사회 변화 예측하기, 타당한 근거에 기초하여 자신의 주장을 펼치고 실천적 대안 마련하기, 다양한 매체를 활용하여 표현하고 협력적 소통하기

가치·태도 과학의 심미적 가치, 과학의 사회적 가치, 과학 유용성, 자연과 과학에 대한 감수성, 과학 창의성, 과학 활동의 윤리성, 과학 문제 해결에 대한 개방성, 과학 문제 해결의 학문 간 융합적 접근, 안전·지속가능 사회에 기여, 과학 문화 향유

2022 개정 교육과정 · 융합 선택 · 영역 1/3 · 성취기준 4개

융합과학 탐구 성취기준 융합과학 탐구의 이해

12융탐01-01
과학이 다양한 분야와 연계하여 인류 사회의 문제해결에 기여하였음을 이해하고, 융합적 탐구의 유용성을 느낄 수 있다.

12융탐01-02
예술에서의 창작이나 사회과학적 탐구 과정을 이해하고, 과학적 탐구 과정과의 공통점과 차이점을 비교할 수 있다.

12융탐01-03
과학적 탐구 과정에서 사용되는 다양한 데이터의 종류를 이해하고, 지식의 창출 과정에서 데이터의 가치와 중요성을 인식할 수 있다.

12융탐01-04
인공지능을 포함한 디지털 탐구 도구나 기술의 활용 사례를 조사하고, 과학적 탐구 과정에서 디지털 탐구 도구와 기술 활용의 의의를 평가할 수 있다.

2022 개정 교육과정 · 융합 선택 · 영역 2/3 · 성취기준 7개

융합과학 탐구 성취기준 융합과학 탐구의 과정

12융탐02-01
실생활에서 관찰이나 경험을 통해 직접 얻은 데이터나 공개된 데이터를 가공하여 융합적 탐구 문제를 스스로 발견할 수 있다.

12융탐02-02
융합적 탐구 문제해결을 위한 가설이나 모형을 고안하고, 문제를 해결할 수 있는 방법이나 절차 등을 설계할 수 있다.

12융탐02-03
디지털 탐구 도구를 포함한 다양한 도구를 활용하여 데이터를 수집하고, 수집한 데이터의 타당성과 신뢰성을 평가할 수 있다.

12융탐02-04
융합적 탐구 과정을 통해 얻은 데이터를 탐구 목적이나 맥락에 맞게 시각 자료로 표현할 수 있다.

12융탐02-05
평균, 표준편차 등을 바탕으로 데이터의 특성을 파악하고, 이를 토대로 가설이나 모형을 평가할 수 있다.

12융탐02-06
데이터 분석 결과를 바탕으로 결론을 도출하고 평가할 수 있다.

12융탐02-07 다양한 표현 방법을 활용하여 융합적 탐구 문제, 과정, 결과, 결론 등을 효과적으로 발표하고 토론할 수 있다.

2022 개정 교육과정 · 융합 선택 · 영역 3/3 · 성취기준 4개

융합과학 탐구 성취기준 융합과학 탐구의 전망

12융탐03-01
과학기술의 변화와 발전을 고려하여 미래 사회에 등장할 새로운 융합과학기술을 예측할 수 있다.

12융탐03-02
오늘날 인류가 겪고 있는 난제를 융합과학기술을 활용하여 해결할 수 있는 방안에 대해 토의할 수 있다.

12융탐03-03
융합과학 탐구 과정에서 준수해야 할 윤리에 대해 알아보고, 과학기술의 발달에 따라 발생할 수 있는 윤리적 쟁점을 토론할 수 있다.

12융탐03-04
융합과학기술을 활용하여 사회 문제를 해결하는 과정에서 시민참여가 문제해결에 도움을 준 사례를 제시할 수 있다.

2022 개정 교육과정 · 융합 선택

융합과학 탐구 필수탐구

융합과학 탐구의 이해

- 디지털 탐구 도구를 활용하여 가정의 전력 소모량 계산하기

융합과학 탐구의 과정

- 공개 데이터셋을 활용하여 데이터를 수집하고 시각화하기
- 인공지능을 활용하여 미세먼지 농도 예측하기

융합과학 탐구의 전망

- 식량자원 부족 및 대기오염 문제해결을 위한 융합과학기술 고안하기

예시 평가 도구 – 융합과학 탐구

번호	영역	성취기준	평가 도구 유형	평가 요소 / 평가 과제
융합과학 탐구-1	융합과학 탐구의 이해	[12융탐01-01]	서·논술형	• 과학의 사회적 가치와 과학 유용성 이해하기
융합과학 탐구-2	융합과학 탐구의 이해	[12융탐01-02]	서·논술형	• 다양한 탐구 과정의 특성 이해하기
융합과학 탐구-3	융합과학 탐구의 이해	[12융탐01-03]	서·논술형	• 데이터의 가치와 중요성 이해하기 • 과학적 탐구 과정 설계하기
융합과학 탐구-4	융합과학 탐구의 이해	[12융탐01-04]	서·논술형	• 디지털 탐구 도구 및 기술 사례 조사, 활용 의의 파악하기
융합과학 탐구-5	융합과학 탐구의 과정	[12융탐02-02]	서·논술형	• 문제해결을 위한 가설이나 모형을 고안하고 해결 방안을 설계하기
융합과학 탐구-6	융합과학 탐구의 과정	[12융탐02-04]	실험·실습	• 공개 데이터셋을 활용하여 데이터를 수집하고 시각화한다. • 공개 데이터셋에 접속하여 데이터를 수집한다. • 수집한 데이터를 분석하고 목적이나 맥락에 맞게 시각화한다.
융합과학 탐구-7	융합과학 탐구의 과정	[12융탐02-05]	선다형	• 데이터의 평균과 표준편차를 구하고 의미 해석하기
융합과학 탐구-8	융합과학 탐구의 과정	[12융탐02-06]	서·논술형	• 수집된 데이터를 분석하여 결과 해석하기 • 해석된 결과를 활용하여 결론 도출하고 평가하기
융합과학 탐구-9	융합과학 탐구의 전망	[12융탐03-01]	서·논술형	• 과학기술을 이용한 사회 문제 해결 방안 마련하기
융합과학 탐구-10	융합과학 탐구의 전망	[12융탐03-02]	서·논술형	• 과학적 문제 해결 태도와 과학적 창의성을 바탕으로 문제 해결 방안 고안하기
융합과학 탐구-11	융합과학 탐구의 전망	[12융탐03-03]	서·논술형	• 융합과학 탐구 과정에서 준수해야 할 윤리 이해하기 • 과학 탐구 수행에서의 윤리적 쟁점 이해하기
융합과학 탐구-12	융합과학 탐구의 전망	[12융탐03-04]	서·논술형	• 사회 문제와 시민참여 이해하기

흔히 "아침은 하루 중 가장 중요한 식사"라고 이야기한다. 최근 연구에 따르면, 아침을 거르는 습관이 우리의 건강에 미치는 영향은 상당히 크다고 한다. 특히, 아침식사와 비만도 간의 관계는 단순한 식습관을 넘어, 우리 생활 전반에 걸쳐 중요한 의미를 가진다.
아침식사를 하면 비만을 예방할 수 있을까? 우리 지역과 다른 지역의 아침식사 여부와 비만도에 대한 데이터를 찾아 분석하고, 관계를 나타내는 데에 적합한 시각화를 하여 아침식사와 비만과의 관계를 설명할 수 있는 자료를 만들어 보자.

1. 제시문을 참고하여 탐구 문제와 가설을 만드시오. [2점]

2. 질병관리청 만성질환건강통계(https://chs.kdca.go.kr/cdhs/biz/pblcVis/main.do)에서 관련된 데이터의 위치와 명칭을 찾아 자료를 수집하시오. [2점]

필요한 자료	자료의 위치

자료를 다운 받는 방법


① 사이트에 접속하여 적절한 데이터를 찾아 클릭한다.



② 우측 상단에 있는 '출력/다운로드'를 클릭한다.



③ 우측 상단의 XLSX 파일을 클릭하여 다운로드한다.

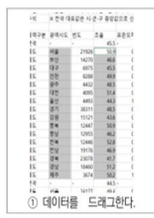
3. 여러 가지 차트 형태 중 가설을 검증하기에 적절한 차트를 고르고, 그 이유를 쓰시오. [2점]



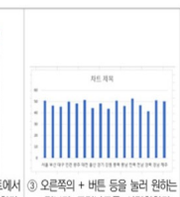
이유:

4. 검색한 자료를 가공하여 가설을 검증할 수 있도록 데이터를 정리하고, 적절한 방법으로 시각화하시오. [2점]

차트 그리는 법(엑셀 기준)


① 데이터를 드래그한다.


② 삽입- 추천차트를 눌러 차트에서 원하는 형태의 차트를 선택한다.


③ 오른쪽의 + 버튼 등을 눌러 원하는 정보가 드러나도록 시각화한다.

5. 작성한 차트를 활용하여 가설이 타당한지 판단하시오. [2점]

6. 데이터를 시각화해야 하는 이유를 설명하시오. [2점]

02

PART 2

융합과학 탐구 수업안 예시

성취기준 적용 수업안 융합과학 탐구 · 융합과학 탐구의 이해

12융탐01-01 과학이 다양한 분야와 연계하여 인류 사회의 문제해결에 기여하였음을 이해하고, 융합적 탐구의 유용성을 느낄 수 있다.

교육과정	성취기준	[12융탐01-01] 과학이 다양한 분야와 연계하여 인류 사회의 문제해결에 기여하였음을 이해하고, 융합적 탐구의 유용성을 느낄 수 있다.
	탐구활동	-
학습주제		과학과 다른 분야를 연계하여 팬데믹 해결 방안 제안하기
수업 모형		과학-기술-사회(STS) 학습
학습목표	총괄목표	COVID-19 팬데믹 사례에서 다양한 분야가 연계된 과정을 분석하고, 미래의 새로운 사회 문제에 대한 융합적인 해결 방안을 제안함으로써, 복잡한 문제 해결을 위해 다양한 분야의 지식과 기술이 함께 필요함을 인식할 수 있다.
	지식·이해	COVID-19 팬데믹이라는 사회 문제 해결 과정에서 다양한 분야가 어떻게 연계되어 기여했는지 구체적인 사례를 들어 설명할 수 있다.
	과정·기능	COVID-19 해결 사례를 분석하고, 미래의 새로운 사회 문제에 대응하기 위한 융합적인 해결 방안을 탐구하고 제안할 수 있다.
	가치·태도	하나의 사회 문제를 해결하기 위해서는 여러 분야의 지식과 기술이 함께 필요함을 인식할 수 있다.

단계		교수·학습 활동	평가주체	평가 방법
1~2차시	문제로의 초대	• COVID-19 초기 사회 혼란상(마스크 대란 등)을 보여주는 영상을 시청하고 경험 공유 • 과학기술만으로는 사회 문제를 해결할 수 없는 이유에 대해 토의하며 탐구 문제 인식	-	-
	탐색	• **[활동 1] COVID-19 융합 해결 사례 분석하기** - 모둠별로 COVID-19 융합 해결 사례를 선택하고, 과학기술과 타 분야의 연계 방식을 분석하여 활동지에 정리	교사	관찰평가 [체크리스트]
	설명, 해결 방안의 제시	• **[활동 2] 창의적 융합으로 미래 방역 시스템 제안하기** - 탐색 내용을 바탕으로, 미래 팬데믹 대응을 위한 창의적 융합 해결 방안을 구체화하여 활동지에 제안	교사	관찰평가 [체크리스트]
	실행	• 모둠별로 제안한 창의적 해결 방안을 발표하고, 동료들과 질의응답을 통해 아이디어 공유 및 성찰	동료 교사	동료평가 [동료평가표] 활동지 평가 [평가기준표]

성취기준 적용 수업안 융합과학 탐구 · 융합과학 탐구의 이해

12융탐01-02 예술에서의 창작이나 사회과학적 탐구 과정을 이해하고, 과학적 탐구 과정과의 공통점과 차이점을 비교할 수 있다.

교육과정	성취기준	[12융탐01-02] 예술에서의 창작이나 사회과학적 탐구 과정을 이해하고, 과학적 탐구 과정과의 공통점과 차이점을 비교할 수 있다.
	탐구활동	-
학습주제		다양한 탐구과정을 비교하고 분석하기
수업 모형		직소(Jigsaw) Ⅱ
학습목표	총괄목표	사람의 '시각(보는 것)'에 대한 과학적, 공학적, 예술적, 사회과학적 탐구 과정을 이해하고, 각 탐구 과정의 공통점과 차이점을 분석함으로써 융합적 사고를 통해 문제를 해결하는 태도를 기른다.
	지식·이해	사람의 '시각'을 과학적 탐구, 공학적 설계, 예술적 창작, 사회과학적 탐구 과정의 핵심 요소로서 이해하고, 각 영역의 탐구 방법을 설명할 수 있다.
	과정·기능	예술 작품과 같은 특정 대상을 과학적, 공학적, 예술적, 사회과학적 관점에서 탐구하고, 그 결과를 바탕으로 세 탐구과정의 공통점과 차이점을 분석할 수 있다.
	가치·태도	다양한 관점의 '시각'을 존중하고, 복잡한 문제를 해결하는 데 융합적 사고의 필요성을 인식할 수 있다.

단계		교수·학습 활동	평가주체	평가 방법
1~2차시	도입	• 인상파 화가들의 그림과 인간의 시각 시스템을 비교하며 호기심을 유발한다.	-	-
	모집단 형성	• 모집단을 구성하고 전문가 역할을 분담한다.	교사	관찰평가 [체크리스트]
	전문가 집단 학습	• **[활동 1] 전문가별 개별 탐구** - 같은 전문가끼리 모여 '시각'에 대한 각 분야(과학, 공학, 예술, 사회과학)의 탐구 방법에 대한 자료를 조사하고 토의한다.	교사	관찰평가 [체크리스트]
	모집단 복귀	• **[활동 2] 모둠 토의 및 분석** - 모집단으로 복귀하여 각 분야의 탐구 방법에 대해 학습하고, 네 가지 탐구 방법의 공통점과 차이점을 함께 비교 분석한다.	교사	관찰평가 [체크리스트]
	평가 및 보상	• 모둠별로 탐구 결과를 발표하고 공유한다. • 교사의 설명과 함께 핵심 개념을 정리하고 활동지를 완성한다.	동료 교사	발표평가 [발표평가표] 활동지 평가 [평가기준표]

성취기준 적용 수업안 융합과학 탐구 ·융합과학 탐구의 이해

12융탐01-04 인공지능을 포함한 디지털 탐구 도구나 기술의 활용 사례를 조사하고, 과학적 탐구 과정에서 디지털 탐구 도구와 기술 활용의 의의를 평가할 수 있다.

교육과정		
성취기준	[12융탐01-04]	
	인공지능을 포함한 디지털 탐구 도구나 기술의 활용 사례를 조사하고, 과학적 탐구 과정에서 디지털 탐구 도구와 기술 활용의 의의를 평가할 수 있다.	
탐구활동	디지털 탐구 도구를 활용하여 가정의 전력 소모량 계산하기	
학습주제	디지털 탐구 도구를 활용한 가정의 전력 소모량 계산	
수업 모형	플립 러닝(Flipped Learning)	
학습목표	총괄목표	디지털 탐구 도구의 원리를 이해하고 이를 활용하여 가정의 전력 소모량 데이터를 수집 및 분석하고, 데이터에 기반하여 에너지 문제 해결 방안을 제안할 수 있다.
	지식·이해	디지털 탐구 도구(전력 측정기)의 원리를 이해하고, 전력(W)과 전력량(Wh)의 의미를 설명할 수 있다.
	과정·기능	디지털 전력 측정기를 사용하여 가전제품의 대기 전력 및 사용 전력량 데이터를 수집하고, 데이터를 분석할 수 있다.
	가치·태도	데이터 기반의 탐구 활동에 흥미를 갖고 참여하며, 일상 속 에너지 문제 해결을 위한 과학적 탐구의 가치를 인식할 수 있다.

단계		교수·학습 활동	평가주체	평가 방법
수업 전 활동		• 온라인 퀴즈 풀이 및 질문 남기기	자기	진단평가 [진단평가표]
1~2차시	도입	• 일상 경험 공유, 학습 목표 확인	-	-
	전개	• **[활동 1] 디지털 탐구 도구를 활용한 데이터 수집** - 디지털 전력 측정기를 활용한 데이터 수집 - 데이터 수집 현황 정리	교사	관찰평가 [체크리스트]
		• **[활동 2] 데이터 분석 및 해결 방안 제안** - 스프레드시트를 활용한 데이터 분석 및 시각화, 에너지 절약 방안 제안	교사 동료	관찰평가 [체크리스트] 동료평가 [동료평가표]
	정리	- 모둠별 결과 발표 및 공유	교사	활동지 평가 [평가기준표]

성취기준 적용 수업안 융합과학 탐구 ·융합과학 탐구의 과정

12융탐02-01 실생활에서 관찰이나 경험을 통해 직접 얻은 데이터나 공개된 데이터를 가공하여 융합적 탐구 문제를 스스로 발견할 수 있다.

교육과정		
성취기준	[12융탐02-01]	
	실생활에서 관찰이나 경험을 통해 직접 얻은 데이터나 공개된 데이터를 가공하여 융합적 탐구 문제를 스스로 발견할 수 있다.	
탐구활동	-	
학습주제	실생활 데이터를 조사하고 분석하여 실생활에서의 탐구 문제를 발견하고 발표하기	
수업 모형	5E 순환학습	
학습목표	총괄목표	디지털 도구로 데이터를 처리·분석하여 과학적 탐구 문제를 발견하고, 실생활 데이터의 필요성과 과학의 유용성을 인식할 수 있다.
	지식·이해	데이터의 의미와 가치를 이해하고, 데이터 처리의 필요성을 설명할 수 있다.
	과정·기능	디지털 도구를 활용하여 데이터를 목적에 맞게 가공하고, 이를 근거로 탐구 문제를 발견할 수 있다.
	가치·태도	데이터에 기반한 과학적 탐구 활동에 흥미를 갖고 적극적으로 참여하며, 과학의 유용성을 인식할 수 있다.

단계		교수·학습 활동	평가주체	평가 방법
1~2차시	참여	• 호기심 유발 • 학습할 내용과 실생활의 연관성 인식	자기	진단평가 [진단평가표]
	탐색	• **[활동1] 데이터 가공 및 '첫 탐구 질문' 만들기** - 데이터 가공 기능 시범 및 안내 - 데이터 다운로드, 필터링 등 직접 조작 - 데이터를 탐색하며 탐구질문 작성	교사	활동지 평가 [평가기준표]
	설명	- 모둠별 '첫 탐구 질문' 공유 및 발표 - '좋은 탐구 질문'의 조건에 대해 상호 토의 - 핵심 용어 의미 명료화	-	-
	정교화	• **[활동2] '융합 탐구 문제'로 발전시키기** - 모둠별 데이터의 한계점을 비판적으로 분석 - 질문 심화를 위한 두 번째 데이터 연결 및 탐색 - 최종 '융합 탐구 문제' 정의 및 구체화	교사	활동지 평가 [평가기준표]
	평가	• 최종 '융합 탐구 문제' 제안서(활동지) 제출	교사	활동지 평가 [평가기준표]

성취기준 적용 수업안 융합과학 탐구 ·융합과학 탐구의 과정

12융탐02-02 융합적 탐구 문제 해결을 위한 가설이나 모형을 고안하고, 문제를 해결할 수 있는 방법이나 절차 등을 설계할 수 있다.

교육과정		
성취기준	[12융탐02-02] 융합적 탐구 문제 해결을 위한 가설이나 모형을 고안하고, 문제를 해결할 수 있는 방법이나 절차 등을 설계할 수 있다.	
탐구활동	-	
학습주제	가설 기반의 AI 모형 고안 및 검증하기	
수업 모형	프로젝트 기반 학습(PBL)	
학습목표	총괄목표	인공지능의 이미지 인식 원리를 이해하고, 데이터를 수집 및 가공하여 재활용 폐기물 분류 모델을 개발하며 융합과학 탐구의 사회적 가치를 인식할 수 있다.
	지식·이해	인공지능의 이미지 인식 원리를 이해하고, 재활용 폐기물 데이터의 특성을 설명할 수 있다.
	과정·기능	웹 기반 AI 도구를 사용하여 재활용 폐기물 분류 모델을 개발할 수 있다.
	가치·태도	환경 문제 해결을 위한 융합과학적 탐구의 중요성과 사회적 가치를 인식할 수 있다.

단계		교수·학습 활동	평가주체	평가 방법
1~2차시	문제 정의	• 분리수거 문제 공감 및 탐구 문제 구체화	-	-
	계획 수립	• [활동 1] 탐구 계획 및 가설 수립하기 - 분리수거에 대한 초기 가설 수립	교사	관찰평가 [체크리스트]
	실행 및 개발	• [활동 2] AI모델 개발 및 가설 검증하기 - AI 모델 개발 후 가설 검증 • [활동 3] AI모델 개발 및 가설 검증하기 - 가설 검증 실패 원인 분석 및 개선 가설 수립 - 데이터 보완 및 AI 모델 최종 개발	교사	관찰평가 [체크리스트]
	결과물 발표 및 공유	• AI 모델 시연 및 결과 공유 • 질의응답 및 상호 피드백	교사	관찰평가 [체크리스트]
	평가 및 피드백	• 최종 활동지 제출 및 자기 성찰	교사 동료	활동지 평가 [평가기준표] 동료평가 [동료평가표]

성취기준 적용 수업안 융합과학 탐구 ·융합과학 탐구의 과정

12융탐02-04 융합적 탐구 과정을 통해 얻은 데이터를 탐구 목적이나 맥락에 맞게 시각자료로 표현할 수 있다.

교육과정		
성취기준	[12융탐02-04] 융합적 탐구 과정을 통해 얻은 데이터를 탐구 목적이나 맥락에 맞게 시각자료로 표현할 수 있다.	
탐구활동	공개 데이터셋을 활용하여 데이터를 수집하고 시각화하기	
학습주제	공개 데이터셋을 활용하여 데이터를 수집하고 시각화하기	
수업 모형	프로젝트 기반 학습(PBL)	
학습목표	총괄목표	공개 데이터셋을 활용하여 데이터를 수집하고 탐구 목적에 적합하게 시각화함으로써, 데이터 기반 문제 해결 능력 및 합리적인 의사결정 역량을 함양한다.
	지식·이해	탐구 목적과 데이터의 특성에 적합한 시각화 방법(그래프 유형 등)을 선택하는 원리를 이해할 수 있다.
	과정·기능	수집 및 가공한 데이터를 탐구 목적에 맞춰 다양한 시각화 도구로 효과적으로 표현할 수 있다.
	가치·태도	데이터 기반의 합리적인 의사결정의 중요성을 인식할 수 있다.

단계		교수·학습 활동	평가주체	평가 방법
1~2차시	문제 정의	• 시사성 있는 뉴스 영상/인포그래픽 제시하여 호기심 유발 및 문제 정의 • 질문을 통한 문제 정의 구체화	-	-
	계획 수립	• [활동 1] 탐구 주제 선정 및 데이터 수집 - 모둠별 탐구 주제 선정 - 신뢰성 있는 웹사이트 소개 - 선정된 주제에 맞는 데이터 검색 및 활용 데이터셋 논의 - 데이터 수집 계획(타당성/신뢰성) 수립	교사	관찰평가 [체크리스트]
	실행 및 개발	• [활동 2] 데이터 수집 및 시각화 결과물 제작 - 계획에 따른 데이터 수집 및 시각화 방법 선택 - 그래프 제작 및 데이터 경향성 분석 - 결론 도출	교사	관찰평가 [체크리스트]
	결과물 발표 및 공유	• [활동 3] 프로젝트 결과 발표 및 평가 - 시각화 자료 기반 최종 발표 자료 제작 및 발표 - 다른 학생들과 질의응답 및 토론	교사 동료	관찰평가 [체크리스트] 동료평가 [동료 평가표]
	평가 및 피드백	• 동료 평가표를 활용한 구체적 피드백 제공 • 최종 결과물(활동지, 발표 자료) 제출 및 프로젝트 전 과정 성찰	교사 동료	활동지 평가 [활동지] 동료평가 [동료 평가표]

성취기준 적용 수업안 융합과학 탐구 ·융합과학 탐구의 과정

12융탐02-06 데이터 분석 결과를 바탕으로 결론을 도출하고 평가할 수 있다.

교육과정	[12융탐02-06]
성취기준	데이터 분석 결과를 바탕으로 결론을 도출하고 평가할 수 있다.
탐구활동	인공지능을 활용하여 미세먼지 농도 예측하기

학습주제	인공지능을 활용하여 미세먼지 농도 예측하기
수업 모형	문제 해결 기반 학습(PBL)

학습목표		
	총괄목표	선형 회귀 기반 AI 기반 예측 모델의 기본 원리를 이해하고, 공공 데이터를 수집, 처리하여 미세먼지 농도를 예측하는 프로그램을 개발함으로써 데이터 기반의 문제 해결 능력을 함양할 수 있다.
	지식·이해	블록 코딩 기반 AI 도구의 데이터 분석 및 모델 학습 원리를 이해하고, 선형 회귀의 개념을 설명할 수 있다.
	과정·기능	일별 미세먼지 데이터를 수집하고, 블록 코딩 기반 AI 도구를 활용하여 미세먼지 농도를 예측하는 프로그램을 개발할 수 있다.
	가치·태도	AI 기술을 활용한 과학적 문제 해결의 중요성을 인식하고, 사회적 책임감을 함양할 수 있다.

단계		교수·학습 활동	평가주체	평가 방법
1/2차시	문제 제시	• 미세먼지 관련 경험 공유 및 문제 상황 인식 • 완성된 '엔트리 예측 프로그램' 시연 관람 • 학습 목표 및 최종 결과물 확인	-	-
	문제 분석	• [활동 1] 데이터 수집 및 가공 - '에어코리아'에서 공공 데이터 다운로드 - 엑셀(스프레드시트)을 활용하여 AI 학습용 데이터로 정제 및 가공	교사	관찰평가 [체크리스트]
	자기 주도 학습	• [활동 2] AI 모델 훈련시키기 - 엔트리에 정제된 데이터 업로드 - 선형 회귀 모델 학습 및 추세선 확인	교사	관찰평가 [체크리스트]
	해결 방안 발표	• [활동 3] AI 예측 프로그램 만들기 - 학습된 모델을 활용하여 다음 날 농도 예측 - 조건문을 활용하여 예측값을 등급별('좋음', '나쁨' 등)로 말하는 프로그램 코딩	교사	관찰평가 [체크리스트]
	평가 및 성찰	• 모둠별 완성된 'AI 예보관' 프로그램 시연 및 발표 • 다른 모둠의 결과물과 비교	교사	활동지 평가 [평가기준표]

성취기준 적용 수업안 융합과학 탐구 ·융합과학 탐구의 전망

12융탐03-02 오늘날 인류가 겪고 있는 난제를 융합과학기술을 활용하여 해결할 수 있는 방안에 대해 토의할 수 있다.

교육과정	[12융탐03-02]
성취기준	오늘날 인류가 겪고 있는 난제를 융합과학기술을 활용하여 해결할 수 있는 방안에 대해 토의할 수 있다.
탐구활동	식량자원 부족 및 대기오염 문제해결을 위한 융합과학기술 고안하기

학습주제	식량자원 부족 및 대기오염 문제해결을 위한 융합과학기술 고안하기
수업 모형	문제 해결 기반 학습(PBL)

학습목표		
	총괄목표	식량 부족과 대기오염 문제 해결에 적용되는 융합과학기술의 원리와 장단점을 이해하고, 이를 융합하여 창의적인 해결 방안을 창안함으로써 과학기술의 사회적 책임을 인식할 수 있다.
	지식·이해	식량 부족과 대기오염 문제 해결에 적용되는 융합과학기술의 과학적 원리를 이해하고, 다양한 기술의 장단점을 설명할 수 있다.
	과정·기능	주어진 문제 상황에 대해 다양한 분야의 지식과 기술을 융합하여 창의적인 해결 방안을 창안할 수 있다.
	가치·태도	인류가 직면한 난제 해결을 위한 과학기술의 사회적 책임을 인식할 수 있다.

단계		교수·학습 활동	평가주체	평가 방법
1~2차시	문제 제시	• 영상 시청을 통한 문제 상황 공감 • 학습 목표 확인	-	-
	문제 분석	• [활동 1] 문제 파헤치기 - 문제 선정 및 원인 분석 - 기존 기술의 한계점 조사 및 역할 분담	교사	관찰평가 [체크리스트]
	자기 주도 학습	• [활동 2] 미래기술 설계하기 - 문제 해결에 필요한 융합과학 기술 탐색 - 창의적 문제 해결 방안 창안	교사	관찰평가 [체크리스트]
	해결 방안 발표	• 모둠별 미래 기술 설계 결과 발표 • 질의응답을 통한 아이디어 공유	교사	관찰평가 [체크리스트]
	정리	• 최종 활동지 제출 • 프로젝트 활동 과정 성찰	교사	활동지 평가 [평가기준표]

성취기준 적용 수업안 융합과학 탐구 · 융합과학 탐구의 전망

12융탐03-03 융합과학 탐구 과정에서 준수해야 할 윤리에 대해 알아보고, 과학기술의 발달에 따라 발생할 수 있는 윤리적 쟁점을 토론할 수 있다.

교육과정	성취기준	[12융탐03-03] 융합과학 탐구 과정에서 준수해야 할 윤리에 대해 알아보고, 과학기술의 발달에 따라 발생할 수 있는 윤리적 쟁점을 토론할 수 있다.
	탐구활동	-
학습주제		융합과학 기술에 대한 윤리적 쟁점 토론하기
수업 모형		과학-기술-사회(STS) 학습
학습목표	총괄목표	유전자 가위 기술의 과학적 원리와 사회적 영향을 이해하고, 이와 관련된 윤리적 쟁점에 대해 논리적 근거를 들어 토론하며, 사회적 합의 과정에 참여하려는 태도를 지닌다.
	지식·이해	유전자 가위 기술의 과학적 원리를 이해하고, 이 기술이 인류 사회에 가져올 긍정적·부정적 영향을 설명할 수 있다.
	과정·기능	유전자 가위 기술과 관련된 다양한 윤리적 쟁점에 대해 논리적 근거를 바탕으로 토론할 수 있다.
	가치·태도	새로운 융합과학 기술을 책임감 있고 윤리적인 자세로 성찰하며 사회적 합의 과정에 참여하려는 태도를 가질 수 있다.

단계		교수·학습 활동	평가주체	평가 방법
1~2차시	문제로의 초대	• 가상 뉴스 시청을 통한 문제 상황 인식 • 학습 목표 확인 및 활동 안내	-	-
	탐색	• **[활동 1] 유전자 가위 기술의 명과 암 탐색** - 과학적 원리 및 사회·윤리적 쟁점 분석 - 토론 입장을 정하기 위한 모둠별 협력 탐구	동료	동료평가 [동료평가표]
	설명, 해결방안의 제시	• **[활동 2] 찬반 토론 및 대안 모색** - 입론서 기반 찬반 토론 실시 - 상대측 논거에 대한 비판적 질문 및 반박	교사	관찰평가 [체크리스트]
	실행	• **[활동 3] 인류를 위한 가이드라인 제작 및 공유** - 토론 결과를 바탕으로 합리적인 대안 제시 - 전체 활동 과정에 대한 성찰	교사	활동지 평가 [평가기준표]

성취기준 적용 수업안 융합과학 탐구 · 융합과학 탐구의 전망

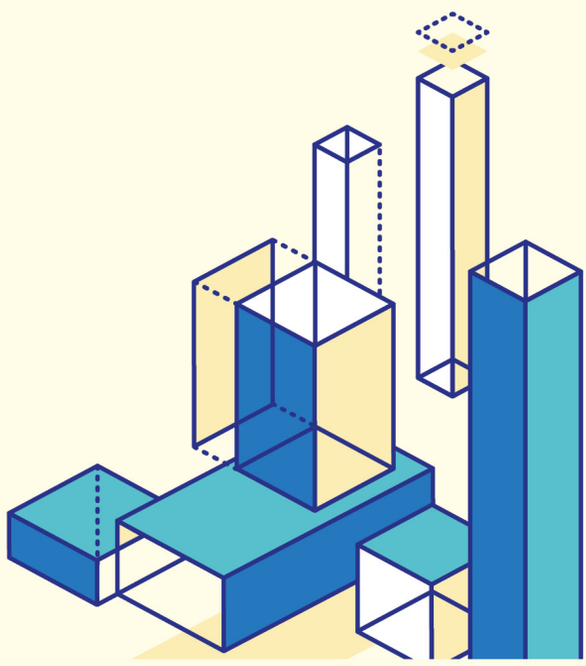
12융탐03-04 융합과학기술을 활용하여 사회 문제를 해결하는 과정에서 시민참여가 문제 해결에 도움을 준 사례를 제시할 수 있다.

교육과정	성취기준	[12융탐03-04] 융합과학기술을 활용하여 사회 문제를 해결하는 과정에서 시민참여가 문제 해결에 도움을 준 사례를 제시할 수 있다.
	탐구활동	-
학습주제		시민 참여 과학 프로젝트 참여 및 기획하기
수업 모형		과학-기술-사회(STS) 학습
학습목표	총괄목표	과학 사회의 데이터 급증 문제를 인식하고, 시민 과학 프로젝트에 참여하여 은하 데이터를 분류하며, 이 경험을 통해 데이터 기반의 협력적 문제 해결 과정의 가치를 인식할 수 있다.
	지식·이해	과학 사회의 데이터 급증 문제와 이를 해결하기 위한 시민 참여 과학의 필요성을 구체적인 사례를 통해 설명할 수 있다.
	과정·기능	시민 과학 참여 프로젝트에 참여하여 제공된 데이터를 기준에 따라 분류할 수 있다.
	가치·태도	실제 과학 연구에 참여하는 것에 흥미와 자신감을 느끼고, 데이터 기반의 협력적 문제 해결 과정의 가치를 인식한다.

단계		교수·학습 활동	평가주체	평가 방법
1~2차시	문제로의 초대	• 천문학계 빅데이터 문제 상황 인식 • '시민 참여 과학'의 필요성 토의	-	-
	탐색	• **[활동 1] 시민 과학자 되어보기** - '모두의 은하 연구소' 은하 분류 체험 - 활동 결과 및 과정 기록	동료	동료평가 [동료평가표]
	설명, 해결방안의 제시	• **[활동 2] 활동 경험 공유** - 빅데이터와 시민 참여 과학의 관계 토론 - 시민 참여 과학의 의미 분석 및 정리 - 활동 경험 공유	-	-
	실행	• 최종 결과물(적용 방안) 발표 및 공유 • 학습 내용 성찰	자기 교사	자기평가 [자기평가표] 활동지 평가 [평가기준표]

4.

2022 개정 교육과정 과학과 일반 선택, 진로 선택 과목 톺아보기 (물리학)



• 2022 개정 교육과정

과학과 신설 과목 연수

물리 영역

강 강현식 동북고
정 정진 경기고

CONTENTS

순서

1부 2022 개정 교육과정 속의 신설 과목
2부 신설 과목 톺아보기
3부 성취평가에 따라 교수학습평가 계획하기

02 / 35

01

PART 1

2022 개정 교육과정 속의 신설 과목

2022 개정 교육과정 · 교과 분류별 과목

고등학교 과학과 과목 체계

공통과목 4과목	일반 선택 4과목	진로 선택 8과목		융합 선택 3과목
통합과학1	물리학	역학과 에너지	전자기와 양자	과학의 역사와 문화
통합과학2	화학	물질과 에너지	화학 반응의 세계	기후변화와 환경생태
과학탐구실험1	생명과학	세포와 물질대사	생물의 유전	융합과학 탐구
과학탐구실험2	지구과학	지구시스템과학	행성우주과학	

진로 선택은 **물리학**(역학과 에너지·전자기와 양자), **화학**(물질과 에너지·화학 반응의 세계), **생명과학**(세포와 물질대사·생물의 유전), **지구과학**(지구시스템과학·행성우주과학) 4영역이 2과목씩 구성됩니다.

2022 개정 교육과정 · 성취평가제에 따른 보통교과·전문교과 성적 처리 기준

교과(군)별 성적 산출·기재 방식 ①

구 분		원점수	과목평균	성취도	성취도별 분포비율	석차등급	수강자수	비 고
보통교과	공통 과목	○	○	5단계	○	5등급	○	
	과학탐구실험	-	-	3단계	-	-	-	
	선택 과목	○	○	5단계	○	5등급	○	• 특수목적고등학교 고등학교 선택 과목 포함
	사회(역사/도덕 포함)·과학 교과(군) 융합 선택	○	○	5단계	○	'·'	○	• 여행지리, 역사로 탐구하는 현대 세계, 사회문제 탐구, 금융과 경제 생활, 윤리문제 탐구, 기후변화와 지속가능한 세계, 과학의 역사와 문화, 기후변화와 환경생태, 융합과학 탐구'만 해당함
	체육·예술 교과(군)	-	-	3단계	-	-	-	• 특수목적고등학교의 체육·예술 교과(군) 선택 과목 제외
	교양 교과(군)	-	-	P	-	-	-	• 교양 교과(군)의 P는 성취도가 아닌 '이수여부' 란에 입력
전문교과		○	○	5단계	○	5등급	○	

소인수(5명 이하) · 공동교육과정·온라인학교 · 학교 밖 교육

교과(군)별 성적 산출·기재 방식 ②

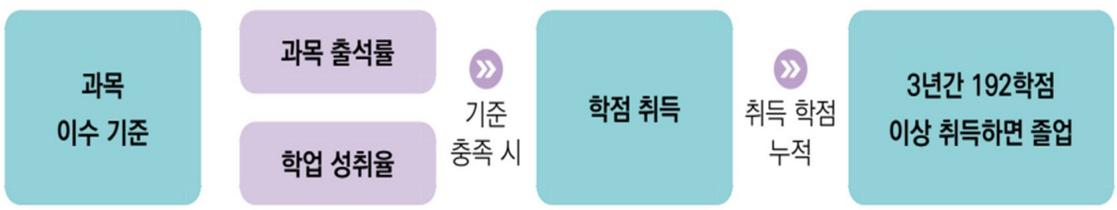
구 분	원점수	과목평균	성취도	성취도별 분포비율	석차등급	수강자수	비 고
보통교과 및 전문교과 중 수강자수 5명 이하인 과목	○	○	5단계	○	'·' 또는 '5등급'	○	• 체육·예술 교과(군)의 과목(특수목적고등학교의 체육·예술 교과(군) 선택 과목 제외), 공통과목의 '과학탐구실험', 교양 교과(군)의 과목 제외
공동교육과정 및 온라인학교 개설 과목	○	○	5단계	○	'·'	○	• 체육·예술 교과(군)의 과목(특수목적고등학교의 체육·예술 교과(군) 선택 과목 제외), 공통과목의 '과학탐구실험', 교양 교과(군)의 과목 제외
학교 밖 교육	'·'	'·'	'·'	'·'	'·'	'·'	• 학교 밖 교육으로 이수한 경우 '·' 표기

2028 대입제도 개편에 따라 대입전형자료 제공 시 개인별 교과학습발달상황 성적 정보 외에 **과목별 평가방식**(정기시험/수행평가 반영 비율, 수행평가 영역명), **학기말 성취도별 분할점수**가 추가로 제공됨 (교육부 인재선발제도과-108, 2025.01.13.)

고교학점제 · 이수 구조

고교학점제의 정의

학생이 기초 소양과 기본 학력을 바탕으로 **진로·적성에 따른 과목을 선택**하고, 이수 기준에 도달한 과목에 대해 **학점을 취득·누적하여 졸업**하는 제도



공 공통과목

출석률과 **학업 성취율** 기준을 모두 충족해야 이수 (학점 취득)

선 선택과목 일반·진로·융합

출석률 기준을 충족해야 이수(학점 취득)

과목 출석률 2/3 미만 · 추가 학습

추가 학습 처리 ①

학점이수 인정기준 적용에 따라 **'미이수'**, **'대체이수'** 한 학생의 경우 해당 과목의 '비고'에는 자동으로 각각 '미이수', '대체이수'로 표시됩니다.

- **출석률 2/3 미만 대상자가 추가학습을 이수한 경우**

2) 과목 출석률이 2/3 미만인 대상자가 추가학습을 이수한 경우
→ 해당 과목을 이수 처리하고, 학생이 성취한 성취도 입력(추가학습 여부 미기재)

학기	교 과	과 목	학점	원점수/ 과목 평균	성취도	성취도별 분포비율	석차 등급	수강자 수	비 고
1	국어	문학	4	93/70	A	A(11.2) B(24.3) C(31.7) D(24.3) E(8.5)	1	60	

재이수 · 온라인 콘텐츠 이수 사례

추가 학습 처리 ②

• 미이수 과목을 공동교육과정 또는 온라인학교를 통해 재이수한 경우

5) 미이수한 과목을 공동교육과정 또는 온라인학교를 통해 재이수한 경우
→ 해당 과목에 대한 '미이수' 기재는 유지하며, 성취도란에는 해당 과목의 최하위 성취도(5단계인 경우 'E', 3단계인 경우 'C')를 기재함.

학기	교과	과목	학점	원점수/과목 평균	성취도	성취도별 분포비율	석차 등급	수강자수	비고
1	영어	영어 I	·	·	·	·	·	·	미이수
2	영어	영어 I	4	74/68	E	A(11.2) B(24.3) C(31.7) D(24.3) E(8.5)	·	15	온라인학교

• 온라인 콘텐츠를 통해 과목을 이수한 경우

6) 고등학교에서 온라인 콘텐츠를 통해 과목을 이수한 경우
→ 해당 과목을 입력하고 비고란에 '온라인 콘텐츠 이수'를 기재함, 단, 과목별 세부능력 특기사항은 미기재

학기	교과	과목	학점	원점수/과목 평균	성취도	성취도별 분포비율	석차 등급	수강자수	비고
·	국어	문학	4	·	·	·	·	·	온라인 콘텐츠 이수

2022 개정 교육과정 · 과학 교과 선택 과목의 위계

진로 선택 과목과 선이수 권장 관계

핵심 메시지

과학 교과의 진로 선택 과목은 학생 선택권을 전제로 하되, 일부 과목은 일반 선택 과목과 내용상 위계가 있어 선이수 권장 과목 을 고려해 선택하는 것이 바람직합니다.

학생 선택권 | 내용 연계성 | 선이수 권장

※ "필수 선이수"가 아니라 "선이수 권장" 관계로 설명하는 것이 안전합니다.

출처: 부산광역시교육청 고교학점제지원센터 / 교육부 고시 제2022-33호

부산 고교학점제지원센터 · 2025학년도 입학생 선이수 과목 정보

과학 교과 진로 선택 과목: 선이수 권장 관계

진로 선택 과목		선이수 권장 과목
역학과 에너지	←	물리학
전자기와 양자	←	물리학
물질과 에너지	←	화학
화학 반응의 세계	←	화학
세포와 물질대사	←	생명과학
생물의 유전	←	생명과학
지구시스템과학	←	지구과학
행성우주과학	←	지구과학

읽는 방법

왼쪽 **진로 선택 과목**은 오른쪽 **일반 선택 과목** 의 개념을 바탕으로 학습할 때 이해가 자연스럽습니다.

일반 선택 → 진로 선택

단, 학교 안내에서는 "선이수 필수"가 아닌 "선이수 권장" 이라는 표현을 사용합니다.

출처: 부산광역시교육청 고교학점제지원센터, 2025학년도 입학생 선이수 과목 정보 / 교육부 고시 제2022-33호

학생 선택권과 과목 학습의 연계성을 함께 안내

"완전 자유 선택"보다 "위계를 고려한 선택"

1

선택권 확대

2022 개정 교육과정과 고교학점제는 학생의 진로와 적성에 따른 과목 선택을 강조합니다.

2

진로 선택 과목의 심화성

역학과 에너지, 전자기와 양자 등은 해당 일반 선택 과목의 핵심 개념을 심화·확장하는 성격이 큽니다.

3

학교 편성·운영의 판단

학교는 수강 인원, 시간표, 학생 수준, 진로 계획을 고려해 선이수 권장 또는 수강 순서를 안내할 수 있습니다.

안내 문구 **학생 선택권을 보장하되, 과학 진로 선택 과목은 관련 일반 선택 과목과 내용상 연계성이 크므로 선이수 권장 과목을 고려해 선택하도록 안내합니다.**

수업·교육과정 안내 자료에 바로 넣을 수 있는 근거 표현

출처 및 활용 시 유의점

주요 출처

1. 부산광역시교육청 고교학점제지원센터

2022 개정 교육과정, 2025학년도 입학생 선이수 과목 정보

home.pen.go.kr/hscredit

2. 교육부 고시 제2022-33호

초중등학교 교육과정 총론 및 각론 고시, 별책 9 과학과 교육과정

moe.go.kr

표현상 유의점

"필수 선이수"라고 단정하지 말고, **"선이수 권장 과목"** 또는 **"내용상 연계성이 큰 과목"**으로 표현하는 것이 안전합니다.

권장 표현

위계를 고려한 학생 선택

02

PART 2

신설 과목 톺아보기

<물리학> 일반 선택

<역학과 에너지> 진로 선택

<전자기와 양자> 진로 선택

2022 개정 교육과정 · 일반 선택 · 지식·이해(3영역) + 과정·기능 + 가치·태도

물리학 내용 체계

• 힘과 에너지

알짜힘 → 속도 변화 · 에너지 보존·전환과 효율적 활용

- 평형과 안정성
- 뉴턴 운동 법칙
- 일-에너지 정리
- 역학적 에너지 보존
- 열과 에너지 전환

• 전기와 자기

전하·전기장·전기력 → 저장·소비 장치 · 전기-자기 → 에너지 전환·신호 전달

- 전기장과 전위차
- 축전기
- 자성체
- 전류의 자기 작용
- 전자기 유도

• 빛과 물질

빛의 중첩·간섭·굴절 → 광학·측정 · 전자의 양자 준위 → 반도체 혁신

- 중첩과 간섭
- 굴절
- 빛과 물질의 이중성
- 에너지띠와 반도체
- 광속 불변

과정·기능	물리 현상에서 문제를 인식하고 가설을 설정하기, 변인을 조작적으로 정의하여 탐구 설계하기, 다양한 도구와 수학적 사고를 활용하여 정보를 수집·기술하기, 증거와 과학적 사고에 근거하여 자료를 분석·평가·추론하기, 결론을 도출하고 자연 현상 및 기술 상황에 적용하여 설명하기, 모형을 생성하고 활용하기, 다양한 매체를 활용하여 표현하고 의사소통하기
가치·태도	과학의 심미적 가치, 과학 유용성, 자연과 과학에 대한 감수성, 과학 창의성, 과학 활동의 윤리성, 과학 문제 해결에 대한 개방성, 안전·지속가능 사회에 기여, 과학 문화 향유

2022 개정 교육과정 · 일반 선택 · 영역 1/3 · 성취기준 6개

물리학 성취기준 힘과 에너지

12물리01-01
물체에 작용하는 알짜힘과 돌림힘이 0일 때 평형을 이룸을 알고, 다양한 구조물의 안정성을 분석할 수 있다.

12물리01-02
뉴턴 운동 법칙으로 등가속도 운동을 설명하고, 교통안전 사고 예방에 적용할 수 있다.

12물리01-03
작용과 반작용 관계와 운동량 보존 법칙을 알고, 스포츠, 교통수단, 발사체 등에 적용할 수 있다.

12물리01-04
일과 운동 에너지의 관계를 이해하고, 위치 에너지와 역학적 에너지 보존 법칙을 설명할 수 있다.

12물리01-05
역학적 에너지가 열의 형태로 전환될 때 에너지 총량이 변하지 않음을 설명할 수 있다.

12물리01-06
열이 역학적 에너지로 전환되는 과정의 효율을 정성적으로 이해하고, 영구기관이 불가능함을 사례를 통해 논증할 수 있다.

2022 개정 교육과정 · 일반 선택 · 영역 2/3 · 성취기준 6개

물리학 성취기준 전기와 자기

12물리02-01
전하를 띤 입자들이 전기장과 전위차를 형성하여 서로 전기적으로 상호작용함을 설명할 수 있다.

12물리02-02
전기 회로에서 저항의 연결에 따라 소비 전력이 달라짐을 알고, 다양한 전기 기구에서 적용되는 사례를 찾을 수 있다.

12물리02-03
축전기에서 전기 에너지를 저장하는 원리가 각종 센서와 전기 신호 입력 장치 등 실생활 제품에서 활용됨을 설명할 수 있다.

12물리02-04
자성체의 종류를 알고 일상생활과 산업 기술에서 자성체가 활용되는 예를 찾을 수 있다.

12물리02-05
전류의 자기 작용을 이용하여 에너지를 전환하는 장치의 원리를 알고, 스피커와 전동기 등을 설계할 수 있다.

12물리02-06
전자기 유도 현상이 센서, 무선통신, 무선충전 등 에너지 전달 기술에 적용되어 현대 문명에 미친 영향을 인식할 수 있다.

2022 개정 교육과정 · 일반 선택 · 영역 3/3 · 성취기준 6개

물리학 성취기준 빛과 물질

12물리03-01
빛의 중첩과 간섭을 통해 빛의 파동성을 알고, 이를 이용한 기술과 현상을 예를 들어 설명할 수 있다.

12물리03-02
빛의 굴절을 이용하여 볼록렌즈에서 상이 맺히는 과정을 설명하고, 반도체와 디스플레이 제작 공정에서 중요하게 활용됨을 인식할 수 있다.

12물리03-03
빛과 물질의 이중성이 전자 현미경과 영상 정보 저장 등 다양한 분야에 활용됨을 설명할 수 있다.

12물리03-04
원자 내의 전자는 양자화된 에너지 준위를 가지고 있음을 스펙트럼 관찰 증거를 바탕으로 논증할 수 있다.

12물리03-05
고체의 에너지띠 구조로부터 도체와 부도체의 차이를 알고, 반도체 소자의 원리를 설명할 수 있다.

12물리03-06
모든 관성계에서 빛의 속력이 동일하다는 원리로부터 시간 팽창, 길이 수축 현상이 나타남을 알고, 사회에 미친 영향을 조사할 수 있다.

2022 개정 교육과정 · 일반 선택

물리학 필수탐구

힘과 에너지

- 동영상을 활용하여 물체의 등가속도 운동 분석하기
- 일차원 충돌 상황에서 운동량 보존 확인하기

빛과 물질

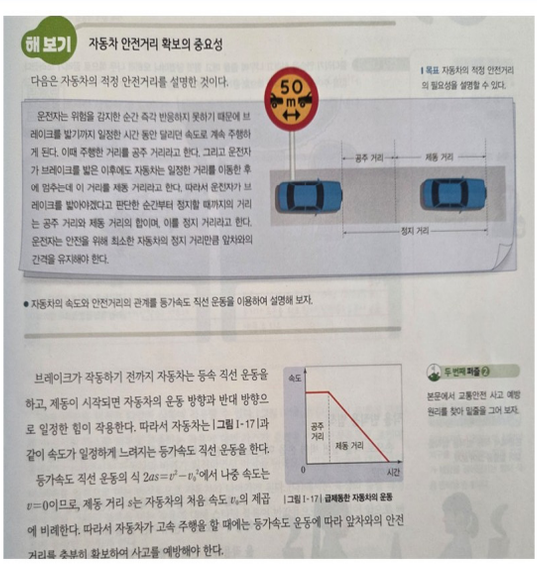
- 이중 슬릿에 의한 빛의 간섭 관찰하기
- 볼록렌즈에 의한 실상을 관찰하여 상의 위치와 초점거리 찾기

전기와 자기

- 저항의 직렬연결과 병렬연결에서 전류와 전압 측정하여 비교하기
- 다양한 재료를 활용하여 스피커를 설계하고 제작하여 음성 정보의 전기적 재생 과정 탐색하기
- 전자기 유도 작용을 이용한 무선 충전 원리를 이해하고 구현하기

교과서 예시 · 성취기준 적용 물리학 · 힘과 에너지

12물리01-02 뉴턴 운동 법칙으로 등가속도 운동을 설명하고, 교통안전 사고 예방에 적용할 수 있다.



해보기 자동차 안전거리 확보의 중요성

다음은 자동차의 적정 안전거리를 설명한 것이다.

| 목표 자동차의 적정 안전거리의 필요성을 설명할 수 있다.

운전자는 위험을 감지한 순간 즉각 반응하지 못하기 때문에 브레이크를 밟기까지 일정한 시간 동안 달리던 속도로 계속 주행하게 된다. 이때 주행한 거리를 공주 거리라고 한다. 그리고 운전자가 브레이크를 밟은 이후에도 자동차는 일정한 거리를 이동한 후에 멈추는데 이 거리를 제동 거리라고 한다. 따라서 운전자가 브레이크를 밟아야겠다고 판단한 순간부터 정지할 때까지의 거리는 공주 거리와 제동 거리의 합이며, 이를 정지 거리라고 한다. 운전자는 안전을 위해 최소한 자동차의 정지 거리만큼 앞차와의 간격을 유지해야 한다.

50 m

공주 거리 제동 거리 정지 거리

● 자동차의 속도와 안전거리의 관계를 등가속도 직선 운동을 이용하여 설명해 보자.

브레이크가 작동하기 전까지 자동차는 등속 직선 운동을 하고, 제동이 시작되면 자동차의 운동 방향과 반대 방향으로 일정한 힘이 작용한다. 따라서 자동차는 |그림 I-17|과 같이 속도가 일정하게 느려지는 등가속도 직선 운동을 한다.

등가속도 직선 운동의 식 $2as=v^2-v_0^2$에서 나중 속도는 $v=0$이므로, 제동 거리 s는 자동차의 처음 속도 v_0의 제곱에 비례한다. 따라서 자동차가 고속 주행을 할 때에는 등가속도 운동에 따라 앞차와의 안전거리를 충분히 확보하여 사고를 예방해야 한다.

속도 공주 거리 제동 거리 0 시간

|그림 I-17| 등제동한 자동차의 운동

두번째 패들릿 ②

본문에서 교통안전 사고 예방 원리를 찾아 밑줄을 그어 보자.

2022 개정 교육과정 · 진로 선택 · 지식·이해(3영역) + 과정·기능 + 가치·태도

역학과 에너지 내용 체계

• 시공간과 운동

뉴턴 법칙·일-에너지로 운동 분석 · 중력이 천체 운동·블랙홀·중력 시간 지연 유발

- 벡터의 합성
- 포물선 운동과 원운동
- 역학적 에너지
- 중력과 천체 운동
- 탈출 속도
- 등가 원리

• 열과 에너지

단열·열팽창은 에너지 기술·건축에 활용 · 열기관과 환경, 열현상의 비가역성

- 열의 이동
- 이상 기체 법칙
- 열역학 제1법칙
- 열기관
- 열역학 제2법칙

• 탄성파와 소리

투과·반사·간섭 → 소음 제어 · 도플러로 속도 측정, 정상파·공명 → 악기

- 탄성파
- 투과와 반사
- 도플러 효과
- 간섭과 소음 제어
- 정상파

과정·기능 물리 현상에서 문제를 인식하고 가설을 설정하기, 변인을 조작적으로 정의하여 탐구 설계하기, 다양한 도구와 수학적 사고를 활용하여 정보를 수집·기술하기, 증거와 과학적 사고에 근거하여 자료를 분석·평가·추론하기, 결론을 도출하고 자연 현상 및 기술 상황에 적용·설명하기, 모형을 생성하고 활용하기, 다양한 매체를 활용하여 표현하고 의사소통하기

가치·태도 과학의 심미적 가치, 과학 유용성, 자연과 과학에 대한 감수성, 과학 창의성, 과학 활동의 윤리성, 과학 문제 해결에 대한 개방성, 안전·지속가능 사회에 기여, 과학 문화 향유

2022 개정 교육과정 · 진로 선택 · 영역 1/3 · 성취기준 6개

역학과 에너지 시공간과 운동

12역학01-01
물체에 작용하는 여러 가지 힘의 합력을 구하여 물체의 운동을 정량적으로 예측할 수 있다.

12역학01-02
뉴턴 운동 법칙을 이용하여 물체의 포물선 운동을 정량적으로 설명하고, 포물선 운동에서의 역학적 에너지를 구할 수 있다.

12역학01-03
물체에 작용하는 힘의 방향에 따라 운동 방향이 변할 수 있음을 원운동 등 다양한 예를 들어 설명할 수 있다.

12역학01-04
케플러 법칙으로부터 중력의 존재가 밝혀지는 과학사적 배경을 이해하고, 중력으로 인공위성과 행성의 운동을 분석·설명할 수 있다.

12역학01-05
역학적 에너지 보존으로 행성에 따라 탈출 속도가 다름을 이해하고, 운동량 보존으로 우주선이 궤도에 오르는 원리를 설명할 수 있다.

12역학01-06
등가 원리와 시공간의 휘어짐으로 블랙홀과 중력 시간 지연이 나타남을 이해하고, 일반 상대론에 흥미를 느낄 수 있다.

2022 개정 교육과정 · 진로 선택 · 영역 2/3 · 성취기준 5개

역학과 에너지 열과 에너지

12역학02-01

건축을 포함한 다양한 열에너지 관련 기술에 단열, 열팽창 등이 활용된 예를 조사함으로써 과학의 유용성에 대한 가치를 인식할 수 있다.

12역학02-02

열에 의한 물질의 상태 변화를 이해하고, 이상 기체의 온도, 압력, 부피의 관계를 설명할 수 있다.

12역학02-03

계에 가해진 열이 계의 내부 에너지를 변화시키거나 외부에 일을 할 수 있음을 이해하고, 일상생활 속의 예를 찾아 흥미를 느낄 수 있다.

12역학02-04

다양한 열기관에서의 순환 과정과 열효율을 설명하고, 열기관의 개발·활용이 인류 공동체에 미친 영향을 산업·환경 측면에서 평가할 수 있다.

12역학02-05

열의 이동, 기체의 확산과 같은 비가역 현상을 엔트로피를 이용하여 설명할 수 있다.

2022 개정 교육과정 · 진로 선택 · 영역 3/3 · 성취기준 5개

역학과 에너지 탄성파와 소리

12역학03-01

용수철 진자를 통해 단진동을 이해하고, 가속도와 변위 사이의 관계를 설명할 수 있다.

12역학03-02

탄성파의 진행, 투과, 반사를 이해하고, 탄성파가 활용되는 예를 찾음으로써 과학의 유용성을 인식할 수 있다.

12역학03-03

도플러 효과를 이해하고 물체의 속도 측정 등 다양한 장치에 이용됨을 설명할 수 있다.

12역학03-04

음향 장치 또는 실내외 공간에서의 소음 제어에 음파의 간섭이 활용됨을 이해하고, 실생활 사례를 조사할 수 있다.

12역학03-05

현악기, 관악기 등에서 소리를 내는 원리를 정상파를 이용하여 설명할 수 있다.

2022 개정 교육과정 · 진로 선택

역학과 에너지 필수탐구

시공간과 운동

- 스마트폰을 이용하여 다양한 놀이 기구의 운동 분석하기
- 포물선 운동을 하는 물체의 동영상을 분석하여 역학적 에너지 보존 확인하기
- 행성 관측 데이터를 이용하여 케플러 법칙 확인하기

열과 에너지

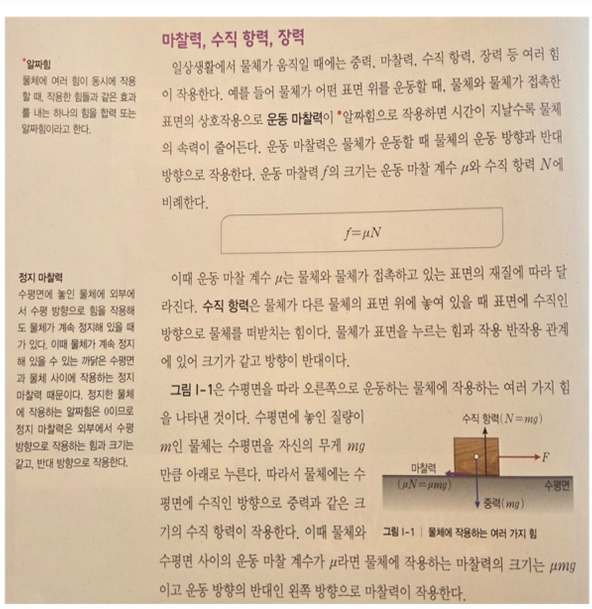
- 단열재의 종류에 따른 보온/보냉 효과 비교하기
- 센서를 이용하여 기체의 압력, 부피, 온도 관계 분석하기

탄성파와 소리

- 파동 용수철을 이용하여 종파와 횡파를 구현하고, 각 탄성파의 진행 속력 측정하기
- 스마트폰을 활용하여 도플러 효과 측정하기
- 정상파를 이용한 음파의 진행 속력 측정하기

교과서 예시 · 성취기준 적용 역학과 에너지 · 시공간과 운동

12역학01-01 물체에 작용하는 여러 가지 힘의 합력을 구하여 물체의 운동을 정량적으로 예측할 수 있다.



***알짜힘**
물체에 여러 힘이 동시에 작용할 때, 작용한 힘들과 같은 효과를 내는 하나의 힘을 합력 또는 알짜힘이라고 한다.

정지 마찰력
수평면에 놓인 물체에 외부에서 수평 방향으로 힘을 작용해도 물체가 계속 정지해 있을 때가 있다. 이때 물체가 계속 정지해 있을 수 있는 까닭은 수평면과 물체 사이에 작용하는 정지 마찰력 때문이다. 정지한 물체에 작용하는 알짜힘은 0이므로 정지 마찰력은 외부에서 수평 방향으로 작용하는 힘과 크기는 같고, 반대 방향으로 작용한다.

마찰력, 수직 항력, 장력

일상생활에서 물체가 움직일 때에는 중력, 마찰력, 수직 항력, 장력 등 여러 힘이 작용한다. 예를 들어 물체가 어떤 표면 위를 운동할 때, 물체와 물체가 접촉한 표면의 상호작용으로 **운동 마찰력**이 *알짜힘으로 작용하면 시간이 지날수록 물체의 속력이 줄어든다. 운동 마찰력은 물체가 운동할 때 물체의 운동 방향과 반대 방향으로 작용한다. 운동 마찰력 f의 크기는 운동 마찰 계수 μ와 수직 항력 N에 비례한다.

$$f=\mu N$$

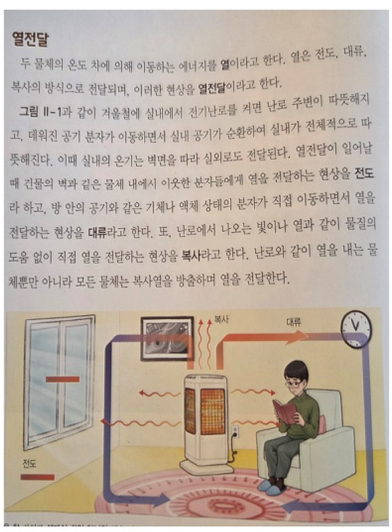
이때 운동 마찰 계수 μ는 물체와 물체가 접촉하고 있는 표면의 재질에 따라 달라진다. **수직 항력**은 물체가 다른 물체의 표면 위에 놓여 있을 때 표면에 수직인 방향으로 물체를 떠받치는 힘이다. 물체가 표면을 누르는 힘과 작용 반작용 관계에 있어 크기가 같고 방향이 반대이다.

그림 I-1은 수평면을 따라 오른쪽으로 운동하는 물체에 작용하는 여러 가지 힘을 나타낸 것이다. 수평면에 놓인 질량이 m인 물체는 수평면을 자신의 무게 mg만큼 아래로 누른다. 따라서 물체에는 수평면에 수직인 방향으로 중력과 같은 크기의 수직 항력이 작용한다. 이때 물체와 수평면 사이의 운동 마찰 계수가 μ라면 물체에 작용하는 마찰력의 크기는 μmg이고 운동 방향의 반대인 왼쪽 방향으로 마찰력이 작용한다.

그림 I-1 | 물체에 작용하는 여러 가지 힘

교과서 예시 · 성취기준 적용 역학과 에너지 · 열과 에너지

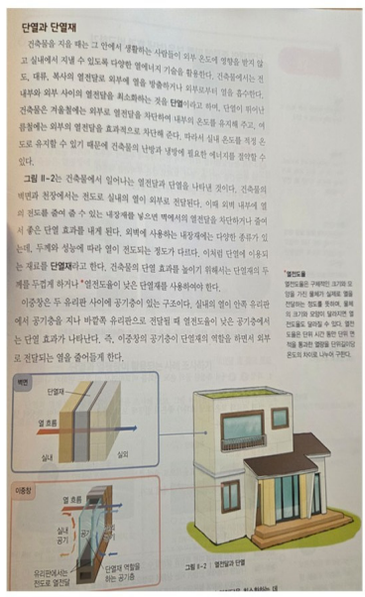
12역학02-01 건축을 포함한 다양한 열에너지 관련 기술에 단열, 열팽창 등이 활용된 예를 조사함으로써 과학의 유용성에 대한 가치를 인식할 수 있다.


열전달

두 물체의 온도 차에 의해 이동하는 에너지를 **열**이라고 한다. 열은 전도, 대류, 복사의 방식으로 전달되며, 이러한 현상을 **열전달**이라고 한다.

그림 Ⅱ-1과 같이 겨울철에 실내에서 전기난로를 켜면 난로 주변이 따뜻해지고, 데워진 공기 분자가 이동하면서 실내 공기가 순환하여 실내가 전체적으로 따뜻해진다. 이때 실내의 온기는 벽면을 따라 실외로도 전달된다. 열전달이 일어날 때 건물의 벽과 같은 물체 내에서 이웃한 분자들에게 열을 전달하는 현상을 **전도**라 하고, 방 안의 공기와 같은 기체나 액체 상태의 분자가 직접 이동하면서 열을 전달하는 현상을 **대류**라고 한다. 또, 난로에서 나오는 빛이나 열과 같이 물질의 도움 없이 직접 열을 전달하는 현상을 **복사**라고 한다. 난로와 같이 열을 내는 물체뿐만 아니라 모든 물체는 복사열을 방출하며 열을 전달한다.

복사 대류 전도


단열과 단열재

건축물을 지을 때는 그 안에서 생활하는 사람들이 외부 온도에 영향을 받지 않고 실내에서 지낼 수 있도록 다양한 열에너지 기술을 활용한다. 건축물에서는 전도, 대류, 복사의 열전달로 외부에 열을 방출하거나 외부로부터 열을 흡수한다. 내부와 외부 사이의 열전달을 최소화하는 것을 **단열**이라고 하며, 단열이 뛰어난 건축물은 겨울철에는 외부로 열전달을 차단하여 내부의 온도를 유지해 주고, 여름철에는 외부의 열전달을 효과적으로 차단해 준다. 따라서 실내 온도를 적정 온도로 유지할 수 있기 때문에 건축물의 난방과 냉방에 필요한 에너지를 절약할 수 있다.

그림 Ⅱ-2는 건축물에서 일어나는 열전달과 단열을 나타낸 것이다. 건축물의 벽면과 천장에서는 전도로 실내의 열이 외부로 전달된다. 이때 외벽 내부에 열의 전도를 줄여 줄 수 있는 내장재를 넣으면 벽에서의 열전달을 지연하거나 줄이는 좋은 단열 효과를 내게 된다. 외벽에 사용하는 내장재는 다양한 종류가 있는데, 두께와 성능에 따라 열이 전도되는 정도가 다르다. 이처럼 단열에 이용되는 재료를 **단열재**라고 한다. 건축물의 단열 효과를 높이기 위해서는 단열재의 두께를 두껍게 하거나 '열전도율이 낮은 단열재를 사용하여야 한다.

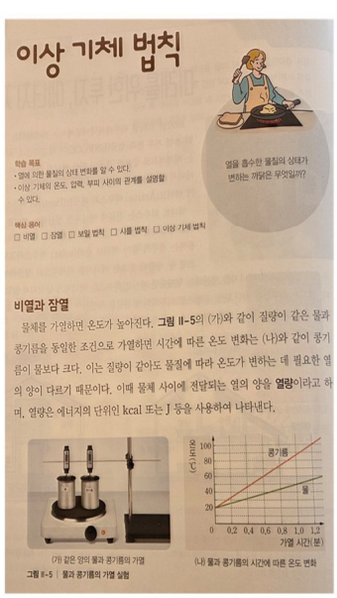
이중창은 두 유리판 사이에 공기층이 있는 구조이다. 실내의 열이 안쪽 유리판에서 공기층을 지나 바깥쪽 유리판으로 전달될 때 열전도율이 낮은 공기층에서는 단열 효과가 나타난다. 즉, 이중창의 공기층이 단열재의 역할을 하면서 외부로 전달되는 열을 줄어들게 한다.

벽면 단열재 열 흐름 실내 실외 이중창 열 흐름 실내 공기 공기 유리판에서는 전도로 열전달 단열의 역할을 하는 공기층

그림 Ⅱ-2 | 열전달과 단열

교과서 예시 · 성취기준 적용 역학과 에너지 · 열과 에너지

12역학02-02 열에 의한 물질의 상태 변화를 이해하고, 이상 기체의 온도, 압력, 부피의 관계를 설명할 수 있다.


이상 기체 법칙

학습 목표
- 열에 의한 물질의 상태 변화를 알 수 있다.
- 이상 기체의 온도, 압력, 부피 사이의 관계를 설명할 수 있다.

핵심 용어
□ 비열 □ 잠열 □ 보일 법칙 □ 샤를 법칙 □ 이상 기체 법칙

열을 흡수한 물질의 상태가 변하는 까닭은 무엇일까?

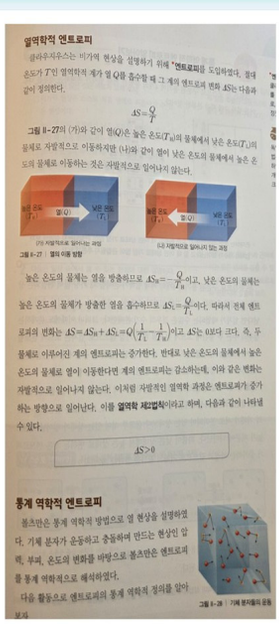
비열과 잠열

물체를 가열하면 온도가 높아진다. **그림 Ⅱ-5**의 (가)와 같이 질량이 같은 물과 공기를 동일한 조건으로 가열하면 시간에 따른 온도 변화는 (나)와 같이 공기름이 물보다 크다. 이는 질량이 같아도 물질에 따라 온도가 변하는 데 필요한 열의 양이 다르기 때문이다. 이때 물체 사이에 전달되는 열의 양을 **열량**이라고 하며, 열량은 에너지의 단위인 kcal 또는 J 등을 사용하여 나타낸다.

온도(℃) 공기름 물 가열 시간(분)

(가) 같은 양의 물과 공기름의 가열 (나) 물과 공기름의 시간에 따른 온도 변화

그림 Ⅱ-5 | 물과 공기름의 가열 실험


열역학적 엔트로피

클라우지우스는 비가역 현상을 설명하기 위해 '**엔트로피**'를 도입하였다. 절대 온도가 T인 열역학적 계가 열 Q를 흡수할 때 그 계의 엔트로피 변화 ΔS는 다음과 같이 정의한다.

$$\Delta S=\frac{Q}{T}$$

그림 Ⅱ-27의 (가)와 같이 열(Q)은 높은 온도(T_H)의 물체에서 낮은 온도(T_L)의 물체로 자발적으로 이동하지만 (나)와 같이 열이 낮은 온도의 물체에서 높은 온도의 물체로 이동하는 것은 자발적으로 일어나지 않는다.

높은 온도 T_H 열(Q) 낮은 온도 T_L (가) 자발적으로 일어나는 과정 (나) 자발적으로 일어나지 않는 과정

그림 Ⅱ-27 | 열의 이동 방향

높은 온도의 물체는 열을 방출하므로 $\Delta S_H=-\frac{Q}{T_H}$이고, 낮은 온도의 물체는 높은 온도의 물체가 방출한 열을 흡수하므로 $\Delta S_L=\frac{Q}{T_L}$이다. 따라서 전체 엔트로피의 변화는 $\Delta S=\Delta S_H+\Delta S_L=Q\left(\frac{1}{T_L}-\frac{1}{T_H}\right)$이고 ΔS는 0보다 크다. 즉, 두 물체로 이루어진 계의 엔트로피는 증가한다. 반대로 낮은 온도의 물체에서 높은 온도의 물체로 열이 이동한다면 계의 엔트로피는 감소하는데, 이와 같은 변화는 자발적으로 일어나지 않는다. 이처럼 자발적인 열역학 과정은 엔트로피가 증가하는 방향으로 일어난다. 이를 **열역학 제2법칙**이라고 하며, 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\Delta S>0$$

통계 역학적 엔트로피

볼츠만은 통계 역학적 방법으로 열 현상을 설명하였다. 기체 분자가 운동하고 충돌하여 만드는 현상인 압력, 부피, 온도의 변화를 바탕으로 볼츠만은 엔트로피를 통계 역학적으로 해석하였다.

다음 활동으로 엔트로피의 통계 역학적 정의를 알아보자.

그림 Ⅱ-28 | 기체 분자들의 운동

2022 개정 교육과정 · 진로 선택 · 지식·이해(3영역) + 과정·기능 + 가치·태도

전자기와 양자 내용 체계

• 전자기적 상호작용

전기장·자기장 상호작용이 자연현상 형성 · 저항·축전기·인덕터·다이오드·트랜지스터로 장치·회로 개발

- 전기력선과 등전위면
- 유전분극
- 로런츠 힘
- 유도기전력
- 반도체 소자

• 빛과 정보 통신

굴절·간섭·회절·편광 등 빛의 성질이 정보 처리에 활용 · 광전효과·레이저가 디지털 통신에 활용

- 렌즈와 수차
- 간섭과 회절
- 편광
- 광전효과
- 레이저

• 양자와 미시세계

입자-파동 이중성·중첩의 확률적 거동 → 양자 기술 · 불확정성·터널 효과 → 세계관 변화

- 입자-파동 이중성
- 확률 파동
- 중첩
- 터널 효과
- 불확정성 원리
- 핵융합

과정·기능 물리 현상에서 문제를 인식하고 가설을 설정하기, 변인을 조작적으로 정의하여 탐구 설계하기, 다양한 도구와 수학적 사고를 활용하여 정보를 수집·기술하기, 증거와 과학적 사고에 근거하여 자료를 분석·평가·추론하기, 결론을 도출하고 자연 현상 및 기술 상황에 적용·설명하기, 모형을 생성하고 활용하기, 다양한 매체를 활용하여 표현하고 의사소통하기

가치·태도 과학의 심미적 가치, 과학 유용성, 자연과 과학에 대한 감수성, 과학 창의성, 과학 활동의 윤리성, 과학 문제 해결에 대한 개방성, 안전·지속가능 사회에 기여, 과학 문화 향유

2022 개정 교육과정 · 진로 선택 · 영역 1/3 · 성취기준 7개

전자기와 양자 전자기적 상호작용

12전자01-01
전하 주위의 전기장을 정량적으로 구하고, 전기력선과 등전위면으로부터 전기장의 세기와 방향을 추리할 수 있다.

12전자01-02
정전기 유도와 유전분극을 설명하고, 일상생활에서 적용되는 예를 찾을 수 있다.

12전자01-03
자기력선을 이용하여 전류가 흐르는 도선 주위의 자기장의 세기와 방향을 추리할 수 있다.

12전자01-04
로런츠 힘이 발생하는 조건을 알고, 로런츠 힘과 관련된 현상과 기술을 설명할 수 있다.

12전자01-05
자기선속의 변화로 전자기 유도를 이해하고, 변압기, 인덕터 등 전자기 유도의 활용 기술을 설명할 수 있다.

12전자01-06
저항, 축전기, 인덕터를 활용하는 장치를 찾아 에너지 관점에서 정성적으로 설명할 수 있다.

12전자01-07 다이오드, 트랜지스터 등 반도체 소자를 활용하는 전자회로를 분석하고, 현대 문명에서 반도체의 중요성을 인식할 수 있다.

2022 개정 교육과정 · 진로 선택 · 영역 2/3 · 성취기준 5개

전자기와 양자 빛과 정보 통신

12전자02-01

빛의 간섭과 회절을 알고, 홀로그램 등 현대의 정밀 기술에 활용되는 예를 찾을 수 있다.

12전자02-02

렌즈와 거울을 이용한 광학 기기의 원리와 수차를 설명할 수 있다.

12전자02-03

편광의 원리를 이해하고, 이를 활용한 디지털 정보 기술의 사례를 조사할 수 있다.

12전자02-04

광전효과에서 빛과 물질이 상호작용하는 방식을 알고, 디지털 영상 정보, 광센서, 태양전지 등 관련 기술을 조사할 수 있다.

12전자02-05

레이저의 특징과 빛이 증폭되는 원리를 알고, 디지털 광통신 등 여러 영역에서 활용됨을 조사하여 그 중요성을 인식할 수 있다.

2022 개정 교육과정 · 진로 선택 · 영역 3/3 · 성취기준 5개

전자기와 양자 양자와 미시세계

12전자03-01

단일 양자 수준의 이중 슬릿 실험으로 입자-파동 이중성을 확인하고, 단일 양자의 분포를 확률 파동의 간섭으로 해석할 수 있다.

12전자03-02

중첩과 측정을 통한 확률적 상태 변화를 이해하고, 양자컴퓨터·양자암호 통신 등 양자 기술이 미래 사회에 미칠 영향을 인식할 수 있다.

12전자03-03

터널 효과를 설명하고, 관련된 현상과 기술을 조사하여 발표할 수 있다.

12전자03-04

현대의 원자모형을 불확정성 원리와 확률을 기반으로 설명하고, 보어의 원자모형과 비교할 수 있다.

12전자03-05

별에서 핵융합으로 에너지가 생성되고 빛이 방출되는 원리를 알고, 별빛 스펙트럼으로 별의 구성 원소를 추리할 수 있다.

2022 개정 교육과정 · 진로 선택

전자기와 양자 필수탐구

전자기적 상호작용

- 도체판과 자석을 이용하여 자기 브레이크 탐색하기
- 트랜지스터를 이용하여 스피커 소리 증폭하기

양자와 미시세계

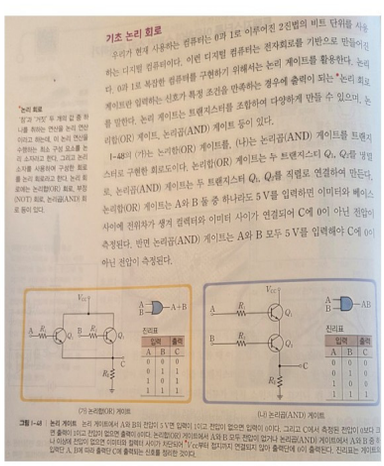
- 전자의 이중 슬릿 실험에 대한 컴퓨터 모의실험하기
- 스펙트럼 관찰을 통해 에너지 준위 확인하기

빛과 정보 통신

- 세워진 비누막에 의한 빛의 간섭 양상 관찰하고 설명하기
- 센서와 편광판을 이용하여 다양한 디스플레이에서 나오는 빛의 편광 상태 조사하기

교과서 예시 · 성취기준 적용 전자기와 양자 · 전자기적 상호작용

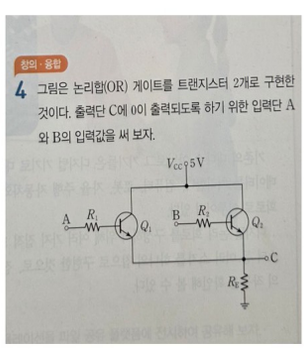
12전자01-07 다이오드, 트랜지스터 등 반도체 소자를 활용하는 전자회로를 분석하고, 현대 문명에서 반도체의 중요성을 인식할 수 있다.



기초 논리 회로

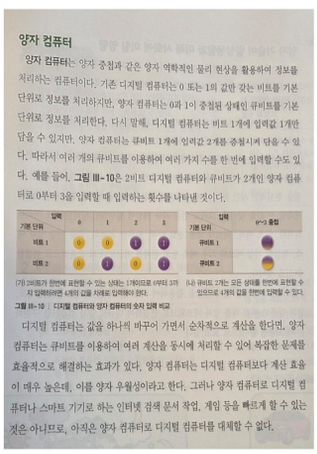
오늘날 우리가 사용하는 컴퓨터는 0과 1로 이루어진 2진법의 비트 단위를 사용하는 디지털 컴퓨터이다. 이런 디지털 컴퓨터는 전자회로를 기반으로 만들어진다. 0과 1로 복잡한 컴퓨터를 구현하기 위해서는 논리 게이트를 활용한다. 논리 게이트란 입력하는 신호가 특정 조건을 만족하는 경우에 출력이 되는 "논리 회로"를 말한다. 논리 게이트는 트랜지스터를 조합하여 다양하게 만들 수 있으며, 논리합(OR) 게이트, 논리곱(AND) 게이트 등이 있다.

1-48의 (가)는 논리합(OR) 게이트를, (나)는 논리곱(AND) 게이트를 트랜지스터로 구현한 회로도이다. 논리합(OR) 게이트는 두 트랜지스터 Q_1, Q_2를 병렬로 연결하여 만든다. 논리곱(AND) 게이트는 두 트랜지스터 Q_1, Q_2를 직렬로 연결하여 만든다. 논리합(OR) 게이트는 A와 B 둘 중 하나라도 5 V를 입력하면 이미터와 베이스 사이에 전위차가 생겨 컬렉터와 이미터 사이가 연결되어 C에 0이 아닌 전압이 측정된다. 반면 논리곱(AND) 게이트는 A와 B 모두 5 V를 입력해야 C에 0이 아닌 전압이 측정된다.



교과서 예시 · 성취기준 적용 전자기와 양자 · 양자와 미시세계

12전자03-02 중첩과 측정을 통한 확률적 상태 변화를 이해하고, 양자컴퓨터, 양자암호 통신 등 양자 기술이 일상생활과 미래 사회에 미칠 영향을 인식할 수 있다.



양자 컴퓨터

양자 컴퓨터는 양자 중첩과 같은 양자 역학적인 물리 현상을 활용하여 정보를 처리하는 컴퓨터이다. 기존 디지털 컴퓨터는 0 또는 1의 값만 갖는 비트를 기본 단위로 정보를 처리하지만, 양자 컴퓨터는 0과 1이 중첩된 상태인 큐비트를 기본 단위로 정보를 처리한다. 다시 말해, 디지털 컴퓨터는 비트 1개에 입력값 1개만 담을 수 있지만, 양자 컴퓨터는 큐비트 1개에 입력값 2개를 중첩시켜 담을 수 있다. 따라서 여러 개의 큐비트를 이용하여 여러 가지 수를 한 번에 입력할 수도 있다. 예를 들어, **그림 III-10**은 2비트 디지털 컴퓨터와 큐비트가 2개인 양자 컴퓨터로 0부터 3을 입력할 때 입력하는 횟수를 나타낸 것이다.

입력		0	1	2	3
기본 단위					
비트 1		0	0	1	1
비트 2		0	1	0	1

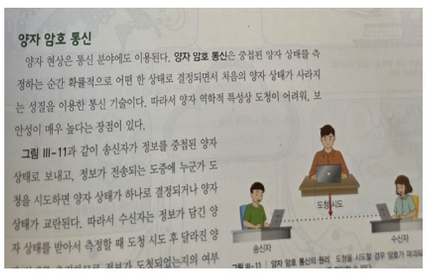
(가) 2비트가 한번에 표현할 수 있는 상태는 1개이므로 4부터 3까지 입력하려면 4개의 값을 차례로 입력해야 한다.

입력		0~3 중첩
기본 단위		
큐비트 1		
큐비트 2		

(나) 큐비트 2개는 모든 상태를 한번에 표현할 수 있으므로 4개의 값을 한번에 입력할 수 있다.

그림 III-10 | 디지털 컴퓨터와 양자 컴퓨터의 숫자 입력 비교

디지털 컴퓨터는 값을 하나씩 바꾸어 가면서 순차적으로 계산을 한다면, 양자 컴퓨터는 큐비트를 이용하여 여러 계산을 동시에 처리할 수 있어 복잡한 문제를 효율적으로 해결하는 효과가 있다. 양자 컴퓨터는 디지털 컴퓨터보다 계산 효율이 매우 높은데, 이를 양자 우월성이라고 한다. 그러나 양자 컴퓨터로 디지털 컴퓨터나 스마트 기기로 하는 인터넷 검색 문서 작업, 게임 등을 빠르게 할 수 있는 것은 아니므로, 아직은 양자 컴퓨터로 디지털 컴퓨터를 대체할 수 없다.



양자 암호 통신

양자 현상은 통신 분야에도 이용된다. **양자 암호 통신**은 중첩된 양자 상태를 측정하는 순간 확률적으로 어떤 한 상태로 결정되면서 처음의 양자 상태가 사라지는 성질을 이용한 통신 기술이다. 따라서 양자 역학적 특성상 도청이 어려워, 보안성이 매우 높다는 장점이 있다.

그림 III-11과 같이 송신자가 정보를 중첩된 양자 상태로 보내고, 정보가 전송되는 도중에 누군가 도청을 시도하면 양자 상태가 하나로 결정되거나 양자 상태가 교란된다. 따라서 수신자는 정보가 담긴 양자 상태를 받아서 측정할 때 도청 시도 후 달라진 양

힘과 에너지(+ 상대성) → 시공간과 운동·열과 에너지로 심화

성취기준 연계 ① 물리학 ↔ 역학과 에너지

물리학 일반 선택

- 물리 01-02 뉴턴 법칙·등가속도
- 물리 01-03 작용·반작용·운동량 보존
- 물리 01-04 일·역학적 에너지 보존
- 물리 01-05 에너지 보존·열로 전환
- 물리 01-06 열효율·영구기관(정성)
- 물리 03-06 광속 불변·특수상대성

→

역학과 에너지 진로 선택

- 역학 01-01 힘의 합력·정량 운동 예측
- 역학 01-02 포물선 운동·역학적 에너지
- 역학 01-05 운동량 보존·우주선 궤도
- 역학 02-03 내부 에너지 변화(열·일)
- 역학 02-04 열기관·열효율(정량)
- 역학 02-05 비가역·엔트로피
- 역학 01-06 등가 원리·일반상대론

전기와 자기 → 전자기적 상호작용으로 정량·심화

성취기준 연계 ② 물리학 ↔ 전자기와 양자

물리학 일반 선택

- 물리 02-01 전기장·전위차(정성)
- 물리 02-02 저항 연결·소비 전력
- 물리 02-03 축전기 에너지 저장
- 물리 02-04 자성체
- 물리 02-05 전류의 자기 작용
- 물리 02-06 전자기 유도(센서·무선)

→

전자기와 양자 진로 선택

- 전자 01-01 전기장 정량·전기력선·등전위면
- 전자 01-03 자기장·자기력선
- 전자 01-04 로런츠 힘
- 전자 01-05 전자기 유도·변압기·인덕터
- 전자 01-06 저항·축전기·인덕터 장치

빛과 물질 → 빛과 정보 통신·양자와 미시세계로 심화

성취기준 연계 ③ 물리학 ↔ 전자기와 양자

물리학 일반 선택

- 물리 03-01 빛의 중첩·간섭(파동성)
- 물리 03-02 빛의 굴절·볼록렌즈
- 물리 03-03 빛과 물질의 이중성
- 물리 03-04 양자화 에너지 준위·스펙트럼
- 물리 03-05 에너지띠·반도체 소자

→

전자기와 양자 진로 선택

- 전자 02-01 간섭·회절·홀로그램
- 전자 02-02 렌즈·광학 기기·수차
- 전자 02-04 광전효과(빛-물질)
- 전자 03-01 이중 슬릿·입자-파동 이중성
- 전자 03-04 원자모형·불확정성·보어 비교
- 전자 03-05 별빛 스펙트럼·원소 추리
- 전자 01-07 반도체 소자·전자회로

03

PART 3

성취평가에 따라 교수학습평가 계획하기

준거

➢ 수업과 평가의 준거: 학기단위 성취수준(진술문 형태) - 추상적, 잠재적, 정성 준거

"학기 초에 수립한 성취수준을 준거로"

1) 수업을 준비하고 실행한다. 2) 평가도구를 개발한다.

➢ 평가 척도상의 준거: 성취수준별 준거 점수(점수 형태) - 구체적, 가시적, 실제적, 정량 준거

"학기 초에 설정한 분할점수 산출 방식으로"

1) 점수로 성취율을 파악하고, 2) 성적을 부여한다.

성취수준의 일반적 특성

성취수준	일반적 특성	성취율
A	교과목의 교수·학습을 통해 기대하는 지식·이해, 과정·기능, 가치·태도에 도달한 능력 정도가 매우 우수한 수준 ◦ 개념에 대한 이해가 깊고, 지식 전이 수준이 매우 높음 ◦ 배운 지식을 다양하고 복잡한 맥락에 적용하고, 연계된 기능의 수행 정도가 매우 능숙함 ◦ 기대하는 가치와 태도의 내면화가 가능하고, 실천과 적용 범위가 매우 넓음	90% 이상
B	교과목의 교수·학습을 통해 기대하는 지식·이해, 과정·기능, 가치·태도에 도달한 능력 정도가 우수한 수준 ◦ 개념에 대한 이해와 지식 전이 수준이 높은 편임 ◦ 배운 지식을 다양한 맥락에 적용하고, 연계된 기능의 수행 정도가 능숙한 편임 ◦ 기대하는 가치와 태도를 조직화하고, 실천과 적용 범위가 넓은 편임	80% 이상 90% 미만
C	교과목의 교수·학습을 통해 기대하는 지식·이해, 과정·기능, 가치·태도에 도달한 능력 정도가 보통 수준 ◦ 개념에 대한 이해와 지식 전이 수준이 보통임 ◦ 배운 지식을 일부 맥락에 적용하고, 연계된 기능의 수행 정도가 중간 수준임 ◦ 기대하는 가치와 태도를 일부 조직화하고, 실천과 적용 범위가 보통임	70% 이상 80% 미만
D	교과목의 교수·학습을 통해 기대하는 지식·이해, 과정·기능, 가치·태도에 도달한 능력 정도가 다소 제한된 수준 ◦ 위계가 낮은 수준의 개념을 이해하고, 지식 습득이 다소 제한적임 ◦ 배운 지식을 일부 제한된 맥락에 적용하고, 연계된 기능의 기본적인 부분을 수행할 수 있음 ◦ 기대하는 가치와 태도의 의미를 알고, 실천과 적용 범위가 다소 제한적임	60% 이상 70% 미만
E	교과목의 교수·학습을 통해 기대하는 지식·이해, 과정·기능, 가치·태도에 도달한 능력 정도가 제한된 수준 ◦ 위계가 낮은 수준의 개념을 일부 이해하고, 지식 습득이 제한적임 ◦ 연계된 기능의 일부를 수행할 수 있음 ◦ 기대하는 가치와 태도의 일부 의미를 알고, 실천과 적용 범위가 좁음	40% 이상 60% 미만

성취수준의 일반적 특성

범주	성취수준	일반적 특성
지식·이해	A	개념에 대한 이해가 깊고, 지식 전이 수준이 매우 높음
	B	개념에 대한 이해와 지식 전이 수준이 높은 편임
	C	개념에 대한 이해와 지식 전이 수준이 보통임
	D	위계가 낮은 수준의 개념을 이해하고, 지식 습득이 다소 제한적임
	E	위계가 낮은 수준의 개념을 일부 이해하고, 지식 습득이 제한적임
과정·기능	A	배운 지식을 다양하고 복잡한 맥락에 적용하고, 연계된 기능의 수행 정도가 매우 능숙함
	B	배운 지식을 다양한 맥락에 적용하고, 연계된 기능의 수행 정도가 능숙한 편임
	C	배운 지식을 일부 맥락에 적용하고, 연계된 기능의 수행 정도가 중간 수준임
	D	배운 지식을 일부 제한된 맥락에 적용하고, 연계된 기능의 기본적인 부분을 수행할 수 있음
	E	연계된 기능의 일부를 수행할 수 있음
가치·태도	A	기대하는 가치와 태도의 내면화가 가능하고, 실천과 적용 범위가 매우 넓음
	B	기대하는 가치와 태도를 조직화하고, 실천과 적용 범위가 넓은 편임
	C	기대하는 가치와 태도를 일부 조직화하고, 실천과 적용 범위가 보통임
	D	기대하는 가치와 태도의 의미를 알고, 실천과 적용 범위가 다소 제한적임
	E	기대하는 가치와 태도의 일부 의미를 알고, 실천과 적용 범위가 좁음

학기 단위 성취수준 진술

성취기준별 성취수준	
A	물체에 작용하는 알짜힘과 돌림힘이 0일 때 평형을 이룸을 이해하고, 일상생활에서 접할 수 있는 돌림힘의 기준점이 1개인 구조물에 돌림힘을 적용하여 안정성을 분석할 수 있다.
A	뉴턴 운동 법칙으로 등가속도 운동을 설명하고, 이를 적용하여 교통안전 사고 예방 방안을 제안하며, 동영상을 활용하여 물체의 등가속도 운동을 분석하고 물리학이 안전·지속 가능한 사회를 만드는 데 기여함을 인식한다.
A	작용과 반작용 관계와 운동량 보존 법칙을 이해하고 스포츠, 교통수단, 발사체 등에 적용하며, 디지털 탐구 도구를 활용한 일차원 충돌 실험 수행 결과를 바탕으로 추론하고 토의하여 운동량 보존을 확인할 수 있다.
A	일과 운동 에너지의 관계를 이해하고 지표 근처의 중력에 의한 위치 에너지와 탄성력에 의한 위치 에너지를 설명하며, 이를 포함하여 역학적 에너지 보존 법칙을 설명할 수 있다.
A	역학적 에너지가 열의 형태로 전환될 때 에너지 총량이 변하지 않고 보존됨을 설명하고, 열전달, 물질의 상태 변화, 기상 현상 등 에너지가 열의 형태로 전환되면서 발생하는 현상에서 출입하는 열을 고려하여 에너지 총량이 변하지 않음을 정성적으로 설명할 수 있다.
A	열이 역학적 에너지로 전환될 수 있음을 이해하고, 에너지 전환 과정에서 열의 출입을 고려하여 효율의 의미를 정성적으로 설명하며, 영구기관이 불가능함을 사례를 통해 논증할 수 있고, 과학 지식이 지속가능한 사회에 기여함을 인식한다.

학기단위 성취수준	
A	물체에 작용하는 알짜힘과 돌림힘이 0일 때 평형을 이룸을 이해하고, 일상생활에서 접할 수 있는 돌림힘의 기준점이 1개인 구조물에 돌림힘을 적용하여 안정성을 분석할 수 있다. 뉴턴 운동 법칙으로 등가속도 운동을 설명하고, 이를 적용하여 교통안전 사고 예방 방안을 제안하며, 동영상을 활용하여 물체의 등가속도 운동을 분석하고 물리학이 안전·지속 가능한 사회를 만드는 데 기여함을 인식한다. 작용과 반작용 관계와 운동량 보존 법칙을 이해하고 스포츠, 교통수단, 발사체 등에 적용하며, 디지털 탐구 도구를 활용한 일차원 충돌 실험 수행 결과를 바탕으로 추론하고 토의하여 운동량 보존을 확인할 수 있다. 일과 운동 에너지의 관계를 이해하고 지표 근처의 중력에 의한 위치 에너지와 탄성력에 의한 위치 에너지를 설명하며, 이를 포함하여 역학적 에너지 보존 법칙을 설명할 수 있다. 역학적 에너지가 열의 형태로 전환될 때 에너지 총량이 변하지 않고 보존됨을 설명하고, 열전달, 물질의 상태 변화, 기상 현상 등 에너지가 열의 형태로 전환되면서 발생하는 현상에서 출입하는 열을 고려하여 에너지 총량이 변하지 않음을 정성적으로 설명할 수 있다. 열이 역학적 에너지로 전환될 수 있음을 이해하고, 에너지 전환 과정에서 열의 출입을 고려하여 효율의 의미를 정성적으로 설명하며, 영구기관이 불가능함을 사례를 통해 논증할 수 있고, 과학 지식이 지속가능한 사회에 기여함을 인식한다.

예시 평가 도구 - 물리학

번호	영역	성취기준	평가 도구 유형	평가 요소 / 평가 과제
물리학-1	(1) 힘과 에너지	[12물리01-01]	선다형	• 일상생활에서 접할 수 있는 다양한 상황에 돌림힘의 평형 적용하기
물리학-2	(1) 힘과 에너지	[12물리01-02]	서·논술형	• 속도-시간 그래프 해석하기 • 뉴턴 운동 법칙과 교통안전 사고 예방
물리학-3	(1) 힘과 에너지	[12물리01-03]	서·논술형	• 평균 속력 구하기 • 운동량 보존 법칙을 발사체 상황에 적용하기
물리학-4	(1) 힘과 에너지	[12물리01-04]	서·논술형	• 일과 운동 에너지의 관계 이해하기 • 탄성력을 이용하여 용수철 상수 구하기 • 탄성력에 의한 위치 에너지 구하기
물리학-5	(2) 전기와 자기	[12물리02-02]	실험·실습	• 저항의 직렬연결과 병렬연결에서 전류와 전압을 측정하여 비교하고, 소비 전력을 구한다.
물리학-6	(2) 전기와 자기	[12물리02-03]	서·논술형	• 축전기의 전기 에너지 저장 역할 확인하기 • 축전기의 충전과 방전 과정 설명하기 • 축전기를 이용한 전기 신호 입력 장치 활용하기
물리학-7	(2) 전기와 자기	[12물리02-04]	서·논술형	• 자성체 분류하기 • 자성체의 차이점 설명하기
물리학-8	(2) 전기와 자기	[12물리02-06]	서·논술형	• 전자기 유도 현상을 이용한 에너지 전달 과정 설명하기
물리학-9	(3) 빛과 물질	[12물리03-01]	서·논술형	• 빛의 간섭 실험에서 간섭무늬 관찰 후 간섭무늬에 영향을 미치는 조건 설명하기 • 보강 간섭, 상쇄 간섭을 빛의 파동성과 관련지어 설명하기 • 빛의 간섭을 이용한 기술이나 현상의 예를 들어 설명하고 유용성 인식하기
물리학-10	(3) 빛과 물질	[12물리03-02]	서·논술형	• 물체의 상이 맺히는 과정 설명하기 • 초점 거리 및 상의 위치 찾기
물리학-11	(3) 빛과 물질	[12물리03-04]	선다형	• 에너지 준위, 선스펙트럼, 빛 에너지와 파장, 진동수와의 관계 설명하기
물리학-12	(3) 빛과 물질	[12물리03-05]	서·논술형	• 에너지띠, 도체, 부도체 개념을 활용하여 n형 반도체, p형 반도체의 차이 설명하기

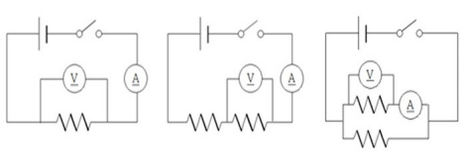
다음은 저항의 직렬연결과 병렬연결에서 전류와 전압을 측정하는 탐구 활동을 나타낸 것이다. 각 활동을 수행하고 탐구 활동 보고서를 완성하시오.

탐구 활동 보고서

20 년 월 일 교시	학년 반 번 이름:
활동 주제	저항의 직렬연결과 병렬연결에서 전류와 전압 측정하여 비교하기
준비물	저항(100 Ω) 2개, 전류계, 전압계, 전지(9 V), 스위치, 집게 달린 전선, 전지 끼우개

[실험 과정]

1. 그림 (가)와 같이 저항을 전지에 연결하여 회로를 구성한다.
2. 스위치를 닫아 저항 1개에 흐르는 전류와 저항 양단의 전압을 측정한다.
3. 그림 (나)와 같이 저항 2개를 직렬연결하여 회로를 구성하고, 과정 2를 반복한다.
4. 그림 (다)와 같이 저항 2개를 병렬연결하여 회로를 구성하고, 과정 2를 반복한다.



(가) (나) (다)

5. (가)~(다)에서 저항 1개의 소비 전력을 구한다.

[실험 결과]

1. 구성한 (가)~(다) 회로를 각각 촬영하여 공유 플랫폼에 올린다. [3점]
2. (가)~(다)에서 측정한 전류, 전압과 저항 1개의 소비 전력을 기록한다. [3점]

회로	전류(A)	전압(V)	소비 전력(W)
(가)			
(나)			
(다)			

[정리]

1. (나)와 (다)에서 저항의 연결에 따라 저항 1개에 흐르는 전류의 세기를 (가)와 비교하여 설명하시오. [2점]
2. (나)와 (다)에서 저항의 연결에 따라 저항 1개 양단의 전압을 (가)와 비교하여 설명하시오. [2점]
3. (나)와 (다)에서 저항 1개의 소비 전력을 (가)와 비교하여 설명하시오. [2점]

예시 평가 도구 – 역학과 에너지

번호	영역	성취기준	평가 도구 유형	평가 요소 / 평가 과제
역학과 에너지-1	(1) 시공간과 운동	[12역학01-01]	서·논술형	• 벡터의 합성을 통해 합력을 구하고 물체의 운동을 정량적으로 예측하기
역학과 에너지-2	(1) 시공간과 운동	[12역학01-02]	선다형	• 운동 분석 자료를 해석하여 뉴턴 운동 법칙을 적용하고, 역학적 에너지 보존 이해하기 • 운동 분석 자료를 통한 역학적 에너지 보존 확인하기
역학과 에너지-3	(1) 시공간과 운동	[12역학02-03]	서·논술형	• 일상생활에서 열과 일의 형태로 전달되는 에너지 구하기
역학과 에너지-4	(1) 시공간과 운동	[12역학01-04]	실험·실습	• 행성 관측 데이터를 이용하여 케플러 법칙을 확인한다.
역학과 에너지-5	(1) 시공간과 운동	[12역학01-06]	선다형	• 실생활 사례에서 일반 상대론이 적용된 부분을 설명하기 • 위성 항법 장치(GPS) 시간 보정 등 중력 시간 지연이 실생활에서 활용되는 사례 이해하기
역학과 에너지-6	(2) 열과 에너지	[12역학02-01]	서·논술형	• 단열재의 단열 효과 비교하기 • 건축물에서 활용되는 단열을 설명하기
역학과 에너지-7	(2) 열과 에너지	[12역학02-02]	서·논술형	• 기체의 온도, 압력, 부피의 관계 설명하기 • 이상 기체 법칙을 적용할 수 있는 사례 찾기
역학과 에너지-8	(2) 열과 에너지	[12역학02-04]	서·논술형	• 열기관의 순환 과정에서 열효율 구하기
역학과 에너지-9	(3) 탄성파와 소리	[12역학03-02]	서·논술형	• 파동의 종류 설명하기 • 파동의 진행 속력 구하기
역학과 에너지-10	(3) 탄성파와 소리	[12역학03-03]	서·논술형	• 도플러 효과를 실생활에 적용하기
역학과 에너지-11	(3) 탄성파와 소리	[12역학03-04]	서·논술형	• 음파의 간섭을 실생활의 소음 제어에 적용하기
역학과 에너지-12	(3) 탄성파와 소리	[12역학03-05]	서·논술형	• 정상파의 특성 설명하기 • 정상파를 이용한 음파의 진행 속력 측정하기

탐구 활동 보고서

202 년 월 일	2학년 반 번 이름:
탐구활동	행성 관측 데이터를 이용하여 케플러 법칙 확인하기
준 비 물	스프레드시트 프로그램을 사용할 수 있는 컴퓨터 또는 스마트 기기

1. 실험 과정

1) 미국항공우주국(NASA) 누리집에서 태양계 행성 관련 자료를 수집하고, 스프레드시트 프로그램을 이용해 단위를 변환하여 긴반지름의 세제곱(a^3), 공전주기 제곱(T^2)을 구한다.

행성	긴반지름 a (10^6 km)	공전주기 T (일)	a^3 (m^3)	T^2 (s^2)
수성	57.9	88.0		
금성	108.2	224.7		
지구	149.6	365.2		
화성	228.0	687.0		
목성	778.5	4331		
토성	1432.0	10747		
천왕성	2867.0	30589		
해왕성	4515.0	59800		

2) 1)에서 구한 값을 이용해 T^2과 a^3 사이의 그래프를 그린다.

3) 2)에서 추세선을 표현하고 기울기를 찾는다. 이때 추세선을 $T^2 = ka^3$으로 표현했을 때 k를 구한다.

4) $k = \frac{4\pi^2}{GM}$, $G = 6.673 \times 10^{-11} m^3/kg \cdot s^2$을 이용하여 태양의 질량 M을 구한다.

2. 실험 결과

1) 태양계 행성 데이터의 단위를 변환하고 a^3과 T^2을 계산하여 표를 완성하시오. [2점]

행성	긴반지름 a (10^6 km)	공전주기 T (일)	a^3 (m^3)	T^2 (s^2)
수성	57.9	88.0		
금성	108.2	224.7		
지구	149.6	365.2		
화성	228.0	687.0		
목성	778.5	4331		
토성	1432.0	10747		
천왕성	2867.0	30589		
해왕성	4515.0	59800		

(※ 스프레드시트 프로그램에서 표시되는 '1.02E16'과 같은 문자는 1.02×10^{16}을 의미한다.)

2) T^2과 a^3 사이의 그래프를 그리고 추세선을 이용해 k값을 구하시오. 또한 k를 이용하여 M을 구하는 과정과 결과를 적으시오. [3점]

T^2과 a^3 사이의 그래프 (화면 캡처 가능) k값 찾기	M을 구하는 과정과 결과
$k =$	$M =$

예시 평가 도구 - 전자기와 양자

번호	영역	성취기준	평가 도구 유형	평가 요소 / 평가 과제
전자기와 양자-1	(1) 전자기적 상호작용	[12전자01-01]	서·논술형	• 제시된 등전위선을 해석하여 전기장과 전하 종류 추리하기
전자기와 양자-2	(1) 전자기적 상호작용	[12전자01-02]	서·논술형	• 정전기 유도와 관련된 실험 상황에서 이동하는 전하와 도체구에 대전된 전하의 종류 추리하기
전자기와 양자-3	(1) 전자기적 상호작용	[12전자01-03]	서·논술형	• 제시된 자기장을 분석하여 도선에 흐르는 전류의 세기와 방향 추리하기
전자기와 양자-4	(1) 전자기적 상호작용	[12전자01-04]	서·논술형	• 자기장 속에서 전하의 운동을 분석하여 전기장과 자기장의 비, 전하의 종류, 입자의 질량 비교하기
전자기와 양자-5	(1) 전자기적 상호작용	[12전자01-05]	서·논술형	• 자기 브레이크와 변압기의 원리를 알고, 자기선속의 변화로부터 유도전류 예상하기
전자기와 양자-6	(1) 전자기적 상호작용	[12전자01-07]	서·논술형	• 트랜지스터의 스위칭 작용을 이해하고 이를 적용하여 논리회로에서 출력전압 예상하기
전자기와 양자-7	(2) 빛과 정보통신	[12전자02-01]	서·논술형	• 반사에 의한 위상 변화와 광경로차를 바탕으로 얇은 막에 의한 간섭 무늬 설명하기
전자기와 양자-8	(2) 빛과 정보통신	[12전자02-02]	서·논술형	• 수차의 개념 설명 및 뉴턴 망원경 속 렌즈 및 거울 활용 원리 설명하기
전자기와 양자-9	(2) 빛과 정보통신	[12전자02-03]	서·논술형	• 편광판을 지나는 빛의 투과량 변화 정성적으로 설명하기
전자기와 양자-10	(2) 빛과 정보통신	[12전자02-05]	서·논술형	• 레이저의 특징과 활용 사례 설명하기
전자기와 양자-11	(3) 양자와 미시세계	[12전자03-03]	실험·실습	• 컴퓨터 모의실험을 통해 터널 효과에 대해 탐구하고, 이를 바탕으로 전자 소자 소형화에서 발생하는 문제를 설명할 수 있다.
전자기와 양자-12	(3) 양자와 미시세계	[12전자03-04]	선다형	• 현대의 원자모형 설명하기 • 현대의 원자모형과 보어의 원자모형 비교

다음은 컴퓨터 모의실험을 통해 터널 효과의 발생 가능성과 영향을 미치는 요소를 확인하기 위한 탐구 활동 보고서이다. 탐구 활동 보고서를 완성하시오.

탐구 활동 보고서

202 년 월 일	학년 반 번 이름:
탐구활동	터널 효과

1. 실험 과정

1) 그림의 QR 코드를 통해 터널 효과 컴퓨터 모의실험 사이트기에 접속한다.
(QR 코드가 연결되지 않을 시
링크:https://m.site.naver.com/1uP0a 활용)

2) 그림과 같은 모의실험 창이 뜨면 ①파형 선택란에서 wavepacket을 선택한다.

3) ②입자의 에너지 조절 바를 움직여 퍼텐셜 장벽 값보다 작게 한다.

4) ▶ 버튼을 눌러 입자가 가진 에너지보다 퍼텐셜 장벽의 에너지가 더 클 때 입자가 퍼텐셜 장벽을 투과할 수 있는지를 관찰하고, 스크린 샷을 통해 기록한다.

5) ③퍼텐셜 장벽의 두께를 각각 2배, 3배로 증가시키며 과정 4)를 반복한다.

6) ③퍼텐셜 장벽의 높이를 조정하여 퍼텐셜 장벽의 에너지에서 입자의 에너지를 뺀 값을 각각 2배, 3배로 증가시키며 과정 4)를 반복한다.

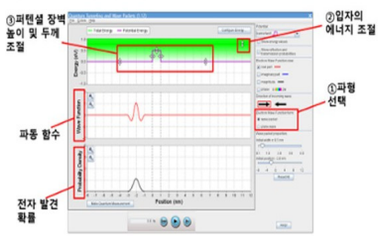


그림 출처: 콜로라도 볼더 대학의 PhET Interactive Simulations

2. 실험 결과

1) 입자가 가진 에너지보다 퍼텐셜 장벽의 에너지가 더 클 때 입자가 퍼텐셜 장벽을 투과한 전자를 발견할 확률 확인하기 [1점]

퍼텐셜 장벽 너머 영역 전자 발견 확률 스크린 샷 (변인들의 설정을 모두 확인할 수 있게 프로그램 화면 전체 캡처)

2) 퍼텐셜 장벽 두께에 따른 퍼텐셜 장벽 투과 전자 발견 확률 확인하기 [2점]

1)의 장벽 두께의 2배일 때 퍼텐셜 장벽 너머 영역 전자 발견 확률 스크린 샷	1)의 장벽 두께의 3배일 때 퍼텐셜 장벽 너머 영역 전자 발견 확률 스크린 샷
(변인들의 설정을 모두 확인할 수 있게 프로그램 화면 전체 캡처)	

3) 퍼텐셜 장벽의 에너지와 입자 에너지 차에 따른 퍼텐셜 장벽 투과 전자 발견 확률 [1점]

1)의 에너지 차의 2배일 때 퍼텐셜 장벽 너머 영역 전자 발견 확률 스크린 샷 (변인들의 설정을 모두 확인할 수 있게 프로그램 화면 전체 캡처)

3. 정리

1) **실험 결과** 1)과 2)를 바탕으로 퍼텐셜 에너지 장벽의 두께와 퍼텐셜 에너지 장벽 투과 전자 발견 확률 간의 관계를 서술하시오. (단, 구체적인 값을 비교하는 것이 아니라 간단한 대소 비교만 할 것) [2점]

감사합니다