

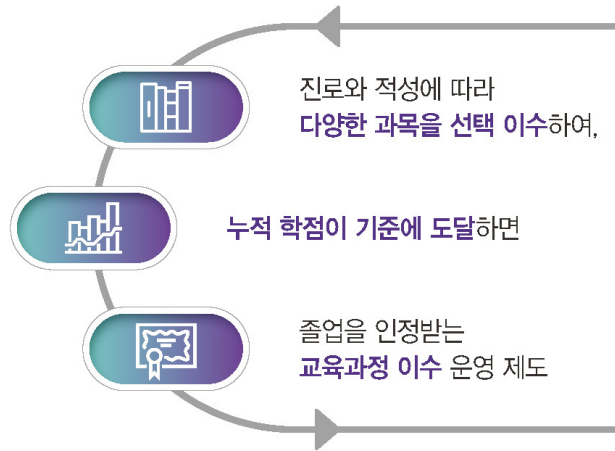
학업 성취율 판단 근거로서 과학과 최소 학업 성취수준 진술문

과학과는 **총괄**로 지영래(한국교육과정평가원) / **개발**진으로 김병인(당곡고), 박지선(혜화여고), 박창용(이화여고), 석동진(노원고), 손정우(경상대), 이일(광명고), 정대홍(서울대), 정순영(명호고), 최우석(한성과학고), 최종훈(서울사대부고) / **검토**진으로 강태욱(고대부고), 권지수(풍생고), 김세민(호평고등학교), 김이슬(세종과학고), 김혁(경기과학고), 김효준(충훈고), 문태주(양재고), 박평현(경북여고), 배대성(성주중), 송현진(문현고), 안정용(한성과학고), 엄익환(경문고), 오창진(경안고), 이형문(신성고), 임기정(호평고등학교), 천지은(안창고) 등이 참여함.

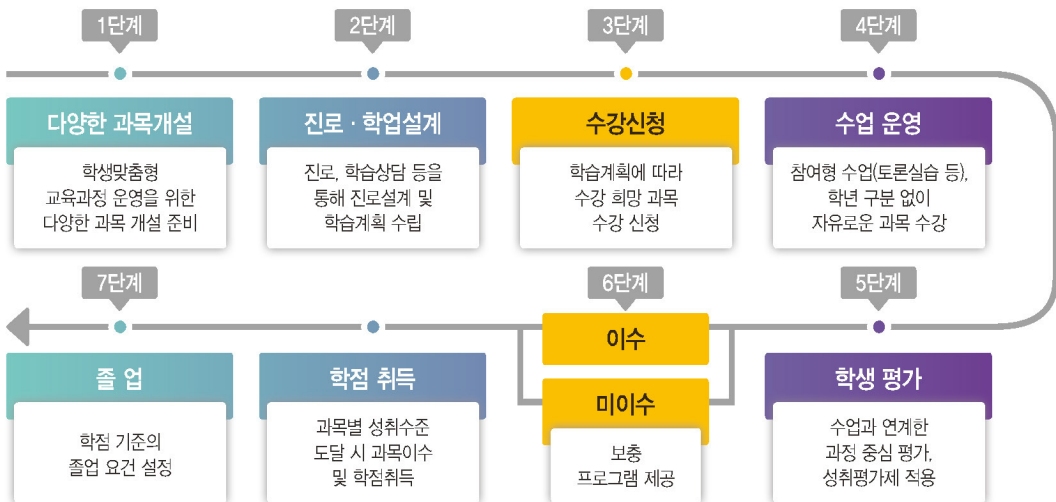
본 내용은 2019년 한국교육과정평가원에서 발행한 '고교학점제 도입에 따른 고등학교 교과 이수 기준 설정 방안 탐색'(노은희, 이광우, 김진숙, 신향수, 변희현, 주형미, 김영은, 지영래, 연구보고 RRC 2019-3)을 토대로 작성한 것으로, 전체 연구의 자세한 내용은 www.kice.re.kr(자료마당 → 연구보고서)에서 보실 수 있습니다.

01 고교학점제에서의 교과 이수 기준 안내

▶ 고교학점제의 의미

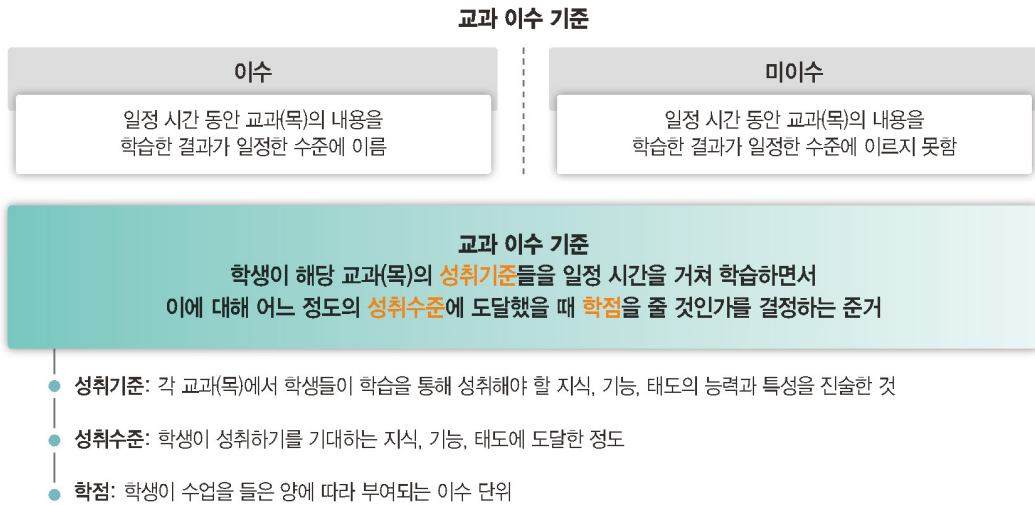


▶ 고교학점제의 운영 체계

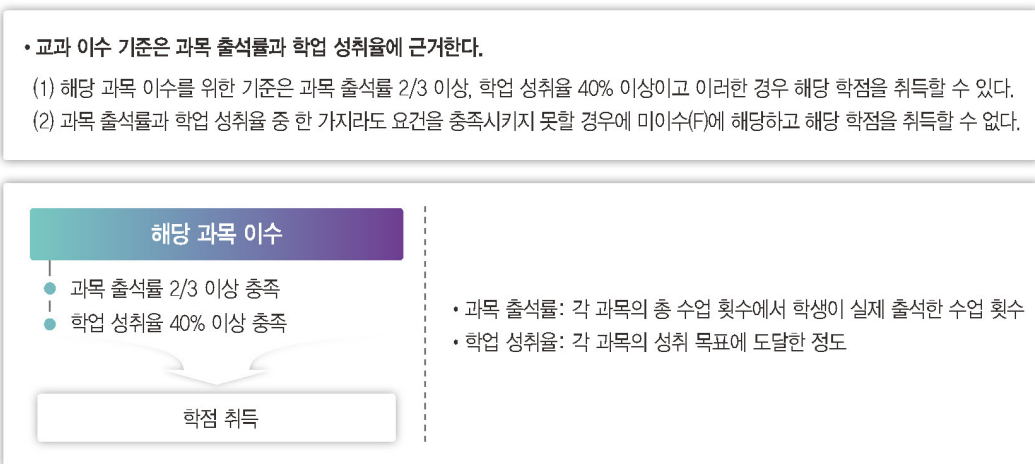


▶ 교과 이수 기준의 의미

- 교과 이수 기준은 해당 교과(목)의 이수와 미이수 여부를 판정하는 기준으로, 고교학점제에서는 이러한 교과 이수 기준에 따라 이수로 판정이 되면 해당 교과(목)의 학점을 취득할 수 있음.



▶ 교과 이수 기준(안)



▶ 교과 이수 기준 설정에 따른 교과 성취율 및 성취도(안)

- 현행 성취평가제를 토대로 할 때, 현행 60% 미만인 E 수준에서 하한선을 40%로 두어 40% 이상~60% 미만으로 재설정하여 이 수준까지 최소 학업 성취수준을 달성한 ‘이수’로 판정함.

성취율	성취도	
90% 이상	A	
80% 이상 ~ 90% 미만	B	
70% 이상 ~ 80% 미만	C	
60% 이상 ~ 70% 미만	D	
40% 이상 ~ 60% 미만	E(최소 학업 성취수준)	↑ 이수
40% 미만	F(미이수)	↓ 미이수

▶ 학업 성취율 판단 근거로서 최소 학업 성취수준 개발

- 최소 학업 성취수준은 교육 목표에 비추어 학생이 알아야 할 것과 할 수 있는 것의 내용과 범위를 최소한으로 제시한 성취기준에 도달한 정도를 말함.
- 최소 학업 성취수준은 크게 성취율 범위와 이에 대응하는 성취수준 진술문으로 구성 되는데, 성취율 범위는 40% 이상~60% 미만으로 교과 공통으로 설정한 바, 이에 해당하는 학생의 일반적 특성을 진술한 성취수준 진술문을 개발하여 교사에게 안내해 줄 필요가 있음.

▶ 교과 공통 최소 학업 성취수준 진술문 개발 방향

- 교과(목) 교육과정의 성취기준에 근거한다. 성취기준은 각 교과(목)에서 학생들이 학습을 통해 성취해야 할 지식, 기능, 태도의 능력과 특성을 진술한 것으로, 교수·학습 및 평가의 실질적인 근거로 교사가 무엇을 가르치고 평가해야 하는지, 학생이 무엇을 공부하고 성취해야 하는지에 관한 실질적인 지침이 된다. 또한 2015 개정 교육과정의 성취기준은 핵심역량을 기반으로 지식, 기능, 태도를 복합적으로 고려하였으므로 성취기준을 근거로 할 경우 핵심역량의 성취 정도도 반영할 수 있다.
- 교과(목)에서 기대하는 최소한의 능력 정도를 담아야 한다. 다만, 최소한의 능력이더라도 학업 성취에 대한 교과 이수의 판정 근거가 되므로, 교과(목)에서 기대하는 적절한 정도의 능력은 담보할 필요가 있다.

- 현행 성취평가제 E 수준 범위 이내이어야 한다. 고교학점제는 현행 성취평가제를 기반으로 운영된다. 따라서 최소 학업 성취수준 설정은 이를 준용할 필요가 있다. 즉, 현행 성취평가제에서 최저의 성취수준으로 설정한 E 수준 범위에서 새롭게 최소 학업 성취수준의 범위를 설정하고 이에 해당하는 학생의 능력 특성을 기술해야 한다.

▶ 교과 공통 최소 학업 성취수준 진술문 개발 단계



- ① 문헌 분석 단계 : 최소 학업 성취수준에 대한 진술은 교육과정의 성취기준에 근거해야 하므로 2015 개정 교육과정 문서와 이에 따른 교과별 평가기준과 단위/영역별 성취수준이 수록된 보고서를 분석함. 또한 학점제를 운영하고 있는 국외의 최소 학업 성취수준 진술문의 제시 방식 등을 검토하여 시사점을 도출함.
- ② 교과 개발 방향 수립 단계 : 교과 간 공유해야 할 공통적인 개발 원리를 개발하고 교과별로 개발할 대상 과목을 선정함. 이때 세부적으로는 개발 단위, 진술 항목 및 표현 방식 정도 등을 교과 간 공유하고 공통적으로 참조해야 할 지침도 마련함.
- ③ 최소 학업 성취수준 개발 단계 : 각 교과별로 교과 전문가 패널을 구성하여 최소 학업 성취수준 진술문 초안을 개발하면서 교과 간 공유해야 할 사안을 조율해 나감.
- ④ 현장 적합성 검토 단계 : 각 교과별로 고등학교 교사를 대상으로 검토단을 구성하여 최소 학업 성취수준 진술문 초안에 대한 현장 적합성 검토를 실시함. 현장 적합성 검토를 받기 위해 사전에 모든 검토자를 대상으로 워크숍을 실시하여 고교학점제에서 최소 학업 성취수준의 의미와 기능, 개발 방향과 의도, 검토 항목과 방법을 공유함. 이는

검토의 눈높이를 동일하게 맞추기 위한 과정임. 워크숍 이후 검토자들은 개발된 최소 학업 성취수준 진술문이 판단 근거 자료로서 적합한가를 검토하여 그에 대한 의견을 제출함. 이후 교과 전문가 패널은 검토 의견을 반영하여 최소 학업 성취수준 진술문을 수정함.

- ⑤ 전문가 타당성 검토 단계 : 현장 적합성 검토에 따라 수정된 최소 학업 성취수준 진술문에 대해 다시 교육 전문가들로부터 타당성을 점검 받음.
- ⑥ 최종안 개발 단계 : 교과 전문가 패널이 교육 전문가들로부터 제기된 검토 의견 및 수정 방향을 반영하여 최종적으로 최소 학업 성취수준 진술문을 확정함.

▶ 교과 공통 최소 학업 성취수준 진술문 개발 지침

교과별 개발 단위에 따른 최소 학업 성취수준 진술문은 ‘일반적 특성’, ‘일반적 특성에 따른 하위 항목’, ‘수행 활동/판단 근거’ 등으로 구성된다. 단위/영역별 성취수준이 ‘일반적 특성’만을 진술한 것에 비해, 이수과 미이수를 판정하는 근거 자료로서 최소 학업 성취수준은 교사의 판단을 도울 수 있도록, 일반적 특성을 하위 항목으로 나누고 이에 대한 ‘수행 활동/판단 근거’를 구체화하였다.

단위/영역/ 핵심 개념	일반적 특성	일반적 특성에 따른 하위 항목	수행 활동 / 판단 근거
		①	.
		②	. .
		③	. . .
		⋮	

- ① 단위/영역/핵심 개념 : 교과(목) 최소 학업 성취수준 진술문의 개발 단위를 결정한다. 본 연구는 2015 개정 교육과정과 성취평가제에 근거하여 최소 학업 성취수준 진술문을 개발하므로 ‘2015 개정 교육과정 평가기준’의 개발 단위를 준용하고자 한다.¹⁾ 즉,

1) 교과별 평가기준은 에듀넷·티클리어(www.edunet.net, 2015개정교육과정→평가기준)에서 찾을 수 있음.

최소 학업 성취수준의 개발 단위는 각 교과에서 설정한 단위/영역별 성취수준을 진술한 단위로 하는 것이 적절하다고 판단하였다.

- ② 일반적 특성 : 최소 학업 성취수준 진술문은 현행 단위/영역별 성취수준 E(60% 미만)의 일반적 특성을 고려한다. 이때, 단위 또는 영역에 포함된 성취기준의 평가기준 '하'와 단위/영역별 성취수준 E(60% 미만)를 재검토하여 본 연구에서 설정한 성취수준 E(40% 이상~60% 미만)의 일반적 특성으로 적합한지 살피고 필요 시 새롭게 진술한다.
- ③ 일반적 특성에 따른 하위 항목 : 새로 설정한 단위/영역별 성취수준 E(40% 이상~60% 미만)의 일반적 특성에 대한 진술문을 하위 항목으로 나눈다. 이는 일반적 특성의 진술문이 보통 포괄적이어서 교사가 이를 통해 학생의 성취수준을 판단하기 어려우므로 하위 항목으로 나누어 그 판단 근거를 제공하고자 함이다. 하위 항목으로 나누는 기준은 교과별 특성을 반영하여 정하며 단위/영역에 포함된 핵심적인 성취기준의 내용을 중심으로 한다.
- ④ 수행 활동/판단 근거 : 세분화된 하위 항목 특성별로 성취 여부를 판단할 수 있는 수행 활동/판단 근거를 구체화하여 제시한다. 수행 활동/판단 근거는 40% 이상~60% 미만의 능력을 지닌 학생들이 보여줄 만한 전형적인 모습을 가급적 구체적인 양상으로 진술함으로써, 교사가 이를 통해 그 수준 차이를 판단할 수 있도록 한다.

▶ 최소 학업 성취수준 진술문 시범 개발 과목

- 고교학점제의 학교 현장 적용을 목적으로, 우선 국어, 수학, 영어, 사회, 과학의 5개 교과 10개 과목에 대해 시범적으로 최소 학업 성취수준을 마련함. 교과별로 공통 과목 1개와 선택 비율이 높은 일반 선택 과목 1개로 한정하여 최소 학업 성취수준 진술문을 개발하여 제시함.

교과		국어	수학	영어	사회	과학
개발 과목	공통 과목	국어	수학	영어	통합사회	통합과학
	일반 선택 과목	독서	수학 I	독해와 작문	사회·문화	물리학 I

02

과학과 교과 이수 기준(안) 개발

과학과의 경우 공통 과목 <통합과학>, 일반 선택 과목 <물리학 I> 2과목에 대해, 교과 이수 기준의 판정 근거로서 최소 학업 성취수준 진술문을 개발하였다.

가. 공통 과목 <통합과학>

공통 과목 <통합과학>은 물질의 규칙성과 결합, 자연의 구성 물질, 역학적 시스템, 지구 시스템, 생물 시스템, 화학 변화, 생물다양성과 유지, 생태계와 환경, 발전과 신재생 에너지의 총 9개의 단원으로 구성되어 있다. 2015 개정 교육과정 개정 시 이러한 단원별 특성을 고려하여 32개 성취기준의 평가기준과 영역별 성취수준을 개발하였고 이를 기반으로 성취평가제에 따른 평가를 실행하였다. 마찬가지로 고교학점제는 이러한 성취평가제에 기반하여 운영되므로, 본 연구의 최소 학업 성취수준 진술문도 이를 토대로 개발하였다.

(1) 물질의 규칙성과 결합

2015 개정 교육과정 평가기준(고등학교 과학과)에서 제시된 물질의 규칙성과 결합 단원 평가기준 ‘하’를 재검토한 결과, 평가기준의 기술이 적정하여 그대로 유지하는 것이 바람직하다고 판단하였다.

2015 개정 교육과정 평가기준(고등학교 과학과)에서 제시된 물질의 규칙성과 결합 단원 성취수준 ‘E’를 재검토한 결과, ‘교사가 제시한 방법’이라는 문장은 교과서나 교육과정에 제시한 탐구 활동이 모두 교사가 제시한 방법을 내재하고 있다는 점에서 삭제 가능하다고 판단하였다. 따라서 ‘교사가 제시한 방법’이라는 문구는 삭제하였다.

물질의 규칙성과 결합 단원에서 새로 설정한 성취수준 ‘E’에 대해 다시 ‘하위 항목’으로 나누고 이를 판단할 수 있는 활동 또는 근거(‘수행 활동/판단 근거’)의 세부 내용을 제시하였다. 여기서 수행 활동/판단 근거는 교사의 현장 적합성 검토와 전문가의 타당성 검토를 통해 최종 확정하였다. <표 1>은 이러한 과정을 거쳐 최종 확정된 물질의 규칙성과 결합 단원의 최소 학업 성취수준(E, 40% 이상 60% 미만) 진술문이다.

표 1 | 공통 과목 <통합과학> 물질의 규칙성과 결합 단원의 최소 학업 성취수준 진술문

영역	일반적 특성	일반적 특성에 따른 하위 항목	수행 활동 / 판단 근거
물질의 규칙성과 결합	분광기로 수소의 선스펙트럼을 관찰하고 우주에 가장 많은 원소가 수소임을 이해할 수 있다. 모든 물질은 원소로 이루어져 있고, 원소들의 화학 결합으로 다양한 물질이 생성됨을 이해할 수 있다. 알칼리 금속과 할로젠의 반응성을 확인하는 안내된 탐구와 주기율표 만들기 활동에 참여할 수 있다. 이온 결합 물질과 공유 결합 물질을 분류하는 탐구 활동에 참여할 수 있다. ²⁾	① 분광기로 수소의 선스펙트럼을 관찰하고 우주에 가장 많은 원소가 수소임을 이해할 수 있다.	• 우주에 가장 많은 원소가 수소임을 안다.
		② 모든 물질은 원소로 이루어져 있고, 원소들의 화학 결합으로 다양한 물질이 생성됨을 이해할 수 있다.	• 원소들의 화학 결합으로 다양한 물질이 생성됨을 안다.
		③ 알칼리 금속과 할로젠의 반응성을 확인하는 안내된 탐구와 주기율표 만들기 활동에 참여할 수 있다.	• 주기율표 만들기 활동에 참여한다.
		④ 이온 결합 물질과 공유 결합 물질을 분류하는 탐구 활동에 참여할 수 있다.	• 이온 결합 물질과 공유 결합 물질을 분류하는 탐구 활동에 참여한다.

물질의 규칙성과 결합 단원에서 새로 설정한 성취수준 'E'의 일반적 특성에 대해 <표 1>과 같이 4개의 '하위 항목'으로 나누고 이를 판단할 수 있는 4개의 활동 또는 근거('수행 활동/판단 근거')를 제시하였다.

첫 번째 하위 항목은 '분광기로 수소의 선스펙트럼 관찰하기' 기능 요소와 '우주에서 가장 많은 원소가 수소이다'는 지식 요소가 함께 제시되어, 최소의 판단 근거로 기능과 지식을 함께 기술하는 것이 적절한지를 논의할 필요가 있었다. 전문가 패널은 '분광기로 수소의 선스펙트럼을 관찰하는 활동을 모든 학교에서 해야 하는가'에 대해 문제 제기과 함께, 선스펙트럼 관찰 활동을 통해 수소가 가장 많은 원소임을 이해하는 것은 어렵다고 판단하였다. 이에 '•우주에 가장 많은 원소가 수소임을 안다.'로 수행 활동 및 판단 근거를 제시하였다. 두 번째 하위 항목은 '모든 물질은 원소로 이루어짐'과 '화학 결합으로 다양한 물질이 생성됨'의 두 개의 내용 요소가 2015 개정 교육과정 평가기준(고등학교 과학과)에서 제시되었다. 전문가 패널은 두 개의 내용 요소 중 '•원소들의 화학 결합으로 다양한 물질이 생성됨을 안다.'를 기초 내용으로 합의하였다. 세 번째 하위 항목에서는 '알칼리 금속과 할로젠의 반응성 확인 탐구'와 '주기율표 만들기 활동'의 두 기능 요소로 제시하였다. 이에 두 탐구 활동 중 최소 수준에 해당하는 활동을 '•주기율표 만들기 활동에 참여한다.'로 협의하였다. 네 번째 하위 항목은 '•이온 결합 물질과 공유 결합 물질을 분류하는 탐구 활동에 참여한다.'를 유지하였다.

2) 2015 개정 교육과정 평가기준(고등학교 과학과)에서 재진술 사항은 밑줄 표시하였다.

(2) 자연의 구성 물질

2015 개정 교육과정 평가기준(고등학교 과학과)에서 제시된 자연의 구성 물질 단위 성취 기준의 평가기준 ‘하’를 재검토한 결과, 단백질과 핵산이라는 새로운 용어를 사용하기보다는 생물체를 구성하는 물질이라는 일반적인 용어를 사용하여 난이도를 낮추도록 설정하였다. 또한 ‘신소재의 의미를 알고’에서 안다는 것을 구체적인 행동을 표현하는 서술어로 바꾸어 평가기준을 명확하게 제시하였다.

2015 개정 교육과정 평가기준(고등학교 과학과)에서 제시된 자연의 구성 물질 단위 성취 수준 ‘E’를 재검토한 결과, ‘교사가 제시한 방법’이라는 문장은 교과서나 교육과정에 제시한 탐구 활동이 모두 교사가 제시한 방법을 내재하고 있다는 점에서 삭제 가능하다고 판단하였다. 따라서 ‘교사가 제시한 방법’이라는 문구는 삭제하였다. 또한 탐구 활동을 구체적으로 명시하는 것이 필요하다고 판단하여 규산염 광물과 탄소 화합물에 대한 탐구를 추가하였다. ‘수행’이라는 용어가 의미하는 행위가 다양하므로 구체적으로 표현하는 것이 필요하다고 판단하였다. 이에 E 수준은 수행의 최소 수준이므로 ‘참여한다.’로 설정하였다. 또한 생물체의 구성 물질과 단위체가 내용 요소이므로 단백질과 핵산이라는 새로운 용어를 사용하기보다는 ‘생물체의 구성 물질’이라는 요소를 넣을 필요가 있으며, 이는 생물체를 구성하는 물질이라는 일반적인 용어를 사용하여 난이도를 낮출 수 있다고 판단하였다. 마지막으로 ‘신소재의 의미를 알고’에서 안다는 것을 구체적인 행동을 표현하는 서술어로 바꾸어 평가기준을 명확하게 제시하였다.

자연의 구성 물질 단원에서 새로 설정한 성취수준 ‘E’에 대해 다시 ‘하위 항목’으로 나누고 이를 판단할 수 있는 활동 또는 근거(‘수행 활동/판단 근거’)의 세부 내용을 제시하였다. 여기서 수행 활동/판단 근거는 교사의 현장 적합성 검토와 전문가의 타당성 검토를 통해 최종 확정하였다. <표 2>는 이러한 과정을 거쳐 최종 확정된 자연의 구성 물질 단원의 최소 학업 성취 수준(E, 40% 이상 60% 미만) 진술문이다.

표 2 | 공통 과목 <통합과학> 자연의 구성 물질 단원의 최소 학업 성취수준 진술문

영역	일반적 특성	일반적 특성에 따른 하위 항목	수행 활동 / 판단 근거
자연의 물질 구성	규산염 광물과 탄소 화합물에 대한 탐구 활동에 참여하여 지각과 생명체를 구성하는 대부분의 물질이 화합물임을 말할 수 있으며, 생물체를 구성하는 물질이 기본적인 단위체의 조합으로 이루어졌음을 말할 수 있다. 신소재의 의미를 알고 신소재가 일상생활에 사용되는 사례를 제시할 수 있다. ³⁾	① 규산염 광물과 탄소 화합물에 대한 탐구 활동에 참여한다.	• 규산염 광물과 탄소 화합물에 대한 탐구 활동에 참여한다.
		② 지각과 생명체를 구성하는 대부분의 물질이 화합물임을 말할 수 있다.	• 지각과 생명체를 구성하는 대부분의 물질이 화합물임을 안다.
		③ 생물체를 구성하는 물질이 기본적인 단위체의 조합으로 이루어졌음을 말할 수 있다	• 생물체를 구성하는 물질이 기본적인 단위체의 조합으로 이루어졌음을 안다.
		④ 신소재의 의미를 학습하고 신소재가 일상생활에 사용되는 사례를 제시할 수 있다.	• 일상생활에 사용되는 신소재의 사례를 찾는 활동에 참여한다.

자연의 구성 물질 단원에서 새로 설정한 성취수준 'E'의 일반적 특성에 대해 <표 2>와 같이 4개의 '하위 항목'으로 나누고 이를 판단할 수 있는 4개의 활동 또는 근거('수행 활동/판단 근거')를 제시하였다.

첫 번째와 두 번째 하위 항목은 '탐구 활동을 통해 지식 요소를 습득하는' 순차적 진술을 분리하여 수행 활동 및 판단 근거를 제시하였다. 이를 통해 '•규산염 광물과 탄소 화합물에 대한 탐구 활동'을 통한 학습 목표의 다양성을 높이고, 지식 요소는 '•지각과 생명체를 구성하는 대부분의 물질이 화합물임을 안다.'로 최소화하여 설정하였다.

세 번째 하위 항목은 '단백질과 핵산'을 '생물체를 구성하는 물질'로 대체하여 용어를 수준을 낮추어 수행 활동 및 판단 근거를 설정하였다. 네 번째 하위 항목인 '신소재의 의미를 아는 것'과 '일상생활에서 사용되는 신소재의 사례를 제시하기'로 기술되어 있었다. 전문가 패널은 최소 학업 성취수준이 되도록 내용 요소의 양을 줄이는 것이 필요하다고 판단하였다. 이에 '•일상생활에 사용되는 신소재의 사례를 찾는 활동에 참여한다.'로 내용 요소를 줄이고 활동 중심으로 판단 근거를 개발하였다.

3) 2015 개정 교육과정 평가기준(고등학교 과학과)에서 재진술 사항은 밑줄 표시하였다.

(3) 역학적 시스템

2015 개정 교육과정 평가기준(고등학교 과학과)에서 제시된 역학적 시스템 단위 평가기준 '하'를 재검토한 결과, 평가기준의 기술이 적정하여 그대로 유지하는 것이 바람직하다고 판단하였다.

2015 개정 교육과정 평가기준(고등학교 과학과)에서 제시된 역학적 시스템 단위 성취수준 'E'를 재검토한 결과, '교사가 제시한 방법'이라는 문장은 교과서나 교육과정에 제시한 탐구 활동이 모두 교사가 제시한 방법을 내재하고 있다는 점에서 삭제 가능하다고 판단하였다. 따라서 '교사가 제시한 방법'이라는 문구는 삭제하였다.

역학적 시스템 단위에서 새로 설정한 성취수준 'E'에 대해 다시 '하위 항목'으로 나누고 이를 판단할 수 있는 활동 또는 근거('수행 활동/판단 근거')의 세부 내용을 제시하였다. 여기서 수행 활동/판단 근거는 교사의 현장 적합성 검토와 전문가의 타당성 검토를 통해 최종 확정하였다. <표 3>은 이러한 과정을 거쳐 최종 확정된 역학적 시스템 단위의 최소 학업 성취수준 (E, 40% 이상 60% 미만) 진술문이다.

표 3 | 공통 과목 <통합과학> 역학적 시스템 단위의 최소 학업 성취수준 진술문

단위	일반적 특성	일반적 특성에 따른 하위 항목	수행 활동 / 판단 근거
역학적 시스템	자유 낙하와 수평으로 던진 물체의 운동 비교하기 활동에 참여하여 두 운동이 공통적으로 중력의 작용에 의한 운동임을 이해할 수 있다. 일상생활에서 충돌과 관련된 안전사고 탐색하기 활동을 통해 다양한 안전장치에 관심을 갖고 충돌 시 작용하는 힘의 크기를 줄일 수 있는 안전장치의 다양한 예를 찾아 발표할 수 있다. ⁴⁾	① 자유 낙하와 수평으로 던진 물체의 운동을 비교하는 활동에 참여한다.	• 자유 낙하와 수평으로 던진 물체의 운동을 비교하는 활동에 참여한다.
		② 자유 낙하와 수평으로 던진 물체의 운동은 모두 중력의 작용에 의한 운동임을 이해할 수 있다.	• 자유 낙하와 수평으로 던진 물체의 운동이 모두 중력에 의한 운동임을 안다.
		③ 일상생활에서 충돌과 관련된 안전장치의 예를 탐색하기 활동을 통해 다양한 안전장치에 관심을 갖는다.	• 일상생활에서 충돌과 관련된 안전장치에 관심을 갖는다.
		④ 충돌 시 피해를 줄일 수 있는 안전장치의 다양한 예를 찾아 발표할 수 있다.	• 충돌 시 피해를 줄일 수 있는 안전장치의 예를 찾아보는 활동에 참여한다.

역학적 시스템 단위에서 새로 설정한 성취수준 'E'의 일반적 특성에 대해 <표 3>과 같이 4개의 '하위 항목'으로 나누고 이를 판단할 수 있는 4개의 활동 또는 근거('수행 활동/판단 근거')를 제시하였다.

4) 2015 개정 교육과정 평가기준(고등학교 과학과)에서 재진술 사항은 밑줄 표시하였다.

첫 번째 하위 항목은 역학적 시스템 단원의 ‘탐구 주제 및 활동’으로 제시된 ‘자유 낙하와 수평으로 던진 물체의 운동 비교하기’ 활동에 참여하는 것을 최소 수준으로 설정하였다.

두 번째 하위 항목의 경우, ‘이해할 수 있다’가 높은 수준의 행동 동사에 해당하는 것이어서 최소 학업 성취수준에 적합한 진술로 수정할 필요가 있었다. 이에 자유 낙하와 수평으로 던진 물체의 운동이 중력에 의한 운동임을 ‘이해할 수 있다.’를 ‘아는’ 수준으로 기술하는 것으로 결정하였다.

세 번째 하위 항목의 경우, ‘안전장치 탐색하기’와 ‘안전장치에 관심 갖기’가 함께 제시되어 있어 하나의 활동으로 수정하는 것이 필요하다는 논의가 있었다. 또한 네 번째 하위 항목에 안전장치 찾기 활동이 제시되어 있으므로, 해당 항목에서는 ‘안전장치에 관심 갖기’만 제시하는 것으로 설정하였다.

네 번째 하위 항목의 경우, 안전장치의 다양한 예를 ‘찾아서 발표하기’가 두 가지 수행을 포함하고 있어 최소 학업 성취수준에 적합한 진술로 수정할 필요가 있었다. 이에 ‘다양한 예’를 ‘예’로 수정하고 ‘찾아보는 활동에 참여’로 수준을 낮추어 진술하였다.

(4) 지구 시스템

2015 개정 교육과정 평가기준(고등학교 과학과)에서 제시된 지구 시스템 단원 성취기준의 평가기준 ‘하’를 재검토한 결과, 지진대나 화산대의 개념은 중학교에 등장하는 개념이며 통합 과학에서는 지진과 화산 활동으로 용어를 사용하고 있다. 따라서 해당 용어들을 통합과학에서 사용하는 용어로 교체하였다.

2015 개정 교육과정 평가기준(고등학교 과학과)에서 제시된 지구 시스템 단원 성취수준 ‘E’를 재검토한 결과, ‘조사’를 개별적으로 수행하기보다는 ‘모둠 단위의 조사활동 참여’을 통해 최소 학업 성취수준에 도달하지 못하는 학생들을 감소시키려 하였다. 또한 ‘교사가 제시한 방법’, ‘교사의 도움을 받아’라는 문장은 교과서나 교육과정에 제시한 탐구 활동이 모두 교사가 제시한 방법을 내재하고 있으므로 필요 없다고 판단하였다. 또한 성취기준의 평가기준에 수정한 바와 같이 지진대는 지진으로 화산대로 화산으로 설정하였다.

지구 시스템 단원에서 새로 설정한 성취수준 ‘E’에 대해 다시 ‘하위 항목’으로 나누고 이를 판단할 수 있는 활동 또는 근거(‘수행 활동/판단 근거’)의 세부 내용을 제시하였다. 여기서 수행 활동/판단 근거는 교사의 현장 적합성 검토와 전문가의 타당성 검토를 통해 최종 확정하였다. <표 4>는 이러한 과정을 거쳐 최종 확정된 지구 시스템 단원의 최소 학업 성취수준 (E, 40% 이상 60% 미만) 진술문이다.

표 4 | 공통 과목 <통합과학> 지구 시스템 단원의 최소 학업 성취수준 진술문

단원	일반적 특성	일반적 특성에 따른 하위 항목	수행 활동 / 판단 근거
지구 시스템	지구 시스템의 구성 요소와 상호 작용 조사 활동에 참여하여, 지구 시스템을 구성하는 하위 요소를 확인할 수 있다. 기권과 수권의 상호 작용의 예를 제시할 수 있으며, 지진과 화산 활동이 판의 경계와 관련 있음을 말할 수 있다. ⁵⁾	① 지구 시스템의 구성 요소와 상호 작용을 조사하는 활동에 참여하여, 지구 시스템을 구성하는 하위 요소를 확인할 수 있다.	• 지구 시스템을 구성하는 하위 요소들이 어떻게 상호 작용하는지 확인하는 활동에 참여한다.
		② 기권과 수권의 상호 작용의 예를 제시할 수 있다.	• 기권과 수권의 상호 작용의 예를 찾는 활동에 참여한다.
		③ 지진과 화산 활동이 판의 경계와 관련 있음을 말할 수 있다	• 지진과 화산 활동이 판의 경계와 관련 있음을 설명하는 활동에 참여한다.

지구 시스템 단원에서 새로 설정한 성취수준 ‘E’의 일반적 특성에 대해 <표 4>와 같이 3개의 ‘하위 항목’으로 나누고 이를 판단할 수 있는 3개의 활동 또는 근거(‘수행 활동/판단 근거’)를 제시하였다.

첫 번째 하위 항목은 ‘지구 시스템의 구성 요소’와 관련한 ‘참여하기’와 ‘확인하기’ 수행이 함께 제시되어 있어, 탐구 활동을 단일화하는 것이 필요하였다. 이에 ‘지구 시스템의 구성 요소와 상호 작용을 조사하는 활동에 참여하여, 지구 시스템을 구성하는 하위 요소를 확인할 수 있다.’를 ‘•지구 시스템을 구성하는 하위 요소들이 어떻게 상호 작용하는지 확인하는 활동에 참여한다.’로 설정하였다.

두 번째 하위 항목의 경우, ‘기권과 수권의 상호 작용의 예를 제시할 수 있다.’를 ‘•기권과 수권의 상호 작용의 예를 찾는 활동에 참여한다.’ 수정하여, 학생들의 참여를 판단 근거로 설정하는 것이 타당한 것으로 전문가 패널은 판단하였다.

세 번째 하위 항목의 경우, 고등학교 교육과정에 적절한 용어로 수정할 필요가 있었다. 평가 기준 하에서 지진대와 화산대의 용어를 사용했으나 이 용어는 중학교에 등장하는 개념이며 통합과학에서는 지진과 화산 활동으로 용어를 사용하고 있다. 이에 수행 활동 및 판단 근거를 ‘•지진과 화산 활동이 판의 경계와 관련 있음을 설명하는 활동에 참여한다.’로 현행 교육과정에 부합하도록 설정하였다.

5) 2015 개정 교육과정 평가기준(고등학교 과학과)에서 재진술 사항은 밑줄 표시하였다.

(5) 생명 시스템

2015 개정 교육과정 평가기준(고등학교 과학과)에서 제시된 생명 시스템 단위 성취기준의 평가기준 ‘하’를 재검토한 결과, 평가기준의 기술이 적정하여 그대로 유지하는 것이 바람직하다고 판단하였다.

2015 개정 교육과정 평가기준(고등학교 과학과)에서 제시된 생명 시스템 단위 성취수준 ‘E’를 재검토한 결과, 평가기준의 기술이 적정하여 그대로 유지하는 것이 바람직하다고 판단하였다.

생명 시스템 단위에서 새로 설정한 성취수준 ‘E’에 대해 다시 ‘하위 항목’으로 나누고 이를 판단할 수 있는 활동 또는 근거(‘수행 활동/판단 근거’)의 세부 내용을 제시하였다. 여기서 수행 활동/판단 근거는 교사의 현장 적합성 검토와 전문가의 타당성 검토를 통해 최종 확정하였다. <표 5>는 이러한 과정을 거쳐 최종 확정된 생명 시스템 단원의 최소 학업 성취수준(E, 40% 이상 60% 미만) 진술문이다.

표 5 | 공통 과목 <통합과학> 생명 시스템 단원의 최소 학업 성취수준 진술문

단원	일반적 특성	일반적 특성에 따른 하위 항목	수행 활동 / 판단 근거
생명 시스템	막을 통한 물질의 이동, 카탈레이스 유무에 따른 과산화수소 분해 탐구 활동에 참여하고, 탐구 활동의 결과를 토대로 세포와 세포막, 효소와 생체 촉매 등의 과학적 용어를 사용하여 발표할 수 있다. 모든 생명체의 정보가 유전자에 들어 있음을 말할 수 있다. ⁶⁾	① 막을 통한 물질의 이동 활동에 참여한 후 탐구 활동의 결과를 토대로 과학적 용어를 사용하여 발표할 수 있다.	• 막을 통한 물질의 이동 활동에 참여한다.
		② 카탈레이스 유무에 따른 과산화수소 분해 탐구 활동에 참여한 후 탐구 활동의 결과를 토대로 과학적 용어를 사용하여 발표할 수 있다.	• 효소의 유무에 따른 화학 반응의 차이에 관한 탐구 활동에 참여한다.
		③ 생명체의 정보가 유전자에 들어있음을 말할 수 있다.	• 생명체의 정보와 유전자가 관련이 있음을 안다.

생명 시스템 단위에서 새로 설정한 성취수준 ‘E’의 일반적 특성에 대해 <표 5>와 같이 3개의 ‘하위 항목’으로 나누고 이를 판단할 수 있는 3개의 활동 또는 근거(‘수행 활동/판단 근거’)를 제시하였다.

6) 2015 개정 교육과정 평가기준(고등학교 과학과)에서 재진술 사항은 밑줄 표시하였다.

첫 번째 하위 항목은 ‘막을 통한 물질의 이동’ 내용 요소에 대한 것으로 ‘세포막을 통한 물질의 선택적 이동’에 대한 실험과 ‘생명 활동에 세포막의 역할’에 대해 토의를 수행하는 것을 목표로 한다. 전문가 패널은 기존의 탐구 활동에 ‘참여하는’ 정도로 수행 활동 및 판단 근거의 수준을 낮추어 설정하는 것이 적절하다고 판단하였다. 또한 ‘과학적 용어를 사용하여 발표’하는 것은 높은 수준의 수행활동이므로 삭제하는 것으로 합의하였다.

두 번째 하위 항목의 경우, ‘카탈레이스 유무에 따른 과산화수소 분해를 탐구 활동’을 ‘•효소의 유무에 따른 화학 반응의 차이에 관한 탐구 활동에 참여한다.’로 수정하여, 다양한 탐구를 통해 수행 활동 및 판단 근거를 평가에 활용할 수 있도록 설정하였다. 또한 첫 번째 하위 항목과 동일하게, 탐구 활동의 결과를 ‘과학적 용어’로 ‘발표하기’는 수준을 낮추어 제시할 필요가 있다고 전문가 패널은 판단하였다.

세 번째 하위 항목은 ‘유전자’에 대한 것으로 ‘생명 시스템 유지에 필요한 세포 내 정보의 흐름’을 이해하고, ‘유전자와 단백질의 관계를 설명하기’의 기능을 수행하는 것을 목표로 한다. 그러나 유전자에 대한 정의를 이해하고 말하는 것이 모든 학생들이 수행하기에는 수준이 높다고 전문가 패널은 판단하였다. 이에 ‘•생명체의 정보와 유전자가 관련이 있음을 안다.’로 수준을 낮추어 설정하였다.

(6) 화학 변화

2015 개정 교육과정 평가기준(고등학교 과학과)에서 제시된 화학 변화 단원 성취기준의 평가기준 ‘하’를 재검토한 결과, 평가기준의 기술이 적정하여 그대로 유지하는 것이 바람직하다고 판단하였다. 화학 변화 단원 성취수준 ‘E’를 재검토한 결과, 평가기준의 기술이 적정하여 그대로 유지하는 것이 바람직하다고 판단하였다.

2015 개정 교육과정 평가기준(고등학교 과학과)에서 제시된 화학 변화 단원에서 새로 설정한 성취수준 ‘E’에 대해 다시 ‘하위 항목’으로 나누고 이를 판단할 수 있는 활동 또는 근거(‘수행 활동/판단 근거’)의 세부 내용을 제시하였다. 여기서 수행 활동/판단 근거는 교사의 현장 적합성 검토와 전문가의 타당성 검토를 통해 최종 확정하였다. <표 6>은 이러한 과정을 거쳐 최종 확정된 화학 변화 단원의 최소 학업 성취수준(E, 40% 이상 60% 미만) 진술문이다.

표 6 공통 과목 <통합과학> 화학 변화 단원의 최소 학업 성취수준 진술문

단원	일반적 특성	일반적 특성에 따른 하위 항목	수행 활동 / 판단 근거
화학 변화	광합성, 화석 연료의 사용, 철의 제련에 대해 조사하여 이 반응이 지구와 생명의 역사에 큰 변화를 가져왔음을 이해할 수 있다. 생명 현상 및 일상생활에서 일어나는 산화 환원 반응을 찾고, 생활 주변의 산과 염기의 사례를 조사하여 발표하는 활동에 참여할 수 있다. 산과 염기를 섞었을 때 용액의 온도와 지시약의 색이 변화하는 현상을 이해할 수 있고, 일상 생활에서 중화 반응을 이용하는 사례를 조사하는 활동에 참여할 수 있다. ⁷⁾	① 광합성, 화석 연료의 사용, 철의 제련에 대해 조사하여 이 반응이 지구와 생명의 역사에 큰 변화를 가져왔음을 이해할 수 있다.	• 지구와 생명의 역사에 큰 변화를 가져온 화학 반응을 찾아보는 활동에 참여한다.
		② 생명 현상 및 일상생활에서 일어나는 산화 환원 반응을 찾고, 생활 주변의 산과 염기의 사례를 조사하여 발표하는 활동에 참여할 수 있다.	• 생명 현상 및 일상생활에서 일어나는 산화 환원 반응 사례와 산과 염기 사례를 찾아보는 활동에 참여한다.
		③ 산과 염기를 섞었을 때 용액의 온도와 지시약의 색이 변화하는 현상을 이해할 수 있고, 일상 생활에서 중화 반응을 이용하는 사례를 조사하는 활동에 참여할 수 있다.	• 일상생활에서 중화 반응을 이용하는 사례를 찾아보는 활동에 참여한다.

화학 변화 단원에서 새로 설정한 성취수준 'E'의 일반적 특성에 대해 <표 6>과 같이 3개의 '하위 항목'으로 나누고 이를 판단할 수 있는 3개의 활동 또는 근거('수행 활동/판단 근거')를 제시하였다.

첫 번째 하위 항목은 지구와 생명의 역사에 큰 변화를 가져 온 다양한 사례와 반응을 모두 이해하기 어려울 것으로 전문가 패널은 판단하였다. 이에 '광합성, 화석 연료의 사용, 철의 제련'을 구체적으로 제시하지 않고 '•지구와 생명의 역사에 큰 변화를 가져온 화학 반응을 찾아보는 활동에 참여한다.'로 탐구 활동 주제의 다양성을 열어두었다.

두 번째 하위 항목의 경우, '생명 현상 및 일상생활에서 일어나는 산화 환원 반응'과 '생활 주변의 산과 염기의 사례'에 관한 두 가지 활동이 제시되어 내용을 한정하여 제시하는 것에 대해 전문가 패널과 논의하였다. 논의 결과, 두 활동이 두 개의 성취기준에 근거하고 있기 때문에 최소 수준으로 내용을 모두 포함하는 것이 적절하다고 판단하였다. 이에 '•생명 현상 및 일상생활에서 일어나는 산화 환원 반응 사례와 산과 염기 사례를 찾아보는 활동에 참여한다.'로 산화, 환원 반응'과 '산과 염기'의 사례를 찾아보는 활동을 수행하는 것으로 제시하였다.

세 번째 하위 항목의 경우, '산과 염기의 화학 변화 과정 해석하기'와 '일상생활에서 중화 반응 이용 사례 조사하여 토의하기'가 성취기준으로 제시되어 있다. 산과 염기를 섞었을 때 용액의 온도와 지시약의 색이 변화하는 중화 반응 현상을 이해하기 어려울 것으로 전문가

7) 2015 개정 교육과정 평가기준(고등학교 과학과)에서 재진술 사항은 밑줄 표시하였다.

패널은 판단하였다. 이에 ‘●일상생활에서 중화 반응을 이용하는 사례를 찾아보는 활동에 참여한다.’로 수준을 낮추었다.

(7) 생물 다양성과 유지

2015 개정 교육과정 평가기준(고등학교 과학과)에서 제시된 생물 다양성과 유지 단위 성취기준의 평가기준 ‘하’를 재검토한 결과, 평가기준의 기술이 적정하여 그대로 유지하는 것이 바람직하다고 판단하였다. 생물 다양성과 유지 단위 성취수준 ‘E’를 재검토한 결과, 성취수준의 기술이 적정하여 그대로 유지하는 것이 바람직하다고 판단하였다.

2015 개정 교육과정 평가기준(고등학교 과학과)에서 제시된 생물 다양성과 유지 단위에서 새로 설정한 성취수준 ‘E’에 대해 다시 ‘하위 항목’으로 나누고 이를 판단할 수 있는 활동 또는 근거(‘수행 활동/판단 근거’)의 세부 내용을 제시하였다. 여기서 수행 활동/판단 근거는 교사의 현장 적합성 검토와 전문가의 타당성 검토를 통해 최종 확정하였다. <표 7>은 이러한 과정을 거쳐 최종 확정된 생물 다양성과 유지 단위의 최소 학업 성취수준(E, 40% 이상 60% 미만) 진술문이다.

표 7 | 공통 과목 <통합과학> 생물 다양성과 유지 단위의 최소 학업 성취수준 진술문

단위	일반적 특성	일반적 특성에 따른 하위 항목	수행 활동 / 판단 근거
생물 다양성과 유지	내성 생명체 출현에 관한 자연 선택 모의 활동, 생물다양성 보전을 위한 실천 방안 탐구 활동에 참여하고, 탐구 활동의 결과를 토대로 지질 시대, 화석, 대멸종, 번이, 자연선택, 진화, 생물다양성 등의 과학적 용어를 사용하여 발표할 수 있다. 생물 다양성이 진화의 결과임을 이해할 수 있다. ⁸⁾	① 자연선택 모의 활동에 참여한 후 탐구 활동의 결과를 과학적 용어를 사용하여 발표할 수 있다.	● 자연선택 모의 활동에 참여한다.
		② 생물다양성 보전을 위한 실천 방안 탐구 활동에 참여한 후 탐구 활동의 결과를 과학적 용어를 사용하여 발표할 수 있다.	● 생물다양성 보전을 위한 실천 방안 탐구 활동에 참여한다.
		③ 생물다양성이 진화의 결과임을 이해할 수 있다.	● 생물다양성과 진화가 관련이 있음을 안다.

8) 2015 개정 교육과정 평가기준(고등학교 과학과)에서 재진술 사항은 밑줄 표시하였다.

생물 다양성과 유지 단원에서 새로 설정한 성취수준 'E'의 일반적 특성에 대해 <표 7>과 같이 3개의 '하위 항목'으로 나누고 이를 판단할 수 있는 3개의 활동 또는 근거('수행 활동/판단 근거')를 제시하였다.

첫 번째 하위 항목은 '진화와 자연선택' 내용 요소에 대한 것으로 '변이와 자연선택에 의한 진화의 원리'에 대한 이해와 '내성 세균의 출현 과정에 대한' 추론을 목표로 한다. 이는 '내성 생명체 출현에 관한 자연선택에 대한 모의활동'과 '지구상의 생명체 출현에 대한 여러 가설의 장단점에 대해 토의하기', '다윈의 진화론이 과학과 사회에 준 영향에 대해 조사 토론하기', '새로운 이론의 탄생이 다른 학문과 사회의 발달에 주는 영향 논의하기', '생물 대멸종의 원인과 그 이후의 변화에 대해 조사하기'가 '탐구 활동 예시'에 제시되었고, 통합과학 교과서는 해당 탐구 활동이 대부분 포함되어 있다. 따라서 교육과정 문서 및 교과서 포함 여부를 고려하였을 때, 기존의 탐구 활동을 '참여하는' 수준으로 유지하는 것이 타당하다고 전문가 패널은 판단하였으며, '탐구 결과에 대해 과학적 용어를 사용하여 발표'하는 것은 높은 수준의 수행 활동이라고 판단하여 '•자연선택 모의 활동에 참여한다.'로 설정하는 것이 적절하다고 판단하였다.

두 번째 하위 항목은 '생물다양성' 내용 요소에 대한 것으로 '생물다양성은 여러 수준의 개념을 통합하는 것임'을 이해하고, '생물다양성 보전 방안'에 대해 토의하는 것을 목표로 한다. 이는 '생물다양성 보전을 위한 실천 방안 탐구'와 '생태계 측면에서 생물다양성 보전에 필요성 토의하기'가 '탐구 활동 예시'에 제시되었고, 통합과학 교과서는 해당 탐구 활동이 대부분 포함되어 있다. 따라서 교육과정 문서 및 교과서 포함 여부를 고려하였을 때, 기존의 탐구 활동을 '참여하는' 수준으로 유지하는 것이 타당하다고 전문가 패널은 판단하였고, '탐구 결과에 대해 과학적 용어를 사용하여 발표'하는 것은 높은 수준의 수행 활동이라고 판단하여 '•생물다양성 보전을 위한 실천 방안 탐구 활동에 참여한다.'로 설정하는 것이 적절하다고 판단하였다.

세 번째 하위 항목은 '생물다양성' 내용 요소에 대한 것으로 '생물 다양성은 진화의 결과'라는 점을 이해하고, '생물다양성이 진화의 결과임을 근거를 들어 설명하기'의 기능을 수행하는 것을 목표로 한다. 이 항목에서 전문가 패널은 '생물 다양성이 진화의 결과'임을 이해하는 것은 높은 수준의 이해이므로 '•생물다양성과 진화가 관련이 있음을 안다.'로 설정하는 것이 타당하다고 전문가 패널은 판단하였다.

(8) 환경과 에너지

2015 개정 교육과정 평가기준(고등학교 과학과)에서 제시된 환경과 에너지 단위 성취기준의 평가기준 ‘하’를 재검토한 결과, 평가기준의 기술이 적정하여 그대로 유지하는 것이 바람직하다고 판단하였다. 환경과 에너지 단위 성취수준 ‘E’를 재검토한 결과, 성취기준별 평가기준의 ‘하’의 진술문을 중심으로 학생 참여 중심으로 재구성하였다. 또한 교육과정에서 제시한 탐구 활동보다는 ‘최소 학업 지식’만을 평가할 수 있는 진술문으로 재구성하였다.

2015 개정 교육과정 평가기준(고등학교 과학과)에서 제시된 환경과 에너지 단위에서 새로 설정한 성취수준 ‘E’에 대해 다시 ‘하위 항목’으로 나누고 이를 판단할 수 있는 활동 또는 근거(‘수행 활동/판단 근거’)의 세부 내용을 제시하였다. 여기서 수행 활동/판단 근거는 교사의 현장 적합성 검토와 전문가의 타당성 검토를 통해 최종 확정하였다. <표 8>은 이러한 과정을 거쳐 최종 확정된 환경과 에너지 단위의 최소 학업 성취수준(E, 40% 이상 60% 미만) 진술문이다.

표 8 | 공통 과목 <통합과학> 환경과 에너지 단위의 최소 학업 성취수준 진술문

단위	일반적 특성	일반적 특성에 따른 하위 항목	수행 활동 / 판단 근거
환경과 에너지	생태계의 구성 요소를 중심으로 생태계 보존의 필요성과 환경 변화가 생태계에 미치는 영향을 말한다. 또한 지구의 기후 변화 경향성 조사에 참여하여 이를 해결하기 위한 인류의 노력과, 화석연료가 사용되는 과정에서 열에너지의 형태로 외부로 버려지는 것이 어떤 의미가 있는지에 대해서 자신의 생각을 말한다. ⁹⁾	① 생태계의 구성 요소를 중심으로 생태계 보존의 필요성과 환경 변화가 생태계에 미치는 영향을 말한다.	• 생태계 구성 요소의 관점에서 생태계 보존의 필요성과 환경 변화가 생태계에 미치는 영향을 안다.
		② 지구의 기후변화 경향성 조사에 참여하여 이를 해결하기 위한 인류의 노력에 대한 자신의 생각을 말한다.	• 지구의 기후변화 문제를 해결하기 위한 인류의 노력에 대한 자신의 생각을 말할 수 있다.
		③ 화석연료가 사용되는 과정에서 열에너지의 형태로 외부로 버려지는 것이 어떤 의미가 있는지에 대해서 자신의 생각을 말한다.	• 화석연료가 사용되는 과정에서 에너지가 열에너지의 형태로 외부로 방출됨을 안다.

환경과 에너지 단위에서 새로 설정한 성취수준 ‘E’의 일반적 특성에 대해 <표 8>과 같이 3개의 ‘하위 항목’으로 나누고 이를 판단할 수 있는 3개의 활동 또는 근거(‘수행 활동/판단 근거’)를 제시하였다.

9) 2015 개정 교육과정 평가기준(고등학교 과학과)에서 재진술 사항은 밑줄 표시하였다.

첫 번째 하위 항목은 ‘생태계 보전’과 ‘먹이 관계 및 생태 피라미드’ 내용 요소에 대한 것으로 ‘생물과 환경의 상호 관계’에 대한 이해와 ‘인류 생존을 위한 생태계 보전의 필요성’을 추론하고, ‘생태계 평형이 유지되는 과정’을 이해하며, ‘환경 변화가 생태계에 미치는 영향에 대한 사례’에 대해 조사 및 토의하는 것을 목표로 한다. 이에 ‘생물다양성 파괴가 생태계 보전에 미친 영향에 대한 조사하기’와 ‘생태계와 생물다양성의 가치에 대해 토론하기’, ‘마른 멸치 위장을 해부하여 먹이 관계 파악하기’와 ‘생태 피라미드를 중심으로 생태계 평형이 유지되는 원리 토의하기’가 ‘탐구 활동 예시’에 제시되었고, 통합과학 교과서는 해당 탐구 활동이 대부분 포함되어 있다. 따라서 교육과정 문서 및 교과서 포함 여부를 고려하였을 때, ‘●생태계 구성 요소의 관점에서 생태계 보전의 필요성과 환경 변화가 생태계에 미치는 영향을 안다.’로 설정하는 것이 적절하다고 판단하였다.

두 번째 하위 항목은 ‘지구 환경 변화’ 내용 요소에 대한 것으로 ‘엘니뇨, 사막화 등과 같은 현상’을 분석하고, ‘이와 관련된 문제를 해결하기 위한 다양한 노력’에 대해 토론하는 것을 목표로 한다. 이에 ‘관측 자료를 활용한 한반도 기후 변화 경향성 파악 및 지구 전체 경향성과 비교하기’, ‘지구 기후 변화의 추이를 파악하고, 기후 변화의 원인을 설명하는 다양한 가설에 대해 논쟁하기’, ‘기후 변화로 인한 지구 미래 시나리오 작성하기’, ‘지구 환경 변화 극복을 위한 방안 토론하기’, ‘에너지 제로 하우스를 구성하고 미래 주거 형태에 주는 시사점 토의하기’가 ‘탐구 활동 예시’에 제시되었고 통합과학 교과서는 해당 탐구 활동이 대부분 포함되어 있다. 따라서 교육과정 문서 및 교과서 포함 여부를 고려하여 ‘●지구의 기후 변화 문제를 해결하기 위한 인류의 노력에 대한 자신의 생각을 말할 수 있다.’로 설정하는 것이 적절하다고 판단하였다.

세 번째 하위 항목은 ‘열효율’ 내용 요소에 대한 것으로 ‘열효율’을 이해하고, ‘화석 연료를 주로 사용하는 조건에서 높은 열효율의 의미 설명하기’의 기능을 수행하는 것을 목표로 한다. 이 항목은 영역별 성취수준 E에서 빠져 있으나 이 단원에서 꼭 학습하여야 하는 요소이므로 전문가 패널은 ‘●화석연료가 사용되는 과정에서 에너지가 열에너지의 형태로 외부로 방출됨을 안다.’를 추가하는 것이 타당하다고 판단하였다.

(9) 발전과 신재생 에너지

2015 개정 교육과정 평가기준(고등학교 과학과)에서 제시된 발전과 신재생 에너지 단원 성취기준의 평가기준 ‘하’를 재검토한 결과, ‘발전소에서 다양한 에너지가 전기에너지로 전환

되는 과정을 말할 수 있다.’, ‘송전 과정에서 손실 전력을 줄이기 위해 송전 전압이 변함을 말할 수 있다.’, ‘태양에너지의 일부가 지구에 도달하여 다양한 형태의 에너지로 전환되는 사례를 찾아본다.’, ‘다양한 신재생에너지의 개발 사례를 찾아보고 장단점, 개선 방안 등에 대해 자신의 생각을 말한다’ 로 설정하였다.

2015 개정 교육과정 평가기준(고등학교 과학과)에서 제시된 발전과 신재생 에너지 단위 성취수준 ‘E’를 재검토한 결과, 위에서 수정한 성취기준별 평가기준의 ‘하’의 진술문을 중심으로 학생 참여 중심 및 조사 활동 위주 재구성하였다. 또한 기존의 다섯 가지 성취기준을 ‘발전’과 ‘송전’, ‘태양에너지의 전환’, ‘신재생 에너지’ 등의 내용 요소로 재구조화하였다.

발전과 신재생 에너지 단위에서 새로 설정한 성취수준 ‘E’에 대해 다시 ‘하위 항목’으로 나누고 이를 판단할 수 있는 활동 또는 근거(‘수행 활동/판단 근거’)의 세부 내용을 제시하였다. 여기서 수행 활동/판단 근거는 교사의 현장 적합성 검토와 전문가의 타당성 검토를 통해 최종 확정하였다. <표 9>는 이러한 과정을 거쳐 최종 확정된 발전과 신재생 에너지 단위의 최소 학업 성취수준(E, 40% 이상 60% 미만) 진술문이다.

표 9 공통 과목 <통합과학> 발전과 신재생 에너지 단위의 최소 학업 성취수준 진술문

단위	일반적 특성	일반적 특성에 따른 하위 항목	수행 활동 / 판단 근거
발전과 신재생 에너지	발전소에서 다양한 에너지가 전기에너지로 변하는 과정을 말할 수 있고 송전 과정에서 손실전력을 줄이기 위해 송전전압이 변화함을 학습할 수 있다. 태양에너지의 일부가 지구가 도달하여 다양한 형태의 에너지로 전환되는 사례를 찾을 수 있다. 다양한 신재생에너지의 개발사례를 찾아보고 장단점, 개선 방안 등에 대한 자신의 생각을 말할 수 있다. ¹⁰⁾	① 발전소에서 다양한 에너지가 전기에너지로 변하는 과정을 말할 수 있다.	•발전 과정이 에너지 전환과 관련이 있음을 안다.
		② 송전 과정에서 손실전력을 줄이기 위해 송전전압이 변화함을 학습할 수 있다.	•송전 과정에서 손실전력을 줄이기 위한 방안을 안다.
		③ 태양에너지의 일부가 지구가 도달하여 다양한 형태의 에너지로 전환되는 사례를 찾을 수 있다.	•태양에너지의 일부가 지구에 도달하여 다양한 형태의 에너지로 전환되는 사례를 찾아보는 활동에 참여한다.
		④ 다양한 신재생에너지의 개발사례를 찾아보고 장단점, 개선 방안 등에 대한 자신의 생각을 말할 수 있다.	•다양한 신재생에너지의 개발사례를 찾아보는 활동에 참여한다.

발전과 신재생 에너지 단위에서 새로 설정한 성취수준 ‘E’의 일반적 특성에 대해 <표 9>와 같이 4개의 ‘하위 항목’으로 나누고 이를 판단할 수 있는 4개의 활동 또는 근거(‘수행 활동/판단 근거’)를 제시하였다.

10) 2015 개정 교육과정 평가기준(고등학교 과학과)에서 재진술 사항은 밑줄 표시하였다.

첫 번째 하위 항목인 '다양한 에너지가 전기에너지로 전환하는 과정을 분석하는 것'은 고차원적인 능력을 담은 진술로 판단하여 수정할 필요가 있었다. 또한 에너지 전환의 관점에서 발전 과정을 이해하는 것이 이 단원의 목표라고 판단하여, '●발전 과정이 에너지 전환과 관련이 있음을 안다.'로 수준을 낮추어 설정하였다.

두 번째 하위 항목의 경우, '원거리 전력 수송 과정을 이해'하고 '효율적이며 안전한 전력 수송 방안을 토의'하는 것으로 최소 학업 성취수준의 취지에 맞게 내용을 축소할 필요가 있었다. 전문가 패널의 논의 결과, '효율적이며 안전한 전력 수송 방안'에 초점을 두어 수정하는 것이 적절하다고 판단하였다. 이에 '●송전 과정에서 손실전력을 줄이기 위한 방안을 안다.'로 수정하여 진술하였다.

세 번째 하위 항목의 경우, '수소 핵융합 반응을 통한 태양에서의 에너지 전환', '지구에서 일어나는 에너지 순환', '지구에서의 에너지 전환'에 대한 학습을 의도하고 있다. 그러나 학습 범위가 포괄적이며 학습 내용에 대한 상당한 수준의 이해가 요구되므로 최소 학업 성취수준에 해당하는 학생들에게 어려울 수 있다. 전문가 패널의 논의 결과, '●태양에너지의 일부가 지구에 도달하여 다양한 형태의 에너지로 전환되는 사례를 찾아보는 활동에 참여한다.'로 범위를 줄이고 수준을 낮추어 설정하였다.

네 번째 하위 항목의 경우, '신재생 에너지 개발의 필요성', '파력 발전, 조력 발전, 연료 전지 등의 정성적 이해', '에너지 문제를 해결하기 위한 현대 과학의 노력과 산물 사례 제시'에 대한 학습을 의도하고 있다. 세 번째 하위 항목과 유사하게, 학습 범위가 포괄적이며 학습 내용에 대한 상당한 수준의 이해가 요구되어 범위를 줄이고 수준을 낮추는 것이 필요하였다. 이에 '●다양한 신재생에너지의 개발 사례를 찾아보는 활동에 참여한다.'로 수정하여 제시하였다.

나. 일반 선택 과목 <물리학 I>

일반 선택 과목 <물리학 I>은 역학과 에너지, 물질과 전자기장, 파동과 정보통신의 총 3개의 단원으로 구성되어 있다. 2015 개정 교육과정 개정 시 이러한 단원별 특성을 고려하여 23개 성취기준의 평가기준과 영역별 성취수준을 개발하였고 이를 기반으로 성취평가제에 따른 평가를 실행하였다. 마찬가지로 고교학점제는 이러한 성취평가제에 기반하여 운영되므로, 본 연구의 최소 학업 성취수준 진술문도 이를 토대로 개발하였다.

(1) 역학과 에너지

2015 개정 교육과정 평가기준(고등학교 과학과)에서 제시된 역학과 에너지 단원 성취기준의 평가기준 ‘하’를 재검토한 결과, 평가기준의 기술이 적절하여 그대로 유지하는 것이 바람직하다고 판단하였다. 역학과 에너지 단원 성취수준 ‘E’를 재검토한 결과, 성취기준별 평가기준의 ‘하’의 진술문을 중심으로 학생 참여 중심으로 재구성하였다.

2015 개정 교육과정 평가기준(고등학교 과학과)에서 제시된 역학과 에너지 단원에서 새로 설정한 성취수준 ‘E’에 대해 다시 ‘하위 항목’으로 나누고 이를 판단할 수 있는 활동 또는 근거(‘수행 활동/판단 근거’)의 세부 내용을 제시하였다. 여기서 수행 활동/판단 근거는 교사의 현장 적합성 검토와 전문가의 타당성 검토를 통해 최종 확정하였다. <표 10>은 이러한 과정을 거쳐 최종 확정된 역학과 에너지 단원의 최소 학업 성취수준(E, 40% 이상 60% 미만) 진술문이다.

■ 표 10 ■ 일반 선택 과목 <물리학 I> 역학과 에너지 단원의 최소 학업 성취수준 진술문

단원	일반적 특성	일반적 특성에 따른 하위 항목	수행 활동 / 판단 근거
역학과 에너지	여러 가지 물체의 운동에서 속력 및 방향의 변화를 구별하고, 직선상에서 운동하는 물체의 가속도와 알짜힘 사이의 관계와 물체에 작용하는 힘은 항상 상호 작용하는 힘이 존재함을 말할 수 있다. 직선운동을 하는 물체의 운동량은 질량과 속력에 의해 결정됨을 학습하고, 일상생활에서 충돌 시간을 늘려 충격을 감소시키는 예를 찾아볼 수 있다. 직선상에서 움직이는 물체의 역학적 에너지가 보존되지 않을 수 있음을 사례를 들어 말할 수 있다. 열기관의 내부	① 여러 가지 물체의 운동에서 속력 및 방향의 변화를 구별할 수 있다.	• 여러 가지 물체의 운동에서 속력 및 방향의 변화 여부를 안다.
		② 직선상에서 운동하는 물체의 가속도와 알짜힘 사이의 관계를 말할 수 있다.	• 직선상에서 운동하는 물체에 작용하는 알짜힘과 가속도 사이의 관계를 안다.
		③ 물체에 작용하는 힘은 항상 상호 작용하는 힘이 존재함을 설명한다.	• 물체에 작용하는 힘에 대응하는 상호작용 힘을 찾을 수 있다.

단원	일반적 특성	일반적 특성에 따른 하위 항목	수행 활동 / 판단 근거
에너지는 열과 일을 통해 변화하고, 모든 열이 일로 전환되지 않음을 말할 수 있다. 관성계의 의미와 모든 관성계에서 빛의 속력은 동일함을 말할 수 있으며, 질량이 에너지로 변환되는 사례를 찾아볼 수 있다. ¹¹⁾	④ 직선상에서 운동하는 물체의 운동량은 질량과 속력에 의해 결정됨을 학습한다.	• 운동량의 정의를 알고 직선상에서 운동하는 물체의 운동량을 구할 수 있다.	
	⑤ 일상생활에서 충돌 시간을 늘려 충격을 감소시키는 예를 찾아볼 수 있다.	• 일상생활에서 충돌 시간을 늘려 충격력을 감소시키는 예를 찾아보는 활동에 참여한다.	
	⑥ 직선상에서 움직이는 물체의 역학적 에너지가 보존되지 않을 수 있음을 사례를 들어 설명한다.	• 직선상에서 움직이는 물체의 역학적 에너지가 보존되지 않는 사례를 찾아보는 활동에 참여한다.	
	⑦ 열기관의 내부에너지는 열과 일을 통해 변화함을 말할 수 있다.	• 외부와 열과 일을 주고받아 열기관의 내부에너지가 변화함을 안다.	
	⑧ 모든 열이 일로 전환되지 않음을 말할 수 있다.	• 모든 열이 일로 전환되지 않음을 안다.	
	⑨ 관성계의 의미와 모든 관성계에서 빛의 속력은 동일함을 말할 수 있다.	• 모든 관성계에서 빛의 속력은 동일함을 말할 수 있다.	
	⑩ 질량이 에너지로 변환되는 사례를 찾아볼 수 있다.	• 질량이 에너지로 변환되는 사례를 찾아보는 활동에 참여한다.	

역학과 에너지 단원에서 새로 설정한 성취수준 'E'의 일반적 특성에 대해 <표 10>과 같이 10개의 '하위 항목'으로 나누고 이를 판단할 수 있는 10개의 활동 또는 근거('수행 활동/판단 근거')를 제시하였다.

'역학과 에너지' 단원의 경우 뉴턴역학, 에너지, 특수상대론의 서로 다른 내용이 종합되어 있는 단원으로 학업 내용이 다른 단일 단원에 비해 상대적으로 많았다. 따라서 개념 학습에 대한 요구가 많아 최소 학업 성취수준의 설정에서도 인지적 이해 요소가 다수 제시되었다.

첫 번째 하위 항목의 경우, '여러 가지 물체의 운동 사례 찾기'와 '사례를 속력의 변화와 운동 방향의 변화에 따라 분류하기'를 학습 목표로 하고 있다. '운동 사례'를 '기준(속력과 운동의 변화)'에 따라 '분류하는 것'으로, 최소 학업 성취수준의 수준에는 '기준'에 해당하는 속력 변화와 운동 변화를 학습하는 것만으로 설정하는 것이 적절하다고 판단하였다. 이에 '•여러 가지 물체의 운동에서 속력 및 방향의 변화 여부를 안다.'로 수준을 낮추어 제시하였다.

11) 2015 개정 교육과정 평가기준(고등학교 과학과)에서 재진술 사항은 밑줄 표시하였다.

두 번째 하위 항목의 경우, ‘뉴턴의 운동 법칙을 이용하여’, ‘직선상에서 물체의 운동을 정량적으로 예측’하는 것을 목표로 한다. 전문가 패널은 기존에 제시된 ‘하’ 수준 평가수준이 ‘알짜힘과 가속도의 크기 및 방향을 구할 수 있다.’가 다소 수준이 높다고 판단하여 ‘●직선상에서 운동하는 물체에 작용하는 알짜힘과 가속도 사이의 관계를 안다.’로 수정하여 설정하였다.

세 번째 하위 항목의 경우, ‘뉴턴의 제3법칙이 적용되는 사례’를 찾은 후 ‘힘이 상호작용임을 설명할 수 있다’를 목표로 한다. 전문가 패널은 ‘사례 찾기’와 ‘힘이 상호작용임을 설명하기’의 두 활동을 하나의 수행 활동 및 판단 근거로 줄이고, 설명하기의 수준이 높으므로 수준을 낮추는 것이 필요하다고 판단하였다. 이에 ‘●물체에 작용하는 힘에 대응하는 상호작용 힘을 찾을 수 있다.’로 최소 학업 성취수준을 설정하여, 주어진 물체에 작용하는 힘과 상호작용하는 힘을 찾는 것으로 수준을 낮추었다.

네 번째 하위 항목의 경우, ‘충돌 전후의 운동량이 보존됨을 이용’하여 ‘충돌한 물체의 속력 변화를 정량적으로 예측’하는 것을 목표로 한다. 이 항목은 기존의 ‘하’ 평가기준을 유지하는 것이 적절하다고 판단하여, ‘●운동량의 정의를 알고 직선상에서 운동하는 물체의 운동량을 구할 수 있다.’로 설정하였다.

다섯 번째 하위 항목의 경우, ‘충격량과 운동량의 관계 이해하기’와 ‘일상생활에서 충격을 감소시키는 예를 찾아 설명하기’를 목표로 한다. 전문가 패널은 ‘충격량과 운동량의 관계 이해하기’가 최소 학업 성취수준으로 높다고 판단하였다. 또한 ‘예를 찾아 설명하기’의 수준도 높으므로, ‘●일상생활에서 충돌 시간을 늘려 충격력을 감소시키는 예를 찾아보는 활동에 참여한다.’로 수정하여 활동 참여 여부를 근거로 설정하였다.

여섯 번째 하위 항목의 경우, 직선 운동에서 ‘역학적 에너지가 보존되는 경우’와 ‘열에너지가 발생하여 역학적 에너지가 보존되지 않는 경우’를 ‘구별하여 설명하는 것’을 목표로 한다. 전문가 패널은 ‘구별하여 설명하기’가 다소 수준이 높은 수행 활동이므로, 열에너지 발생으로 인한 역학적 에너지 보존되지 않는 경우에 한정하여 설정할 필요가 있다고 판단하였다. 이에 ‘●직선상에서 움직이는 물체의 역학적 에너지가 보존되지 않는 사례를 찾아보는 활동에 참여한다.’로 설정하였다.

일곱 번째 하위 항목의 경우, ‘외부와 열과 일을 교환한 열기관의 내부에너지가 변화됨’을 ‘사례를 들어 설명하는 것’을 목표로 한다. 그러나 ‘열역학 제1법칙을 이해하기’는 추상적인 진술로 내용과 수준의 범위가 최소 학업 성취수준을 넘을 수 있다고 전문가 패널은 판단하였다. 이에 ‘●외부와 열과 일을 주고받아 열기관의 내부에너지가 변화함을 안다.’로 수정하여, 열역학 제1법칙을 낮은 수준으로 풀어서 진술하는 것으로 설정하였다.

여덟 번째 하위 항목의 경우, ‘열이 모두 일로 전환되지 않는다는 것’을 ‘사례를 들어 설명

하는 것'을 목표로 한다. 기존의 '하' 수준 평가기준에서는 열기관에서의 '열효율'의 의미를 아는 것이 제시되었으나, 전문가 패널은 '열효율'이라는 용어를 명시하지 않는 것이 최소 학업 성취수준에 적절하다고 판단하였다. 이에 '•모든 열이 일로 전환되지 않음을 안다.'로 수준을 낮추어 설정하였다.

아홉 번째 하위 항목의 경우, 특수상대론과 관련되며 '관성계에서의 빛의 속도가 일정함'을 알고 '시간 지연, 길이 수축, 동시성 관련 현상을 설명하는 것'을 목표로 한다. 기존의 '하' 수준 평가기준에서는 '관성계의 의미'를 알고 '모든 관성계에서 빛의 속도가 동일함을 말하는 것'이 제시되었으나, 전문가 패널은 해당 내용이 최소 학업 성취수준으로 수준이 높다고 판단하였다. 이에 '•모든 관성계에서 빛의 속력은 동일함을 말할 수 있다.'로 수준을 낮추어 설정하였다.

열 번째 하위 항목의 경우, '질량이 에너지로 변화됨'을 '사례를 들어 설명하는 것'을 목표로 한다. 전문가 패널은 '설명하기'의 수준이 높으므로 '참여하기'의 수준으로 진술하는 것이 적절하다고 판단하였다. 이에 '•질량이 에너지로 변환되는 사례를 찾아보는 활동에 참여한다.'로 수준을 낮추어 설정하였다.

(2) 물질과 전자기장

2015 개정 교육과정 평가기준(고등학교 과학과)에서 제시된 물질과 전자기장 단원 성취기준의 평가기준 '하'를 재검토한 결과, 평가기준의 기술이 적정하여 그대로 유지하는 것이 바람직하다고 판단하였다. 물질과 전자기장 단원 성취수준 'E'를 재검토한 결과, 성취기준별 평가기준의 '하'의 진술문을 중심으로 학생 참여 중심으로 재구성하였다.

2015 개정 교육과정 평가기준(고등학교 과학과)에서 제시된 물질과 전자기장 단원에서 새로 설정한 성취수준 'E'에 대해 다시 '하위 항목'으로 나누고 이를 판단할 수 있는 활동 또는 근거('수행 활동/판단 근거')의 세부 내용을 제시하였다. 여기서 수행 활동/판단 근거는 교사의 현장 적합성 검토와 전문가의 타당성 검토를 통해 최종 확정하였다. <표 11>은 이러한 과정을 거쳐 최종 확정된 물질과 전자기장 단원의 최소 학업 성취수준(E, 40% 이상 60% 미만) 진술문이다.

표 11 | 일반 선택 과목 <물리학 I> 물질과 전자기장 단원의 최소 학업 성취수준 진술문

단원	일반적 특성	일반적 특성에 따른 하위 항목	수행 활동 / 판단 근거
물질과 전자기장	원자 내의 전자와 원자핵 사이에 전기력이 작용하고 있으며, 전자는 불연속적인 에너지 준위를 가지고 있음을 말할 수 있다. 또한 도체, 반도체, 절연체의 전기 전도성을 비교할 수 있으며, 종류가 다른 원소를 이용하여 p형 반도체와 n형 반도체를 만들 수 있음을 말할 수 있다. 전류에 의한 자기 작용과 전자기 유도 현상이 일상생활에서 적용되는 예를 찾아보고, 강자성체, 상자성체, 반자성체의 특성을 비교하여 말할 수 있다. ¹²⁾	① 원자 내의 전자와 원자핵 사이에 전기력이 작용함을 말할 수 있다.	• 원자 내의 전자와 원자핵 사이에 전기력이 작용함을 안다.
		② 전자는 불연속적인 에너지 준위를 가지고 있음을 말한다.	• 전자는 불연속적인 에너지 준위를 가지고 있음을 안다.
		③ 도체, 반도체, 절연체의 전기 전도성을 비교할 수 있다.	• 고체는 전기 전도성에 따라 도체, 반도체, 절연체로 구분됨을 안다.
		④ 종류가 다른 원소를 이용하여 p형 반도체와 n형 반도체를 만들 수 있음을 말할 수 있다	• 종류가 다른 원소를 이용하여 반도체 소자를 만들 수 있음을 안다.
		⑤ 전류에 의한 자기 작용이 일상생활에서 적용되는 예를 찾아볼 수 있다.	• 전류에 의한 자기 작용이 일상생활에서 적용되는 예를 찾아보는 활동에 참여한다.
		⑥ 전자기 유도 현상이 일상생활에서 적용되는 예를 찾아볼 수 있다.	• 전자기 유도 현상이 일상생활에서 적용되는 예를 찾아보는 활동에 참여한다.
		⑦ 강자성체, 상자성체, 반자성체의 특성을 비교하여 말한다.	• 외부 자기장에 반응하는 성질에 따라 자성체가 강자성체, 상자성체, 반자성체로 구분됨을 안다.

물질과 전자기장 단원에서 새로 설정한 성취수준 'E'의 일반적 특성에 대해 <표 11>과 같이 7개의 '하위 항목'으로 나누고 이를 판단할 수 있는 7개의 활동 또는 근거('수행 활동/판단 근거')를 제시하였다.

첫 번째 하위 항목의 경우, '전자가 원자에 속박되어 있음'을 '전기력을 이용하여 정성적으로 설명하는 것'을 목표로 한다. '상' 수준 평가기준에서는 '두 점전하 사이에 작용하는 전기력을 이해'하고 '이를 이용하여 전자가 원자에 속박되어 있음'을 '정성적으로 설명하는 것'으로 설정되어 있으나, 이는 최소 학업 성취수준의 수준에 적절하지 않다고 판단하였다. 이에 '•원자 내의 전자와 원자핵 사이에 전기력이 작용함을 안다.'로 '전기력의 이해를 통한 정성적 설명하기'의 진술을 수준을 낮추어 설정하였다.

두 번째 하위 항목의 경우, '원자 내의 전자는 불연속적 에너지 준위를 갖고 있음'을 '스펙트럼 관찰을 통해 설명하는 것'을 목표로 한다. 전문가 패널은 '원자 내의 전자는 불연속적

12) 2015 개정 교육과정 평가기준(고등학교 과학과)에서 재진술 사항은 밑줄 표시하였다.

에너지 준위를 갖고 있음'이 핵심 내용이라 판단하여, '●전자는 불연속적인 에너지 준위를 가지고 있음을 안다.'로 수행 활동 및 판단 근거를 설정하였다.

세 번째 하위 항목의 경우, '도체, 반도체, 절연체의 차이'를 '고체의 에너지띠 이론으로 구분'하고 '고체의 전기 전도성을 비교하는 탐구를 수행하는 것'을 목표로 한다. 전문가 패널은 '고체의 에너지띠 이론'을 이용하여 구분하는 수행이 상위 수준으로, 해당 이론이 최소 학업 성취수준에 적절하지 않다고 판단하였다. 이에 '●고체는 전기 전도성에 따라 도체, 반도체, 절연체로 구분됨을 안다.'를 최소 수준의 수행 활동 및 판단 근거로 설정하였다.

네 번째 하위 항목의 경우, '종류가 다른 원소를 이용하여 반도체 소자를 만들 수 있음'을 알고 '이를 다이오드를 이용하여 설명하는 것'을 목표로 한다. 전문가 패널은 '반도체 소자를 만드는 것'이 기초에 해당하며 핵심적 내용이라고 판단하였다. 이에 '●종류가 다른 원소를 이용하여 반도체 소자를 만들 수 있음을 안다.'를 최소 수준의 수행 활동 및 판단 근거로 설정하였다.

다섯 번째 하위 항목의 경우, '전류에 의한 자기 작용이 일상생활에서 적용'되는 '사례를 찾고 원리를 설명하는 것'을 목표로 한다. 전문가 패널은 기존의 '하' 수준 평가기준을 참여하기의 활동으로 유지하는 것이 적절하다고 판단하였다. 이에 '●전류에 의한 자기 작용이 일상생활에서 적용되는 예를 찾아보는 활동에 참여한다.'로 설정하였다.

여섯 번째 하위 항목의 경우, '전자기 유도 현상이 일상생활에서 적용'되는 '사례를 찾고 원리를 설명하는 것'을 목표로 한다. 전문가 패널은 기존의 '하' 수준 평가기준을 참여하기의 활동으로 유지하는 것이 적절하다고 판단하였다. 이에 '●전자기 유도 현상이 일상생활에서 적용되는 예를 찾아보는 활동에 참여한다.'로 설정하였다.

일곱 번째 하위 항목의 경우, '자성체의 종류'를 알고 '자성체가 활용되는 예를 찾는 것'을 목표로 한다. 전문가 패널은 '자성체의 종류'를 아는 것이 기초이며 핵심 내용으로 판단하였다. 그러나 자성체의 종류만 아는 것은 적절하지 않은 학습이라고 판단하여, 자성체의 종류를 구분하는 기준을 추가할 필요가 있었다. 이에 '●외부 자기장에 반응하는 성질에 따라 자성체가 강자성체, 상자성체, 반자성체로 구분됨을 안다.'로 설정하였다.

(3) 파동과 정보통신

2015 개정 교육과정 평가기준(고등학교 과학과)에서 제시된 파동과 정보통신 단원 성취기준의 평가기준 '하'를 재검토한 결과, 평가기준의 기술이 적정하여 그대로 유지하는 것이

바람직하다고 판단하였다. 파동과 정보통신 단원 성취수준 'E'를 재검토한 결과, 성취기준별 평가기준의 '하'의 진술문을 중심으로 학생 참여 중심으로 재구성하였다.

2015 개정 교육과정 평가기준(고등학교 과학과)에서 제시된 파동과 정보통신 단원에서 새로 설정한 성취수준 'E'에 대해 다시 '하위 항목'으로 나누고 이를 판단할 수 있는 활동 또는 근거('수행 활동/판단 근거')의 세부 내용을 제시하였다. 여기서 수행 활동/판단 근거는 교사의 현장 적합성 검토와 전문가의 타당성 검토를 통해 최종 확정하였다. <표 12>는 이러한 과정을 거쳐 최종 확정된 파동과 정보통신 단원의 최소 학업 성취수준(E, 40% 이상 60% 미만) 진술문이다.

표 12 일반 선택 과목 <물리학 I> 파동과 정보통신 단원의 최소 학업 성취수준 진술문

단원	일반적 특성	일반적 특성에 따른 하위 항목	수행 활동 / 판단 근거
파동과 정보통신	매질에 따라 파동의 파장과 속력이 달라지는 예를 조사해보고, 광통신 과정에서 전반사가 이용됨을 말한다. 일상생활에서 전자기파가 사용된 예와 파동의 간섭이 활용되는 예를 찾아볼 수 있다. 빛과 물질의 이중성에 대한 자신의 생각을 말할 수 있다. ¹³⁾	① 매질에 따라 파동의 파장과 속력이 달라지는 예를 조사해볼 수 있다.	● 매질에 따라 파동의 파장과 속력이 달라지는 예를 조사하는 활동에 참여한다.
		② 광통신 과정에서 전반사가 이용됨을 말할 수 있다.	● 광통신 과정에서 전반사가 이용됨을 안다.
		③ 일상생활에서 전자기파가 사용된 예를 말할 수 있다.	● 일상생활에서 전자기파가 사용된 예를 안다.
		④ 일상생활에서 파동의 간섭이 활용되는 예를 찾아볼 수 있다.	● 일상생활에서 파동의 간섭이 활용되는 예를 찾아보는 활동에 참여한다.
		⑤ 빛과 물질의 이중성에 대한 자신의 생각을 말할 수 있다.	● 빛과 물질의 이중성에 대해 말할 수 있다.

파동과 정보통신 단원에서 새로 설정한 성취수준 'E'의 일반적 특성에 대해 <표 12>와 같이 5개의 '하위 항목'으로 나누고 이를 판단할 수 있는 5개의 활동 또는 근거('수행 활동/판단 근거')를 제시하였다.

첫 번째 하위 항목의 경우, '파동의 진동수, 파장, 속력 사이의 관계'를 알고 '매질에 따라 파동의 속력이 다름을 활용한 예를 설명하는 것'을 목표로 한다. 전문가 패널은 기존의 '하' 수준 평가기준을 참여하기의 활동으로 유지하는 것이 적절하다고 판단하였다. 이에 '●매질에 따라 파동의 파장과 속력이 달라지는 예를 조사하는 활동에 참여한다.'로 설정하였다.

13) 2015 개정 교육과정 평가기준(고등학교 과학과)에서 재진술 사항은 밑줄 표시하였다.

두 번째 하위 항목의 경우, '파동의 전반사 원리를 이용한 광통신 과정을 설명하는 것'을 목표로 한다. 전문가 패널은 기존의 '하' 수준 평가기준이 '파동의 전반사의 의미'를 알고 '이를 활용한 예를 들 수 있다'로 제시된 것이 다소 수준이 높으며, '광통신 과정'이 '하' 수준 평가기준에서 제외되어 추가할 필요가 있다고 판단하였다. 이에 '●광통신 과정에서 전반사가 이용됨을 안다.'로 광통신 과정을 넣고 수준을 낮추어 설정하였다.

세 번째 하위 항목의 경우, '스펙트럼의 종류에 따라 전자기파를 구분'하고 '전자기파의 사용 예를 찾아 설명하는 것'을 목표로 한다. 전문가 패널은 기존 '하' 수준 평가기준이 다소 수준이 높으므로, '일상생활의 사례를 아는 것'이 최소 학업 성취수준에 적절하다고 판단하였다. 이에 '●일상생활에서 전자기파가 사용된 예를 안다.'로 수행 활동 및 판단 근거를 설정하였다.

네 번째 하위 항목의 경우, '파동의 간섭이 활용되는 예를 찾아 설명하는 것'을 목표로 한다. 기존의 '상' 또는 '중' 평가기준에는 '파동의 간섭 실험을 수행하고 보강 또는 상쇄 간섭으로 현상을 설명하는 것'이 포함되어 있었으며, '하' 수준은 '파동의 간섭의 의미'를 알고 '파동의 간섭이 활용되는 다양한 예를 찾아보는 것'으로 설정되어 있다. 전문가 패널은 기존의 '하' 수준에서 '파동의 간섭의 의미를 아는 것'이 다소 수준이 높다고 판단하여, '●일상생활에서 파동의 간섭이 활용되는 예를 찾아보는 활동에 참여한다.'로 수준을 낮추어 설정하였다.

다섯 번째 하위 항목의 경우, '물질의 이중성'을 알고 '전자 현미경의 원리를 설명하는 것'을 목표로 한다. 전문가 패널은 '물질의 이중성의 의미를 아는 것'이 핵심 내용으로 그 내용을 학습하는 것만으로도 수준이 높다고 판단하였다. 이에 '●빛과 물질의 이중성에 대해 말할 수 있다.'로 이중성에 대해 말하는 것으로 수준의 정도를 낮추어 설정하였다.