



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

석사학위논문

초등학교 과학과 실제 수업 활용을 위한 STEAM  
프로그램 개발 및 적용  
- 빛 관련 단원 중심으로 -

Development of STEAM program for Utilization  
in Elementary Science Class and Application  
- Focused on Learning Section Related to Light -

제주대학교 교육대학원

초등과학교육전공

현 종 환

2014년 8월

초등학교 과학과 실제 수업 활용을 위한 STEAM  
프로그램 개발 및 적용  
- 빛 관련 단원 중심으로 -

Development of STEAM program for Utilization  
in Elementary Science Class and Application  
- Focused on Learning Section Related to Light -

지도교수 현 동 결

이 논문을 교육학 석사학위 논문으로 제출함

제주대학교 교육대학원


초등과학교육전공

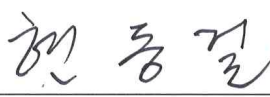

현 종 환

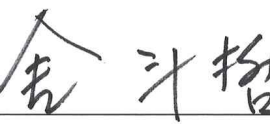

2014년 8월

현종환의

교육학 석사학위 논문으로 인준함.

심사위원장 신 애 경 

심사위원  동길 

심사위원  김태환 

제주대학교 교육대학원

2014년 8월

# 목 차

<국문 초록> .....	i
<b>I. 서론</b> .....	<b>1</b>
1. 연구의 목적 및 필요성 .....	1
2. 연구 문제 .....	2
3. 용어의 정의 .....	2
4. 연구의 제한점 .....	3
<b>II. 이론적 배경</b> .....	<b>4</b>
1. STEAM 융합교육의 배경 .....	4
2. STEAM 교육을 위한 모형 .....	4
3. 한국의 STEAM 교육 .....	6
4. STEAM 교육에 대한 요구 .....	8
5. STEAM 교육 활성화를 위한 개선점 .....	8
<b>III. 연구 절차 및 방법</b> .....	<b>10</b>
1. 연구 절차 .....	10
2. 프로그램 개발 절차 .....	11
3. 연구 대상 .....	11
4. 자료 수집 .....	11
5. 자료 분석 .....	12
<b>IV. 프로그램 개발</b> .....	<b>14</b>
1. 페트병전구의 과학적 원리 탐색 .....	14
2. STEAM 프로그램 개발 .....	23
<b>V. 프로그램 적용</b> .....	<b>30</b>

1. 차시대체형 STEAM프로그램 운영과제의 결과 분석 .....	31
<b>VI. 결론 및 제언 .....</b>	<b>35</b>
1. 결론 .....	35
2. 제언 .....	36
<b>참고문헌 .....</b>	<b>37</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>39</b>
<b>부    록 .....</b>	<b>41</b>
<부록 1> 차시대체형 STEAM 교수·학습자료	
<부록 2> STEAM 프로그램 학생 설문지	
<부록 3> STEAM 프로그램 면담 설문지	

## 표 목 차

<표 II-1> STEAM 교육의 적용 정도 .....	8
<표 II-2> STEAM 교육 적용 어려움 .....	8
<표 II-3> STEAM 교육 활성화를 위해 개선해야 할 점 .....	9
<표 III-1> 연구절차 .....	10
<표 III-2> 차시대체형 STEAM 프로그램 차시계획 .....	12
<표 III-3> 사후 설문지 내용 .....	13
<표 IV-1> 교육과정 분석 .....	23
<표 IV-2> 차시대체형 STEAM 프로그램 수업계획 .....	26
<표 V-1> 차시대체형 STEAM 프로그램 분석 .....	30
<표 V-2> STEAM 프로그램에 대한 학생들의 흥미도 .....	31
<표 V-3> STEAM 프로그램에 대한 학생들의 학습내용 이해도 .....	32
<표 V-4> STEAM 프로그램에 대한 적절성 .....	33

## 그림목차

<그림 II-1> STEAM 교육을 위한 “Yakman의 피라미드 모형” .....	5
<그림 II-2> STEAM 교육을 위한 “김진수의 큐빅 모형” .....	6
<그림 IV-1> 페트병 전구의 설치된 모습 .....	14
<그림 IV-2> 다양한 페트병 전구 .....	14
<그림 IV-3> 빛의 굴절 현상 .....	15
<그림 IV-4> 빛의 굴절 모습 .....	16
<그림 IV-5> 빛의 굴절 모습 .....	16
<그림 IV-6> 빛의 반사 현상 .....	17
<그림 IV-7> 물과 공기의 경계면에서 일어나는 빛의 전반사 현상 .....	18
<그림 IV-8> 빛의 반사 모습 .....	19
<그림 IV-9> 빛의 전반사 모습 .....	19
<그림 IV-10> 틴들 현상 .....	20
<그림 IV-11> 페트병 전구에서 일어나는 빛의 틴들 현상 .....	20
<그림 IV-12> 페트병전구에서 일어나는 빛의 산란현상 .....	21
<그림 IV-13> 페트병 전구 제작과정 .....	22
<그림 IV-14> 주제 개요 .....	24
<그림 IV-15> 교육과정 분석표 .....	24
<그림 IV-16> 차시별 교수학습과정 .....	25
<그림 IV-17> 교수학습 과정안 .....	25
<그림 IV-18> 학생용 자료 .....	25
<그림 IV-19> 학습 활동지 .....	25



## 국문 초록

# 초등학교 과학과 실제 수업 활용을 위한 STEAM 프로그램 개발 및 적용 - 빛 관련 단원 중심으로 -

## 현 중 환

제주대학교 교육대학원 초등과학교육전공  
지도교수 현 동 걸

본 연구의 목적은 2007개정 교육과정 초등학교 과학과를 중심으로 실제 수업 활용을 위한 STEAM 프로그램을 개발하고 적용해 봄으로써 그 효과를 검증해 보는 것이다. 이에 따른 연구 내용은 초등학교 과학과에서 실제 수업을 대체할 수 있는 교수·학습안 개발과 적용 효과 분석이다. 이를 위해 먼저, 학습자들에게 흥미와 관심을 끌 수 있는 페트병전구에 내재된 과학적 원리를 탐색하고 분석하였고 이를 활용하여 초등학교 과학과의 빛 관련 단원의 내용을 대체할 수 있도록 STEAM 프로그램 개발하였다.

2007개정 교육과정 초등학교 과학 6학년 1학기 1단원 ‘빛’단원에서 ‘페트병 전구’를 중심으로 학습 내용을 구성·제시하였다. STEAM 프로그램 개발·적용 후 초등학교 5-6학년 학생들의 실제 수업에 활용한 STEAM 프로그램에 대한 인식을 알아보았다.

이를 위해 STEAM프로그램 활동지, STEAM 활동 만족도 조사, STEAM

활동 종합 평가, 면담을 활용하였다.

이를 통해 얻어진 연구 결과는 다음과 같다.

첫째, STEAM 교육을 위한 과학과 실제 수업에 관한 STEAM 프로그램들이 개발되어야 한다.

둘째, 실제 수업에 활용한 STEAM 프로그램 적용에 따른 설문결과 STEAM프로그램에 대해 흥미(91%)와 적극적인 참여를 보였다.

셋째, 실제 수업에 활용한 STEAM 프로그램 적용을 통해 STEAM 교육에 대한 만족도(95%)가 높게 나타났다.

이상의 연구결과를 토대로 STEAM 교육의 목적과 관련하여 과학에 대한 흥미를 높이면서 과학의 기본 개념과 원리를 학습하는데 효과적인 방법이 될 수 있음을 시사하고 있다.

\* 주요어 : STEAM 교육, 페트병전구, 빛의 성질

# I. 서 론

## 1. 연구의 목적 및 필요성

21세기 지식기반 사회에서 우리나라가 생존할 수 있는 국가경영전략은 각 영역에서 세계적 수준의 전문가와 핵심역량 리더를 육성하는 교육에 의해 좌우된다. 이에 최근 인재를 양성하기 위한 교육적 방법으로써 창의적인 사고와 교과간의 융합과 통합을 기본으로 하는 융합인재교육인 STEAM(Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics)교육이 대두되고 있다. 우리나라의 교육과학기술부 2011년 추진 업무보고(2010)에서 ‘과학기술-예술융합(STEAM)’ STEAM교육을 주요 정책으로 발표하였다. 융합인재교육(STEAM)은 과학기술에 대한 흥미와 이해를 높일 수 있는 학교교육으로써, 융합인재교육의 지원 정책 세 가지를 이야기할 수 있다. 첫째는 첨단 과학과 생활 속의 기술에 예술적 수업기법을 적용하여 STEAM 교육 콘텐츠를 개발하고 보급하는 것이다. 교과수업에서 활용 가능한 콘텐츠 개발과 초중고 학교별, 학급별, 교과별로 특화된 수업모델을 개발하여 보급하는 것을 말할 수 있다. 두 번째는 STEAM 교사에 대한 단계별 맞춤형 연수 프로그램 운영을 통해 교원의 역량을 강화하는 것이다. 세 번째는 인프라를 구축하는 것으로써 STEAM에 최적화된 미래형 과학교실을 만들어서 STEAM 수업을 이상적으로 구현 할 수 있도록 하는 것이다(박진희, 2013).

교육과학기술부는 우리나라 국가 경쟁력의 자산인 미래 과학기술 발전을 주도할 창조적이고 융합적인 인재 양성을 위해 초중등 교육 단계에서부터 STEAM 교육을 통해서 과학-기술-공학-수학의 학습내용을 핵심 역량 위주로 재구조화함으로써 과목 간 연계와 예술적 기법을 접목하는 정책을 제안하였다(교육과학기술부, 2010).

한국은 STEAM 교육의 정착을 위해 흥미, 학습효과, 첨단기기에 대한 활용능력을 제고할 수 있는 ‘미래형 과학기술 교실’과 ‘수업모델’을 개발하기 위해

노력하고 있다(교육과학기술부, 2010). 수업모델 개발과 관련해서는 연구(시범) 학교 운영 및 교사연구회 조직을 통해 STEAM 프로그램을 연구하고 있으며 교사들을 대상으로 한 연수도 실시하고 있다. 이에 많은 초등학교 교사들은 STEAM교육의 필요성에는 인식을 하지만 STEAM 교육에 대한 자료 준비의 어려움, STEAM 교육의 이해의 어려움 등으로 STEAM 교육이 어렵다고 하였다. 많은 초등학교 교사들이 STEAM 교육 활성화를 위한 개선점으로 STEAM 교육프로그램 개발 및 보급을 꼽았다(금영충, 배선아, 2013).

본 연구에서 2007개정교육과정 초등학교 6학년 1. 빛 단원에 관한 실제 수업에 적용할 수 있는 STEAM 프로그램을 개발하여 적용하였다. 6학년 빛의 단원을 선택한 이유는 우리 주변에서 쉽게 관찰할 수 있는 내용이지만 그 원리에 대해서는 쉽게 이해하기 어려운 단원이며 이 원리의 학습을 통해 다양한 STEAM 활동을 연계할 수 있기 때문에 ‘빛’ 단원을 선정하여 운영하였습니다.

많은 STEAM 교육프로그램들이 교과 외의 프로그램으로 개발되어 일선 현장에서 도입에 많은 어려움을 갖는 게 현실이다.

## 2. 연구 문제

이 연구의 목적은 과학 2007개정교육과정 초등학교 5-6학년 과학과를 중심으로 융합인재교육(STEAM)을 위한 차시대체형 수업 모형 적용 방안을 탐색하고자 하였다. 이를 위해 설정한 구체적인 연구문제는 다음과 같다.

첫째, ‘빛’ 단원의 차시대체형 STEAM 프로그램을 어떻게 개발할 것인가?

둘째, ‘빛’ 단원의 차시대체형 STEAM 프로그램의 효과는 어떻게 나타나는가?

## 3. 용어의 정의

본 연구는 다음과 같이 용어를 정의한다.

### 1) STEAM

Sanders(2009)는 STEM 교육에서 기술(T)과 공학(E)적인 요소가 반드시 포

함되어야 한다고 하였다. 우리나라에서는 STEAM을 ‘융합인재교육’으로 명명하였다. ‘융합’은 단순히 둘 이상의 교과내용을 연결한다거나 한 교과의 내용을 다른 교과의 내용으로 보완하거나 보충하는 개념을 넘어 새로운 개념의 교육과정을 형성한다는 관점이다.

#### 2) 차시대체형 수업 모형

차시대체형 수업 모형은 교육과정 분석 후 기존의 단원 내에 STEAM 요소 추출 후 기존의 차시 수업에 STEAM 요소 생성 후 재구성하여 지도하는 수업 모형을 말한다.

#### 3) 페트병 전구

알프레드 모저와 MIT 학생들의 아이디어에서 시작한 페트병전구는 페트병전구에 물과 소량의 세제를 넣어 만든 전구로 55W의 전구의 밝기를 낸다. 현재 필리핀의 Myshelter Foundation 이라는 재단을 통해 체계화된 프로젝트가 되어 필리핀 전역에 빛을 보급하고 있다.

### 4. 연구의 제한점

본 연구는 수행함에 있어 몇 가지 제한점이 따른다.

첫째, 본 연구는 대상은 중소도시에 소재하고 있는 초등학교 학생들에게 한정하여 실시하였기 때문에 연구 결과를 일반화하는 데는 신중한 검토가 필요하다.

둘째, 본 연구는 과학의 원리를 기반으로 한 STEAM 프로그램의 적용효과를 알아 본 것으로, STEAM 교과 중 다른 교과를 중심으로 구안된 프로그램이 학생들에게 미치는 영향과는 차별성이 있을 수 있다.

셋째, STEAM에 대한 보다 구조화된 모형이나 이론적 체계가 미흡한 시점에서 프로그램을 구안하여 적용하였기 때문에, 본 프로그램이 STEAM 통합교육에 얼마나 부합되는지 좀 더 객관적인 검증이 필요하다.

## II. 이론적 배경

### 1. STEAM 융합교육의 배경

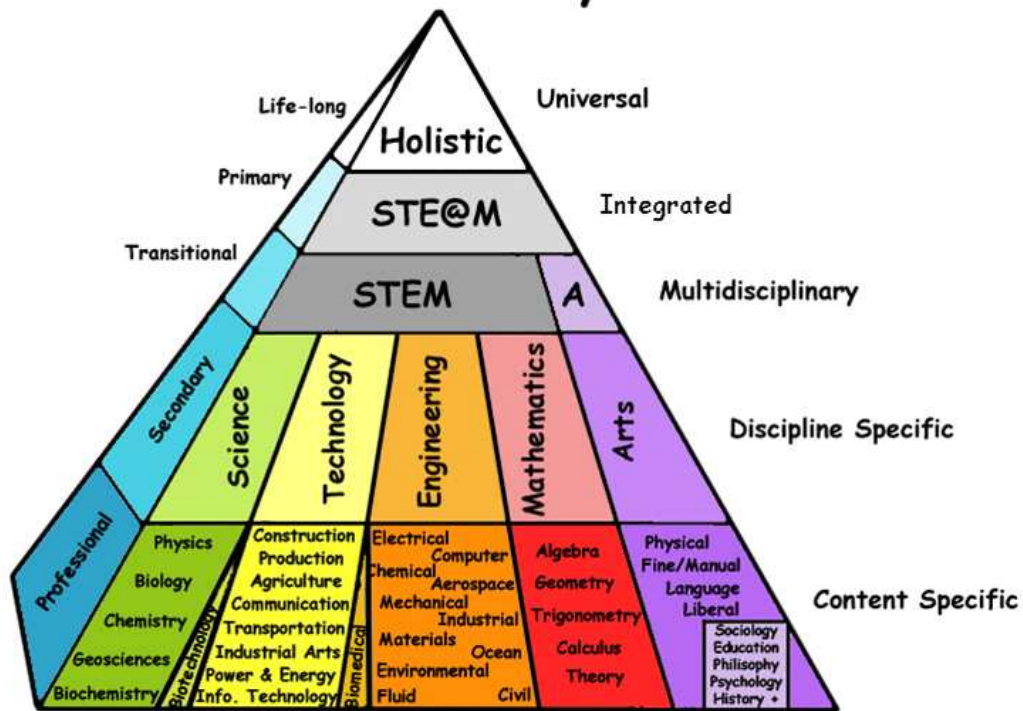
STEAM 융합교육은 원래 STS 통합교육, MST통합교육, STEM 통합교육 등에서 비롯된 교육이라 할 수 있다. 먼저, 1971년 Gallagher가 제안한 STS 통합교육 즉, 과학을 기술과 사회와의 상호작용에서 그 의의를 찾으려는 교육활동에서 비롯된 교육으로서, STS 통합교육의 목적은 공통 주제와 개념을 중심으로 과학, 기술, 사회가 서로 상호작용하는 사례를 탐색함으로써 과학 및 기술의 과정과 탐구능력을 개발하는 것이다. 다음으로 MST 통합교육은 실생활과 연결함으로써 교과에 대한 호기심을 기르고 문제해결력을 기르며 수학적, 과학적, 기술적 교양을 키울 수 있는 프로그램으로서(Satchwell & Loepp, 2002), 수학, 과학, 기술을 통합적으로 가르친다는 점에서 STEAM 융합교육의 토대가 될 수 있다. 끝으로 STEM 통합교육은 과학, 수학, 공학, 기술 등 과목의 흥미도와 학생들의 기술적 소양을 높이기 위한 대안적 교육이며, 더 나아가 여러 교과에서 활용이 가능한 맥락적 지식 및 실생활 문제해결력의 증진을 지향하고 있다(김진수, 2008).

### 2. STEAM 교육을 위한 모형

#### 가. Yakman의 피라미드 모형

Yakman은 자신의 전공 배경을 살려서 STEAM 통합교육이 중요하다고 하면서, 예술(Arts)의 중요성을 강조하고 있다. <그림 II-1>의 피라미드 모형은 미국 Virginia Tech의 Yakman이 2006년에 처음 구안하였으며, 그는 기술과 교사이기 때문에 수업에 적용하려고 고심 중이었다. 그러던 중 Virginia Tech에서 1년간 연구교수이던 김진수와 함께 한국의 Baduk을 소재로 하여 STEAM 통합

교육이 가능함을 알게 되었고, 수개월에 걸친 연구 결과를 처음으로 학술대회에서 발표하게 되었다. Yakman과 김진수는 STEM 교육에 예술(Arts)을 포함한 STEAM 교육을 함으로서 실생활과의 관련성을 더욱 높일 수 있고 흥미도 높아지는 수업을 할 수 있다고 하였다. 이 피라미드 모형을 통하여 과학(Science), 기술(Technology), 공학(Engineering), 수학(Mathematics), 예술(Arts) 내용 영역을 제시하였다. 이 모형에서는 STEAM 통합교육에 의하여 결국은 전인 교육(holistic)을 할 수 있다는 것이다(Yakman & Jinsoo Kim, 2007).

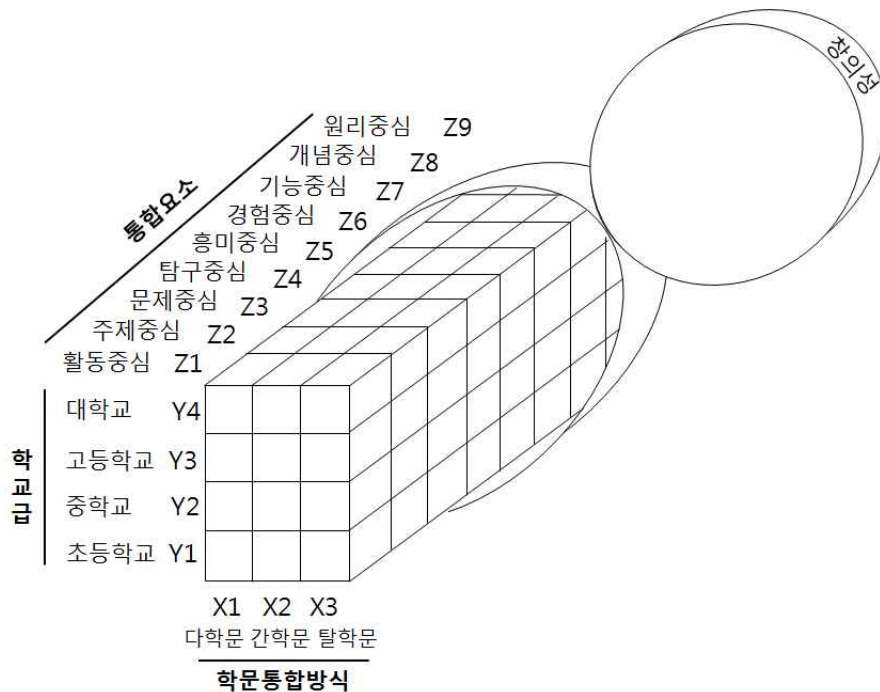


<그림 II-2> STEAM 교육을 위한 “Yakman의 피라미드 모형”

#### 나. 김진수(2012)의 STEAM 큐빅 모형

김진수(2012)는 STEAM 기반 수업 설계를 위한 STEAM 통합 방식으로써 STEAM 큐빅 모형을 개발하였다. 이 모형은 초·중등학교 STEAM 교육에서

활용할 수 있는 이론적 모형으로 X축은 학문의 통합 방식에 따라 연계형, 통합형, 융합형으로 분류한 것이고, Y축은 학교 급에 따라 초등학교, 중학교, 고등학교, 대학교로 분류한 것이며, Z축은 통합의 요소에 따라 활동중심, 주제중심, 문제중심, 탐구중심, 흥미중심, 경험중심, 기능중심, 원리중심으로 분류한 것이다. 이 모든 STEAM 통합교육은 창의성을 기를 수 있는 환경을 가질 수 있도록 캡슐로 둘러싸고 있다.<그림 II-2>



<그림 II-2> STEAM 교육을 위한 “김진수의 큐빅 모형”

### 3. 한국의 STEAM 교육

STEAM 교육이란 기존의 과학기술을 강조하는 STEM 교육에 예술 내용을 추가하여 교육하기 위한 한국 정부의 교육 정책이다. 이는 2010년 12월 교육과학기술부의 업무 보고 자료에서 발표한 교육 정책으로서 초중등교육 강화를 위하여 STEAM 교육을 추진하고자 하였으며, 과학기술과 예술을 융합한 교육을



함으로써 국가 과학기술 경쟁력 향상에 도움이 될 것이라 판단하였다. 후속적으로 2011년 6월부터 각 시도 교육청 및 단위학교에서는 수업개선을 위한 STEAM 교육에 관심을 갖기 시작하였다.

STEAM에서의 Arts(예술)란 좁은 의미에서는 디자인 중심의 미술을 생각할 수 있지만, 넓은 의미에서의 예술이란 fine arts의 미술 외에도 liberal arts의 인문 교양 분야, language arts의 언어 소통 분야까지도 모두 포함된다고 할 수 있다.

교육과학기술부의 STEAM 교육 정책을 추진하기 위하여 한국과학창의재단에서는 STEAM 교육 전담 부서를 설치하여 STEAM 교육에 대한 연구와 사업을 추진하고 있다. 한국과학창의재단의 2011년 사업 방향은 크게 세 가지인데,

첫째, STEAM 추진사업단을 한양대학교에 설치하여 STEAM 교육에 대한 사업을 주도적으로 추진하고 있으며, 둘째, 전국적으로 STEAM 교사연구회를 선정하여 교사들의 STEAM 수업 적용을 확산하고 있으며, 셋째, STEAM 교육 현장지원센터를 선정하여 교사연구회를 지원할 예정이다.

최근 국내에서도 아래와 같이 여러 연구자들이 관심을 가지고 STEAM에 대한 연구를 진행하고 있다.

이효녕(2011)은 “STEAM 교육 같은 통합 교육의 시도가 성공하고 성과를 내기 위해서는 국가 수준의 과학, 수학, 기술, 예술 관련 교육과정의 내용 체계를 개편하거나 새로운 융합 교과(예, STEAM)를 신설하여 교육과정에 편성하고 운영하는 것이 가장 우선적으로 고려되어야 할 것이다”라고 하였다.

최정훈(2011)은 “STEAM 교육은 세계에서 가장 선도적인 과학 교육 시스템이며 진정으로 과학기술공학 인재양성을 위한 것만이 아닌 예술, 경영 및 인문 사회 등의 모든 분야에서 과학·기술·공학적 개념으로 창의적인 글로벌 인재를 양성하기 위한 교육시스템이 될 것이다”라고 하였다.

박도영(2011)에 의하면 미국은 STEM 교육의 당위성을 STEM 분야의 전문 인력 확보와, 경제 및 교육에서의 국제 경쟁력 강화의 두 가지라고 하였다. 그리고 STEM 교육의 목적(NRC, 2011)은 세 가지라고 하였다. 첫째, STEM 영역으로 전공과 미래의 직업을 추구하는 상급 학생들을 많이 배출하고, 여자와 소수민족 학생들도 많이 참여시키는 것, 둘째, STEM 능력을 가진 일꾼을 배출하는 것, 셋째, 모든 학생의 STEM 소양(STEM literacy)을 향상시키는 것이다.

#### 4. STEAM 교육에 대한 요구

금영충, 배선아(2012)은 STEAM 교육에 대한 인식과 요구를 다음과 같은 조사하였다. STEAM 교육 적용 정도에 대하여 조사한 결과<표Ⅱ-1>에서와 같이 STEAM 교육 적용 경험이 있는 교사는 31명(8.7%)으로 매우 낮게 나타났고, STEAM 교육을 적용한 경험이 없는 교사는 328명(91.3%)으로 매우 높게 나타났다.

<표Ⅱ-1>STEAM 교육의 적용 정도

구분	N	%
있다	31	8.7
없다	328	91.3
계	359	100

이러한 결과를 생각해 보면 초등교사의 STEAM 교육에 대한 인식은 보통 수준이지만 실제 학교교육에 적용하고 실천하는데 있어서는 많은 어려움이 수반되는 것으로 해석할 수 있다.

실제, STEAM 교육을 적용하는데 수반되는 어려움에 대하여 조사한 결과 <표Ⅱ-2>와 같이 나타났다.

<표Ⅱ-2>STEAM 교육 적용의 어려움

구분	N	%
STEAM 교육에 대한 이해 부족	114	31.9
STEAM 교육 자료 준비의 어려움	121	33.9
개발된 STEAM 교육프로그램의 보급 부족	80	22.4
STEAM 교육 실현을 위한 교수·학습 방법 부족	42	11.8
계	357	100

초등교사가 STEAM 교육을 적용하는데 있어 가장 큰 어려움은 ‘STEAM 교육 자료 준비의 어려움(33.9%)’으로 나타났다. 그 외에 ‘STEAM 교육에 대한 이해 부족(31.9%)’, ‘개발된 STEAM 교육프로그램의 보급 부족(22.4%)’, ‘STEAM 교육 실현을 위한 교수·학습 방법 부족(11.8%)’ 순으로 나타났다.

## 5. STEAM 교육 활성화를 위한 개선점

금영충, 배선아(2012)에서 다음과 같이 STEAM 교육 활성화를 위한 개선점을 <표Ⅱ-3>로 제시하였다. STEAM 교육 활성화를 위해 개선해야 할 점으로 ‘STEAM 교육프로그램 개발 및 보급(30.5%)’로 가장 높게 나타났으며, ‘STEAM 교육에 대한 교사의 이해’가 26.3%, ‘STEAM 교육을 위한 다양한 교수·학습자료 보급’이 21.8%, ‘STEAM 교육에 대한 교사 연수’가 10.0%, ‘STEAM 교육을 위한 교사의 협동’이 7.2%, ‘STEAM 교육의 위한 교육과정 개선’이 4.2%로 나타났다.

<표Ⅱ-3>STEAM 교육 활성화를 위해 개선해야 할 점

구분	N	%
STEAM 교육에 대한 교사의 이해	94	26.3
STEAM 교육프로그램 개발 및 보급	109	30.5
STEAM 교육을 위한 다양한 교수·학습자료 보급	78	21.8
STEAM 교육에 대한 교사 연수	36	10.0
STEAM 교육을 위한 교육과정 개선(행정적 사항)	15	4.2
STEAM 교육을 위한 교사의 협동	26	7.2
계	357	100

이상과 같이, 초등교사는 STEAM 교육에 대한 이해 부족, STEAM 교육프로그램의 개발 및 보급 부족, 다양한 교수·학습자료 부족 등으로 인하여 많은 어려움을 호소하고 있었다. 그 결과 STEAM 교육에 대한 인식 정도가 보통이었고 STEAM 교육 적용정도는 매우 낮았으나, STEAM 교육의 필요성에 대하여 높게 인식하고 있었다. 따라서 STEAM 교육의 필요성에 걸맞도록 STEAM 교육을 활성화시키기 위해서는 다양한 STEAM 교육프로그램 및 교수·학습자료를 개발하여 학교 현장에 보급하고, 교사의 인식 개선과 더불어 적극적인 교사 연수가 이루어져야 할 것이다(금영충과 배선아, 2012).

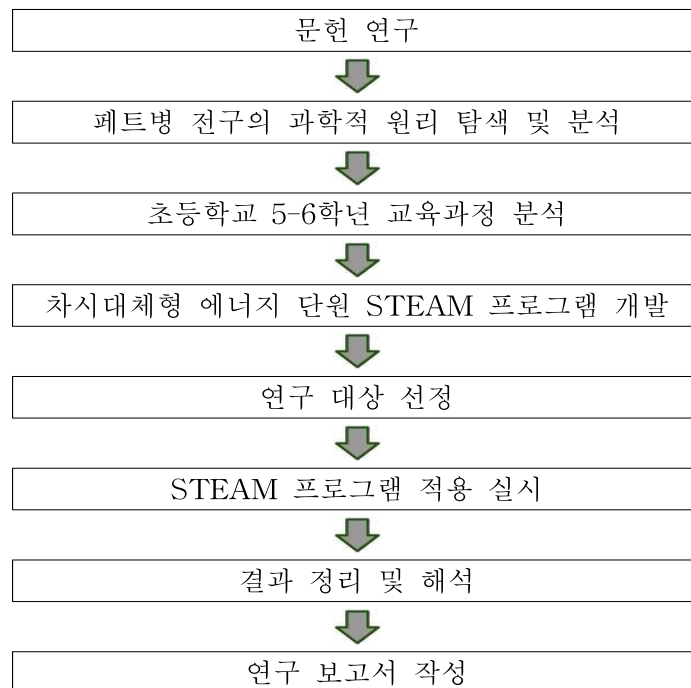
### III. 연구 절차 및 방법

본 연구는 차시대체형 STEAM 프로그램 개발을 위해 이론 고찰, 선행 프로그램 검토, STEAM에 대한 교사의 인식 분석 등의 문헌 연구로 시작하였다. 문헌 검토를 바탕으로 초등학교 6학년 1학기 1단원 빛을 대체할 수 있는 분량인 6차시로 개발되었다. 프로그램 개발 및 적용 효과 분석에 관한 구체적인 연구 방법은 다음과 같다.

#### 1. 연구 절차

본 연구는 문헌 검토, 연구 문제 설정, 초등학교 교육과정 분석, 차시대체형 STEAM 프로그램 개발, 연구 대상 선정, STEAM 프로그램 적용 실시, 결과 정리 및 해석, 연구보고서 작성의 단계로 진행하였다.<표Ⅲ-1>.

<표 Ⅲ-1> 연구 절차



## 2. 프로그램 개발 절차

차시대체형 프로그램 개발은 계획, 프로그램 개발, 실행, 정리 단계로 나누어 실시하였다. 계획 단계에서는 연구 주제를 선정하고 에너지 분야 등에 관한 선행연구 분석을 통해 이론적 배경을 탐색하여 연구 문제를 선정하였다.

프로그램 개발 및 실행 단계에서는 2007 개정 교육과정 6학년 해설서 및 교과서의 에너지 관련 내용을 분석하여 이를 바탕으로 프로그램의 목표와 학습 주제를 설정하였다. 에너지 관련 자료를 탐색하여 교수·학습과정안과 활동지를 개발하였고, 전문가의 검토를 통해 수정·보완 과정을 거친 후 적용하였다. 적용한 프로그램이 초등학교 과학과 실제 수업에 활용에 대한 효과 분석을 만족도 및 면담활동을 통해 분석하였다.

## 3. 연구 대상

본 연구의 대상은 중소도시에 소재한 ○○초등학교 5학년 1개 학급 24명(남:15명,여:9명)을 선정하였다. 프로그램을 적용하기에 앞서 연구 참여자에게 연구의 목적과 연구 진행 과정을 간단히 안내하였으며, 학생과 학부모에게 연구 참여 동의서로 동의를 구했다. 연구 참가자들은 전반적인 성적과 가정의 경제적 수준이 중하에 속하며, 이들 모두 STEAM 교육에 대해 들어본 적이 없었으며, STEAM 수업을 받은 경험도 없었다.

## 4. 자료 수집

연구의 자료 수집을 위해 차시대체형 STEAM 프로그램을 3주에 걸쳐 2차시씩 초등학교 5학년을 대상으로 운영하였다. 프로그램의 차시 계획은 <표Ⅲ-2>와 같다. 프로그램 적용 후에 STEAM 프로그램 운영에 대한 전반적인 만족도 조사와 반구조화된 면담이 병행 실시되었다. 면담은 한 사람당 10분에서 15분 정도 이루어졌으며 연구자와 단 둘이서 조용한 곳에서 이루어졌다.

<표 III-2> 차시대체형 STEAM 프로그램 차시 계획

차시	프로그램	학습목표	STEAM 요소
1~2	페트병 전구 만들기	페트병 전구를 만들어 빛이 나아가는 모습에 관심을 갖는다.	S, T, A
3~4	페트병 전구에서 빛의 성질을 찾아보세요.	페트병 전구에서 빛의 성질을 찾아 설명할 수 있다.	S, T, M
5~6	나만의 페트병 전구를 만들어 보아요	환경에 맞는 나만의 페트병 전구를 만들 수 있다.	S, T, E, A, M

## 5. 자료 분석

정보제공자들의 STEAM 프로그램에 대해 어떠한 생각을 가지고 있는지 알아보기 위하여 녹음기, 면담기록장 등을 준비하고 면담 분위기 형성을 위해 자연스러운 대화를 유도하였다. 면담 전에 전체 학생들에게 설문지를 작성하여 미리 문제에 대해 잠시 사고를 정리할 시간을 주었다.

개인당 면담 시간으로 5-10분 정도 소요되었으며 면담 장면을 녹음한 후 녹음 자료를 전사하여 내용을 분석하였다.

학생들의 프로그램을 적용을 시행한 후, 연구 참여자를 대상으로 학습 내용에 대한 이해, STEAM 수업에 대한 인식, STEAM 수업에 대한 흥미 및 만족도에 대한 설문지 실시되었다. 사후 설문지는 초등과학영재를 위한 ‘지구와 달’ 단원 STEAM 교수·학습 프로그램 개발 및 적용(정상운,2013)에 제시된 질문지 내용을 바탕으로 수정하였고, 과학교육전문가에게 질문을 검토받은 후, 보조 질문을 구성하였다.<표 III-3> 설문지 조사 후 몇 명의 학생을 대상으로 심층 면담이 실시되었다. 면담은 교사의 관찰일지와, 학생의 설문지를 바탕으로 구체적인 질문과 답을 하는 식으로 이루어졌다. 사후 면담은 학생들의 수업시간을 침해하지 않는 아침 시간과 방과 후 시간을 이용하여 이루어졌으며, 연구참여자인 학생들이 편안함을 느낄 수 있는 교실에서 이루어졌다. 사후 면담 내용은 연구 참여자의 동의를 얻은 후 면담 내용을 녹음하였고 전사하였다. 수집한 자료는 녹음자료 전사, 자료 분류, 목록 작성 과정을 거쳐 분석 텍스트로 작성하였다. 전사 작

업은 녹취 내용을 반복적으로 들으면서 참여자가 사용한 용어, 발음, 문장을 그대로 기록하고 현장 메모에 기록한 참여자의 침묵, 동작, 표정들을 녹음내용 전사본에 삽입하였다.

<표 III-3> 사후 설문지 내용

번호	범주	중심 질문	보조 질문
1	일반 수업과 STEAM 수업 비교	일반 수업과 비교해서 STEAM 수업의 어떤 점이 좋았는가?	그렇게 생각한 이유는 무엇입니까?
2	인식	일반 수업과 비교해서 STEAM 수업의 어떤 점이 어려웠는가?	그렇게 생각한 이유는 무엇입니까?
3	학습 개념 이해	학습 내용이 잘 이해가 되었는가?	그렇게 생각한 이유는 무엇입니까?
4	STEAM 수업에 대한 느낌	STEAM 수업을 하기 전 본인의 느낌은 어떠하였는가?	그렇게 생각한 이유는 무엇입니까?
5		STEAM 수업을 마친 후 본인의 느낌은 어떠하였는가?	그렇게 생각한 이유는 무엇입니까?

## IV. 프로그램 개발

### 1. 페트병전구의 과학적 원리 탐색

#### 가. 페트병 전구(Solar Bottle Bulb)

MIT에서 기본 개념이 개발되어, 2001년 브라질에 사는 'Alfredo Moser'라는 사람이 자신의 경험을 바탕으로 페트병전구의 아이디어를 생각하였다 그 후로 필리핀 등지에서 활발하게 활용되고 있는 이 태양전등은 버려진 1.5리터 페트병을 함석 사이에 끼우고 물과 미량의 표백제를 넣어 밀봉한 뒤, 지붕에 뚫린 구멍 사이에 페트병을 부착함으로써 완성된다. 태양빛이 페트병에 담긴 물에 굴절되어 어두운 실내에 들어올 때 그 밝기는 55와트짜리 전구를 켜 놓은 것과 동일하다고 한다(김정태, 홍성욱, 2011). <그림 IV-1>,<그림IV-2>



<그림 IV-1> 페트병 전구의 설치된 모습



<그림 IV-2> 다양한 페트병 전구

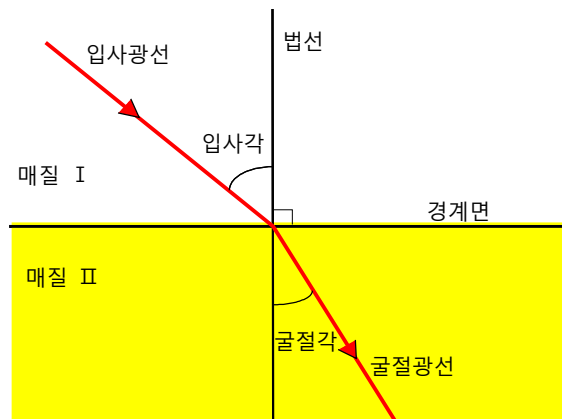


## 나. 페트병 전구의 과학적 원리

### 1) 빛의 굴절

빛이 한 물질에서 다른 물질로 진행할 때, 빛의 속도가 달라짐에 의하여 두 물질의 경계면에서 빛의 방향이 꺾여 진행되는 현상을 빛의 굴절이라고 한다.

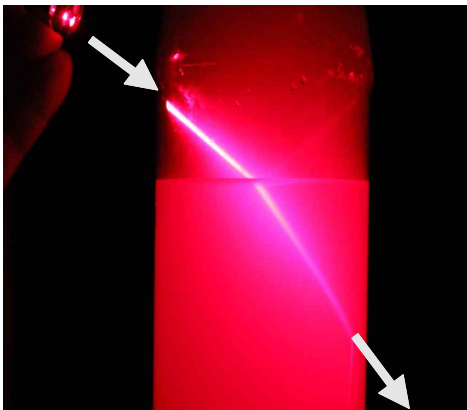
<그림 IV-3>은 빛이 매질 I에서 다른 매질인 매질 II로 진행할 때 일어나는 굴절 현상을 보여준다. 여기에서 매질이란, 빛이 이동하는 물리적 공간을 말한다. 그리고 두 매질 사이의 경계면에 수직인 선을 법선이라고 한다. 법선, 입사하는 빛의 줄기인 입사광선, 굴절하는 빛의 줄기인 굴절광선이 같은 평면 내에 있을 때, 입사광선과 법선 사이의 각을 입사각, 법선과 굴절광선의 사이의 각을 굴절각이라고 한다.



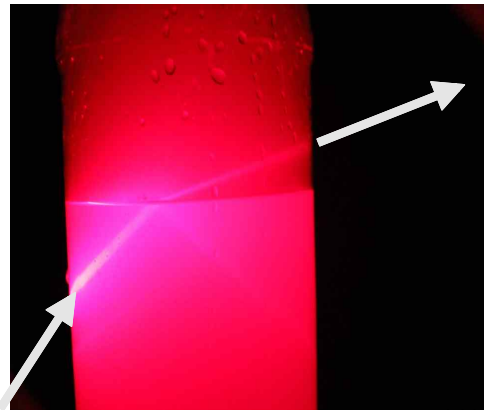
<그림 IV-3> 빛의 굴절 현상

빛의 굴절 현상에서 빛의 입사각이 클수록 굴절각이 커지나, 매질의 물리적 성질에 따라 굴절각의 크기가 입사각의 크기보다 작을 경우와 클 경우가 있다. 빛인 경우, 빛이 매질 속을 진행할 때 빛의 속도가 상대적으로 큰 매질을 소한 매질이라 하고, 빛의 속도가 상대적으로 작은 매질을 소한 매질이라 한다. 일반적으로 공기와 물이나 유리를 비교할 때, 공기를 소한 매질이라 하고 물이나 유리를 밀한 매질이라고 한다. 빛이 소한 매질에서 밀한 매질로 굴절할 경우에는 굴절각이 입사각보다 작다. 그러니 이와 반대로 빛이 밀한 매질에서 소한 매질로 굴절할 경우에는 굴절각이 입사각보다 크다.

페트병 전구인 경우, 소한 매질인 공기 중을 진행하던 빛의 페트병의 밀한 매질인 물 속으로 굴절되며, 밀한 매질인 물 속을 직진하던 빛이 다시 소한 매질인 공기 중으로 굴절되어, 굴절각이 입사각에 비하여 작은 경우와 큰 경우의 두 가지의 굴절현상이 일어난다. <그림 IV-4>의 빛의 굴절 모습은 공기 중에서 물 속으로 빛이 굴절되는 현상이며, <그림 IV-5>의 빛의 굴절 모습은 물 속에서 공기 중으로 빛이 굴절되는 현상이다.



<그림 IV-4> 빛의 굴절 모습

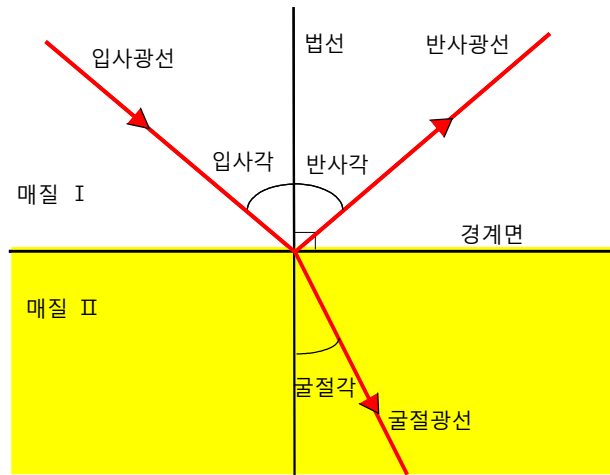


<그림 IV-5> 빛의 굴절 모습

## 2) 빛의 반사

빛이 한 매질 내에서 진행하다가 다른 매질을 만나면, 두 매질의 경계면에서 빛의 일부가 다른 매질 속으로 굴절되는 반면 나머지 일부는 되돌아온다. 이러한 현상을 빛의 반사라고 한다.

<그림 IV-6>은 빛이 매질 I 속을 진행하다 다른 매질인 매질 II을 만날 때 일어나는 반사현상을 보여준다. 두 매질 사이의 경계면에 수직인 선을 법선이라고 하며, 법선, 입사하는 빛의 줄기인 입사광선, 반사하는 빛의 줄기인 반사광선이 같은 평면 내에 있을 때, 입사광선과 법선 사이의 각을 입사각, 법선과 반사광선의 사이의 각을 반사각이라고 한다. 빛의 입사각과 반사각은 항상 같다. 이것을 반사의 법칙이라고 한다.



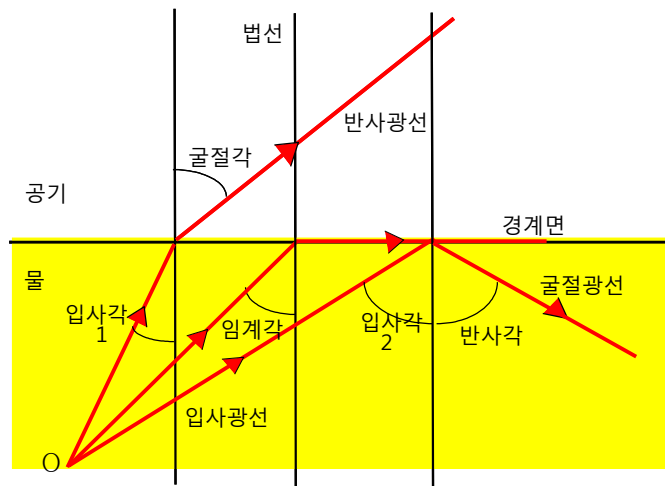
<그림 IV-6> 빛의 반사현상

일반적인 반사는 두 가지 형태로 나눌 수 있다. 빛이 빛의 파장에 비해 충분히 작은 거친 경계면을 만나는 경우, 일반적으로 경계면이 거울면과 같이 매끄러운 경우에는 평행광선이 경계면에 입사되면 반사되어 되돌아 오는 빛도 평행광선이 된다. 이러한 반사를 정반사 또는 거울 반사라 한다. 그리고 빛이 빛의 파장과 같은 정도 또는 그 이상의 거친 경계면을 만나는 경우에는 평행광선이 경계면에 입사되더라도 서로 다른 방향으로 반사된다. 이러한 반사를 난반사라고 한다. 난반사인 경우 반사된 상을 볼 수가 없다.

물이나 유리와 같은 밀한 매질에서 공기와 같은 소한 매질로 빛이 진행할 때, 어떤 특정한 이상의 입사각에서 소한 매질로 굴절되지 않고 그 경계면에서 다시 밀한 매질 내부로 광선이 완전히 반사되는 것이 현상이 일어난다. 이러한 현상을 전반사라고 하며, 전반사가 일어나는 입사각을 전반사의 임계각이라고 한다. 일반적으로 전반사는 빛이 굴절각이 입사각보다 크게 나타나는 밀한 매질에서 소한 매질로 진행할 때 일어난다. 물과 공기 경계면에서 전반사의 임계각은  $48.5^\circ$ 이다. 빛의 굴절되는 정도가 빛의 파장에 관계하기 때문에 임계각과 전반사가 일어나는 각도가 파장에 따라서 약간 변한다.

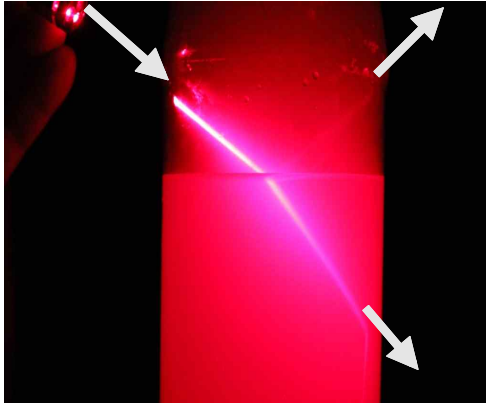
<그림 IV-7>에서는 물과 공기의 경계면에서 일어나는 전반사 현상을 보여주고 있다. 점 O로부터 물과 공기의 경계면으로 입사하는 광선들 중에서 임계각보다 작은 입사각 1로 입사하는 광선의 일부는 반사가 되고 그 나머지는 굴

절이 된다. 임계각보다 더 큰 각의 입사각 2로 입사하는 광선은 모두 전반사가 된다. 그리고 임계각으로 입사하는 광선은 경계면을 따라 진행한다. 달무리, 해무리, 무지개와 같은 대기의 현상은 얼음결정이나 물방울 내의 전반사에 의해서 생기는 것이다.

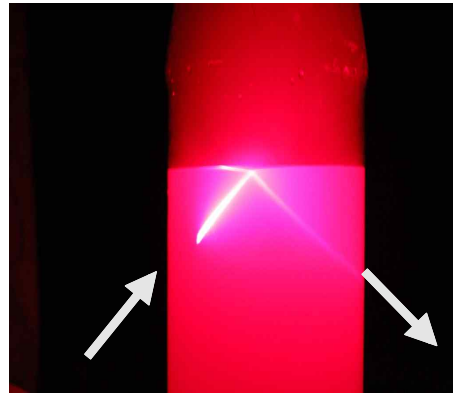


<그림 IV-7> 물과 공기의 경계면에서 일어나는 빛의 전반사 현상

페트병 전구인 경우, 빛이 공기 중에서 페트병의 물 속으로 들어올 때는 소한 매질에서 밀한 매질로 진행되는 것으로서, <그림 IV-8>에서 보여주는 것과 같이 공기과 물의 경계면에서 일부는 반사되고 또 일부는 굴절되어 물 속으로 들어온다. 그러나 물 속으로 들어 온 빛이 페트병의 측면을 통하여 공기 중으로 진행하려고 하는 경우에는, 밀한 매질에서 소한 매질로 진행되는 경우로, 그 입사각이 물과 공기 경계면에서 전반사의 임계각  $48.5^\circ$ 보다 클 경우 전반사가 일어난다. 특히 페트병 전구인 경우 빛이 페트병의 입구 부분에서 입사되는 구조를 가지고 있기 때문에 페트병 전구의 측면에서는 거의 전반사가 일어난다고 볼 수 있다. <그림 IV-9>는 페트병 측면에서 전반사가 일어나는 현상을 보여준다. 전반사를 걸치면 페트병 밑면에 이른 빛들을 밑면과의 입사각이 임계각보다 작아 그 경계면에서 그 일부가 반사되거나 굴절되면서 공기 중으로 나오게 된다.



<그림 IV-8> 빛의 반사 모습



<그림 IV-9> 빛의 전반사 모습

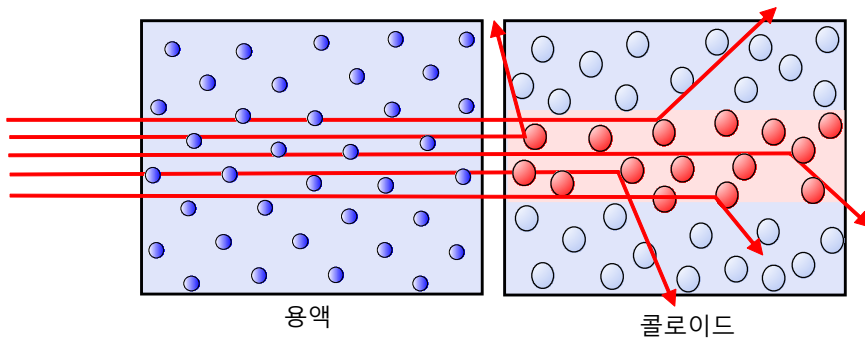
### 3) 빛의 산란

빛의 산란이란 빛이 진행하는 중에 접하게 되는 어떤 물체 표면에서 이 물체 구조의 특성에 따라 사방으로 빛이 흩어지는 현상을 의미한다. 이러한 현상이 빛의 반사현상과 다른 점은, 반사는 빛이 어떤 물체와 닿았을 때 그 입사된 각도에 따라 반사되는 각도가 같지만, 산란은 물체와의 상호작용으로 인하여 사방으로 불규칙하게 분산하는 난반사 현상을 말한다.

햇빛은 보라색에서 빨간색까지 모든 빛깔이 섞여 있는 전자기파의 일종이다. 그리고 빛은 대기를 통과해 들어오다가 여러 가지 공기 등등의 입자를 만나면 사방으로 퍼지게 된다. 바로 이러한 현상이 산란현상의 예이다. 공기의 작은 산소나 질소 분자 들은 가시광선 영역 중에서도 특히 짧은 파장의 빛들을 훨씬 더 효과적으로 산란시킨다. 하늘이 파란색을 띠는 이유는 공기분자들에 산란될 때 짧은 파장의 빛인 보라, 파란 빛들이 더 긴 파장인 주황, 빨간 빛들보다 더 많이 산란되기 때문이며, 산란이 많이 되는 색의 빛이 우리 눈에 더 많이 들어 오기 때문에 하늘색을 파랗다고 느끼게 된다.

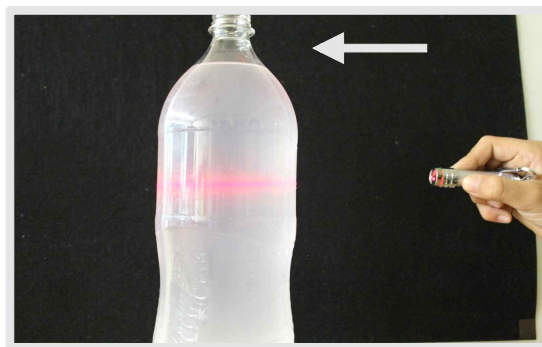
틴들 현상(Tyndall effect)은 콜로이드 용액에 광선을 통과시키면 빛의 진로가 선명하게 보이는 현상이다. <그림 IV-10>처럼 콜로이드 입자가 크기 때문에 빛이 투과하지 못하고 콜로이드 입자에 부딪쳐서 산란되기 때문에 생긴다. 빛의 파장과 같은 정도 또는 그것보다 더 큰 미립자가 분산되어 있을 때 빛을 조사

하면 광선이 통로에 떠 있는 미립자에 의해 산란되기 때문에 옆 방향에서 보면 광선의 통로가 밝게 나타난다. 용액은 틴들 현상이 나타나지 않기 때문에 틴들 현상을 이용하면 콜로이드 용액을 간단하게 구별할 수 있다.



<그림 IV-10 > 틴들현상

페트병내의 용액에는 세제 입자가 분산되어 있어서 빛을 비추면 빛의 통로가 밝게 보인다. 이것은 가시광선의 파장이 입자와 비슷해서 빛이 산란되기 때문이다. 페트병 전구에 레이저포인터를 이용하여 빛을 비추어 보면 <그림 IV-11>와 같이 페트병내부에서 빛이 산란하는 현상을 관찰할 수 있다.



<그림IV-11> 페트병 전구에서 일어나는 빛의 틴들현상

어두운 곳에서 페트병전구에 레이저 포인터의 빛을 비추어 보면 빛이 페트병 내부를 통과하여 그림<IV-12>와 같이 산란되어 밝게 보이는 현상을 관찰할 수 있다.





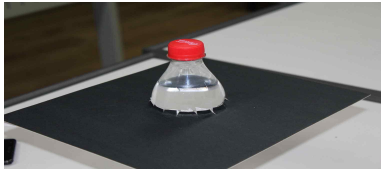


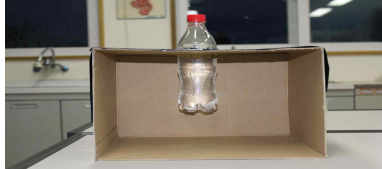


<그림IV-12> 페트병 전구에서 일어나는 빛의 산란현상

## 다. 페트병 전구 만드는 방법

1) **준비물:** 상자(페트병 전구설치용), 투명 페트병(500ml), 글루건, 두꺼운 도화지, 가위, 검은색도화지 등

### 2) 제작과정

페트병 전구를 제작하는 방법은 <그림 IV-13>와 같다.

1) 준비단계	2) 두꺼운 도화지에 페트병이 들어갈 구멍 만들기
	
3) 페트병의 1/3이 위로 나오도록 끼운다.	4) 페트병 주위를 글루건을 이용하여 고정한다.
	
5) 상자에 페트병이 들어갈 구멍을 만든다.	6) 페트병 전구를 설치한다.
	
빛을 막았을 때	빛을 비추었을 때
	

<그림IV-13> 페트병전구 제작 과정



## 2. STEAM 프로그램 개발

### 가. 교육과정 분석

초등학교 과학과 실제 수업 활용을 위한 STEAM프로그램을 개발하기에 앞서 해당 주제에 관한 교육과정 분석은 <표IV-1>과 같다.

<표 IV-1> 교육과정 분석

차시	프로그램	학습목표	STEAM 요소	2007 개정 교육과정
1 ~ 2	페트병 전구 만들기	페트병 전구를 만들어 빛이 나아가는 모습에 관심을 갖는다.	S,T,A	<b>【과학】</b> (1)빛-[탐구 활동]-(다)물체를 바꾸어서 흰 종이 판에 나타나는 모습 관찰하기 <b>【실과】</b> (3)생활 자원과 소비-(가)생활 자원의 이용과 환경의 관계에 대해 알아본다.
3 ~ 4	페트병 전구에서 빛의 성질을 찾아보세요.	페트병 전구에서 빛의 성질을 찾아 설명할 수 있다.	S,T,E	<b>【과학】</b> (1)빛-[학습목표]-(나)빛의 직진을 이해하고 주변에서 그 예를 찾을 수 있다. (1)빛-[학습목표]-(가)빛의 반사를 이해하고 주변에서 그 예를 찾을 수 있다. (1)빛-[학습목표]-(가)레이저포인터를 이용하여 빛의 굴절 현상을 관찰할 수 있다. <b>【사회】</b> (3)환경을 생각하는 국토 가꾸기-(가)지속 가능한 발전을 위한 녹색 성장이 우리의 미래에 끼치게 될 영향에 대해 예측할 수 있다.
5 ~	나만의 페트병	환경에 맞는 나만의	S,T,E,A	<b>【과학】</b> (1)빛-[학습목표]-(가)카메라의 원리와 구조를 알 수 있다. (나) 나만의 특수





## 다. 프로그램 운영 계획

이 연구에서 개발한 STEAM 교수-학습 프로그램의 주제는 ‘페트병 전구 만들기’이다. 1차시~6차시 차시대체형 STEAM프로그램 수업 운영 계획은 <표IV-2>와 같다.

<표IV-2>차시대체형 STEAM 프로그램 수업계획

적용 학년	초등학교 5-6학년	총 차 시	6차시
주제	페트병 전구 만들기		
차시	①~② (80' )		
주제	빛으로 놀아 볼까요?		
주요 내용	페트병 전구를 만들어 빛이 나아가는 모습에 관심을 갖는다.		
STEAM 요소	S + T + A		
단계	STEAM 프로그램 내용		
상황 제시 (20' )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 동기 유발 : 전기 없이 빛을 만들 수 있을까?</li> </ul> <p>필리핀의 작은 마을 Sitio Maligaya의 마을 풍경 보기 빼곡히 들어선 인해 어두운 골목길. 창이 없어서 낮에도 어두워 집안일을 하기 힘들게 필요한 것은 무엇인가요?</p>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 태양에너지 개념 알기 :</li> <li>• 태양에너지의 이용사례 말해보기</li> </ul>		
창의적 설계 (40' )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 페트병 전구 만들어보기</li> </ul> <p>페트병 전구를 만들어 봅시다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 재료 : 상자(페트병 전구설치용), 투명 페트병(500ml), 글루건, 두꺼운 도화지, 가위, 검은색도화지 등</li> <li>● 과정:             <ol style="list-style-type: none"> <li>① 두꺼운 도화지에 페트병이 들어갈 구멍 만들기</li> <li>② 도화지에 페트병의 1/3이 위로 나오도록 끼운다.</li> <li>③ 페트병 주위를 글루건을 이용하여 고정한다.</li> </ol> </li> </ul>		

	<ul style="list-style-type: none"> <li>④ 상자에 페트병이 들어갈 구멍 만든다.</li> <li>⑤ 페트병 전구를 설치한다.</li> <li>⑥ 암막을 만들어 비교해 본다.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 페트병 전구 살펴보기</li> <li>• 페트병 전구 조도 측정하기</li> </ul>
<b>감성적 체험 (20' )</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 페트병전구와 형광등을 비교</li> <li>• 페트병전구의 이용으로 자원의 재활용과 에너지를 절약할 수 있다는 것에 대해 이야기 나누기</li> </ul>
차시	<b>③~④ (80' )</b>
주제	페트병 전구에서 빛의 성질을 찾아보세요.
주요 내용	페트병 전구에서 빛의 성질을 찾아 설명할 수 있다.
STEAM 요소	S + T +E
단계	STEAM 프로그램 내용
<b>상황 제시 (15' )</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 동기 유발 : 페트병 전구에는 어떤 빛의 성질이 있을까요?</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;">         페트병 전구에는 어떤 빛의 성질이 적용되어 밝은 빛을 낼까요? 어          페트병 전구에서 빛의 성질을 찾을 수 있을까요?       </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 페트병 전구에서 빛의 성질을 찾는 실험을 설계하기</li> </ul>
<b>창의적 설계 (45' )</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 페트병 전구 관찰하기           <ul style="list-style-type: none"> <li>- 레이저포인터를 이용하여 살펴보기</li> </ul> </li> <li>• 페트병 전구의 원리 알아보기           <ul style="list-style-type: none"> <li>- 빛의 반사</li> <li>- 빛의 굴절</li> <li>- 틴들 현상</li> </ul> </li> <li>• 페트병 전구 빛 찾기</li> </ul>

	<p>더 밝은 페트병 전구 만들기</p> <p>● 재료 : 상자(페트병 전구설치용), 투명 페트병(500ml), 글루건, 두꺼운 가위, 검은색도화지, 세제, 색소, 우유, 형광펜 등</p> <p>● 과정:</p> <p>① 페트병 전구 만들기</p> <p>② 다양한 물질을 이용하여 페트병 전구 만들기</p> <p>③ 조도 측정하기</p>
<b>감성적 체험</b> (20')	<p>• 빛의 성질을 페트병전구에 적용하여 발표하기</p>
<b>차시</b>	<b>⑤~⑥ (80')</b>
<b>주제</b>	나만의 페트병 전구를 만들어 보아요.
<b>주요 내용</b>	환경에 맞는 나만의 페트병 전구를 만들 수 있다.
<b>STEAM 요소</b>	S + T + A + E + M
<b>단계</b>	<b>STEAM 프로그램 내용</b>
<b>상황 제시</b> (10')	<p>• 동기 유발 : 상황에 따른 빛의 밝기 알아보기 거실과 화장실의 빛의 밝기가 서로 다르다. 그것은 상황에 따른 빛의 밝기가 서로 다르기 때문이다. 적정기술 알아보기-시청하기 (<a href="http://www.youtube.com/watch?v=OqxCFvZPxc">http://www.youtube.com/watch?v=OqxCFvZPxc</a>)</p> <p>적정기술에 대해 생각해보고 앞으로 만들 사육장이 적정기술을 어떻게 할 것인지 생각해 봅시다.</p>
<b>창의적 설계</b> (60')	<p>• 페트병 전구 구조물 설계하기</p> <p>- 제작할 환경 고려하기</p> <p>- 제작할 목적 고려하기</p> <p>♣ 페트병 전구 구조물을 만들어 주세요. 환경의 목적이나 동물에게 할는 구조물이면 좋겠어요.</p> <p>조건: 1. 빛이 들어와야 한다. 2. 페트병 전구를 활용한다. 3. 재활용품을 이용한다.</p> <p>• 조건에 맞는 페트병 전구 구조물 만들기</p>

<b>감성적 체험 (20' )</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 모듬별 페트병 전구 구조물 작품 발표하기</li> <li>• 모듬별 작품에 대한 질의 및 평가하기</li> </ul>
------------------------------	--

차시대체형 STEAM 프로그램의 1-2차시는 빛의 대한 흥미를 갖는 시간으로 재활용을 활용한 ‘페트병 전구 만들기’의 내용으로 구성하였고 앞으로 배울 빛의 성질의 내용을 체험할 수 있도록 하였다. 3-4차시에는 앞에서 제작한 ‘페트병전구에서 빛의 성질이 어떻게 적용되고 있는지 과연 어떤 빛의 성질들이 있는지 알아보는 내용으로 구성하였다. 마지막 5-6차시는 각 상황에 맞는 ‘나만의 페트병 전구 만들기’로 구성하여 앞 시간에 학습하였던 내용을 바탕으로 다양한 페트병 전구를 제작해보고 발표하는 시간으로 구성하였다.

## V. 프로그램의 적용

차시대체형 STEAM 프로그램을 초등학교 5학년 학생들에게 적용하여 각각의 문제에 대한 설문조사를 결과 <표V-1>에서 보는 것과 같이 총3개의 주제로 요약되었으며, 10개의 주제묶음으로 구성할 수 있었다. 이는 자료 분석을 통해 5학년 학생들의 STEAM 프로그램에 대한 반복되는 반응체계를 발견할 수 있었다. 아울러 연구 목적인 차시대체형 STEAM 프로그램에 대한 적용효과에 대해 범주를 나누어 정리하였다.

<표V-1> 차시대체형 STEAM 프로그램 분석

범주	주제묶음	주제
차시대체형 STEAM 프로그램	STEAM 수업에 대한 반응	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 실험 위주의 수업에 대해 흥미를 가짐.</li> <li>- 새로운 수업에 대해 만족해 함</li> <li>- 실험결과에 대해 이해하고 그 결과를 바탕으로 2차 학습에 대한 의욕을 가짐.</li> <li>- 실험결과에 대해 만족해함.</li> <li>- 재활용을 이용한 수업내용에 관심을 갖고 실험활동에 참여함.</li> </ul>
	STEAM 수업에 대한 어려움	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 실험설계과정에 대한 모둠협의를 어려워함.</li> <li>- 실험과정에서 제작활동에 대해 어려워함.</li> <li>- 모둠원간이 긴밀할 협조</li> </ul>
	STEAM 수업에서 내용 이해	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 실험활동을 통해 수업 내용을 이해하기 용이함</li> <li>- 교과내용을 실험활동을 통해 관찰하고 관찰 내용을 이야기함.</li> </ul>



## 1. 차시대체형 STEAM 프로그램 운영 과제의 결과 분석

### 가. 학생 설문 분석 결과

#### 1) STEAM 프로그램에 대한 학생들의 흥미도

<표 V-2>STEAM프로그램 대한 학생들의 흥미도

구분	매우 흥미로웠다	흥미로웠다	잘 모르겠다	별로 흥미롭지 않았다	전혀 흥미롭지 않았다	계
N	14	8	1	1	0	24
백분율(%)	58.33	33.33	4.17	4.17	0	100

위 <표 V-2>와 같이 학생들은 과학과 실제 수업에 적용한 STEAM 프로그램을 대해 흥미로웠다고 응답한 24명 중 91%가 흥미로웠다고 응답하였다.

연구자: 일반적인 수업과 비교해서 스팀 수업이 어떤 점에서 좋았습니까?

학생2: 일반적인 과학 수업은 과학진도만 나가고 책을 가지고 하는데 이번 실험은 교재가 없었지만 저희가 직접 만들고 탐구할 수 있는 시간이 있어서 생각도 깊어진 것 같아서 이전 수업보다 즐거웠던 것 같아요.

연구자: 일반적이 과학수업과 스팀수업을 비교해서 어떤 점에서 좋았습니까? 그렇게 생각한 이유는 무엇입니까?

학생3: 지루하지 않아서 좋았어요. 예전 과학수업을 할 때에는 실험은 오래하는 것이 아니라 이해만 하면 바로 넘어가서 재미가 없었는데 이번 스팀수업을 실험을 통해서 학습내용을 알아가는 것이 좋았던 것 같아요.

학생 2와 같이 STEAM 프로그램에 대해 다른 수업보다는 다양한 실험활동과 직접 체험해보고 탐구할 수 있는 부분에 대해 재미있다고 응답하였다. 또한

학생 3은 실험을 통해 학습내용을 알아가는 것이 좋았다고 응답하였다. 이번 연구에서는 위에서 본 바와 같이 STEAM 프로그램에 대해 매우 흥미를 갖는다고 나왔다. 이와 같은 결과는 박혜원(2011)의 연구결과와 일치한다. 이 연구에서도 학생들이 STEAM을 프로그램을 적용한 과학수업이 과학에 관련한 흥미에 긍정적인 입장을 가지고 있었다.

## 2) STEAM 프로그램에 대한 학생들의 학습내용 이해도

<표 V-3 > STEAM 프로그램에 대한 학생들의 학습내용 이해도

구분	매우 도움이 되었다	어느 정도 도움이 되었다	잘 모르겠다	별로 도움이 되지 않았다	전혀 도움이 되지 않았다.	계
N	20	3	1	0	0	24
백분율(%)	83.33	12.50	4.17	0	0	100

학습내용 이해와 관련하여 <표 V-3>와 같이 학생들은 과학과 실제 수업에 적용한 STEAM 프로그램을 통한 학습내용에 대한 이해에서 95%의 학생들의 학습내용을 이해하였다고 응답하였다.

연구자: 스팀 프로그램에 참여하는 동안 학습내용이 잘 이해가 되었습니까? 그렇다면 생각한 이유는 무엇입니까?

학생2: 빛의 성질에 대해 이해할 수 있었다. 특히 페트병전구를 만들고 레이저 포인트를 이용하여 빛의 직진, 굴절, 반사를 관찰할 수 있어서 내용을 이해하기 좋았다.

연구자: 스팀 프로그램에 참여하는 동안 학습 내용이 잘 이해가 되었습니까? 그렇게 생각한 이유는 무엇입니까?

학생4: 빛의 성질에 대해서 PPT자료와 페트병전구 제작활동을 통해서 직접 확

인할 수 있어서 빛의 성질을 직접 체험하고 관찰할 수 있어서 빛의 성질을 잘 이해할 수 있었습니다.

학생 2와 학생 4의 면담내용과 같이 STEAM 프로그램을 통해 실험활동과 실제 제작한 물건을 통해 직접 학습내용을 관찰하고 탐구할 수 있어서 학습내용을 이해하는데 많은 도움이 되었다고 응답하였다. 설문결과와 면담 결과와 같이 STEAM 프로그램이 학습내용 이해에 많은 도움을 주고 있다고 나왔다. 이와 같은 결과는 김정미(2013)의 연구결과와도 일치한다. 이 연구에서도 STEAM 프로그램이 학습내용 이해도에 긍정적이라고 하였다.

### 3) STEAM 프로그램에 대한 적절성

<표 V-4>STEAM 프로그램에 대한 적절성

구분	매우 적절하다	어느 정도 적절하다	잘 모르겠다	별로 적절하지 않다.	전혀 적절하지 않다.	계
N	19	4	1	0	0	24
백분율(%)	79.17	16.67	4.17	0	0	100

학생들은 STEAM 프로그램 내용에 대해 <표 V-4>과 같이 95%의 학생이 적절하다고 응답하였다.

연구자: 스팀 수업을 끝마친 후 스팀 수업에 대한 느낌은 어떠합니까? 그렇게 생각한 이유는 무엇입니까?

학생2: 기존 수업에서는 저희가 할 수 있는 것이 거의 없이 준비된 수업을 해보았는데 준비물 준비부터 실험설계, 제작해보았고 측정하고 그 결과를 직접 체험할 수 있어서 재미있고 즐거웠습니다. 또한 제가 잘 모르는 내용을 학습할 수 있었어 좋았습니다.

연구자: 스팀 수업을 끝마친 후 스팀 수업에 대한 느낌은 어떠합니까? 그렇게

생각한 이유는 무엇입니까?

학생3: 일반적인 수업과 비교가 되는 것 같아요. 일반 수업은 내용을 한 차시씩 해서 끝나지만 이번 수업은 충분한 시간을 주어서 저희들이 고민을 할 수 있는 시간이 있어서 저는 좋았습니다. 연구하거나 계획을 세울 시간을 충분히 주어진다면 좀 더 원리 이해에 도움이 될 것 같아요. 내용을 좀 더 심화된 것도 익힐 수 있을 것 같아요.

학생2와 학생3의 응답내용에서 나왔듯이 STEAM 프로그램을 통해 실험계획을 세우고 실험활동에 대해 서로 의논하고 탐구하는 활동이 가능하고 그로 인해 학습내용의 이해 및 원리 탐구에 많은 도움이 되었다고 응답하였다.

## VI. 결론 및 제언

### 1. 결론

본 연구의 목적은 초등학생들의 과학과수업에 차시대체형 STEAM 기반 수업을 설계하고 적용해 봄으로써 초등학교 현장에 맞는 STEAM 교육 방법을 모색해 보는 것이다. 이러한 연구 목적에 따라 실행을 통해 얻은 결과는 다음과 같다.

첫째, 본 연구에서와 같이 초등학교에서 흥미를 중심으로 한 다학문적 통합 방식으로써 재활용제품을 중심으로 과학 개념 및 원리를 통합하는 형태의 STEAM 수업 방법은 과학 개념 및 원리에 대한 이해 및 기억을 용이하게 함으로써 학습효과를 높이고 과학에 대한 흥미 및 자신감을 고취시킬 수 있는 방법이 될 수 있음을 시사한다.

둘째, 학생들은 창의적 설계에서 오류가 나오더라도 새로운 실험 방법을 모색하려하는 과정 속에서 서로의 생각을 존중하는 수업 분위기를 형성하였으며 실험에 대한 흥미를 가지게 되었다. 이러한 변화는 STEAM 교육이 추구하는 바와도 부합한다.

셋째, 과학 중심의 교육과정에 근거한 본 차시대체형 STEAM 프로그램은 무리한 시수 운영이나 자료 준비에 따른 부담을 덜어줌으로써 초등학교 현장에 STEAM 교육을 적용하기에 유리하다.

넷째, ‘빛’ 단원 중심의 본 STEAM 프로그램과 같이 과학과의 다른 부분에 대한 STEAM 프로그램의 개발이 이루어지도록 지속적인 노력도 필요하다.

## 2. 제언

지금까지의 연구 결과를 기초로 제언하면 다음과 같다.

첫째, 본 연구는 차시대체형 STEAM 수업을 짧은 시간(6차시, 3회) 동안에 특정 학생을 대상으로 실시했으므로 수업의 효과를 분석하는 데 제한적이다. 프로그램 적용기간은 학생들의 STEAM 프로그램에 대한 인식의 변화정도에 영향을 미칠 수 있기 때문에 장기적으로 수업을 실시한 후에 STEAM 프로그램에 대한 효과를 검증해 볼 필요가 있다.

둘째, 본 연구는 1개 학급 24명의 학생들을 대상으로 하였기 때문에 인원수가 많지 않아 질적평가의 유의미한 결과를 얻는데 한계가 있었다. 그러므로 가능한 많은 수의 학생들을 대상으로 연구하여 신뢰성 있는 결과를 산출할 수 있어야 하고 STEAM 프로그램 수업의 결과도 심층적으로 분석할 수 있어야 할 것이다.

셋째, 여러 연구에서 미래사회가 요구하는 인재는 융합인재이며 융합인재를 양성하기 위한 교육으로 STEAM교육이 부각되고 있다. 이러한 사회적 요구를 만족하기 위해서는 교육과정의 철저한 분석을 통한 다양한 차시대체형 STEAM 프로그램과 관련 지도자료를 개발하여 초등학교 교사들이 교육현장에서 적극 활용할 수 있어야 할 것이다.

## 참 고 문 헌

- 교육과학기술부(2013). 초등학교 교사용지도서 과학 6-1. (주)미래엔.
- 교육과학기술부(2013). 초등학교 교사용지도서 실과 6-1. (주)천재교육.
- 교육과학기술부(2013). 초등학교 교사용지도서 사회 6-1. (주)천재교육.
- 교육과학기술부(2013). 초등학교 교사용지도서 미술 5-6. (주)두산동아.
- 교육과학기술부(2012). 2009개정교육과정에 따른 성취기준·성취수준 초등학교 5-6학년.
- 교육과학기술부(2010). 창의인재와 선진과학기술로 여는 미래 대한민국. 2011년 업무보고. 교육과학기술부.
- 기초물리학교재편찬위원회(2011). 기초물리학. 북스힐
- 김진수(2011b). STEAM 교육을 위한 큐빅 모형. 한국기술교육학회지.11(2),124-139
- 김정태,홍성욱, 적정기술이란 무엇인가, 살림사, 2011, 27~28쪽.
- 금영충,배선아(2012). STEAM 교육에 대한 초등교사의 인식과 요구. 대한공업교육 학회지. 제37권 제2호, 57, 67-68, 71
- 정상윤(2013). 초등과학영재를 위한 ‘지구와 달’ 단원 STEAM 교수·학습 프로그램 개발 및 적용.30, 39.
- 김권숙(2012). 과학기반 STEAM 프로그램이 초등영재 학생들의 창의적 문제해결력 과 과학적 태도에 미치는 영향. 71.
- 현승엽(2013).STEAM 교육을 위한 차시생성 수업모형 적용 사례 연구.석사학위 논문, 단국대학교 특수교육대학원.
- 임경미(2013). 초등학생의 창의성 함양을 위한 환경 기반 융합인재교육(STEAM)프로그램 개발 및 적용. 석사학위 논문. 서울교육대학교 교육대학원.
- 안재홍,권난주(2012). 융합인재교육 프로그램 개발과 적용 과정에서의 교사 인식과 현장 적용 가능성 탐색. 과학교육논총.
- 김준섭(2004). 재활용 학습자료를 강조한 과학수업이 초등학생이 환경의식에 미치는 영향. 석사학위 논문. 청주교육대학교 교육대학원.
- 조덕수(2013). 초등학생들의 집단지성을 활용할 수 있는 STEAM 기반 수업의 개발 및 적용. 석사학위 논문. 한국교원대학교 교육대학원.

- 신영준, 한선관(2011). 초등학교 교사들의 융합인재교육(STEAM)에 대한 인식 연구. 초등과학교육학회
- 서주희(2012). 초등학교 저학년을 대상으로 한 융합인재교육(STEAM)프로그램 개발 및 적용 효과. 경인교육대학교 교육대학원. 석사학위논문.
- 박혜원(2011). 융합인재(STEAM)을 적용한 과학수업이 자기효능감, 흥미 및 과학태도에 미치는 영향. 경인교육대학교 교육대학원. 석사학위논문.
- 김정미(2013). 생명과학을 중심으로 한 STEAM 교수·학습 프로그램 개발과 효과. 건국대학교 교육대학원. 석사학위논문.
- 우정희(2013). 초등 융합인재교육(STEAM) 프로그램 통합 유형 분석. 아주대학교 교육대학원. 석사학위 논문.
- Yakman, G. & Kim, Jinsoo(2007). Using BADUK to teach purposefully integrated STEM/STEAM Education. 37th Annual Conference International Society for Exploring Teaching and Learning, Atlanta, Georgia.
- Yakman, G.(2008).STEAM Education: an overview of creating a model of integrative education. Retrieved January 31, 2012, from [http://www.stamedu.com/2008\\_PATT\\_Publication.pdf](http://www.stamedu.com/2008_PATT_Publication.pdf)
- Merrill, c. Daugherty, J(2010). STEM Education and Leadership: A Mathematics and Science Partnership Approach. Journal of Technology Education.



## ABSTRACT

### Development of STEAM program for Utilization in Elementary Science Class and Application

- Focused on Learning Section Related to Light -

Hyun, Jong-hwan

Department of Elementary Science Education  
Graduate School of Education  
Jeju National University

Supervised by Professor Hyun, Dong Geul. Ph. D.

This study aims to develop a STEAM program to be used for actual elementary science class of the 2007 revised curriculum, and to verify the effect of application.

Therefore, this study was focused on development of teaching and learning plans to replace actual elementary science classes and analyzing the effect of application. For achieving this purpose, first, learners can be exciting and interesting scientific principles inherent in a PET bottle bulb was analyzed to explore and take advantage of this section of the elementary school science-related content of the light so that you can replace the STEAM program was developed.

Also, learning contents were composed and presented, based on the 'PET bottle bulb' in the 'Light' chapter of the first semester for the sixth grade of the 2007 revised elementary science curriculum. After development and application of the STEAM program, perceptions of fifth and sixth students of elementary school about the STEAM program used in actual classes were examined.

For examining students' perceptions, STEAM program activity sheets were analyzed, satisfaction with the STEAM activity was surveyed, STEAM activities were comprehensively evaluated, and interviews with students were carried out.

The study results are as follows.

First, it is required to develop STEAM programs to be used in actual science classes for STEAM education.

Second, 91% of the students showed interest in the STEAM program and actively participated in it, according to the result of the survey on application of the STEAM program to actual classes.

Third, 95% of them showed high satisfaction with STEAM education, when the STEAM program applied to actual classes.

These study results imply that STEAM education can be effective in improving interest of students in science and learning basic concept and principle of science.

\* Key Word : STEAM Education, Liter of light, Nature of Light

부록1) 차시대체형 STEAM 교수·학습 자료

<1-2차시>

대 상	5,6학년	차 시	1-2	융합요소	S,T,A
학습주제	빛으로 놀아 볼까요? (과학6-1. 1. 빛 - 2007 개정 교육과정)				
학습목표	페트병 전구를 만들어 빛이 나아가는 모습에 관심을 갖는다.				
학습자료	페트병, 가루비누, 물				

차시 소개

이 차시는 후속 차시에서 자세히 다루어지는 빛의 여러 가지 성질에 의한 현상이 모두 나타나도록 함과 동시에 흥미로운 현상을 관찰하고 ‘페트병전구’라는 것을 직접 만들어 봄으로서 페트병을 재활용하며 빛의 성질에 대해 간략하게 체험할 수 있도록 하였습니다.

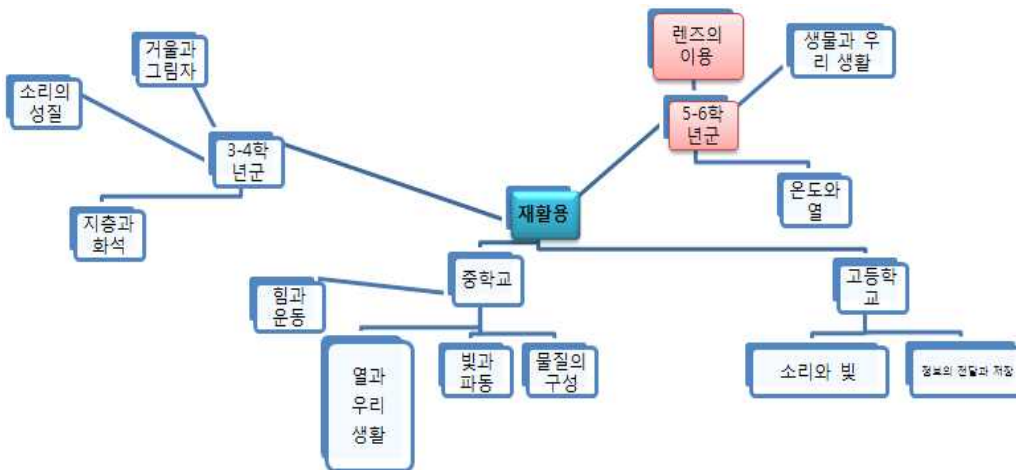
교육과정 분석

차 시	교 과	교육과정 내용	교과서 내용
1	과학	07개정 교육과정-〈6학년〉-6.1-1빛-흰 종이 판에 물체의 상이 비쳐짐을 알고 빛이 나아가는 모습에 관심을 가진다.	2007개정과학 교과서-6학년1학기-1.빛-1차시-흰 종이 판에 물체의 상이 비쳐짐을 알고 빛이 나아가는 모습에 관심을 갖는다.
	실과	07개정교육과정-〈6학년〉-3.생활 자원과 소비-생활자원의 사용과 환경과의 관계를 안다.	2007개정실과 교과서-6학년1학기-3.생활자원과 소비-3차시-생활자원의 사용과 환경과의 관계를 알 수 있다.
	사회	07개정교육과정-〈6학년〉-3.환경 을 생각하는 국토 가꾸기- 녹색성장과 지속가능한 발전이란 어떤 의미인지 이해할 수 있다.	
차시구성방안: 우리 주변에서 쉽게 접할 수 있는 ‘빛’을 전기에너지가 아닌 태양에너지를 활용하여 만들어 봄으로서 자원의 재활용을 알아보고 또한 제작한 페트병전구의 조도와 실내 형광등을 비교하여 얼마의 이산화탄소를 절약할 수 있는지 비교체험하여 자원 절약의 의미를 알도록 한다.			

STEAM 요소 및 활동 소개

차시	STEAM 활동	
1	상황제시	전기 없이 빛을 만들 수 있을까?
	창의적 설계	페트병을 이용하여 페트병 전구 만들기
	감성적 체험	페트병전구의 조도를 측정하고 이산화탄소 감축량 측정하기
	STEAM 요소	S 전기 없이 빛을 만드는 전구 알아보기 T 페트병 전구 만들어보기 A 페트병전구의 사용으로 이산화탄소를 얼마나 줄일 수 있는지 알아보기

학습 계열



수업 흐름

상황제시	• 전기가 없이 빛을 만들 수 있을까?
창의적 활동	• 페트병을 이용하여 페트병 전구 만들기
감성적 체험	• 페트병전구의 조도를 측정하고 이산화탄소 배출량 측정하기

교재 연구

▶ 용어사전

(1) 적정기술

한 공동체의 문화·정치·환경적인 면들을 고려하여 만들어진 기술을 말한다. 적정 기술을 지지하는 사람들은 적정 기술이 대세를 이루는 기술보다 더 적은 자원을 사용하며, 유지하기 더 쉽고, 환경에 더 적은 영향을 미친다고 주장한다. 적정 기술이라는 단어는 개발도상국들, 아니면 이미 산업화된 국가들의 소외된 교외 지역들에 알맞은, 단순한 기술을 의미하는데, 보통 이 단어가 이용되는 기술들은 자본집약적 기술이라기 보다는 대부분 노동집약적 기술이다. 실제로, 적정 기술은 특정한 지역에서 효율적으로 원하는 결과를 얻을 수 있게 하는 가장 단순한 수준의 기술을 말한다.(출처:위키백과-적정기술)

▶ 수업자료

(1) 페트병전구

	
<p>페트병 전구 만들기</p>	<p>페트병 설치 화면</p>
<p><a href="http://www.youtube.com/watch?v=tPKiOb6tMuA">http://www.youtube.com/watch?v=tPKiOb6tMuA</a></p>	<p><a href="http://aliteroflight.org/download/">http://aliteroflight.org/download/</a></p>

(2)탄소배출량 계산

- 부산탄소가계부(<http://greenlife.busan.go.kr/household/calculator.jsp>)
- 11W 형광등을 10시간씩 30일 이용한 전력  
 $11W \times 10(\text{시간}) \times 30(\text{일}) = 3300W = 3.3KW \Rightarrow \text{약 } 1.26KgCO_2$

▶ 참고자료

『LITER OF LIGHT』

지붕위에 페트병이 꽂혀있는 독특한 생김새, 놀랍게도 이 페트병을 필리핀의 12,000가구를 밝히고 있는 전구이다.


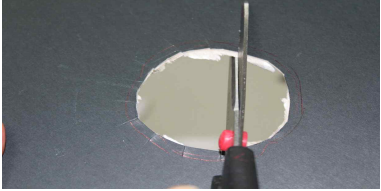



이 아이디어는 약 10여년 전 쯤, 브라질의 정비공인 Alfredo Moser에 의해 만들어졌다. 그 후 아이디어는 필리핀의 한 NGO인 Shelter foundation의 대표, illac Diaz에 의해 필리핀의 빈민가에 보급되기 시작하였다. 이 프로젝트로 인해 수많은 일자리가 창출되었으며, 불안정했던 전기공급과 높은 전기료로 고통받던 사람들에게 월 6달러정도를 절약할 수 있도록 도와주었다. 또한 전기 누전으로 빈번하게 발생하던 화재가 현저히 줄어들어 주민들의 화재피해 또한 줄어들었다.

이렇게 많은 일들을 해낸 전구이지만 만드는 방법은 간단하다. 먼저 페트병에 물을 가득 채우고 표백제 10ml정도를 넣는다. 다음으로 지붕에 구멍을 뚫고 1/3은 지붕 밖에 2/3은 실내에 위치하도록 고정시킨다. 이렇게 설치된 전구는 태양빛을 받아 약 55w 전구와 비슷한 빛을 발생시키게 된다.

(출처:<http://blog.naver.com/PostView.nhn?blogId=kopernik&logNo=40173856356>)

### 페트병 전구 만들기 제작과정

- (1) 준비물: 상자(페트병 전구설치용), 투명 페트병(500ml), 글루건, 두꺼운 도화지, 가위, 검은색도화지 등
- (2) 제작과정

1) 준비단계	2) 두꺼운 도화지에 페트병이 들어갈 구멍 만들기
	
3) 페트병의 1/3이 위로 나오도록 끼운다.	4) 페트병 주위를 글루건을 이용하여 고정한다.
	
5) 상자에 페트병이 들어갈 구멍을 만든다.	6) 페트병 전구를 설치한다.
	
빛을 막았을 때	빛을 비추었을 때
	

지도상 유의점

- 가. 페트병전구를 제작하기 앞서 전기가 없이 빛을 낼 수 있는 것이 어떤 것들이 있는지에 대한 충분한 시간을 두고 이야기한 후에 페트병전구를 소개하여야한다.
- 나. 페트병 전구를 제작할 때 안전사고에 유의하여 제작할 수 있도록 한다.

교수-학습  
과정안

STEAM 활동단 계	교수 - 학습활동	STEAM 활동 요소	시 간	자료(▶) 및 유의점(*)
상황제 시	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 동기 유발 : 우리 주변에서의 그린에너지-태양광 찾아보기</li> <li>• (창가 커튼을 치고 교실 전등을 끈다.) 어두어진 교실을 밝히려면 우리는 어떻게 해야 할까요? - 불을 켜요. - 커튼을 걷어요.</li> <li>• 우리 교실을 밝게 하기 위해 교실에 형광등을 켜는 것은 어떤 에너지를 이용하는 것인가요? - 전기에너지를 이용하는 것입니다.</li> <li>• 그럼 커튼을 걷는 것은 어떤 에너지를 이용하는 것이죠? - 태양에너지를 이용하는 것입니다.</li> <li>• 이 두 가지 에너지의 차이점은 어떤 것들이 있을까요? - 전기에너지는 돈이 들지만 태양에너지는 돈이 들지 않아요. - 전기에너지는 유한하지만 태양에너지는 무한히 사용할 수 있어요. - 전기에너지는 화석에너지를 이용해서 얻을 수 있어요. 등</li> <li>• 그럼 우리들에게 환경을 생각한다면 어떤 에너지가 가장 좋은 에너지일까요? - 태양에너지입니다.</li> <li>• 태양에너지를 우리에게도 좋고 환경에도 좋</li> </ul>	S	15	<p>▶어두운 교실</p> <p>*태양 빛에 대해 이야기 한다.</p>



	<p>은데 왜 많은 사람들이 이용하지 않을까요?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 설치하는데 힘들어요. 가격이 비싸요?</li> <li>• 전기를 이용하지 않고 빛을 만들 수 있을까요? 우리가 쉽게 사용할 수 있는 것은 어떤 것들이 있을까요?</li> <li>- 햇불이요, 태양빛이요.</li> <li>• 우리 생활에서 사용할 수 있는 그런 것들은 없을까요?</li> </ul> <p><b>◦학습문제 확인</b></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>♣ 페트병 전구를 만들어 빛이 나아가는 모습에 관심을 갖는다.</p> </div> <p><b>◦활동순서 확인</b></p> <p>【활동1】 페트병 전구 만들기 동영상 보기</p> <p>【활동2】 페트병 전구 만들기</p> <p>【활동3】 페트병 전구와 형광등 비교하기</p>			
<b>창의적 설계</b>	<p><b>◦ 활동 1. 페트병 전구만들기 동영상 시청</b></p> <p>☞ 필리핀의 가난한 마을의 모습을 시청하여 이 곳에 필요한 것이 무엇인지에 대해 생각하게 한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 우선 여기까지의 영상만 보고 이야기 해봐요. 이 마을의 모습은 어떻습니까?</li> <li>-집이 다들 붙어있어 낮에도 어두워요. 가난해요.</li> <li>• 이 마을에 필요한 것은 무엇이죠?</li> <li>- 전구요. 빛이요.</li> <li>• 그럼 어떻게 이 집에 빛을 들어올 수 있게 하였는지 영상을 이어서 보겠습니다.</li> <li>• 동영상 시청</li> <li>• 페트병전구는 무엇을 이용한 물건입니까?</li> <li>- 태양광을 이용한 것입니다.</li> </ul>	<b>S+T</b>	15	<p>▶<a href="http://www.youtube.com/watch?v=tPKiOb6tMuA">http://www.youtube.com/watch?v=tPKiOb6tMuA</a></p> <p>* 페트병 전구 만들기 전까지 시청한 후 아이들과 이 마을에 필요한</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 네 맞아요. 이런 태양광을 이용한 페트병 전구 하나는 약 55W전구와 비슷한 빛을 낸다고 합니다.</li> <li>오늘은 이런 페트병 전구를 만들어 보도록 하겠습니다.</li> <li>◦ <b>활동 2. 페트병 전구 만들기</b></li> <li>준비물: 상자(페트병 전구설치용), 투명 페트병(500ml)</li> <li>글루건, 두꺼운 도화지, 가위, 검은색도화지 등</li> <li>• 제작 순서</li> <li>1) 페트병 표면의 종이를 제거한다.</li> <li>2) 페트병에 4/5만큼 물을 담는다.</li> <li>3) 나머지 부분에다 액체를 넣는다.(다음시간에 이 액체에 대해 학습한다.- 표백제(락스))</li> <li>4) 준비한 상자의 윗면에 페트병이 들어갈 구멍을 자른다.</li> <li>5) 두꺼운 도화지를 이용하여 페트병이 들어갈 구멍을 자른다.</li> <li>6) 도화지에 2/3만큼 페트병을 끼우고 글로건으로 고정한다.</li> </ul>	<b>S+T</b>	30'	<p>물건에 대해 이야기하기</p> <p>* 표백제(락스, 세제)는 아이들에게 비밀로 한다.3-4차시에 그 정체에 대해 이야기한다.</p>
<b>감성적 체험</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ <b>활동 3. 페트병전구와 형광등을 비교하기</b></li> <li>☞ 여러분이 만든 페트병전구와 형광등의 밝기 비교하기</li> <li>• 조도측정기를 사용하여 여러분이 만든 페트병전구의 조도를 측정해봅시다.</li> <li>- 500LX~600LX정도 나옵니다. .</li> <li>• 우리교실에서 사용하는 형광등 하나를 한달 정도 사용한다면 전력이 약 3KW의 전력을 사용합니다. 이는 1.26KGCO2를 발생시킵니다.</li> </ul>	<b>S+A</b>	20'	<p>*페트병 전구의 조도측정은 방향과 각도에 따라 측정값이</p>

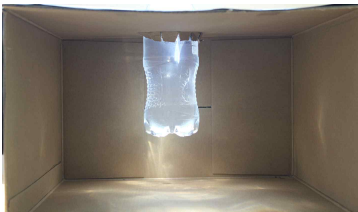
	<p>하지만 페트병전구는 어떠한 전력도 들지 않고 또한 이산화탄소도 발생하지 않습니다.</p> <p>•차시예고</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 다음시간에는 페트병 전구에는 어떤 빛의 성질이 숨어있는지 대해 알아보도록 해요.</li> </ul>			<p>차이가 많이 나기 때문에 평균값을 이용하도록 한다.</p>
--	--	--	--	-------------------------------------

평가 계획

차시 구성		교육과정 관련 평가	STEAM 활동 관련 평가 계획
차시 배분 (차시량)	학습주제		
1-2 (2차시분)	페트병 전구 만들기	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 빛의 나아가는 모습을 알 수 있다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (관찰) 토의활동에 성실하게 참여하였는가?</li> <li>• (관찰)페트병전구 만들기를 계획하고 성실하게 제작활동에 참여하였는가?</li> <li>• (산출물) 페트병전구의 조도측정값을 통해 이산화탄소 감축량을 구하였는가?</li> </ul>

## 6. STEAM 활동을 위한 학생용 자료[교과서 대체용]

학습주제	빛으로 놀아 볼까요? (과학6-1. 1. 빛 - 2007 개정 교육과정)
학습목표	페트병 전구를 만들어 빛이 나아가는 모습에 관심을 갖는다.



우리는 전기가 없는 하루는 상상할 수 없을 정도로 전기를 이용하면서 살아가고 있습니다. 그렇게 소중한 전기를 우리는 가끔 잊어버리고 살아갑니다. 심지어는 환한 낮에도 전등을 켭니다. 전기가 없이 우리를 밝혀주는 것은 없을까요?

위 사진은 페트병을 이용하여 만든 전구입니다. 우리주변에 많이 있는 페트병을 재활용하여 페트병전구를 만들어보고 밝기를 알아보고 얼마의 에너지를 아낄 수 있는지 관찰하여 봅시다.

페트병을 재활용하여 페트병전구를 만들어봅시다.

<준비물> 상자(페트병 전구설치용), 페트병 1.5L, 가루비누, 글루건, 두꺼운 도화지  
<활동 과정>

1. 두꺼운 도화지에 페트병이 들어갈 구멍 만들기
2. 페트병의 1/3정도 위로 나오도록 끼운다.
3. 페트병 주위를 글루건을 이용하여 고정한다.
4. 페트병전구를 상자에 설치한다.

<사육상자 만드는 순서>



생각해봅시다.

1. 페트병전구의 밝기를 측정하여 봅시다.
2. 페트병전구를 활용하 얼마의 에너지를 아낄 수 있을까요?

## 7. STEAM 활동을 위한 학생용 자료[학습활동지]

1. 전기가 없이 빛을 만들 수 있는 것에는 어떤 것들이 있을까요?

--

2. 페트병전구를 제작 순서를 정리하여 봅시다.

1.
2.
3.
4.
5.

3. 페트병 전구는 어떤 에너지를 이용한 것인가요?

--

4. 페트병 전구의 장점은 무엇인가요?

--

5. 각 모둠별로 만든 페트병 전구의 밝기(조도)를 측정하여 봅시다.

모둠	밝기			평균밝기
	1차 측정	2차 측정	3차 측정	

### <3-4차시>

대 상	5,6학년	차 시	3-4	융합요소	S,T,E
학습주제	페트병 전구에서 빛의 성질을 찾아보세요. (과학6-1.1.빛-2007 개정 교육과정)				
학습목표	페트병 전구에서 빛의 성질을 찾아 설명할 수 있다.				
학습자료	페트병 전구, 레이저 포인터 등				

#### 차시 소개

앞 시간에 제작한 페트병전구를 가지고 빛의 성질을 찾아 보는 것이 목적이다. 어떻게 페트병전구가 빛을 낼 수 있는지를 레이저 포인터를 사용하여 확인해보고 빛의 직진, 반사, 굴절 현상을 직접 체험해보게 하여 페트병전구가 밝은 빛을 내게 되는 이유를 설명해보게 함으로서 빛의 성질을 보다 실질적으로 체험할 수 있도록 한다.

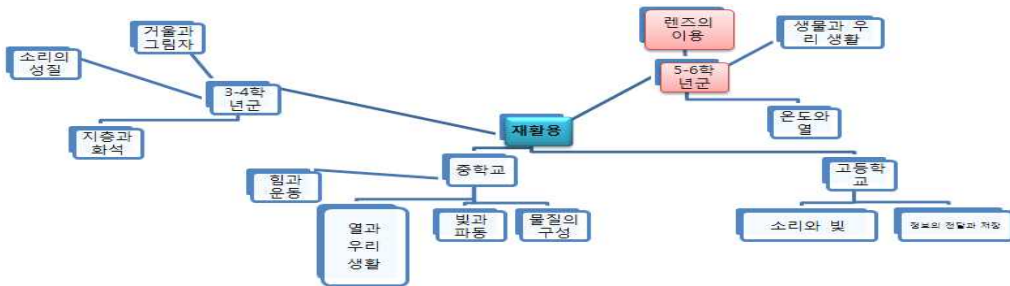
#### 교육과정 분석

차시	교과	교육과정 내용	교과서 내용
2	과학	07개정 교육과정-〈6학년〉-6.1-1.빛-빛의 직진을 이해하고 주변에서 그 예를 찾을 수 있다.	2007개정교육과정-〈6학년〉-6.1-1.빛-빛의 직진을 이해하고 주변에서 그 예를 찾을 수 있다.
	과학	07개정 교육과정-〈6학년〉-6.1-1.빛-빛의 반사를 이해하고 주변에서 그 예를 찾을 수 있다.	2007개정교육과정-〈6학년〉-6.1-1.빛-빛의 반사를 이해하고 주변에서 그 예를 찾을 수 있다.
	과학	07개정 교육과정-〈6학년〉-6.1-1.빛-레이저포인터를 이용하여 빛의 굴절 현상을 관찰할 수 있다.	2007개정교육과정-〈6학년〉-6.1-1.빛-레이저포인터를 이용하여 빛의 굴절 현상을 관찰할 수 있다.
	사회	07개정교육과정-〈6학년〉-3.환경을 생각하는 국토 가꾸기- 지속 가능한 발전을 위한 녹색성장이 우리 미래에 끼치게 될 영향에 대해 예측할 수 있다.	
차시구성방안: 이 차시는 기존 과학교과의 3차시로 구성되어 있는 것을 2차시로 구성하였습니다. 이전 차시에 제작한 페트병전구를 통해 빛의 직진, 반사, 굴절 현상을 직접 체험하게 하여 그 원리를 페트병전구에 적용하여 설명함으로써 빛의 개념을 학습하도록 한다.			

STEAM 요소 및 활동 소개

차시	STEAM 활동						
2	상황제시	페트병전구에는 어떤 과학적 원리가 숨어 있나요?					
	창의적설계	레이저 포인터를 이용하여 빛의 직진과 굴절, 반사를 찾아봅시다.					
	감성적체험	빛의 직진, 반사, 굴절 현상을 페트병전구에 적용하여 발표하여 봅시다.					
	STEAM 요소	<table border="1"> <tr> <td>S</td> <td>페트병 전구 살펴보기</td> </tr> <tr> <td>T</td> <td>빛의 성질 찾아보기</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>찾은 원리를 바탕으로 페트병전구 설명하기</td> </tr> </table>	S	페트병 전구 살펴보기	T	빛의 성질 찾아보기	E
S	페트병 전구 살펴보기						
T	빛의 성질 찾아보기						
E	찾은 원리를 바탕으로 페트병전구 설명하기						

학습 계열



수업 흐름

상황제시	페트병 전구에는 어떤 과학원리가 숨어 있나요?
창의적 활동	레이저 포인터를 이용하여 빛의 성질을 찾아봅시다.
감성적 체험	빛의 성질을 이해하고 페트병 전구 설명하기

교재 연구

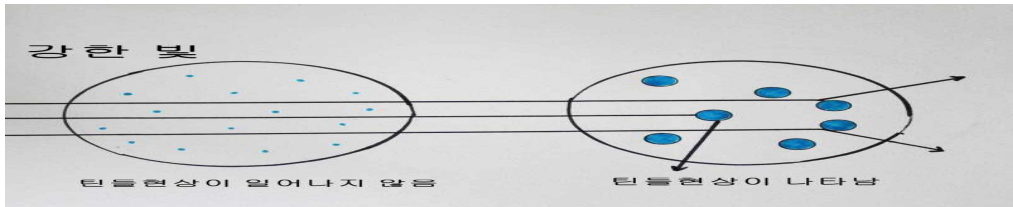
▶ 용어사전 -

(1) 빛의 굴절

빛이 투명한 물질을 통과할 때는 물질 내의 전자와 상호 간섭하게 된다. 이러한 간섭으로 빛이 진행하는 속도가 진공에서보다 느려지고, 물질의 경계면을 지날 때 방향도 바뀐다. 여기서 굴절이란 매질의 성질이 바뀔 때 빛의 방향이 바뀌는 현상을 말한다.

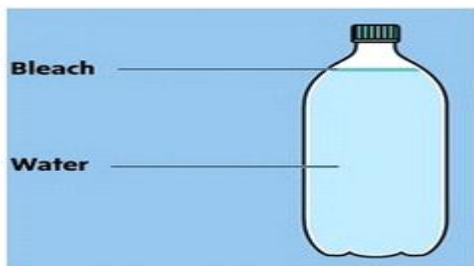
**(2) 틈들현상**

페트병내의 용액에는 여러 입자가 분산되어 있어서 빛을 비추면 빛의 통로가 밝게 보인다. 이것은 가시광선의 파장이 입자와 비슷해서 빛이 산란되기 때문이다.

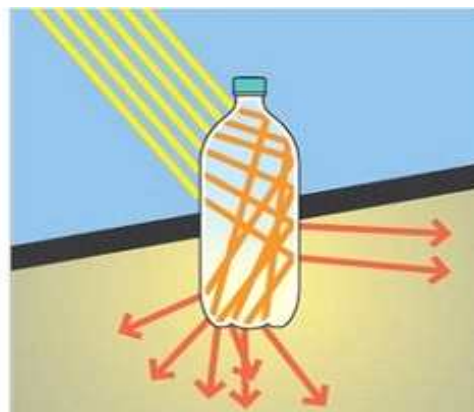
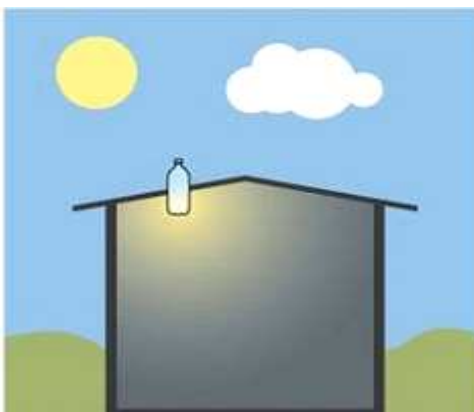


▶ **참고자료**

◎ **페트병 태양 전구의 원리**



1) 전등의 몸체(왼쪽)는 페트병에 표백제와 물을 담은 것이다. 지붕에 단순히 구멍을 뚫으면 한 지점만 밝다(오른쪽)



2) 햇빛은 페트병 속의 세제 성분과 만나 산란돼 전등처럼 주변을 밝힌다.

(출처:<http://ecotopia.hani.co.kr/38429>)



▶ 수업자료

페트병 전구에는 어떤 빛의 성질이 숨어 있나요?



페트병 전구를 만들어 보았습니다. 페트병 전구에는 어떤 빛의 성질이 숨어있을까요?

레이저 포인터를 사용하여 빛의 성질을 찾아보세요. 그리고 페트병전구가 어떤 빛의 성질로 인해서 밝은 빛을 내는지 이야기하여 봅시다.

지도상 유의점

- 가. 앞 시간에 제작하였던 페트병전구를 사용하여 빛의 성질을 찾아보도록 한다.
- 나. 레이저포인터를 사용하여 직접 빛의 성질을 찾아볼 수 있도록 한다.
- 다. 레이저포인터를 이용할 때 안전사고에 유의하여 관찰할 수 있도록 지도한다.

교수-학습  
과정안

STEAM 활동 단계	교수 - 학습활동	STEAM 활동 요소	시간	자료(▶) 및 유의점(* )
상황 제시	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 동기 유발 : 페트병 전구 살펴보기</li> <li>• 페트병전구에는 어떤 빛의 성질이 숨어있을까요?</li> <li>• 페트병전구에서 빛의 성질을 찾을 수 있는 방법에 대해 이야기해 봅시다.</li> <li>- 빛을 비추어보아요.</li> <li>- 레이저포인터를 페트병 전구에 비추어보아요.</li> <li>• 이번시간에 우리가 공부할 문제입니다.</li> </ul>	S	5	▶페트병 전구
	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦학습문제 확인</li> <li>♣ 페트병 전구에서 빛의 성질을 찾아 설명할 수 있다.</li> <li>◦활동순서 확인</li> </ul>		2	

	<p>【활동1】 빛의 성질 알아보기</p> <p>【활동2】 페트병전구에서 빛의 성질 찾아보기</p> <p>【활동3】 빛의 성질을 페트병전구에 적용하여 발표하기</p>		3	
창의적 설계	<p>◦ 활동 1. 빛이 성질 알아보기</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 빛의 성질에는 어떤 것들이 있을까요? <ul style="list-style-type: none"> <li>- 빛의 직진, 빛의 반사, 빛의 굴절 등이 있습니다</li> </ul> </li> <li>• 빛의 성질의 각각의 정의를 알아보겠습니다.</li> <li>• 빛의 직진: 빛이 직선으로 나아가는 현상</li> <li>• 빛의 반사: 빛이 직진하다가 물체를 만나면 물체의 표면에서 진행방향이 꺾여 나아가게 됩니다. 이와 같은 현상을 빛의 반사라고 합니다.</li> <li>• 빛의 굴절: 빛이 공기 중에서 물속으로 들어갈 때에는 공기와 물의 경계면에서 빛의 진행방향이 꺾여 들어가게 됩니다. 이와 같은 현상을 빛의 굴절이라고 합니다.</li> </ul> <p>◦ 활동 2. 페트병전구에서 빛의 성질 찾아보기</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 페트병전구에서 빛의 성질을 찾아봅시다.</li> <li>• 페트병전구에서 빛의 성질을 찾는 실험을 설계하여 봅시다.</li> <li>• 준비물: 상자, 검은색도화지, 레이저 포인트 등</li> </ul> <p>(1) 실험설계하기</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1단계 : 관찰할 빛의 성질 협의하기</li> <li>2단계 : 관찰 방법 협의하기</li> <li>3단계 : 실험장치 제작하기</li> <li>4단계 : 실험결과 정리하기</li> </ol>	S+ T	10	▶ 레이저 포인터, 상자, 검은색도화지 등 * 실험설계를 아동스스로 계획할 수 있도록 지도한다.
감성적 체험	<p>◦ 활동 3. 빛의 성질을 페트병전구에 적용하여 발표하기</p> <p>☞ 페트병전구가 밝은 빛을 내는 이유는 무엇인가요?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 직진하여 들어오는 태양빛이 페트병전구에서 굴절과 반사의 현상을 통해 실내로 들어오기 때문에 밝은 빛을 낼 수 있습니다.</li> </ul>	S+ E	15	* 발표시 평가를 병행한다.

평가 계획

차시 구성		교육과정 관련 평가	STEAM 활동 관련 평가 계획
차시 배분 (차시량)	학습주제		
3-4 (2차시분)	페트병전구에서 빛의 성질 찾기	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 빛의 직진, 반사, 굴절 현상을 찾아 설명할 수 있다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•(관찰)페트병전구에서 빛의 성질 찾기에 성실하게 참여하였는가?</li> <li>•(산출물) 모둠별 협동하여 빛의 성질을 찾을 수 있는가?</li> <li>•(산출물) 빛의 성질을 이용하여 페트병전구를 설명할 수 있는가?</li> </ul>

참고 자료<학생용>

(1) 반사의 법칙

빛이 나아가다가 새로운 매질을 만나면 빛의 일부는 반사된다. 빛이 반사되는 면에 수직 한 선을 법선이라 부른다. 면에 도달하는 빛을 입사광, 반사되어 면을 떠나는 빛을 반사광이라 부르고, 입사광이 법선과 이루는 각을 각각 입사각, 반사각이라 부른다. 반사가 일어날 때에는 입사각과 반사각이 같다. 우리가 주로 경험하는 반사는 거울로부터이지만, 꼭 거울이 아니더라도 반사는 일어난다.(출처: 빛과 파동 흔들기, 동아사이언스)

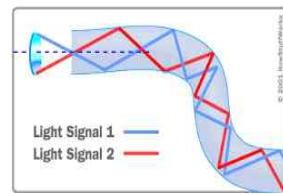
(2) 정반사와 난반사

광택이 나는 금속이나 유리면과 같이 아주 매끄러운 면에서 빛이 반사될 때에는 반사된 빛이 일정하게 한 방향으로 나아가는데 이를 '정반사' 또는 '거울면 반사'라 한다. 이때, 우리는 그 거울을 잘 느끼지 못하고, 단지 거울에 비친 물체만 보게 된다.

잔잔한 호수면에 비친 모습은 잘 보인다. 그러나 물결치는 호수면에 비친 모습은 잘 보이지 않는다. 물체의 표현이 울퉁불퉁하면 이러한 거친 표면에 입사한 빛은 여러 방향으로 산란되어 흩어지는데 이를 '난반사'라고 한다. 물체의 거친 부분 세밀한 각 면에서의 각 면에서의 반사는 모두 반사 법칙에 따라 각각 반사되어 여러 방향으로 나아가므로 거울면 반사 모습과 같은 비친 모습을 만들지 못한다. (출처: 2007개정교육과정 초등학교 6-1지도서)

(3) 광섬유의 원리

집에서 쓰는 거울은 빛을 완벽하게 반사하지 못해도 크게 상관 없지만, 빛이 가진 에너지를 100% 보존하는 것이 꼭 필요한 경우도 있다. 우리 집에 매일 정보를 실어 나르는 인터넷이나 전화에 사용되는 광통신에서는 이 반사율이 무척 중요하다. 광통신이란 빛을 이용해 통신을 하는 기술이고, 광섬유라는 것을 사용한다. 광섬유는 투명한 플라스틱을 가는 섬유처럼 만든 것인데, 내부에서 입사각이 충분히 크면 전반사가 되어 빛을 섬유 안에 가두어 반대편으로 모두 보내는 전반사가 일어난다.



## 6. STEAM 활동을 위한 학생용 자료[교과서 대체용]

학습주제	페트병 전구에서 빛의 성질을 찾아보세요.
학습목표	페트병 전구에서 빛의 성질을 찾아 설명할 수 있다.

### 페트병 전구에는 어떤 빛의 성질이 숨어 있나요?



페트병 전구를 만들어 보았습니다. 페트병 전구에는 어떤 빛의 성질이 숨어있을까요?

레이저 포인터를 사용하여 빛의 성질을 찾아 보세요. 그리고 페트병전구가 어떤 빛의 성질로 인해서 밝은 빛을 내는지 이야기하여 봅시다.

#### 빛의 성질

- 빛의 직진: 빛이 직선으로 나아가는 현상
- 빛의 반사: 빛이 직진하다가 물체를 만나면 물체의 표면에서 진행방향이 꺾여 나아가는 현상
- 빛의 굴절: 빛이 공기 중에서 물속으로 들어갈 때에는 공기와 물의 경계면에서 빛의 진행방향이 꺾여 들어가는 현상

#### 페트병전구에 빛의 성질 찾는 실험설계하기

<준비물> 상자, 레이저포인터, 검은도화지, 등

<활동과정>

##### (1) 실험설계하기

- |                      |                  |
|----------------------|------------------|
| 1단계 : 관찰할 빛의 성질 협의하기 | 2단계 : 관찰 방법 협의하기 |
| 3단계 : 실험장치 제작하기      | 4단계 : 실험결과 정리하기  |



생각해봅시다.

1. 페트병전구에서 빛의 성질을 찾아봅시다.
2. 빛의 성질을 페트병 전구에 적용하여 발표하여 봅시다.

## 7. STEAM 활동을 위한 학생용 자료[학습활동지]

1. 빛의 성질에 대해 정리해봅시다.

빛의 성질	뜻

2. 페트병 전구에서 빛의 성질을 찾을 수 있는 실험을 설계하여 봅시다.

준비물	
실험장치	
실험결과	

3. 빛의 성질을 페트병전구에 어떻게 나타나는지 그려봅시다.



4. 빛의 성질을 페트병전구에 어떻게 나타나는지 적어봅시다.

--

참고 자료  
<학생용>

### (1) 반사의 법칙

빛이 나아가다가 새로운 매질을 만나면 빛의 일부는 방사된다. 빛이 반사되는 면에 수직 한 선을 법선이라 부른다. 면에 도달하는 빛을 입사광, 반사되어 면을 떠나는 빛을 반사광 이라 부르고, 입사광이 법선과 이루는 각을 각각 입사각, 반사각이라 부른다. 반사가 일어 날 때에는 입사각과 반사각이 같다. 우리가 주로 경험하는 반사는 거울로부터이지만, 꼭 거울이 아니더라도 반사는 일어난다.

(출처: 빛과 파동 흔들기, 동아사이언스)

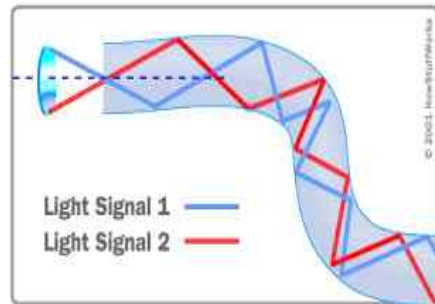
### (2) 정반사와 난반사

광택이 나는 금속이나 유리면과 같이 아주 매끄러운 면에서 빛이 반사될 때에는 반사된 빛이 일정하게 한 방향으로 나아가는데 이를 '정반사' 또는 '거울면 반사'라 한다. 이때, 우리는 그 거울을 잘 느끼지 못하고, 단지 거울에 비친 물체만 보게 된다.

잔잔한 호수면에 비친 모습은 잘 보인다. 그러나 물결치는 호수면에 비친 모습은 잘 보이지 않는다. 물체의 표현이 울퉁불퉁하면 이러한 거친 표면에 입사한 빛은 여러 방향으로 산란되어 흩어지는데 이를 '난반사'라고 한다. 물체의 거친 부분 세밀한 각 면에서의 각 면에서의 반사는 모두 반사 법칙에 따라 각각 반사되어 여러 방향으로 나아가므로 거울면 반사 모습과 같은 비친 모습을 만들지 못한다. (출 처:2007개정교육과정 초등학교 6-1지도서)

### (3) 광섬유의 원리

집에서 쓰는 거울은 빛을 완벽하게 반사하지 못해 도 크게 상관 없지만, 빛이 가진 에너지를 100% 보존하는 것이 꼭 필요한 경우도 있다. 우리 집에 매일 정보를 실어 나르는 인터넷이나 전화에 사용되는 광통신에서는 이 반사율이 무척 중요하다. 광 통신이란 빛을 이용해 통신을 하는 기술이고, 광섬 유라는 것을 사용한다. 광섬유는 투명한 플라스틱 을 가는 섬유처럼 만든 것인데, 내부에서 입사각이 충분히 크면 전반사가 되어 빛을 섬유 안에 가두어 반대편으로 모두 보내는 전반사가 일어난다.



## <5-6차시>

대 상	5,6학년	차 시	5-6	융합요소	S,,T,A, E, M
학습주제	나만의 페트병 전구를 만들어보아요. (과학 6-1. 1.빛-2007 개정 교육과정)				
학습목표	환경에 맞는 나만의 페트병 전구를 만들 수 있다,				
학습자료	페트병, 가루비누, 물, 색소, 도화지, 상자 등				

### 차시 소개

이전 시간까지 학습했던 빛의 성질을 ‘나는 과학자’의 시간에 ‘나만의 페트병 만들기’를 통해서 적용해보는 시간이다. 거실의 불빛과 화장실의 불빛은 다르다 그것은 장소에 따라 빛의 밝기를 달리하기 때문이다. 학생들은 상황에 따른 빛의 밝기에 대해 이야기해보고 자신에게 맞는 전구를 제작하게 하여 다시금 빛의 성질을 이해할 수 있도록 하였다. 과학적 지식을 생활에 이용한 모습을 학생들이 확인하도록 하여 단순히 과학적 지식을 습득하기보다는 체험하여 통합적인 지식 습득의 기회를 제공하였다.

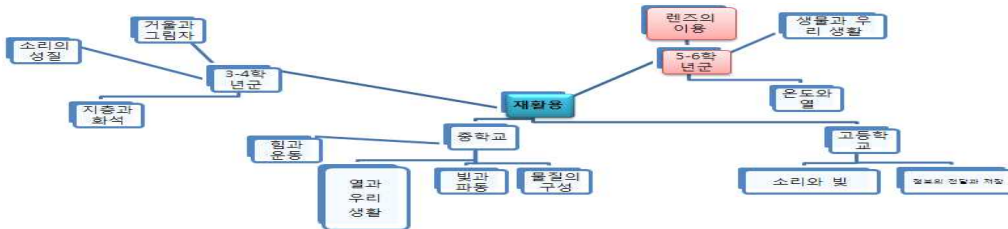
### 교육과정 분석

차시	교과	교육과정 내용	교과서 내용
2	과학	07개정 교육과정-〈6학년〉-6.1-1.빛-카메라의 원리와 구조를 알 수 있다.	2007개정교육과정-〈6학년〉-6.1-1.빛-카메라의 원리와 구조를 알 수 있다.
	미술	07개정교육과정-〈6학년〉-17. 웃음을 주는 디자인-생활용품의 쓰임과 특징을 탐색하고 재미있는 발상을 통해서 생활용품을 새롭게 만들 수 있다.	
차시구성방안: 과학의 ‘나도 과학자’시간에 나만의 ‘페트병전구 제작’을 통하여 실제 우리 생활에 사용할 수 있는 전구를 제작해보고 미술교과의 다양한 재료의 특성을 살려 재미있는 만들기활동과 연계하여 2차시로 구성하였다. 다양한 페트병의 특징을 살려 제작할 수 있도록 지도한다.			

### STEAM 요소 및 활동 소개

차시	STEAM 활동		
1	상황제시	화장실과 거실의 빛은 왜 차이가 있을까?	
	창의적설계	각각의 상황에 맞는 페트병전구를 제작하여 봅시다.	
	감성적체험	다양한 페트병 전구 소개하기	
	STEAM 요소	S	장소에 따른 전구의 차이
		T	나만의 페트병 전구 만들기
		E	페트병 제작하기
M		페트병 크기에 따른 빛의 밝기 알아보기	
A	내가 만든 페트병 전구 소개하기		

학습 계열



수업 흐름

상황제시	• 거실과 화장실의 빛은 왜 차이가 있을까?
창의적 활동	• 각각의 상황에 맞는 페트병전구를 만들어 봅시다.
감성적 체험	• 다양한 페트병 전구 소개하기

교재 연구

▶ 용어사전

(1) 조도(照度)

어떤 면에 투사(投射)되는 광속을 면의 면적으로 나눈 것을 말한다. 즉 조사되는 면의 생각하고있는 점에서의 광속밀도  $d\phi/dS$ 이다. 단위는 룩스(lux, 기호는 lx)이다. 1룩스는 1축광(candle-power)의 광원(光源)으로부터 1m 떨어진 곳이며, 그 빛에도 직각인 면의 밝기를 말한다. 우리나라에서는 거의 이 룩스를 사용하고 있지만, 외국에서는 칸델라(candela ; cd) 등을 사용하고 있으며, 각각 내용에 따라서 단위도 잘 구분해서 쓰여지고 있는 것 같다. 표는 빛을 표시하는 단위를 제시한 것이다.

표시	정의	단위와 약호
조도	장소의 밝기	룩스(LX)
광도	광원에서의 어떤 방향에 대한 밝기	칸델라(cd)
광속	광원 전체의 밝기	루우멘(lm)

(출처: 산업안전대사전, 최상복, 2004. 도서출판 골드)



▶ 수업자료

(1)적당한 조도

광원에 의해 비춰진 면의 밝기 정도를 조도로 하며, 백열전구의 와트(W)수와 대략 일치 합니다. 따라서 100(W)의 전구 바로 아래 1m 지점의 조도는 100[lx]정도 이고, 거리를 2배로하면 1/4인 25[lx]정도가 됩니다. 맑은 태양 빛은 10만룩스, 나무 그늘의 빛은 1만룩스, 보름달이 뜬 밤은 0.03룩스 정도입니다.

장소	조명장소	적정조도(LUX)
주택	독서,공부방	700-300
	거실	150-70
	현관	70-30
사무실	회의실	500-200
	일반사무	700-300

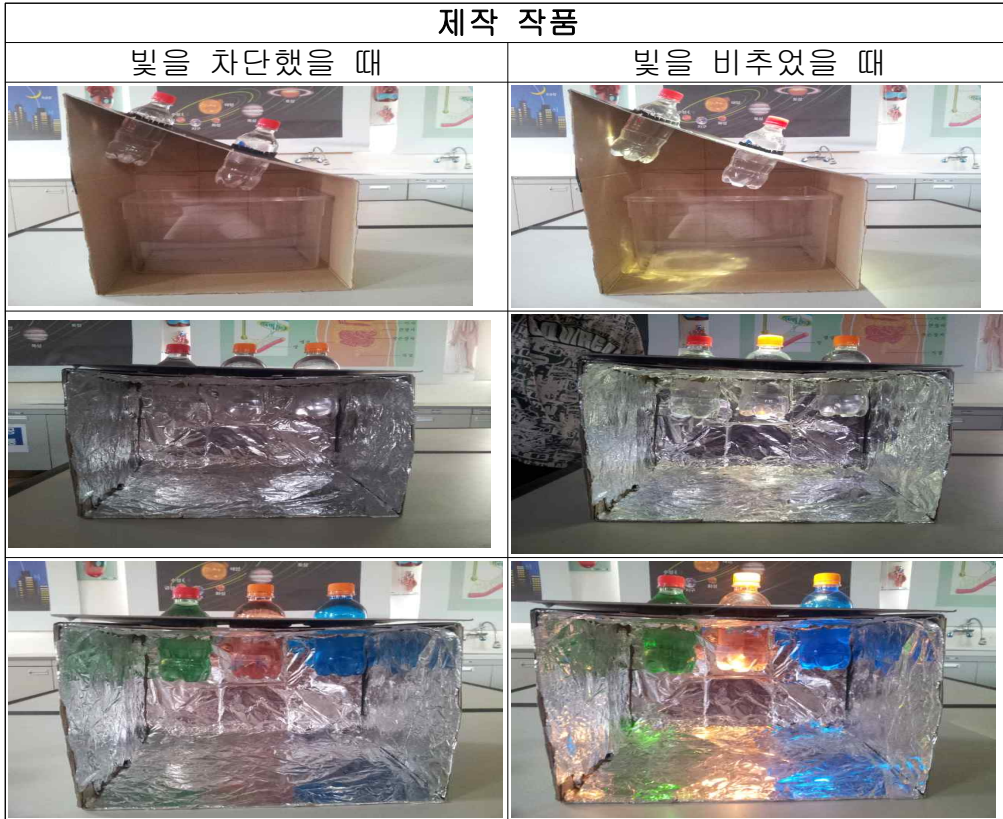
(2) 적정기술

	
<p>적정기술 안내  <a href="http://www.youtube.com/watch?v=OqxCFfvZPxc">http://www.youtube.com/watch?v=OqxCFfvZPxc</a></p>	<p>페트병 제작과정  동영상</p>

▶ 참고자료(학생작품)


작품 제작활동



**\* 조도측정 실험**

(단위:Lux, 측정장비: LM-81LX)

조도실험	페트병크기	첨가물	첨가물양	조도(LUX) 측정거리(10cm)
	2L	물	0	520
	2L	물+ 세제	1g	578
	2L	물+ 세제	2g	374
	2L	물+ 세제	3g	254
	2L	물+ 색소(붉은색)	1g	124
	2L	물+ 색소(녹색)	1g	83

(※ 물을 넣은 페트병전구는 조도는 밝지만 빛의 산란이 불규칙적이고 오랜시간 뒤에 녹조가 낀)

지도상 유의점

- 가. 상황의 특징을 살려 페트병 전구를 제작할 수 있도록 한다.
- 나. 사용하는 재료의 특성을 잘 파악하여 작품을 제작할 수 있도록 한다.
- 다. 페트병전구를 제작하면서 안전사고에 유의하며 제작활동에 참여할 수 있도록 한다.

교수-학습  
과정안

STEAM 활동 단계	교수 - 학습활동	STEAM 활동 요소	시간	자료(▶) 및 유의점(* )
상황 제시	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 동기 유발 : 장소에 따른 빛의 밝기는 어떨까요?</li> <li>• 거실 등의 빛의 밝기와 화장실의 빛의 밝기는 같을까요?</li> <li>- 다릅니다.</li> <li>• 그 이유는 무엇일까요?</li> <li>- 장소에 따라 활동하는 목적이 다르기 때문에 빛의 밝기도 서로 다릅니다.</li> <li>• 우리가 만든 페트병 전구는 적정기술이라고 합니다.</li> </ul> <p>적정기술이 무엇인지 함께 알아보겠습니다.</p> <p>동 영 상 시 청 <a href="http://www.youtube.com/watch?v=OqxCFfvZPxc">http://www.youtube.com/watch?v=OqxCFfvZPxc</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 이번시간에는 자신의 상황에 맞는 페트병 전구를 만들어 보겠습니다.</li> </ul>	S	6	▶동영 상 시청
	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 학습문제 확인</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;">♣ 환경에 맞는 나만의 페트병 전구를 만들 수 있다</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 활동순서 확인</li> <li>【활동1】 내가 만들 페트병 전구 설계하기</li> <li>【활동2】 페트병 전구 구조물 제작하기</li> <li>【활동3】 페트병 전구 구조물 발표하기</li> </ul>		4	
창의	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 활동 1. 페트병 전구 설계하기</li> </ul>			

적 설계	<p>♣ 내가 설치할 장소의 특징을 생각하며 그것을 사람이나 동물 등을 고려하여 페트병전구를 설계하시다.</p> <p>조건: 1. 빛이 들어와야 한다. 2. 페트병 전구를 활용한다. 3. 재활용품을 이용한다.</p>	S+T	15	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>위 조건에 맞는 페트병전구를 설계해보도록 해요.</li> <li>모둠별로 제작한 설계도에 대해 이야기 해보도록 해요.</li> <li><b>활동 2. 설계한 페트병 전구 제작하기</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>동물사육장의 전구나 미니 전구등을 제작하도록 한다.</li> <li>조도측정실을 제작하여 자신이 만든 페트병전구의 조도를 측정</li> </ul> </li> </ul>	S+T +EA +M	35	*조도 측정실 형실
감성 적 체험	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>활동 3. 페트병 전구 구조물 발표하기</b></li> <li>각 모둠별로 제작한 페트병 전구를 설치한 구조물을 발표해 보도록 해요.</li> <li>제작한 작품에 대해서 다른 모둠들의 질의시간을 갖고 장점과 단점에 대해 이야기해 보도록 해요.</li> <li>👉 조도계를 이용하여 모둠별로 만든 페트병 전구의 빛의 양을 확인한다.</li> </ul>	S+A	20	

평가 계획

차시 구성		교육과정 관련 평가	STEAM 활동 관련 평가 계획
차시 배분 (차시량)	학습주제		
5-6 (2차시분)	나만의 페트병 전구 만들기	<ul style="list-style-type: none"> <li>빛의 성질에 대해 말할 수 있다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•(관찰)페트병의 성질을 이용하여 나만의 페트병전구를 만들 수 있는가?</li> <li>•(산출물) 빛의 성질과 페트병의 특성을 잘 살려 페트병전구를 만들 수 있는가?</li> </ul>

『조도』

독서에 적당한 조도는 100~500[lux] 정도이고, 정밀한 작업에는 1000[lux] 이상의 조도가 필요하다.

단위 넓이에 입사하는 광속의 양을 조도라고 하고, 단위는 렉스[lux, lx]를 사용한다.

조도는 광원에 가까울수록 높고 멀어질수록 낮아지며, 그 값은 거리의 제곱에 반비례한다. 또한 조도는 우리의 생활 환경에 따라 다르며, 장소 및 작업의 종류에 따라 필요한 조도도 각기 다르다. 즉, 조도가 적당하면 눈의 피로가 적게 되고 일의 능률이 오르게 된다.

가정에서의 평균 조도는 그 장소에 따라 달라지는데, 공부방의 평균 조도는 300[lx] 정도이고, 거실의 평균 조도는 100[lx] 정도이다. 또한 정밀한 작업을 하는 곳일수록 높은 조도가 필요하다. 이러한 조도는 조도계를 사용하여 간단하게 측정할 수 있다.

『방의 종류에 따른 적당한 조도』

-	조명 장소	적정 조도
주택	정밀한 작업장소	1500-700
	독서, 공부방	700-300
	거실, 다실	150-70
	현관, 복도	70-30
사무실	일반사무	700-300
	회의실	500-200
	복도	150-70

## 6. STEAM 활동을 위한 학생용 자료[교과서 대체용]

학습주제	나만의 페트병 전구를 만들어 보아요.
학습목표	환경에 맞는 나만의 페트병 전구를 만들 수 있다.



거실등과 화장실등의 빛의 밝기는 서로 다릅니다. 이는 장소와 목적에 따라 빛의 밝기가 서로 다르기 때문입니다. 여러분이 각각의 상황에 맞는 페트병 전구를 제작하고 서로의 페트병전구에 대해 이야기 나누어 봅시다.

### 나만의 페트병 전구 만들기

<준비물> 페트병 1.5L, 500ml, 가루비누(1g), 색소, 다양한 종이상자, 도화지, 글루건 등

#### <활동과정>

- 1) 모둠별로 제작한 페트병 전구 구조물 설계하기
- 2) 페트병 전구 구조물 제작하기
- 3) 모둠별로 제작한 구조물 발표하기

#### <다양한 페트병 전구 구조물>



생각해봅시다.

1. 모둠별로 제작한 페트병전구 구조물의 특징에 대해 이야기해 봅시다.
2. 페트병 전구를 더욱 환하게 하기 위해서는 어떻게 해야 할까요?

## 7. STEAM 활동을 위한 학생용 자료[학습활동지]

1. 우리 모듬이 만들고 싶은 페트병전구 구조물을 생각하여 봅시다.

2. 페트병 전구 구조물의 구상도를 그려봅시다.

3. 우리 모듬에서 만든 페트병 전구 구조물의 특징이나 자랑하고 싶은 내용을 적어봅시다.

### 읽을거리) 형광등의 색깔은 왜 하얀색일까요?

형광등은 필라멘트가 가열하지 않고 전기가 원자를 자극해 빛이 나게 한다. 그래서 형광등은 열이 나지 않아 적외선으로 손실이 없으므로 에너지 손실이 적다.

요즘은 형광등의 색깔이 여러 가지이다. 그러나 가정에서 조명으로 주로 사용하는 형광등은 흰색빛을 낸다. 왜 그럴까? 이는 유리관의 안쪽에 발라진 백색 형광 물질 때문이다.

형광등은 양쪽 끝이 봉해진 좁은 유리관으로 되어 있다. 관에는 아르곤, 네온, 크립톤 가스가 대기압의 약 0.3%정도의 압력으로 차 있다. 관에는 액체 수은 한 두 방울 정도가 들어있어 일부는 증발해 수은 증기가 된다. 관 속 가스의 약 1000분의 1을 차지하는 이 수은 가스가 빛을 내는 역할을 한다. 전류가 흐르면 관은 빛을 내게 되고 양쪽의 전극을 통해 전류가 들어오고 나간다. 수은 원자가 내는 빛을 대부분 254nm 파장의 자외선으로 돼있다. 이 빛은 눈에도 보이지 않기 때문에 형광등은 안에 형광 물질을 발라 자외선을 가시광선으로 바꾼다.<출처 서울신문>





3-1. 위와 같이 답한 이유를 간단히 서술해 주십시오.

4. STEAM 프로그램에서 사용된 교재가 적절하다고 생각하는지요?

- ① 매우 적절하다                      ② 어느 정도 적절하다                      ③ 잘 모르겠다  
④ 별로 적절하지 않다                      ⑤ 전혀 적절하지 않다

4-1. 위와 같이 답한 이유를 간단히 서술해 주십시오.

5. 본 STEAM 프로그램이 재활용/에너지에 대해 학습하는데 유익하였나요?

- ① 매우 유익하였다                      ② 어느 정도 유익하였다                      ③ 잘 모르겠다  
④ 별로 유익하지 않았다                      ⑤ 전혀 유익하지 않았다

6. 전체적으로 본 STEAM 프로그램 수업이 얼마나 유익했는지요(도움이 되었는지요)?

- ① 매우 유익하였다                      ② 어느 정도 유익하였다                      ③ 잘 모르겠다  
④ 별로 유익하지 않았다                      ⑤ 전혀 유익하지 않았다

7. 본 STEAM 프로그램 수업 후 소감을 자유롭게 서술해 주십시오.(좋은 점, 개선할 점 등)

▪ 설문에 끝까지 응답해 주셔서 대단히 감사합니다.

