

사례 1

분자모델링으로 분자구조 만들어보기

〈통합과학〉

박 영 희

진양고등학교

사례1 진양고등학교 교사 박영희 (통합과학)

분자모델링으로 분자구조 만들어보기



1. 마음을 열다

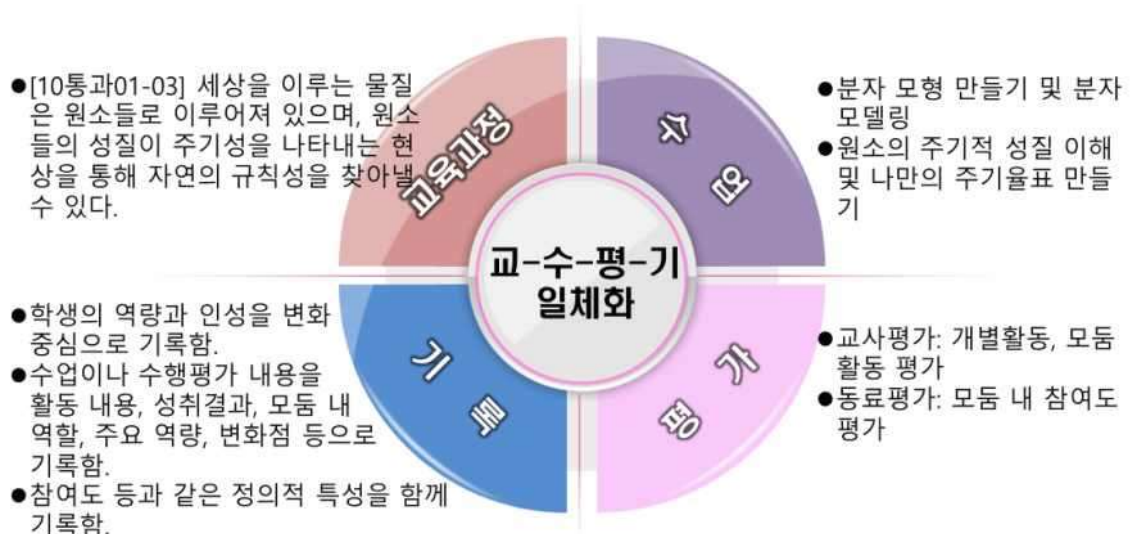
우리는 물질에 대해 학습하면서 지구와 생명체를 비롯한 우주의 구성 원소들이 어디에서 왔는지, 어떤 규칙성을 따라 다양한 형태로 만들어져 있는지를 같이 고민하게 된다. 구체적으로 살펴보면, 우주 초기부터 우주를 구성하는 기본 입자들이 어떻게 형성되고 응집되어 태양계를 비롯한 모든 항성들과 고체 물질이 만들어졌는지 생각하게 함으로써, 현재 존재하는 물질들의 기원과 시간의 경과에 따른 진화과정을 다루고 있다. 물질을 공부하는 데 있어서 분자의 3차원적 구조를 아는 것은 대단히 중요하다. 거시적으로는 우리 눈에 보이는 물질이라도 분자 하나의 구조는 워낙 작기 때문에 쉽게 볼 수 없다. 화학식으로 표시된 물질은 단지 물질 내에 포함된 원자나 이온의 상대적인 숫자만을 알려주는 정량적 관계만을 나타내므로 화학식으로부터 구조는 예측할 수 없다.

이러한 측면에서 본 수업은 원소의 주기적 성질을 학습하기 전에 물질의 구조에 대한 탐구를 먼저 시작하도록 설계하였다. 문서를 작성할 때 워드프로세서를 이용하듯이 물질의 구조를 살펴볼 때 이용되는 계산 프로그램을 이용하여 학생들이 원자들을 연결하여 다양한 형태의 물질을 모델링해보는 활동을 먼저 시작하여 앞으로의 활동들이 궁극적으로 현재 존재하는 물질을 탐구하기 위한 활동임을 인식하도록 하는 데 주안점을 두었다. 그 다음 원소 주기율표를 학습하게 되면 원소에 대한 흥미도와 이해도가 한결 높아질 것이라 판단하였다.



〈 한 눈에 보는 수업 개요 표 〉

구분	내용	
학교 급 · 학년 · 교과	고등학교 · 1학년 · 과학	
단원명	1. 물질과 규칙성 1. 물질의 규칙성과 결합 2. 자연의 구성 물질	
성취 기준 (2015 개정)	<ul style="list-style-type: none"> [10통과01-03] 세상을 이루는 물질은 원소들로 이루어져 있으며, 원소들의 성질이 주기성을 나타내는 현상을 통해 자연의 규칙성을 찾아낼 수 있다. 	
평가준거 성취기준 (2015 개정)	상	세상을 이루는 물질은 원소들로 이루어져 있음을 설명할 수 있으며, 원소들의 성질이 주기성을 나타내는 현상을 관찰하여 자연의 규칙성을 찾아내고, 원소의 성질, 용도 등을 바탕으로 한 창의적인 주기율표를 만들 수 있다.
	중	세상을 이루는 물질은 원소들로 이루어져 있고 1족과 17족 원소를 통해 같은 족 원소들의 화학적 성질이 유사함을 설명할 수 있으며, 원소의 성질, 용도 등을 바탕으로 한 주기율표를 만들 수 있다.
	하	세상을 이루는 물질은 원소들로 이루어져 있고, 원소들의 성질이 주기적으로 나타나도록 배열한 표가 주기율표임을 말할 수 있다.
핵심 개념	물질, 원소, 주기성, 자연의 규칙성, 주기율표	
소주제 핵심 질문	<ul style="list-style-type: none"> 물질은 어떻게 이루어질까? 물질을 이루는 원소들은 어떤 규칙성을 가지고 있을까? 	
관련 교과 역량	과학적 사고력, 과학적 탐구 능력, 과학적 의사소통 능력	
수업 형태	학생중심 과학 탐구 활동	
방법	개별 활동, 모둠 활동, 발표 수업	
평가	<ul style="list-style-type: none"> 교사 평가(개별활동, 모둠활동) : 수행평가 반영(90점) 동료 평가(모둠 내 참여도) : 수행평가 반영(10점) 	



〈 한눈에 보는 수업 아이디어 맵 〉



2. 교육과정 재구성을 위한 고민을 하다

가. 성취기준 읽어보기

성취기준에는 지식뿐만 아니라 인성, 역량 등 정의적인 요소가 녹아 있어야 한다. 따라서 교사는 다양한 요소가 포함되도록 학교, 지역사회의 상황 등을 고려하여 교육과정을 수정하고 재구성할 필요가 있다.

본 수업의 성취기준은 [10통과01-03]로, 이 성취기준에 담겨 있는 ‘내용 요소’는 물질, 원소, 주기성 등이고, ‘행동 요소’는 찾아내기 등임을 알 수 있다.

- [10통과01-03] 세상을 이루는 물질은 원소들로 이루어져 있으며, 원소들의 성질이 주기성을 나타내는 현상을 통해 자연의 규칙성을 찾아낼 수 있다.

성취기준 [10통과01-03]에 나타난 내용 요소와 행동 요소를 바탕으로 본 수업이 학생 탐구활동 형태로 진행됨에 따라 성취기준을 아래와 같이 재구성하였다.

- [10통과01-03] 세상을 이루는 물질은 원소들로 이루어져 있음을 분자 모델링을 통해 설명하고, 원소들의 성질이 주기성을 나타내는 현상을 통해 자연의 규칙성을 찾아낼 수 있다.

나. 평가준거 성취기준

평가준거 성취기준은 교육과정 성취기준을 교수·학습과 평가 활동을 고려하여 재구성할 필요가 있는 경우, 성취기준을 재구성할 필요가 있다. 평가기준은 각 평가준거 성취기준에 도달한 정도를 상·중·하의 세 단계로 구분하여 각 단계에 속한 학생들이 무엇을 알고 있고, 할 수 있는지를 기술한 것을 의미한다. 평가기준은 단위 학교의 상황 및 여건 등을 고려하여 평가기준을 수정·보완하여 사용할 수 있다. 평가준거 성취기준 [10통과01-03]의 재구성된 평가기준은 아래와 같다.



[10통과01-03] 세상을 이루는 물질은 원소들로 이루어져 있음을 분자 모델링을 통해 설명하고, 원소들의 성질이 주기성을 나타내는 현상을 통해 자연의 규칙성을 찾아낼 수 있다.	상	세상을 이루는 물질은 원소들로 이루어져 있음을 분자 모델링을 통해 설명할 수 있으며, 원소들의 성질이 주기성을 나타내는 현상을 관찰하여 자연의 규칙성을 찾아내고, 원소의 성질, 용도 등을 바탕으로 한 창의적인 주기율표를 만들 수 있다.
	중	세상을 이루는 물질은 원소들로 이루어져 있음을 설명하고, 1족과 17족 원소를 통해 같은 족 원소들의 화학적 성질이 유사함을 설명할 수 있으며, 원소의 성질, 용도 등을 바탕으로 한 주기율표를 만들 수 있다.
	하	세상을 이루는 물질은 원소들로 이루어져 있고, 원소들의 성질이 주기적으로 나타나도록 배열한 표가 주기율표임을 말할 수 있다.

다. 학습 내용 추출하기

[10통과01-03] 성취기준과 평가준거 성취기준 및 평가기준을 바탕으로 학습 내용을 추출하면 아래와 같다.

• 물질	• 원소	• 자연의 규칙성	• 주기적 성질
------	------	-----------	----------



3. 수업 디자인 하기

본 수업 중 1차시에서는 4인 1조의 모둠을 구성한 후, EBS 지식채널 '원소와 원자' 시청을 통해 물질이 원소들로 이루어져 있음을 인식하게 한다. 그 다음 분자 모형 및 분자 모델링 프로그램을 통해 간단한 분자들을 만들어보고 모델링해보는 활동을 실시한다. 2차시에서는 일상생활에서 접하게 되는 규칙성 탐색 및 원소의 특성을 이용하여 원소들을 배열하는 개별 활동 후 모둠별로 나만의 주기율표 만들기 활동을 수행한다. 이후 3차시에서는 알칼리 금속의 성질에 관한 실험 활동 및 할로젠 원소의 성질 분석 활동을 통해 원소의 주기적 성질을 이해하게 한 후, 4차시에는 이들 원소들의 성질을 이용하여 학교 주변 환경을 개선하는 활동을 모둠별로 수행한다. 모둠별 활동에 대한 평가를 위해 모둠원의 역할 정하기, 발표 및 질의 응답 시의 바람직한 태도에 관해 학생들 스스로 규칙을 정하는 활동을 병행한다.



〈 학생중심 탐구 활동 수업 흐름도 〉

사전학습 및 수업 안내
<ul style="list-style-type: none"> • [사전학습] 영상 시청 • [수업 안내] 수업 활동 안내, 개인 활동 및 모둠 활동 안내



수업 안내 및 탐구 활동 준비
<ul style="list-style-type: none"> • [수업 안내] 활동 순서 안내, 탐구 활동 및 평가 안내 • [활동 준비] 원자모형 준비 및 분자 모델링 방법 안내



학생중심 탐구 활동		평가
탐구 활동	<ul style="list-style-type: none"> • [분자 모형 만들기] 분자 모형으로 간단한 분자 만들어 보기 • [분자 모델링] 스파르탄 프로그램 이용하여 간단한 분자 모델링하기 • [교사 끼어들기] 질문을 통해 분자 모형에 대해 추가 설명하기 • [교사 평가] 개별 활동 및 모둠 활동 평가 	<ul style="list-style-type: none"> • 교사의 탐구 활동 과정 평가 • 교사의 '관찰 평가' <ul style="list-style-type: none"> - 탐구 과정 평가 - 태도 평가 (참여도)
총평 및 피드백	<ul style="list-style-type: none"> • [교사 총평 및 피드백] 전체 탐구 활동 과정에 관해 평가한 후 부족하거나 아쉬운 점을 구체적으로 알려 줌. 	



수업 정리	평가
<ul style="list-style-type: none"> • [동료 평가] 발표 후 모둠별로 동료 평가를 실시함. 모둠 내 참여도 평가(10점) • [한줄 생각 나누기] 학생중심 탐구 활동 과정에 대한 생각을 한 줄 정도로 기록하고 모둠 내에서 대화함. 	<ul style="list-style-type: none"> • 동료 평가 <ul style="list-style-type: none"> - 모둠 내 참여도



본 수업은 원소의 주기적 성질을 학습하기 전에 원소의 의미를 이해하기 위해 분자에 대한 이해를 높이기 위해 우선 분자를 직접 구성해보는 탐구 수업을 진행한다. 과학 탐구 활동 수업의 각 단계별 내용을 정리하면 다음과 같다.

① 사전 학습 및 수업 안내

‘사전 학습 단계’에서는 짧은 영상 시청을 통해 원소와 물질의 의미를 인식하는 단계이다. 영상 시청 후 본 탐구 활동 시간에 진행되는 수업 활동을 개인 활동과 모둠 활동으로 구분하여 안내한다.

② 수업 안내 및 탐구 활동 준비

이 시간에는 탐구 활동 순서 및 평가 사항을 안내한다. 또한, 원자 모형과 분자 모델링 프로그램을 간단히 소개한 후 개인 및 모둠별로 활동할 수 있도록 모둠별 탐구 활동 순서를 정한다.

③ 학생 중심 탐구 활동

본격적인 탐구 활동 시간으로 분자 모형 세트로 간단한 분자 모형을 만들어 본다. 또한, 컴퓨터에 설치된 분자 모델링 프로그램을 이용하여 분자 모형 세트로 만든 것과 동일한 분자 모형을 모델링해 보거나 DNA 등 더 복잡한 분자를 모델링해 보도록 지도한다. 이 과정에서 교사의 ‘관찰 평가’를 통한 모둠 평가(모둠 협력 수준 및 모둠 참여 수준)도 같이 실시한다. 활동의 마지막에는 ‘교사 총평 및 피드백’ 실시로 탐구 활동 과정에서 부족하거나 아쉬운 점을 구체적으로 피드백 해 준다.

④ 수업 정리

학생 중심 탐구 활동 후에는 모둠 내 참여도와 관련하여 모둠별 동료 평가를 실시한다. 이 수업의 평가는 교사 평가를 90점을 기준으로 하여 부여하고 학생 동료 평가를 실시하여 10점을 부여하여 100점을 기준으로 진행한다. 이 수업에 대한 교사 평가는 모둠 활동 협력(50점), 모둠 활동 참여(40점), 동료 평가(10점)으로 과정 평가를 실시한다. 이 탐구 활동에 대한 과정 평가를 위해 루브릭을 바탕으로 채점 기준을 명확히 하고, 활동 과정을 평가지에 기록해두면 이후 학생부 기록 시 학생들의 역량 변화 중심의 기록을 남길 수 있다. 그리고 실제 과학 탐구 활동 수업을 진행해보면 모둠 내에서 열심히 활동하는 학생과 소극적인 학생이 있다. 이러한 부분을 보완하기 위해 학생들의 동료 평가를 실시하여 열심히 참여한 학생에 대해 10점을 부여한다.

교사 평가	모둠 활동 협력(50점)	모둠 활동 참여(40점)
	구성원들의 문제 해결을 위한 의견 제시 및 논리적 판단성을 바탕으로 한 교사 평가	문제의 답이나 해결 방안 제안 및 다른 사람의 의견에 대한 동의 등 모둠 활동에서의 반응에 대한 교사 평가
동료 평가	활동 참여도와 수행 정도(10점)	
	모둠 활동에서 맡은 역할을 수행하고 적극적으로 의견을 제시했는지에 대한 동료 평가	

아래에 제시된 <교수·학습 과정안>은 성취기준 [[10통과01-03]에 대한 4차시 수업 중 1차시에 해당하는 내용을 학생중심 탐구 활동 수업으로 진행하는 것을 가정하였다.

< 교수 · 학습 과정안 >

학습 주제	원소의 주기성	사전 자료	동영상	
학습 목표	우리 주변을 이루는 물질이 원소로 이루어져 있음을 설명할 수 있다.			
학습 단계	학생중심 발표 수업 과정(배움 활동)	평가	시간	자료
사전 학습 및 수업 안내	<ul style="list-style-type: none"> • [사전학습] 영상 시청 • [수업 안내] 수업 활동 안내, 개인 활동 및 모둠 활동 안내 		5	▶ 사전학습 동영상 자료
탐구 활동 준비	<ul style="list-style-type: none"> • [수업 안내] 활동 순서 안내, 탐구 활동 및 평가 안내 • [활동 준비] 원자모형 준비 및 분자 모델링 방법 안내 		5'	▶ 평가도우미 앱 활용
학생중심 탐구 활동	<ul style="list-style-type: none"> • [분자 모형 만들기] 분자 모형으로 간단한 분자 만들어보기 • [분자 모델링] 스파르탄 프로그램 이용하여 간단한 분자 모델링하기 • [교사 끼어들기] 질문을 통해 분자 모형에 대해 추가 설명하기 • [교사 평가] 개별 활동 및 모둠 활동 평가 	<ul style="list-style-type: none"> • 교사의 탐구 활동 과정 평가 • 교사의 '관찰 평가' <ul style="list-style-type: none"> - 탐구 과정 평가 - 태도 평가 (참여도) 	25'	
총평 및 환류	<ul style="list-style-type: none"> • [교사 총평 및 피드백] 전체 탐구 활동 과정에 관해 평가한 후 부족하거나 아쉬운 점을 구체적으로 알려 줌. 		5	
정리	<ul style="list-style-type: none"> • [동료 평가] 발표 후 모둠별로 동료 평가를 실시함. 모둠 내 참여도 평가(10점) • [한줄 생각 나누기] 학생중심 탐구 활동 과정에 대한 생각을 한 줄 정도로 기록하고 모둠 내에서 대화함. 	C. 형성/동료평가	5'	



탐구 활동 I

분자모델링 프로그램을 이용한 분자 만들기 (실험실 및 가상)

안내글,

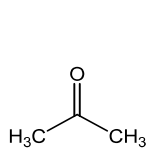
플라스틱 분자모델 및 프로그램을 이용하여 여러 가지 분자를 만들어보며 3차원적 구조를 익힌다.

준비물 : 분자모형, 컴퓨터 및 소프트웨어(Spartan 프로그램)

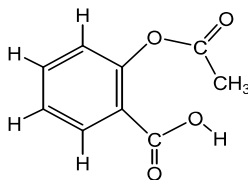
탐구 활동지

1. 모듈별로 플라스틱 분자모델을 이용하여 여러 가지 분자를 만들어 본다.

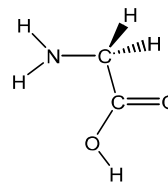
2. 모듈별로 컴퓨터에 설치된 Spartan 프로그램을 이용하여 아래 분자의 구조를 그리고 저장한다.



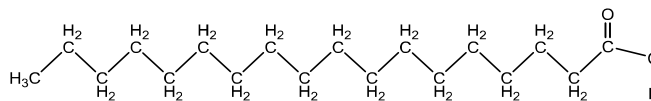
(아세톤)



(아스피린)



글리신(아미노산)



(데칸산)

데칸산

데칸산

3. 임의의 분자를 모델링한 후, minimize 옵션을 통해 안정한 형태의 분자 구조를 살펴본다.

4. 과정중심 평가하기

가. 학생중심 탐구 활동 : 관찰평가

학생들의 탐구 활동에 대해 관찰 평가를 실시한다. 관찰 평가의 공정성 확보를 위해 채점 기준에 근거하여 평가하고, 그 근거를 교사 평가지에 상세히 기록해 둔다. 자세한 평가 기준은 아래와 같다.

■ 모둠 활동 협력 수준 평가 루브릭

모둠	평가 기준				
	협력 수준 낮음		협력 수준 높음		
	←-----→				
	분쟁적 대화	누적적 대화		탐색적 대화	
	문제 해결에 필요한 정보들을 수집하거나, 건설적인 비판을 하거나 이를 수용하려는 시도가 거의 이루어지지 않는다. 구성원들의 의견이 일치하지 않으며 의사 결정이 개별적으로 이루어진다.	구성원들이 제시한 의견들이 대부분 긍정적으로 수용되지만, 무비판적으로 받아들여져 논의가 진행된다.		구성원들이 문제 해결을 함께 고민하기 위해 의견들을 제시하고, 다양한 주장과 건설적인 비판이 적절하게 이루어진다. 구성원들은 자신의 주장을 정당화하기 위해 논리적인 근거 또는 이유를 제시한다.	
모둠 1	2	4	6	8	10
모둠 2	2	4	6	8	10
모둠 3	2	4	6	8	10
모둠 4	2	4	6	8	10
모둠 5	2	4	6	8	10

■ 모둠 활동 참여 수준 평가 루브릭

모둠	평가 기준				
	참여 수준 낮음		참여 수준 높음		
	←-----→				
	매우 낮음	낮음	중간	높음	
	다른 구성원들의 활동 이나 의견을 참조하지 않고, 혼자서 자료를 조작하거나 답안을 작 성하는 등의 행동을 한다.	문제 해결에 실질적인 기여나 탐색을 하지 않 고, 다른 구성원들의 의 견을 수동적으로 듣거 나 보는행동에 한정되 어 있다.	다른 사람의 제안을 그 대로 재인용하거나 축 약하여 반복하고, 다른 사람의 의견 또는 제안에 대해 깊이 생각하지 않고 동의하는 행동을 한다.	문제의 답이나 해결 방 안을 제안 또는 방어하 거나, 다른 사람의 제 안에 대해 질문하거나 다른 말로 풀어서 설명 하는 등의 행동을 한다.	
모둠 1	1	3	5	7	8
모둠 2	1	3	5	7	8
모둠 3	1	3	5	7	8
모둠 4	1	3	5	7	8
모둠 5	1	3	5	7	8



나. 동료 평가

학생중심 탐구 활동 수업을 정리하면서 미리 준비된 모듈별 동료 평가를 실시한다. 동료 평가는 자기 모듈원의 참여도(10점)를 평가하는데, 활동 수행도 5점, 모듈 구성원 배려 5점으로 평가한다. 동료 평가 루브릭은 아래 표와 같다.

■ 동료 평가 루브릭

평가 영역	평가항목 (각 5점)	우수(A)-5점	보통(B)-3점	미흡(C)-1점
동료 평가	활동 수행도	모듈에서 맡은 역할을 성실하게 수행하였다.	모듈에서 맡은 역할을 수행하였으나 빠뜨린 것이 있다.	모듈에서 맡은 역할을 수행하지 않았다.
	모듈 구성원 배려	상대방의 의견을 존중하고 배려하였으며, 의견이 다를 경우 이를 잘 해결하였다.	상대방의 의견을 잘 들었지만, 자신의 의견은 잘 내세우지 않았다.	상대방의 의견을 듣지 않고 독단적으로 하였다.

■ 동료 평가지

평가 영역 이름	평가 기준	점수 (해당 칸에 체크하시오)		
		우수(A)	보통(B)	미흡(C)
	모듈에서 맡은 역할을 성실하게 수행하였다.			
	상대방의 의견을 존중하고 배려하였으며, 의견이 다를 경우 이를 잘 해결하였다.			
	모듈에서 맡은 역할을 성실하게 수행하였다.			
	상대방의 의견을 존중하고 배려하였으며, 의견이 다를 경우 이를 잘 해결하였다.			
	모듈에서 맡은 역할을 성실하게 수행하였다.			
	상대방의 의견을 존중하고 배려하였으며, 의견이 다를 경우 이를 잘 해결하였다.			

다. 평가 결과 산출 방법

교사의 관찰 평가(90점) 결과와 동료 평가(10점) 결과를 합산하여 수행평가 성적에 반영하고, 그 평가 결과를 상·중·하·미흡으로 구분하여 피드백 한다.

점수 구분	피드백
100~80	상
80~75	중
50~74	하
0~49	미흡

5. 피드백 및 학교생활기록부 기록하기

학생중심 탐구 활동 수업에서 피드백은 크게 3단계로 이루어진다. ‘탐구 활동’ 과정에서는 ‘교사 끼어들기’를 통해 질문에 관해 추가 설명을 하거나 잘못된 부분을 고쳐 줄 수 있고, 탐구 활동의 말미에 ‘교사의 총평 및 피드백’ 단계를 마련하여 전체 탐구 활동 과정에서 부족하거나 아쉬운 점을 구체적으로 알려주어 앞으로 개선할 수 있도록 지도할 수 있다. 마지막으로 학생부 세부능력 및 특기사항의 기록을 통해 수행의 최종 결과를 학생에게 제공하고 함께 의사소통할 수 있으며, 평가 결과와 학습을 연결시킬 수도 있다. 평가 결과의 기록은 학생의 학습과 성장을 돕는 방향으로 제공하고, 학생의 학습 동기를 긍정적으로 신장시킬 수 있어야 바람직하다.

〈 학생중심 탐구 활동 평가의 학생부 세부능력 및 특기사항 기재 예시 〉

활동명	성취 수준	교과목 세부능력 및 특기사항 내용
학생중심 탐구 활동	상	분자 모형을 이용하여 다양한 분자를 조립할 수 있고, 분자 모델링 프로그램을 사용하여 아미노산, 포도당, DNA 등의 3차원 구조까지 표현하고 구조에 대해 설명할 수 있으며, 원소의 결합으로 분자가 형성됨을 정확하게 이해하고 있음.
	중	분자 모형을 이용하여 다양한 분자를 조립할 수 있고, 분자 모델링 프로그램을 사용하여 아미노산, 포도당 등의 분자에 대해 3차원 구조까지 설명할 수 있으며, 원소의 결합으로 분자가 형성됨을 이해하고 있음.
	하	분자 모형을 이용하여 물, 이산화탄소 등의 간단한 분자를 조립할 수 있고, 분자 모델링 프로그램을 사용하여 물, 이산화탄소 등의 분자 구조를 설명할 수 있으며, 원소의 결합으로 분자가 형성됨을 기본적인 수준에서 이해하고 있음.
	미흡	분자 모형을 이용하여 물, 이산화탄소 등의 간단한 분자를 조립할 수 있고, 분자 모델링 프로그램으로 만든 물질의 분자구조를 기본적인 수준에서 이해하고 있음.



6. 학생 안내 자료

〈분자 모델링 프로그램 사용법 안내〉

마우스의 커서를 화면에서 움직이면 분자가 회전하며 window(창)의 오른쪽에 위치한 스크롤바를 움직이면 분자의 크기를 변화시킬 수 있다.

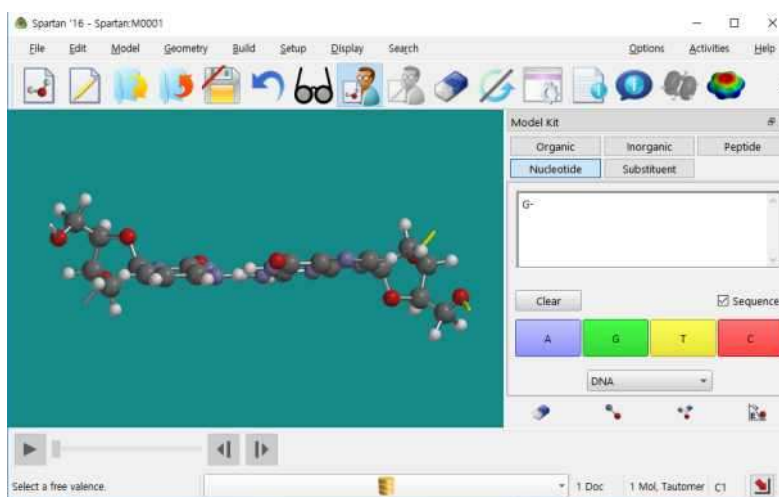


그림 13. 아미노산이 그려진 Spartan 화면

- File : New Build(새로 그리기), Open(열기), Close(닫기), Save(저장), save as(다른 형태로 저장)
 open : spartan을 이용하여 이미 만들어진 분자의 구조를 읽는다.
 Sketch : 여러 가지 원자를 선택하여 마우스로 화면에 직접 분자를 선택하여 그릴 수 있다.
 close : 새로운 구조를 그리기 위하여 화면상의 구조를 닫는데 이용
 save : .spartan 파일 형식으로 저장하며 파일 이름을 지정하여 준다.
 save as : 다른 형식으로 분자 구조를 저장하여 다른 프로그램에서 분자를 볼 수 있으며, 여기서는 mol 형식으로 저장한다.
- Build : 분자를 만들 때 가장 중요한 메뉴이며 아래의 여러 가지 부 메뉴가 있다.
 Edit Build : 분자 구조를 수정할 때 이용
 Delete : 만들어진 분자 구조를 삭제
 Make Bond : 원자 간 결합을 형성할 때 이용
 Break Bond : 만들어진 원자 간 결합을 끊을 때 이용
 Minimize : 만들어진 분자를 안정한 형태의 구조로 바꿀 때 이용



3) Model

분자를 wire, ball and wire, ball and spoke, space filling 등 다양한 형태로 나타낼 수 있다.

file을 BMP 형식으로 저장하면 분자 그림을 Web에 등록할 수 있다. 이 bmp파일 형식은 여러 가지 그래픽 파일을 이용하여 다른 압축파일로 저장하거나 워드, 파워포인트 등에 활용할 수 있다.

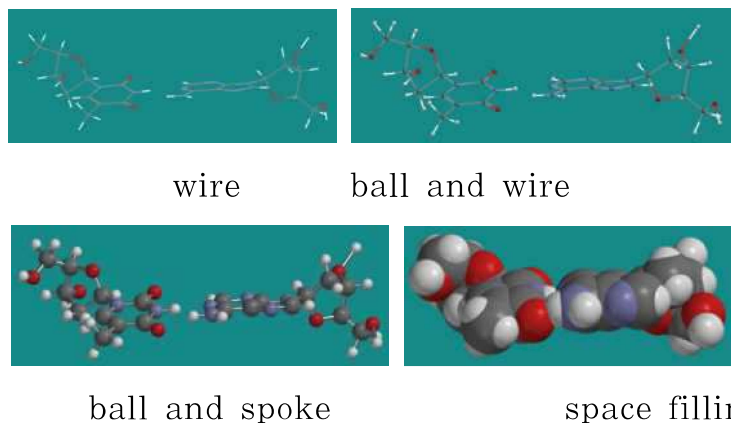


그림 14. 다양한 방법으로 나타낸 아미노산

4) Setup : 마우스의 커서로 만들어진 분자는 실제 분자에서 볼 수 있는 정확한 결합 길이나 결합각을 나타내지 않으므로 가장 안정한 에너지(낮은 에너지)를 주는 구조를 찾거나, 분자의 동력학(움직이는 모양)을 알아볼 때 이용한다.

Energy(에너지) : 분자의 현재 에너지를 계산한다.

Equilibrium Geometry(평형 구조) : 가장 최적화된 안정한 구조를 찾고 에너지를 계산한다.



수업 한눈에 들여다보기(요약)

🍎 수업 의도

우리는 물질에 대해 학습하면서 지구와 생명체를 비롯한 우주의 구성 원소들이 어디에서 왔는지, 어떤 규칙성을 따라 다양한 형태로 만들어져 있는지를 같이 고민하게 된다. 물질을 공부하는 데 있어서 분자의 3차원적 구조를 아는 것은 대단히 중요하지만, 물질을 이루는 분자 하나의 구조는 워낙 작기 때문에 쉽게 볼 수 없다. 본 수업은 원소의 주기적 성질을 학습하기 전에 물질의 구조에 대한 탐구를 먼저 시작하도록 설계하였다.

◎ 첫 번째 단계 : 교육과정을 재구성하고 성취기준을 재해석해보기

학습내용요소	기능 및 핵심역량	교육과정 재구성 및 성취기준 재해석
<ul style="list-style-type: none"> * 물질 * 원소 * 주기성 * 자연의 규칙성 * 주기율표 	+ <ul style="list-style-type: none"> ▶ 과학적 사고력 ▶ 과학적 탐구능력 ▶ 과학적 의사소통 능력 	[10통과01-03] 세상을 이루는 물질은 원소들로 이루어져 있으며, 원소들의 성질이 주기성을 나타내는 현상을 통해 자연의 규칙성을 찾아낼 수 있다.

◎ 두 번째 단계 : 평가 아이디어 도출하기

재구성한 성취기준	평가기준		평가 문항 아이디어
[10통과01-03] 세상을 이루는 물질은 원소들로 이루어져 있음을 분자 모델링을 통해 설명하고, 원소들의 성질이 주기성을 나타내는 현상을 통해 자연의 규칙성을 찾아낼 수 있다.	상	세상을 이루는 물질은 원소들로 이루어져 있음을 분자 모델링을 통해 설명할 수 있으며, 원소들의 성질이 주기성을 나타내는 현상을 관찰하여 자연의 규칙성을 찾아내고, 원소의 성질, 용도 등을 바탕으로 한 창의적인 주기율표를 만들 수 있다.	교사 '관찰 평가' (탐구과정 평가, 태도 평가)
	중	세상을 이루는 물질은 원소들로 이루어져 있음을 설명하고, 1족과 17족 원소를 통해 같은 족 원소들의 화학적 성질이 유사함을 설명할 수 있으며, 원소의 성질, 용도 등을 바탕으로 한 주기율표를 만들 수 있다.	동료 평가 (모둠 내 참여도)
	하	세상을 이루는 물질은 원소들로 이루어져 있고, 원소들의 성질이 주기적으로 나타나도록 배열한 표가 주기율표임을 말할 수 있다.	지필평가 (선다형)

◎ 세 번째 단계 : 수업 디자인하기

핵심 질문	학습 경험	수업 방법
<ul style="list-style-type: none"> ■ 물질은 무엇으로 이루어져 있을까? (1차시) 	<ul style="list-style-type: none"> - ‘원소와 원자’ 시청을 통해 물질이 원소들로 이루어져 있음을 인식하게 한다. - 분자 모형 및 분자 모델링 프로그램을 통해 간단한 분자들을 만들어보고 모델링해보는 활동을 한다. 	주제1. 원소와 원자 주제2. 분자 모델링(분자 모형 및 프로그램 이용) (교사 관찰평가, 동료평가)
<ul style="list-style-type: none"> ■ 물질을 이루는 원소들은 어떤 규칙성을 가지고 있을까? (2차시) 	<ul style="list-style-type: none"> - 원소들의 규칙성을 탐색하고 원소 카드를 배열하는 활동을 한다. - 모둠별로 ‘나만의 주기율표’ 만들기 활동을 수행한다. 	주제1. 자연의 규칙성 주제2. 주기적 성질 주제3. 나만의 주기율표 만들기 (교사 관찰평가, 동료평가)
<ul style="list-style-type: none"> ■ 알칼리 금속은 어떤 공통점이 있을까? (3차시) 	<ul style="list-style-type: none"> - 알칼리 금속의 성질에 관한 실험 활동을 수행한다. - 할로겐 원소의 성질을 분석하는 활동을 수행한다. 	주제1. 알칼리 금속의 성질 주제2. 할로겐 원소의 성질 (교사 관찰평가, 동료평가)
<ul style="list-style-type: none"> ■ 원소들은 우리 일상에서 어떻게 이용되고 있을까? (4차시) 	<ul style="list-style-type: none"> - 원소들의 성질을 이용하여 학교 주변 환경 개선 방안을 제시한다. 	주제1. 원소들의 성질 주제2. 학교 주변 환경 개선 (교사 관찰평가, 동료평가)

◎ 네 번째 단계 : 평가 기준표(평가 루브릭) 작성하기

단 원	I. 물질과 규칙성				
핵심질문	세상을 이루는 물질은 무엇으로 이루어져 있을까?				
분자 모델링	모둠 활동 협력 평가	문제 해결에 필요한 정보들을 수집하거나, 건설적인 비판을 하거나 이를 수용하려는 시도가 거의 이루어지지 않는다. 구성원들의 의견이 일치하지 않으며 의사 결정이 개별적으로 이루어진다.	구성원들이 제시한 의견들이 대부분 긍정적으로 수용되지만, 무비판적으로 받아들여져 논의가 진행된다.		구성원들이 문제 해결을 함께 고민하기 위해 의견들을 제시하고, 다양한 주장과 건설적인 비판이 적절하게 이루어진다. 구성원들은 자신의 주장을 정당화하기 위해 논리적인 근거 또는 이유를 제시한다.
		2	4	6	8
	모둠 활동 참여 평가	다른 구성원들의 활동이나 의견을 참조하지 않고, 혼자서 자료를 조작하거나 답안을 작성하는 등의 행동을 한다.	문제 해결에 실질적인 기여나 탐색을 하지 않고, 다른 구성원들의 의견을 수동적으로 듣거나 보는 행동에 한정되어 있다.	다른 사람의 제안을 그대로 재인용하거나 축약하여 반복하고, 다른 사람의 의견 또는 제안에 대해 깊이 생각하지 않고 동의하는 행동을 한다.	문제의 답이나 해결 방안을 제안 또는 방어하거나, 다른 사람의 제안에 대해 질문하거나 다른 말로 풀어서 설명하는 등의 행동을 한다.
		1	3	5	7
					10
					8

◎ 다섯 번째 단계 : 피드백 및 기록으로 마무리!

분자 모형을 이용하여 다양한 분자를 조립할 수 있고, 분자 모델링 프로그램을 사용하여 아미노산, 포도당, DNA 등의 3차원 구조까지 표현하고 구조에 대해 설명할 수 있으며, 원소의 결합으로 분자가 형성됨을 정확하게 이해하고 있음.

