



저작자표시 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.
- 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

- 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](#) 

정해남 교수지도
석사학위청구논문

STEAM교육을 기반으로 한
중등 수학과 교수-학습 자료 개발

2013

성신여자대학교 교육대학원
교육학과 수학교육전공
고 원 경

STEAM교육을 기반으로 한
중등 수학과 교수-학습 자료 개발

정해남 교수지도

이 논문을 석사학위논문으로 제출함

2012년 11월

성신여자대학교 교육대학원

교육학과 수학교육전공

고 원 경

인 준 서

고원경의 석사학위 논문으로 인준함

심사위원 _____인

심사위원 _____인

심사위원 _____인

2012년 11월

성신여자대학교 교육대학원

논문개요

우리나라를 비롯한 많은 나라에서는 이공계 대학에 대한 학생들의 선호도가 하락하고 이와 관련된 직업을 선택하는 학생들마저 줄어들고 있는 추세이다. 이를 극복하기 위해 여러 나라는 전반적인 교육개혁을 주장하고 있고 이를 위한 하나의 방법으로 학문 간 통합교육의 필요성이 제기되면서 STEAM(Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics)교육이 새롭게 조명받기 시작하였다. STEAM교육은 단순한 지식을 넘어 여러 교과를 통합하여 학습자들의 삶속에서도 전이되는 학습을 유도하고 있다는 것이 장점이다. 중등교사들 또한 STEAM교육의 장점에 대하여 긍정적으로 인식하고 있지만 STEAM교육의 교수-학습 자료 부족과 수업 준비에 대한 시간적 부담 등으로 현장에서 잘 실행되고 있지 않다.

따라서 본 연구는 STEAM교육을 기반으로 한 중등 수학과 교수-학습 자료를 개발하는데 목적을 두고 있고 이를 위해 수학교과와 다른 교과를 통합한 STEAM교육의 선행연구에 대해 고찰하여 2009 개정교육과정이 추구하는 목표와 교수-학습 방법을 바탕으로 교수-학습 자료를 개발하였다. 개발한 자료는 수학을 중심으로 과학과 예술 영역을 통합하였으며, ‘활동중심’, ‘흥미중심’, ‘개념중심’, ‘탐구중심’의 4가지 요소를 제시하였다. 첫째, ‘활동중심’ 프로그램에서는 무게중심 찾기, 달까지 거리구하기, 맥포머스 교구를 이용하여 나만의 주사위 만들기 활동을 개발하였다. 둘째, ‘흥미중심’ 프로그램은 거울에 반사된 정다각형 만들기, 삼각비를 이용하여 친구 그림자 길이 맞추기, 뒤러와 클레의 작품 속에서 수학적 원리를 찾아보는 활동을 개발하였다. 셋째, ‘개념중심’ 프로그램에서는 입체도형의 부피, 겹넓이 구하는 것을 주제로 하여 대기권 부피 구하는 활동과 단세포 생물의 물질대사를 이해할 수 있는 활동을 개발하였고, 한옥 지붕 구조의 숨겨진 원리를 알아보는 활동으로 구성했다. 넷째, ‘탐구중심’ 프로그램에서는 진원지 찾기, 인공위성의 원리에 관한 활

동, 새마을호의 속도-시간 그래프를 보며 구분구적법에 관한 활동을 할 수 있도록 구성하였다. 각 활동마다 학생들을 안내하기 위한 질문들로 구성된 활동지와 통합된 교과에 관한 설명과 읽기자료로 구성된 교사용 안내지가 있다.

본 연구에서는 수학영역을 중심으로 과학과 예술의 두 가지 영역과 통합하여 개발하였으나, 그 외에 좀 더 다양한 교과와 통합하여 학생들이 보다 포괄적인 사고를 할 수 있는 교수-학습자료 개발이 필요하다. 또한 개발된 자료를 교육 현장에 적용하여 교사의 인식 및 요구, 학생들에게 미치는 영향 등에 관한 실질적인 연구가 이루어져야 할 것이다. 이러한 STEAM교육 프로그램의 지속적인 연구와 개발이 이루어진다면 학생들의 흥미와 관심을 증대하고 학습효과를 높이며 이와 함께 수학적 창의성이 함께 신장되는 결과로 이어질 것으로 기대한다.

주제어 : 통합교육, STEAM교육, 중등 수학과, 교수-학습 자료

목 차

논문개요

I. 서론	1
1. 연구의 필요성 및 목적	1
2. 연구내용	3
3. 용어정의	3
4. 기대효과	4
II. 이론적 배경	5
1. 통합교육의 의미	5
(1) 통합교육의 개념	5
(2) 통합교육의 필요성	7
2. 교과 통합의 유형	8
3. 통합교육의 종류	10
(1) STS교육	12
(2) MST교육	12
(3) STEM교육	13
(4) STEAM교육	14
4. STEAM교육	14
(1) STEAM교육의 개념	14
(2) STEAM교육의 모형	15
(3) STEAM교육의 선행연구	21

(4) STEAM교육 적용 사례	22
III. 연구 방법 및 절차	24
1. STEAM교육을 위한 프로그램 개발을 위한 영역 선정	24
2. 주제선정	25
3. 학습내용 선정	25
IV. 자료개발	26
1. 자료의 구성과 내용	26
2. STEAM교육 교수-학습자료 개발	27
V. 결론 및 제언	43
1. 결론	43
2. 제언	44

참고 문헌

ABSTRACT(영문초록)

부 록 I , II , III, IV

그림 목차

[그림 II-1] STEAM교육의 피라미드 모형	17
[그림 II-2] 김진수의 통합 모형	19
[그림 II-3] STEAM교육을 위한 김진수의 큐빅 모형	20
[그림 II-4] 중학교 수업의 다학문적 활동중심 모형	21
[그림 II-5] 빛의 마술 3D영상 수업 장면1	23
[그림 II-6] 빛의 마술 3D영상 수업 장면2	23
[그림 II-7] 미래 자동차 만들기 장면1	23
[그림 II-8] 미래 자동차 만들기 장면2	23
[그림 IV-1] 무게중심과 관련된 사진	28
[그림 IV-2] 이중 통 제작 과정	29
[그림 IV-3] 정n각형에 관한 예제	30
[그림 IV-4] 나만의 주사위 만들기 활동 도입	32
[그림 IV-5] 친구 그림자 맞추기 측정·결과 값	33
[그림 IV-6] 교사용 작품 설명 자료1	34
[그림 IV-7] 교사용 작품 설명 자료2	34
[그림 IV-8] 오각형 그리기	34
[그림 IV-9] 교사용 자료 : 표면적을 넓혀 이로운 예	36
[그림 IV-10] 한옥 지붕의 명칭	37
[그림 IV-11] 하지, 동지 때의 남중고도	38
[그림 IV-12] 지구의 대기권	39
[그림 IV-13] 진원지 찾기 완성 본	40
[그림 IV-14] 타원궤도 좌표평면에 도식화	41
[그림 IV-15] 속도-시간 좌표평면에 도식화	42

표 목차

<표 II-1> STEAM 교육 학문 영역별 관련학문	16
<표 III-1> 통합요소별 프로그램	27

I. 서론

1. 연구의 필요성 및 목적

오늘날의 과학과 기술의 발달은 더욱 가속화 되고 있으며 새롭고 가치 있는 방법으로 문제를 해결 할 수 있는 창의적 인재상을 요구 한다. 미래 사회에 필요한 인재 양성을 위해 수학, 과학 교육은 사회 발전의 기반으로 역할이 증대됨에 따라 더욱 중요해지고 있다(이효녕, 2011).

그러나 최근 미국을 비롯한 여러 나라의 수학 및 과학 성적은 매우 저조할 뿐만 아니라, 이공계 대학에 대한 학생들의 선호도가 하락하고 과학, 기술과 관련된 직업을 선택하는 학생들마저 줄어들고 있는 추세이다(조벽, 2003). 이를 극복하기 위해 대부분의 나라에서 전반적인 교육개혁을 주장하고 있고 이를 위한 하나의 방법으로 학문 간 통합과 연계의 필요성이 제기되면서 2006년 미국 Virginia Tech의 Sanders가 제안한 STEM교육이 새롭게 조명받기 시작했다. STEM교육이란 과학(Science), 기술(Technology), 공학(Engineering), 수학(Mathematics)의 머리글자를 조합한 것으로 네 분야의 내용을 통합적으로 교육하고자 하는 방법이다. 미국은 "Educate to Innovate"를 제시하여 STEM교육 분야에 대한 투자가 필요함을 알리고 초·중등 수준에서는 이공계 분야의 기초가 되는 과학과 수학 교육에 중점을 두고 있다. 아울러, 대학의 학과 간 통합이나 프로그램 이름을 STEM으로 바꾸며 정규교육에 STEM교육을 적용하는 추세이다.

통합교육의 확대 경향에 따라 국내에 STEM교육을 처음 소개한 것은 김진수인데, 그는 STEM교육을 위한 세 가지 모형과 STEM교육의 확산을 위해 구체적인 지도 자료들을 제시하고 있다. 그 후 Yakmann과 김진수는 Arts를 첨가하여 창의성과 융합을 강조하는 STEAM교육에 관한 연구를 최초로 발표하여 많은 반향을 일으켰다. 교육과학기술부(이하 교과부)는 2011년 ‘창의인재와 선진과학기

술로 여는 미래 대한민국’이라는 비전을 바탕으로 6대 중점 과제를 발표하였는데 6대 중점과제 중 하나인 ‘세계적 과학기술 인재 육성’은 초·중등 STEAM 교육을 강조하고 있다.

STEAM교육에 대한 연구자들의 공통적인 주장은 창의적인 글로벌 인재를 양성하기 위해서 창의력, 사고력, 응용력을 길러야 하는데 이를 위해서 과학, 기술, 공학, 수학 교과와 지식의 절대적으로 필요하며, 통합적으로 교육했을 때 학습 효과를 더 높일 수 있다고 하였다. 또한 현실 세계에서 발생하는 활동과제를 선정하여 과학, 기술, 공학, 수학 등의 교과 내용을 자연스럽게 연결함으로써 지식의 복합성과 상호관련성을 증대시킬 수 있다고 한다(배선아, 2009; 송정범, 2010; 최정훈, 2011; 이효녕, 2011).

기존의 학교교육에서 학생들은 지식과 개념을 위계 순서에 따라 배웠지만 STEAM교육에서는 지식을 왜 배우는지, 어디에 사용되는지 이해해서 실생활 문제해결력을 키우는 데 목적을 두고 학교교육 개선을 위해 통합된 다양한 프로그램을 추진하고 있다. 또한 중등교사들은 STEAM교육이 창의력 사고력과 실생활에서의 적용 및 응용력을 기를 수 있고 여러 교과와 관련 지식을 더 잘 이해하기 위해 STEAM교육이 필요하다고 긍정적으로 인식하고 있으나 STEAM 교육관련 교수-학습 자료 부족, 준비에 대한 시간적 부담 등으로 어려움을 겪고 있다는 결과가 나왔다(이효녕, 2012).

이와 같이 통합교육의 필요성이 점차 강조되는 분위기 속에서 기술교육, 과학교육 중심의 STEAM교육에 관한 연구는 증가하고 있으나, 수학교육 분야에서는 STEAM교육에 관한 연구가 미진한 상태이고, 초등교육에 비해 중등교육의 연구는 상대적으로 부족한 편이다. 따라서 본 연구는 2009개정교육과정이 추구하는 목표와 교수학습 방법을 바탕으로 수학에 대한 흥미와 긍정적 인식을 높이기 위한 학습소재를 찾아보고, STEAM교육으로 인해 창의력 신장에 도움이 될 수 있는 교수-학습 자료를 개발하고자 하며 STEAM교육 현장에서 적용할 수 있는 실질적인 수업자료를 개발하는데 목적을 두고 있다.

2. 연구내용

본 연구의 목적을 달성하기 위한 연구 내용은 다음과 같다.

첫째, 수학교과와 다른 교과를 통합한 STEAM교육의 선행연구를 고찰한다.

둘째, STEAM교육에 기반을 둔 중등학교의 수학과 교수-학습 자료를 개발한다.

3. 용어정의

(1) 통합교육과정

통합교육과정이란 교육과정 구성에 있어서 각 학문 또는 교과중심으로 조직하던 것에 탈피하여 교과 간의 엄격한 울타리를 고려하지 않고 각 교과의 지식이나 경험을 필요한 대로 가져다 재구성 하여 학생의 흥미 중심, 문제 중심, 특정 주제 중심 등으로 구성하는 것을 말한다.¹⁾

본 논문에서의 통합교육은 학생들이 직접 해석하고 학습할 수 있도록 2개 이상의 교과를 다양한 방법으로 연관 지어 가르치는 것을 의미한다.

(2) STEAM교육

STEAM교육이란 한 가지 주제에 대하여 과학(Science), 기술(Technology), 공학(Engineering), 수학(Mathematics), 예술(Arts)적 측면으로 접근해 통합적으로 연계하여 가르침으로써, 학생들이 학문 간의 경계를 넘어 포괄적인 시야를 갖도록 하는 교육이며 이는 기존 통합교육으로부터 진보된 형태로 볼 수 있다.

1) 광병선(1996)

4. 기대효과

STEAM교육을 기반으로 한 수학교실에서 학생들은 창의적인 사고를 할 수 있고 각각의 학문의 틀에서 탈피한 전체적인 관점에서 학습할 수 있을 것이다. 또한 학생들의 증가된 흥미와 관심으로 학습효과를 높일 수 있을 것이며 이와 함께 수학적 창의성이 함께 신장되는 결과로 이어질 것으로 기대한다.

Ⅱ. 이론적 배경

본 연구를 위한 이론적 배경으로 통합교육의 개념 및 필요성과 교과 통합의 유형을 살펴본다. 또한 전통적 교육인 STS(Science, Technology, Society)교육, MST(Mathematics, Science, Technology)교육, STEM(Science, Technology, Engineering, Mathematics)교육과 이것들의 확장된 개념인 STEAM교육에 대해 살펴보도록 한다.

1. 통합 교육의 의미

여러 학자들이 정의한 통합교육의 개념에 대하여 살펴보고 이러한 통합교육이 어떠한 관점에서 필요한 것인가에 대해 인식론적 측면, 심리적 측면, 사회적 측면을 중심으로 통합교육과정의 필요성을 고찰해 보고자 한다.

(1) 통합교육의 개념

일반적으로 통합교육과정은 학교의 지도하에 시간적으로 공간적으로 그리고 내용영역에 있어서 각각 다른 것들을 상호 관련짓고, 의미 있게 모아서, 전체로서의 학습이 이루어지고 나아가서 인간의 성향 변화가 가치롭게 이루어지도록 구성된 교육과정이다(김재복, 1985).

Dressel은 통합이란 어떤 상태와 과정을 가리키는 것이라고 정의하였는데 여기서 상태로서의 통합이란 도달해 있는 상태, 완성된 상태, 완전한 상태로서의 통합을 말하는 것이며 과정으로서의 통합은 변화하는 환경 속에서 개인이 능동적으로 평형을 유지해 나가는 과정을 말하는 것이다(안효일, 2009, 재인용).

즉, Dressel에게 통합이란 전체를 이루기 위해 개개의 부분들이 관련을 맺고 조화를 이루는 과정을 통해 최종적으로 완성된 상태로서의 통합을 이루고자 하는 것이라고 볼 수 있다. 또한 Wolfinger & Stockard는 “통합교육과정은 여러

교과를 구분하는 경계선을 없애고, 여러 교과 영역이 사라지는 교육과정 조직의 한 접근 방법이다.” 라고 정의하였으며(강현석, 2003, 재인용), 김대현(1993)은 교육내용들이 결합되어 개별적 교육내용들이 지니지 않은 전체성을 만들고 있는 상태를 말한다고 하였다. 권낙원(2003)은 통합교육과정에 대한 여러 학자들의 정의를 토대로 다음과 같이 정의하고 있다.

통합교육과정이란 교육의 목적을 달성하기 위하여 분절된 지식과 경험을 유의미한 방식으로 서로 관련짓고, 학습자의 자발적 참여를 통하여, 전체로서의 학습이 이루어져, 점차적으로 학습자의 인격을 통합해 가는 교육과정이다.

(권낙원, 2003: p.272)

이처럼 학자들마다 통합교육과정에 대한 관점이 다양한 이유는 학교교육 과정과 교육과정의 의미에 대한 기본 입장의 차이, 교육내용 또는 경험의 조직에 있어서 그 방법의 다양성, 통합의 개념과 의미에 대한 각기 다른 인식, 학교교육에서 통합이 적용될 수 있는 제도의 차이나 그 실천 방법의 다양한 때문이다(김재복, 1995).

통합교육과정을 적용하는 예를 들어 보면, 수학에서 통계를 학습할 때 생물의 수와 그 변화와 같은 과학적 정보를 사용하여 식물계와 동물계의 시간이 경과함에 따라 그것의 변화를 관찰할 수 있다. 또한 미술시간에 레오나르도 다빈치의 작품을 감상하면서 르네상스, 밀라노, 스포르차 가문 등의 역사를 살펴봄으로써 인간에 대한 연구로 안내할 수 있다. 즉, 통합교육은 2개 이상의 교과를 다양한 방법으로 연관 지어 가르치는 교과 간 통합을 의미한다.

(2) 통합교육의 필요성

통합교육과정은 여러 가지 기능에 의해 필요하다고 할 수 있는데, 무엇보다도 학생들의 학습을 향상 시킬 수 있다. 또한 통합 교육과정이라는 방법이나 수단을 통하여 실질적으로 해결 가능한 현실적인 문제가 많기 때문에 통합 교육과정이 필요하다.

Ingram은 변화에 대비한 교육, 학교와 사회의 관련성 증대, 연린 교육, 지식의 유용성 유지, 실천위주의 학습, 개인 학습자의 중요성, 교육받은 능력의 함양 등으로 주장하고 있다(배진수, 1995, 재인용). 김재복은 학습자의 발달 특성상 통합적 학습 경험이 필요하고, 조화로운 전인 발달과 학습자의 흥미와 요구를 교육 과정에 반영하기 위하여, 또한 인간 두뇌의 통합적 기능에 부합하기 위해 교육 과정 통합이 필요하다고 설명하였다(강현석, 2003, 재인용). Tanner는 과학, 사회학, 역사학, 인구학 등의 지식을 종합한 다학문적 접근 또는 간학문적 접근이 필요하다고 강조하고 있다(이영만, 2001, 재인용).

종합적으로 이상갑(2001)은 네 가지 관점에서 통합교육의 필요성을 정리하였다. 첫째, 인식론적 측면은 지식의 변화에 대처할 수 있으며 다양한 지식 영역들 간의 상호관련성을 증대시킨다. 둘째, 심리적 측면은 일상생활의 구체적인 경험, 실제적인 상황과의 밀접한 연관성을 강조하고, 학생의 참여와 협동학습을 의 기회를 제공함으로써 학생의 흥미를 자극할 수 있다. 셋째, 사회적 측면은 현대 사회가 안고 있는 문제들을 어느 한 분야의 지식으로는 해결하기 어렵기 때문에 교육과정의 통합이 도움을 줄 수 있다. 학교와 사회, 즉 지식과 실제생활의 밀접한 관련이 있다. 넷째, 행정학적 측면은 교과서 및 학습자료 수의 축소, 학습 자료의 질 개선, 다양한 학급 운영 등에 크게 이바지 한다는 것이다.

통합교육을 시행하는 것은 현실적으로 여러 측면에서 어려우나 학문중심 보다는 다양한 영역의 소재를 학습자의 발달 수준에 맞게 활용하면 흥미를 지속적으로 유발시킬 수 있을 뿐만 아니라 여러 분야의 지식을 서로 관련시키거나

다른 분야에 적용하고 활용함으로써 효과적으로 문제를 해결할 수 있다. 따라서 통합교육은 인식론적, 심리학적, 사회적, 행정학적 측면 등 다각적으로 필요하다.

2. 교과 통합의 유형

통합교육의 형태와 방법에 대해서 많은 학자들이 다양한 방법을 제안하고 있지만 교과와 특징이나 시간에 따라 수업하는 교사가 적합한 모형으로 운영하는 것이 필요하다.

Drake는 교과 통합 분류 방식을 학문이 연결되는 방법에 따라 세 가지로 나누었는데 각각의 학문이 서로 독립적인 틀을 가진 다학문적 통합과 학문 간에 서로 연결 되어 있는 간학문적 통합, 그리고 각 학문이 하나로 융합된 탈학문적 통합으로 분류하였다. Fogarty는 다학문적, 간학문적, 탈학문적 통합을 좀더 구체화하여 통합의 특징에 따라 10가지 모형으로 분류하여 제시하였다. 한 교과 내에서의 통합으로서 분절형, 연결형, 동심원형의 세 가지 유형을, 교과 간의 통합으로서 병렬형, 공유형, 거미줄형, 연계형, 통합형의 다섯 가지 유형, 그리고 학습자들 간의 통합으로 몰입형, 네트워크형의 두 가지 유형을 제안하였다(구자역 & 구원희, 1998, 재인용). 또한 Ingram은 통합의 구조, 기능, 구조의 질·양, 기능의 내적인 면과 외적인 면을 동시에 고려하여 구조적통합과 기능적 통합으로 분류하였으며, Jacobs는 통합의 정도에 따라 교육과정 통합의 설계 모형을 학문기초, 학문병렬, 다학문적, 간학문적, 통합적, 완전 프로그래밍으로 구분하였다(박형주, 2011, 재인용).

이와 같이 다양한 통합유형이 연구되었지만 본 논문에서는 Fogarty의 통합교육 모형 중 STEAM교육에 적절할 것으로 생각되는 유형을 선정하여 정리하면 다음과 같다.

① 계열형(sequenced)

교과간의 관련이 제한되어 있더라도 비슷한 단원을 다룰 때 여러 교과에서 다루는 주제의 순서를 재배열함으로써 비슷한 단원들을 이어서 가르치는 방법이다. 예를 들어 두 교사가 각자 자기가 맡은 교과의 내용목록을 만들어 그 중에서 공통부분을 찾아 비슷한 시기에 병렬적으로 가르치기 위해 순서를 바꾸는 유형이다.

② 공유형(Shared)

넓은 범위의 학문 영역 안에서 서로 공유하고 있는 개념에 초점을 맞추어 협동 수업을 할 수 있는데, 예를 들어 과학교과에서 ‘광합성’ 단원의 생태계, 생태계에 대한 존중, 생태계의 계통은 문학에서 자서전, 다양한 관점에 대한 존중, 구성도와 연결되어 통합 할 수 있다.

③ 거미줄 형(Webbed)

거미줄 모형은 주제 중심으로 교과를 통합하는 접근 방식이다. 즉, ‘발명’ 과 같은 주제를 선정하여 이 주제와 관련된 내용을 문학에서 발명가에 대한 독서, 미술에서 모형 설계와 제작 등 각 교과에서 추출하여 통합하는 것이다.

④ 실로 펜 형(Threaded)

이 모형은 여러 학문이나 교과를 관통하는 학습 기능, 사고 기능, 사회적 기능, 다중 지능 등 모든 교과를 통합해서 학습하는 방식이다. 즉 모든 교과내용의 핵심을 가로지르는 교육과정에 초점을 두고 통합이 이루어진다.

⑤ 통합형(Integrated)

이 유형은 네 개의 교과에서 중복되어 있는 기능, 개념, 태도를 추출해서 교육과정의 우선순위에 따라 배치 한 다음 통합 단원을 구성한다. 즉, 여러 교과들 간에 공통점이 있을 때 통합이 가능하다. 예를 들어, 중등학교의 경우 ‘논증과 증거’ 라는 개념을 통합의 주제로 선정할 수 있다. 이 주제 혹은 개념을 중심으로 수학, 과학, 문학, 사회과의 내용과 잘 적용된다(구자역 & 구원희, 1998).

3. 통합 교육의 종류

통합교육에 대한 관심과 필요성이 부각됨에 따라 통합교육 방안에 대해 많은 연구가 있었다. 통합교육 중 하나로 STEAM교육이 나오기 전까지의 발판 역할을 한 STS교육, MST교육, STEM교육, STEAM교육에 대해 분석하였다.

(1) STS교육

20세기 이후 과학과 기술이 통합적 관계가 있는 것으로 인식되고 이러한 밀접한 관계 때문에 과학과 기술이라는 ‘ST(Science-Technology)’와 같은 한 단어로 통칭되었다. 이 후 과학기술은 일상생활에 응용되는 방법·분야·사회적 상황 등과 밀접한 관계가 있다는 인식을 기초로 과학·기술·사회라는 이른바 STS(Science-Technology-Society)가 한 단어로 통칭되었다(조희형, 1995). STS교육의 배경은 ‘과학자, 기술자의 양성에 있어서 기초과목으로 무엇을 가르칠 것인가’, ‘과학교사의 기초적 소양으로서 무엇을 취급할 것인가’라고 하는 문제로부터 생겨났다. 그 발생원인은 여러 가지가 있지만 어떤 경우라도 과학·기술·사회의 상호작용을 문제의 중심에 둔다고 하는 의미에 있어서 개개의 대학교수의 개인적인 연구로 STS교육이 시작되었다(송진웅, 1999). 최경희의 연구에서 STS교육의 필요성에 대하여 다음과 같이 설명하고 있다.

학생들에게 과학에 대한 관심을 갖게 하고, 문제해결력과 현명한 판단력을 가진 장래의 민주시민으로 자랄 수 있도록 하기 위해서, 모든 학생들이 과학, 기술적 소양을 갖추게 하기 위해서, 그리고 과학과 기술에 관련된 직업에 관하여 학생들 개개인의 요구를 만족시키기 위해서 STS교육은 학교 교육에서 꼭 이루어져야 한다.

(이상갑, 2001, 재인용)

일반적으로 STS교육은 과학교육의 새로운 접근방법이라고 알려져 있다. 미국

의 STS교육은 주요 과학적 개념은 물론이고 과학의 과정, 과학의 본성, 과학에 대한 태도 등을 포함하고 있고 과학, 기술, 사회 교과를 통합하는 것처럼 보이지만 과학교과 교육을 위한 성격이 강하다(김진수, 2007, 재인용). Harms와 Yager는 STS교육의 목표를 과학 교육은 개인의 요구를 충족시키는 과학교육이 되어야 하는데 그 교육은 사회적 문제를 해결할 수 있어야 하며 더불어 학습자가 자신의 진로를 결정하는데 필요한 정보와 경험을 제공해줄 수 있어야 한다고 설명한다(김종웅 & 조현욱, 1998, 재인용). 즉, STS교육은 학문 교육 보다 개인적 필요나 사회적 문제를 해결하는데 더 비중 있게 다루고 있음을 알 수 있다.

STS교육은 지식(Concepts), 과정(Process), 태도(Attitude), 적용(Applications), 관련(Connections)의 6가지의 영역으로 나누어 이루어질 수 있는데, 이 교육은 전체 사회로부터 시작하여 점차 의식주, 교통, 통신, 사회 문제 등 관련된 영역으로 이동한다. Yager는 STS교육은 학생들이 가장 가까이에서 접근하는 문제에서부터 출발하여야 한다고 주장하며 학생들이 추구하고자 하는 직업 등 광범위한 문제를 다루어야 한다고 지적하고 있다(조희경 & 최경희, 1997, 재인용). 이와 같은 실생활 문제나 사회문제를 해결해 나가는 과정에서 창의성이 동원되며 이러한 과정을 통하여 과학적 태도와 창의력이 형성된다. 이러한 학습활동은 결과적으로 학생들에게 과학자들이 활용하는 지식이나 과정에 접할 수 있는 기회를 제공하게 된다(홍미영, 2004, 재인용).

(2) MST교육

‘MST’란 Mathematics-Science-Technology의 약자로서 현실 세계는 이 세 과목이 분리되거나 별개의 존재로 있는 것이 아니며, 현실에서 발생하는 문제를 분석하고 해결하기 위해서 개발되어 수학과 과학, 기술의 교육 과정내용을 통합한 것이다(이상갑, 2001). 즉, MST교육을 통하여 문제해결력을 키우고 실생활 문제와 연결하여 교과와의 연관성을 이해하고 호기심과 흥미를 느낄 수

있는 통합교육을 뜻한다.

수학, 과학, 기술을 통합하는 이유에 대해서 New York State Education Dept는 다음과 같이 제시하고 있다. MST교육은 고도로 발전하고 있는 사회 속에서 학생들은 자신의 삶과 공동체의 다른 사람들의 삶을 증진시키기 위해 수학, 과학, 기술을 사용할 수 있어야 하며 수학적 분석과 기술적 설계가 없이는 과학적 원리를 설명할 수 없을 뿐만 아니라 많은 직업들이 수학, 과학, 기술에 대한 더 많은 지식을 요구하기 때문에 모든 학생들이 MST교육에 접근할 필요가 있다고 하였다(박형서, 2003, 재인용). 다시 말하면 다양하고 복잡한 문제에 직면하게 되었을 때 현명하게 대처하기 위해서는 수학, 과학, 기술의 상호적인 관계를 이해하고 응용할 수 있음을 강조한 것이다.

Lomask는 MST통합교육이 갖는 일반적인 특징에 대하여 다음과 같이 언급하였다. 첫째, 수행 과제는 교육과정과 평가에 부합하는 것으로 수학, 과학, 기술적 지식의 응용이 필요한 구체적이고 실제적인 문제로 조직된다. 구체적인 학문의 분야에서 전문가들에 의해 사용되는 유사한 활동을 학생에게 부여하는 것이다. 둘째, 학생들은 과제 수행중의 아이디어, 관찰, 측정, 계산 등의 기록물이 요구된다. 보고서, 모형, 포스터 등과 같은 최종적인 결과물은 학생들의 수행평가의 준거가 되며 서로의 아이디어를 공유하며 학생들로 하여금 비판적인 관점을 기른다(박형서, 2003, 재인용).

(3) STEM교육

미국의 MST교육에서 E(Engineering)를 추가로 통합 시킨 것이 STEM교육으로 학생들이 과학과 수학에 대한 관심, 흥미, 학업성취도가 점점 하락하고 미래의 국가 과학 기술 경쟁력 하락을 우려하여 이를 극복하기 위한 하나의 방법으로 시작하게 되었다(김진수, 2011).

미국의 STEM교육 선구자 Virginia Tech의 Sanders(2009) 교수는 STEM교육이란 STEM 과목 중에서 둘 또는 그 이상 과목 사이에서 교수 학습을 탐색한 후

통합하여 교육하는 방법이라 하였다. 그는 앞에서 살펴본 STS교육, MST교육과는 달리 STEM교육에서는 공학(Engineering)이 통합되어야 한다고 강조하고 있으며 STEM교육에 관한 단순한 내용학적 통합을 의미하는 것이 아니라 과학, 기술, 공학, 수학의 내용과 과정을 공학적 설계 기반으로 체계적인 방법으로 통합하는 것을 의미한다. 또한 NSF(National Science Foundation)에서는 STEM교육이 수학, 과학, 공학, 컴퓨터와 정보과학이라는 범위뿐만 아니라 심리학 같은 사회과학, 경제학, 사회학, 정치과학의 범주도 포함하고 있다고 정의한다. 그러나 통상적으로 STEM교육의 목적을 수학, 과학, 공학, 기술을 향상시키는데 두고 있다(변순학, 2010, 재인용).

김진수(2007)는 우리나라에 최초로 STEM교육을 소개한 학자로서 미국에서의 STEM교육에 관한 배경 및 이론 등을 국내에서 발표하였다. 그의 논문에서는 STEM교육을 위해 학문 간의 통합에 따라 다학문적 통합, 간학문적 통합, 탈학문적 통합의 세 가지 모형을 제시하였으며 후속연구에서는 학생들이 흥미롭게 수업을 할 수 있는 활동중심의 수업 자료를 개발하였다. 또한 STEM교육의 중요성을 전파하기 위해 여러 편의 논문을 발표하고 교사 연수를 통하여 통합교육의 방법을 제시하고 있다.

이와 같이 여러 학자들이 STEM교육의 필요성에 대해 제시하고 있는데 Yakman(2008)은 STEM교육이야말로 과학, 기술, 공학, 수학의 학문적 개념들을 가르치고 배우는데 있어서 맥락적 의미를 부여하는데 최적이라고 하였다. 그 이유는 종전의 전통적 개별접근으로는 달성할 수 없었던 것을 STEM교육이 제공할 수 있기 때문이라는 것이다. 송정범(2010)은 국가 경쟁력 확보에 과학, 기술, 공학, 수학 교과목의 지식이 절대적으로 필요하며 이를 통합적으로 교육했을 때의 효과가 더 높게 기인한다고 하였다. 즉, STEM교육은 각 교과위주의 독립적 지식의 전달보다는 통합적 교육으로 스스로 탐구하고 활동해보는 것이 중요함을 시사한다.

(4) STEAM교육

STEAM교육 역시 학문 통합의 일환으로, 앞에서 살펴 본 STEM교육과 거의 같은 의미를 가지나 예술(Art)교과를 포함하여 보다 더 확장된 개념이다. 미국에서 공식적으로 STEM교육에 대하여 모든 연구와 교육 역량을 결집하고 있는 가운데 Yakman과 김진수는 창의성과 융합을 더욱 강조하는 STEAM교육을 최초로 발표하여 각광받았다. 그 후에 미국뿐만 아니라 다른 여러 나라에서도 STEAM교육에 대한 관심이 증가하고 있으며 세계 교육의 흐름에 따라 우리나라 교과부에서도 ‘STEAM교육의 강화’를 제시하며 STEAM교육의 활성화를 위해 시범학교를 선정하여 운영하고 있으며 교사의 전문성을 위해 다양한 체험 및 연수 프로그램으로 STEAM교육 활동을 지원하고 있다. 자세한 내용은 다음 절에서 다루겠다.

4. STEAM교육

(1) STEAM 교육의 개념

STEAM교육은 미국의 Yakman이 새로운 융합교육의 형태로 제시한 것으로서 한 가지 주제에 대하여 과학(Science), 기술(Technology), 공학(Engineering), 수학(Mathematics), 예술(Arts)적 측면으로 접근해 통합적으로 연계하여 가르침으로써, 학생들이 학문 간의 경계를 넘어 포괄적인 시야를 갖도록 하는 교육이며 이는 통합교육으로부터 진보된 형태로 볼 수 있다.

STEAM교육에 관한 최초의 논문은 2007년에 Yakman과 김진수가 미국의 국제 학술대회에서 발표한 논문이며, 한국에서 인기 있는 정신 스포츠 종목 중의 하나인 바둑을 주제로 하여 STEAM교육의 방법을 제시한 것이다. 이 논문에서는 바둑의 구성요소인 바둑판, 바둑돌, 바둑그릇(Bowls)을 구성하는 재료와 바둑판 만드는 방법을 제시하며 과학과 기술과의 관계를 설명하였다. 또한 바둑돌의 균형 있는 디자인과 바둑돌을 잡는 방법을 보이며 예술분야를 소개하였으며

바둑의 규칙과 이진법을 소개하며 수학과와의 연관성을 설명하였다. 또한 바둑게임의 목표인 누가 더 많은 영토를 차지하느냐에 관해 규칙을 설명하며 공학 분야와 연결하여 제시하였다. 이와 같이 STEAM교육을 함으로써 실생활과의 관련성을 더욱 높일 수 있고 흥미도 높아지는 수업을 할 수 있다고 하였다.

(2) STEAM교육의 모형

STEAM교육을 위한 프로그램을 개발하기 위해서는 이론 정립과 이론적 모형이 있어야 한다. STEAM교육을 체계적으로 안내하기 위해 고안된 모형으로 문대영(2008)은 사전 공학 교육프로그램 개발을 위한 STEM교육 모형을 제시하였고, 조재주 외(2011)는 화학 영역의 STEM교육프로그램 모형을 개발하였다. 또한 김성원 외(2012)는 STEAM교육의 방향과 목표에 대해 구체화 하고 현장에서 교사들이 실행하기 위한 모형을 제시하였다. 그 뿐만 아니라 많은 연구자들에 의해 STEAM교육에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며 최초의 STEAM교육 모형인 ‘Yakman의 피라미드 모형’ 과 본 연구에서 적절하다고 판단되는 ‘김진수의 큐빅모형’ 에 대해 분석해 본다.

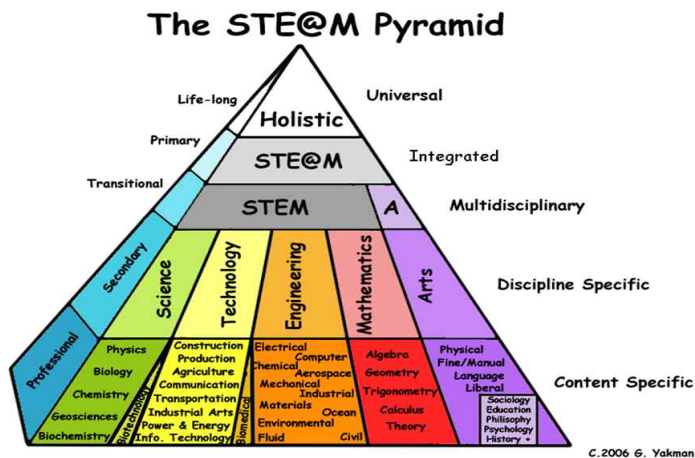
① Yakman의 피라미드 모형

Yakman은 과학(Science), 기술(Technology), 공학(Engineering), 수학(Mathematics), 예술(Arts)에 관한 정의와 각 학문에 포함되는 하위 영역들을 분류하면 <표 II-1> 과 같다.

<표 II-1> STEAM 교육 학문 영역별 관련학문2)

영역	의미	하위 영역
Science	자연적으로 존재하는 것과 작용하는 원리	물리, 생물, 화학, 지구과학, 우주과학 및 생화학, 생명공학
Technology	인간이 창조한 것	기술과 사회, 디자인 기술, 기술 세계를 위한 능력
Engineering	수학과 과학을 토대로 창의성과 논리적 사고를 이용한 것	항공우주산업, 건축, 농업, 화학, 토목, 컴퓨터, 전기, 환경, 유체, 산업시스템
Art	사고방식과 관습을 통해 과거, 현재, 미래를 이해, 소통	신체, 미술, 조각, 어학, 인문학
Mathematics	계산, 측정, 순서, 관계 등을 다루는 과학	수와 연산, 대수, 기하학, 측정, 데이터분석, 확률, 문제해결, 추론과 증명

Yakman은 STEAM교육을 좀 더 구체적으로 정의하기 위해 제시한 것이 STEAM 피라미드모형으로 [그림 II-1]과 같다.



[그림 II-1] STEAM 교육의 피라미드 모형3)

2) G.Yakman(2008).STEAM Education : an overview of creating a model of integrative education. P.15

STEAM 피라미드의 가장 낮은 단계인 내용영역은 교과외의 세부적인 내용이 학습되는 수준의 교육이다. 이 단계에서는 전문가적인 연구 개발이 이루어지고, 학생들은 자신이 선택한 분야에 대해 깊이 연구하게 된다. 연구는 같은 분야 또는 다른 분야 간에 팀을 이루어 수행될 수 있다. 이는 고등교육이나 그 이상의 수준에 적합한 교육이다.

'Discipline Specific' 학문영역 단계에서는 학생들이 어느 학문의 분야를 중점적으로 학습하는데, 이 때 다른 과목들은 이해를 돕기 위한 보조 과목이 된다. 이 단계는 한 교과 영역의 학습만을 하는 것이 아니라, 여러 과목을 다루되 중심이 되는 분야를 좀 더 깊이 학습하도록 하는 것이다.

세 번째 단계인 다학문 영역에서는 학생들이 자신이 선택한 특정 학문들의 영역에 대해 배우고, 그 학문들의 연관성을 포괄적으로 알게 된다. 실제로 연관성을 가르치는 가장 좋은 방법은 현실을 기반으로 하는 단원을 구성하는 것인데, 교사는 수업을 설계할 때 테마교육을 쉽게 활용할 수 있다. 또한 Yakman은 예술을 제외한 교육은 학생들이 현실적 맥락과 관련된 이해를 하기 힘들기 때문에 옳지 못하다고 하며 예술에 대한 내용영역을 물리적 미술, 언어, 교양, 철학, 심리학, 역사 까지 그 영역을 확대하고 있다. 이를 정리하면 전통적인 교육의 편향성을 통합 제시함으로써 보다 능동적이고 복합적인 학습의 필요성을 제시 한 것으로 보인다. 이러한 단계의 교육은 현재의 과도기적이거나 중학교 교육에 적합하다고 한다.

네 번째 통합단계에서는 학생들이 의도적으로 계획된 교수(teaching)에 의해 넓은 영역의 분야와 이들이 어떻게 상호관계를 맺는지에 관한 기본적인 개요를 공부하게 된다. Yakman은 이러한 STEAM의 통합적 수준의 교육이 초중등학교 교육에 가장 적합하나, 모든 수준의 교육에 활용될 수 있다고 하였다.

가장 높은 단계인 '평생교육(Life long)' 으로서, 전체론적인 관점과 연관된다. 이는 인간이 의도되지 않고 피할 수도 없는 환경에 끊임없이 적응하면서

3) G.Yakman(2008).STEAM Education : an overview of creating a model of integrative education. P.17

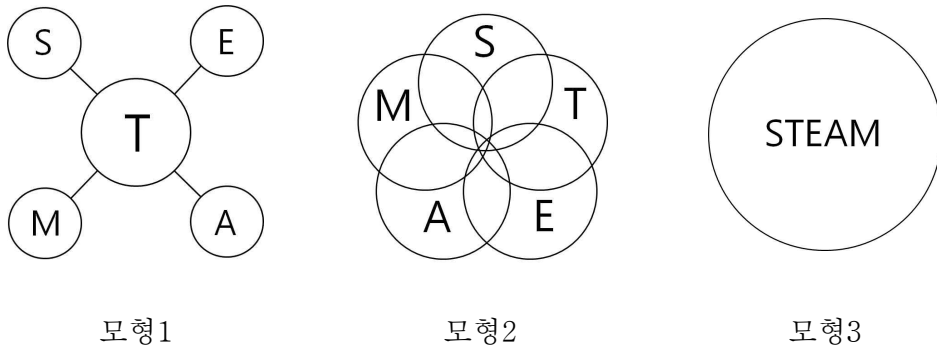
학습하는 것을 의미한다. 이러한 환경적인 요소는 인간이 사고하고 행동하는 것에 영향을 준다. 이 교육은 개개인의 관점이 각기 다르므로 학생들에게 동등하게 전해질 수 없다.

이 피라미드 모형에서는 아래쪽에서 위쪽으로 갈수록 세부 교과에서 점점 통합되어 결국은 전인교육(holistic) 교육과정으로 되는 체계를 보여주고 있다. 따라서 STEAM교육은 통합교과 학습의 하나로서 실행해 볼 수 있는 좋은 학습방법이다.

② 김진수의 큐빅 모형

STEAM 통합모형은 학문의 통합방식에 따라 접근하여 다학문적 통합(Multidisciplinary integration), 간학문적 통합(interdisciplinary integration), 탈학문적 통합(transdisciplinary integration)의 세 가지 형태로 제시된다.

여기서 모형1의 다학문적 통합은 하나의 주제를 개별 학문의 측면에서 다양하게 다룸으로써 한 주제에 대한 통합적 접근을 시도한다. 모형2는 간학문적 통합으로 여러 학문에 공통으로 걸치는 주제를 선정함으로써 개별 학문간의 경계를 구분 짓기 어렵다는 특징이 있다. 모형 3은 탈학문적 통합에 해당되며 사회문제나 기능 등 학문 외적인 주제를 다루며, 결과적으로 학문의 경계가 완전히 없어지는 통합 방법이다. 또한 모형 1,2,3을 각각 연계형(connection), 통합형(integration), 융합형(fusion 또는 convergence)으로 구분하여 부를 수도 있으며 모형1에서 3으로 갈수록 통합 정도가 커짐을 알 수 있다. 이 세 가지 모형은 창의적 STEAM 큐빅 모형의 X축 구성요소로 적용된다.

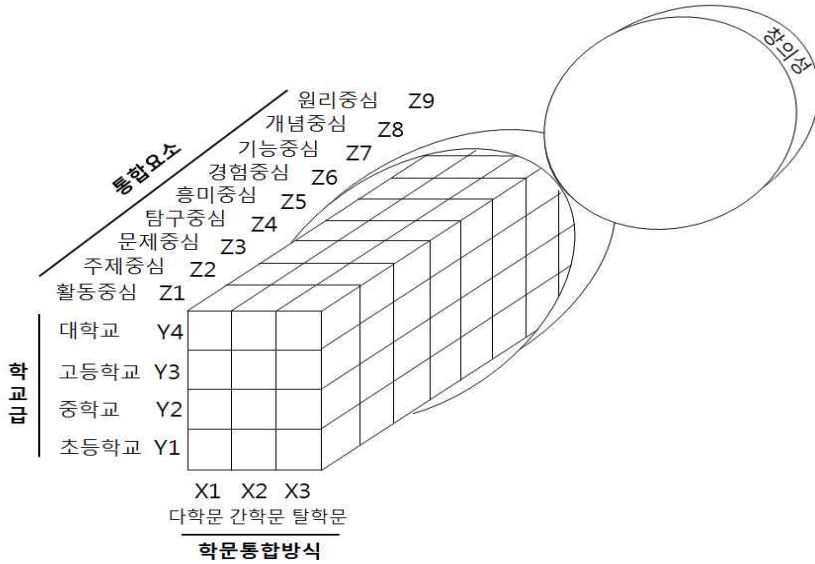


[그림 II-2] 김진수의 통합모형⁴⁾

김진수는 초중등학교에서 STEAM교육을 하기 위해서는 STEAM교육의 이론적 모형이 있어야 하고 그 표준이 개발된 후, 수업 모형 개발 및 수업용 프로그램 개발이 진행 되어야 된다고 하였다. [그림 II-3]은 ‘김진수의 큐빅 모형(Cubic model)’으로서 초중등학교의 STEAM 교육을 체계적이고 과학적으로 수업에 적용하기 위해 연구한 결과물이다.

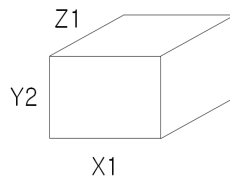
이 큐빅 모형에서 구성내용은 통합교육의 교육학적 이론에 근거하여 X축은 학문의 통합 방식에 따라 다학문적 통합, 간학문적 통합, 탈학문적 통합으로 분류하였고, Y축은 학교 급에 따라 접근하여 초등학교, 중학교, 고등학교, 대학교로 분류하였고, Z축은 통합의 요소에 따라 활동 중심, 주제 중심, 문제 중심, 탐구 중심, 흥미중심, 경험 중심, 개념 중심, 원리 중심으로 분류하였다. 그러므로 모든 학교 급 및 과목의 교사와 학생은 이 모델을 통해 STEAM 교육을 위한 수업 진행시 내용과 절차에 필요한 요소를 선택할 수 있다. 특히 모든 STEAM 통합교육을 통하여 창의성을 기를 수 있는 환경을 가질 수 있도록 창의성 캡슐로 둘러싸고 있다.

4) 김진수(2011)



[그림 II-3] STEAM 교육을 위한 ‘김진수의 큐빅 모형’ 5)

이 모형은 초등학교, 중학교, 고등학교, 대학교에서 STEAM교육과 관련된 과목에서 모두 사용할 수 있다. 예를 들어서 중학교 수업에서 수학과목을 교사가 활동중심으로 다학문적 접근을 선택하여 창의성을 기른다고 가정하자. 그러면 [그림 II-4]과 같이 되며, 이로부터 STEAM통합 교육을 위한 구체적인 수업 준비를 진행하면 될 것이다.



[그림 II-4] 중학교 수업의 다학문적 활동중심 모형

5) 김진수(2011)

(3) STEAM교육의 선행연구

국내 연구자들의 선행연구에 대하여 교사의 인식, 학생들에게 미치는 영향, STEAM교육 수업자료 개발로 나누어 살펴보겠다.

이효녕 외 11명(2012), 오희진(2012)은 교사들을 대상으로 하여 STEAM교육에 대한 교사의 인식, 요구, 관심도 등을 연구하였는데 이효녕 외 11명의 연구에서는 교사들은 통합교육의 필요성에 대하여 긍정적으로 생각하고 있었으나 실제 교육현장에서는 통합 교육 준비에 대한 시간적 부담, 전문성 부족, 교수-학습 자료 부족 등으로 STEM교육을 실시해 본 횟수는 적었으며 행정, 재정적 지원과 통합 수업에 대한 연수 실시 등을 요구 하였다. 오희진은 학생의 학습 개념 이해를 돕기 위해 교사가 자신의 지식 기반을 통합하여 형성하는 수업을 위한 전문적인 지식이 필요하다는 결론을 내었다.

배선아(2011), 김자림(2012)은 STEAM교육이 학생들에게 미치는 영향에 대해 연구하였는데 배선아는 중학생들에게 기술기반 STEAM교육이 기술과 관련된 직업의 관심 정도에 대한 태도를 향상시키는 데에는 효과적이지 못했지만 기술의 중요성과 영향, 기술과 학교 교육과정, 창의적 활동에 관한 태도를 높이는 데 효과적이라는 결론이 나왔다. 김자림은 과학·미술 중심 STEAM교육 프로그램은 학생들의 흥미, 과학인식, 과학 자기효능감에 긍정적인 효과가 있다는 긍정적인 결론을 내었다.

김우진(2012), 배협(2012), 서주희(2012)는 학생들의 STEAM수업에 활용하기 위한 수업 자료를 개발하였다. 김우진은 초등학교 수학영재학생들의 창의성 신장을 위한 STEAM 프로그램 개발 및 적용을 위해 4D-Frame 교구를 활용하였는데 그가 개발한 STEAM교육 수업자료 중에서 활동중심 프로그램인 ‘무동력자동차 만들기’를 보면 과학영역에서 역학적 에너지의 이론과 공학영역의 기어·동력, 예술영역의 디자인을 통해 건축에 대한 생각을 공유하게 하였으며 수학영역의 입체도형을 상기하며 4D-Frame 교구를 이용하여 스스로 설계하고 만들어 볼 수 있도록 한 프로그램이다.

선행연구들의 공통된 제언은 STEAM교육이 활발히 이루어지기 위해서는 교사, 학생, 학부모의 인식이 변해야 하며 나아가 수업방법, 평가방법 등의 변화가 따라야 한다고 말하고 있다. 또한 다양한 교육 프로그램 개발에 관한 연구가 후속되어야 한다고 제언하였다.

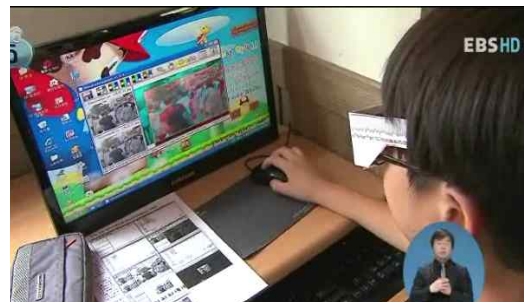
(4) STEAM교육의 적용 사례

현재 국내의 STEAM교육은 중등학교에서는 미진한 편이지만 통합교육을 하고 있는 초등학교에서는 상대적으로 많이 실행되고 있는데, 다음은 서울동자초등학교에서 실시한 ‘빛의 마술 3D영상’ 과 을촌 중학교에서 실시한 ‘미래 자동차 만들기’ 라는 STEAM교육 활동을 소개하겠다.

이 수업은 과학, 수학, 미술, 실과와 관련된 내용으로 학생들은 입체 영상의 원리를 깨우치고 원하는 장면을 3D 입체 영상으로 제작할 수 있게 구성된 활동이다. 이는 우리 생활 주변의 도구를 조작하고 그 속에서 과학적 원리를 발견하게 하는 도구조작중심 수업으로서 학생들의 통합된 사고력과 창의적 문제해결력을 향상시키는 데에 목적이 있다. 특히 이 수업 사례에서는 [그림 II-6]과 같이 간단한 매뉴얼만으로도 쉽게 접근할 수 있는 Photoscape(사진 보정, 편집하는 프로그램) 및 적·청사진 변환 소프트웨어를 사용하여 수업의 효율성 및 흥미를 제고하였다.



[그림 II-5]
빛의 마술 3D영상 수업 장면1⁶⁾



[그림 II-6]
빛의 마술 3D영상 수업 장면2

다음은 전남 울촌 중학교에서 실시된 ‘미래 자동차 만들기’ STEAM 수업 사례이다. 이 수업의 목표는 태양광 자동차 만들기를 통해 STEAM 영역별 내용을 학습하고 [그림 II-7]과 같이 미래 자동차를 스스로 구상하여 과학기술에 대한 흥미도가 높아질 수 있도록 하는 것이다. 울촌 중학교는 같은 주제의 프로그램을 1~3학년에게 모두 적용하되 수준에 맞지 않는 교과 내용은 제외하고 진행하였다.

과학 교과의 역학적 에너지와 기술 교과의 제조 기술의 원리를 이용하여 전자제품을 제작하고, 수학 교과의 일차함수의 뜻을 이해하여 자동차의 이동거리를 일차함수로 나타낼 수 있으며 찰흙으로 소조 후 조각도로 조각 하는 예술 활동과 연계하여 구성한 프로그램이다.



[그림 II-7]
미래 자동차 만들기 장면1)



[그림 II-8]
미래자동차 만들기 수업 장면2

6) 2012.5.16. EBS 뉴스. 융합인재교육(STEAM)으로 창의성 키운다.

7) <http://www.scienceall.com/>

Ⅲ. 연구 방법 및 절차

본 연구는 중등학교 수학 수업에서 활용할 수 있는 STEAM교육의 교수-학습 자료를 개발하였다.

1. STEAM교육 프로그램 개발을 위한 영역 선정

학습목표에 따라 ‘김진수의 STEAM 큐빅 모형’을 중심으로 중등학교 수학수업에서 활용할 수 있는 교수-학습 자료를 구성하였다. 이 큐빅 모형 중에서 2축에 해당하는 9가지 통합요소 활동중심, 주제중심, 문제중심, 탐구중심, 흥미중심, 경험중심, 개념중심, 원리중심 중 활동중심, 탐구중심, 흥미중심, 개념중심 등 4가지 영역을 선택하여 자료를 개발하였다. 문제중심은 계산위주의 문제를 배제하기 위해 포함시키지 않았으며 기능중심, 경험중심은 본 연구와 연관성이 부족하다고 판단하였으며 원리중심은 개념중심과 유사하다고 보고 제외시켜 개발하였다.

2. 주제 선정

STEAM교육에 관한 선행연구를 바탕으로 수학의 기본 개념, 원리를 충실하게 이해하고 기존 이론 중심인 수학교육에 실생활 문제와 연계시켜 좀 더 현실적인 맥락에서 수학학습을 할 수 있고 스스로 생각하며 창의적인 생각을 이끌어 내어 문제를 해결 할 수 있는 주제를 선정하였다.

본 연구자가 선정한 4가지 영역에서 활동중심 영역에는 ‘무게중심 찾기’, ‘달까지 거리구하기’, ‘나만의 주사위 만들기’로 구성되어 있으며 무게중심, 닭음비, 정다면체를 주제로 다른 과목과 연계하였다. 흥미중심 영역은

‘거울에 반사된 정다각형 만들기’, ‘친구 그림자 길이 맞추기’, ‘예술작품과 수학비밀’로 입체도형, 삼각비를 주제로 하여 구성하였으며 개념중심 영역은 ‘우리가 살고 있는 대기권의 부피’, ‘단세포 생물의 물질대사’로 입체도형에 관한 부피와 성질을 이해할 수 있도록 주제를 정하여 개발하였다. 마지막으로 탐구중심 영역에서는 ‘진원지 찾기’, ‘인공위성의 원리’, ‘새마을호의 속도-시간’으로 삼각형의 외심, 타원, 구분구적법을 주제로 하여 구성하였다. 이와 같이 한 영역에 주제를 선정하고 그와 연계되는 여러 과목들을 통합하여 학생들이 흥미를 갖고 문제해결력을 높일 수 있도록 구성하였다.

3. 학습내용 설정

2009 개정 교육과정이 추구하는 목표와 교수학습 방법을 바탕으로 수학에 대한 흥미를 느낄 수 있도록 학생들이 직접 사고하는 과정을 돕고 수업에 적극적으로 참여할 수 있도록 할 수 있는 활동지와 연계된 과목들의 자세한 내용을 설명한 교사용 참고자료로 구성하였다. 두 개 이상의 학문을 통합하여 근본적인 지식에서 새로운 지식을 생산하는 과정을 중요시 하였으며 학습자의 창의성을 촉진 할 수 있도록 구성하였다.

IV. 자료개발

본 연구는 중등학생을 대상으로 활용할 수 있도록 활동지 형식으로 자료를 개발하였다. 연구에 사용 할 프로그램 개발을 위해 ‘김진수의 STEAM 큐빅 모형’을 이론적 근거로 하였다.

1. 자료의 구성과 내용

본 연구는 학습자가 학습 내용을 확인 할 수 있도록 유도하는 활동지와 교사가 참고하여 설명할 수 있는 교사용 자료로 구성하였으며 큐빅 모형의 Z축에 해당하는 9개의 통합 요소 중 ‘활동중심’, ‘흥미중심’, ‘개념중심’, ‘탐구중심’의 통합 요소별 프로그램을 개발하였다. ‘문제중심’은 반복적인 문제를 다루는 것을 배제하기 위해 포함시키지 않았으며 ‘기능중심’, ‘경험중심’은 도형의 내용이 많은 본 연구와 연관성이 다소 부족하다고 판단하여 프로그램 구성에 포함시키지 않았으며 ‘주제중심’만으로는 다른 학문과 통합하기에 충분하지 못하였다. 또한 ‘원리중심’은 ‘개념중심’과 유사하다고 보았다. 개발한 자료를 통합 요소별 분류하면 <표 III-1> 과 같다.

활동중심 프로그램은 교구를 사용하거나 학습문제를 활동 속에서 해결 할 수 있도록 구성되었으며 흥미중심 프로그램은 학생들이 주제를 봤을 때부터 흥미와 호기심을 충분히 자극시켜 학생들이 더 적극적인 자세로 학습 할 수 있도록 구성하였다. 탐구중심 프로그램은 미리 알고 있는 지식을 사회문제, 예술·문화 활동에 접목시켜 스스로 문제를 생각하고 해결할 수 있도록 구성하였으며 개념중심 프로그램은 개념, 원리를 중심으로 학습하고 수업시간에 배운 내용을 실생활에 다양하게 적용한 프로그램이다.

<표 III-1> 통합요소별 프로그램

1. 활동중심	1) 무게중심 찾기
	2) 달까지 거리 구하기
	3) 나만의 주사위 만들기
2. 흥미중심	1) 거울에 반사된 정다각형 만들기
	2) 친구 그림자 길이 맞추기
	3) 예술작품 감상
3. 개념중심	1) 우리가 살고 있는 대기권의 부피
	2) 한옥 처마의 비밀
	3) 단세포생물의 물질대사
4. 탐구중심	1) 진원지 찾기
	2) 인공위성의 원리
	3) 새마을호의 속도-시간

2. STEAM 교수-학습 자료개발

(1) 활동중심 프로그램

Freudenthal은 수학을 만들어진 수학적 활동의 결과로 보는 기성수학과 만들어지고 있는 수학적 활동으로 보는 실행수학으로 구분 짓고 활동으로서의 수학을 강조하였다. 또한 수학을 인간의 활동으로서 교사의 적절한 안내를 통해 학습자가 재발명해 나가야 한다고 보고, 수학의 내적·외적 상황이나 문제와 관련지어 수학을 창안하는 수학을 학생들에게 경험시킬 필요가 있다고 주장하였다(최종철 & 김홍철, 2008, 재인용).

활동중심 영역에서는 ‘무게중심 찾기’, ‘달까지의 거리 구하기’, ‘나만의 주사위 만들기’가 있다.

1) 무게중심 찾기

‘무게중심 찾기’에서는 무게중심이라는 한 주제에 과학과 수학 학문의 측면에서 통합한 활동 프로그램이다. 이 활동의 목표는 무게중심의 개념을 알고 중력이 있는 모든 물체에는 무게중심이 있다는 것을 아는 것이며 중학교 3학년 도형의 닮음 내용 중 삼각형의 무게 중심과 과학 4학년 1학기 수평잡기 단원이 연계되어 있다. 교과서에서 1차적인 사고력을 필요로 한다면 여기에서는 3차적인 사고력을 필요로 하고 있다.

먼저 음료수 캔 또는 포크와 수저로 무게중심을 찾아 세우는 동영상 보여 주어 흥미 유발을 시킨다. 교사가 먼저 동영상에서 보았던 음료수 캔으로 무게중심을 찾아 세워서 보여준 다음 학생들도 자신이 준비한 음료수를 적당량 마시며 여러 번 시도해 볼 수 있도록 한다. 이 때 음료수 캔이 설 수 있는 원리를 생각해 본 후 [그림 IV-1]과 같이 활동지의 무게중심에 관련된 사진들을 보며 학생들 스스로 무게중심의 정의를 내리도록 해보고 실생활에서 무게중심이 활용된 것들은 무엇이 있을지 찾아보도록 한다.



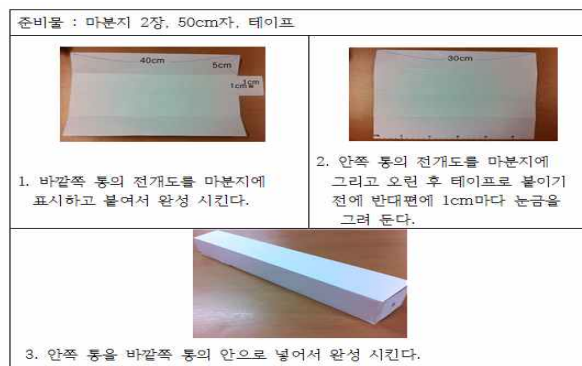
[그림 IV-1] 무게중심과 관련된 사진

다음 차시에서는 임의 모형의 균형 잡기를 통해 균형 잡을 수 있는 한 점을 찾아보도록 자신이 준비 해 온 책받침을 한손으로 지탱해 본다. 물체의 무게중심을 찾으면 그 한 점을 지탱하는 것만으로도 땅에 떨어지는 것을 막을 수 있다는 것을 알게 하고 삼각형의 무게중심 찾는 법을 제시한다. [부록 I]의 1-1과 1-1' 에 학생용 활동지와 교사용 안내지를 구체적으로 제시하였다.

2) 달까지 거리 구하기

달까지 거리구하기 프로그램은 중학교 3학년 수학 도형의 닮음 단원에서 삼각형 닮음비의 내용과 중학교 3학년 과학 태양계 단원의 달과 태양 내용과 연계되어 있으며 직접 이중 통 망원경을 제작해 보고 닮음비를 이용하여 달까지의 거리를 계산해 보는 활동중심 프로그램이다. 오후 시간이나 방과 후 시간을 이용하고 해가 없는 흐린 날 일수록 달이 더 잘 보인다. 이 프로그램은 신비한 수학의 세계 ‘우주와 수학의 법칙을 말한다.’ 를 재구성 하였다.

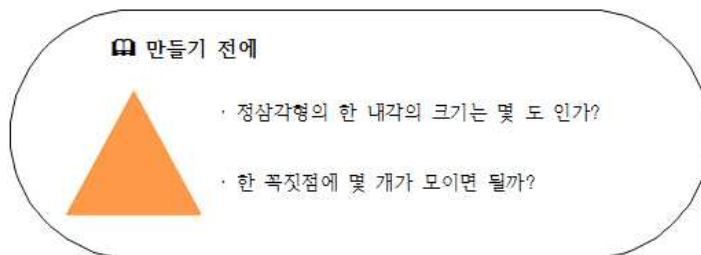
[부록 I]의 1-2 활동지의 그림을 보며 삼각형의 닮음비를 이용하는 방법, 원의 성질을 이용하는 방법으로 달의 크기를 측정하는 방법을 생각해 보게 한 후 대략적인 거리를 계산기로 구해본다. 여기서 도형의 닮음의 개념을 상기시킨 뒤 직접 실험을 통해 구해볼 수 있도록 완성된 이중 통을 만드는 활동을 소개한다. 교사는 미리 완성된 이중 통을 보여주며 학생들의 흥미를 유발시킨다. 활동지에 [그림 IV-2]와 같이 제작 순서가 사진으로 자세히 나와 있으므로 뒤쳐진 학생들도 잘 따라 올 수 있도록 구성하였다. 두 장의 마분지에 눈금을 그려 만들어진 이중 통에 구멍을 내어 달을 바라봤을 때 구멍에 쪽 들어오도록 바깥쪽 통을 앞뒤로 조작하며 맞춘 후 그 때의 cm를 반드시 확인한다. 이등변 삼각형의 닮음을 이용해 비례 계산을 하면 달의 지름을 구할 수 있다.



[그림 IV-2] 이중 통 제작 과정

3) 나만의 주사위 만들기

‘나만의 주사위 만들기’ 프로그램은 중학교 2학년 입체도형의 성질 단원을 중심으로 만들어진 활동이다. 정다면체의 뜻과 종류 그리고 성질을 이해하고 전개도를 직접 그려서 기존의 정육면체 주사위가 아닌 정팔면체, 정십이면체 등의 주사위를 꾸미고 만들어보는 활동이다. 한 꼭짓점에 모이는 다각형들의 내각의 합은 360도 보다 작아야 되므로 정다면체 종류는 세 가지 밖에 없다는 것을 [그림IV-1]과 같이 정삼각형인 경우, 정사각형인 경우, 정오각형인 경우로 나누어 스스로 확인해 볼 수 있도록 도입부분에 제시하였다. 교구를 활용한 수업은 학생들의 언어적 표현이 엄밀해 지고 전개도의 정확한 표현을 하는데 중요한 역할을 하기 때문에(최정선, 2009) 학생들이 어려워하는 전개도를 그리는 것을 맥포머스를 이용하여 먼저 정다면체를 만들어 본 후 다시 된 전개도를 보고 마분지에 작도 한 후 만들어 보는 순서로 진행된다. 여기서 다른 친구들



[그림IV-3] 나만의 주사위 만들기 활동 도입

과 전개도를 비교해 보면서 전개도가 다양하게 나올 수 있다는 것도 확인 할 수 있도록 한다. 전개도 위에 재미있는 항목들을 만든 후 오려서 자신만의 재밌고 독특한 주사위를 만든다. 이 활동에서는 만드는 것도 중요 하지만 실생활의 정다면체 구조물에 대한 분석하는 활동도 비중 있게 학습되어야 한다. [부록 I]의 1-3' 교사용 자료에 실생활에서 찾아 볼 수 있는 정다면체 구조물에 대해 구체적으로 제시하였다.

(2) 흥미중심 영역


학생들이 수학 과목 뿐 아니라 다른 과목 학습 할 때 흥미를 유발해서 재미 있게 배우고 동시에 사고력이 증진될 수 있도록 전환시키는 것이 교육자들의 몫일 것이다. 흥미 중심 프로그램은 실생활에서 사용하는 재료들을 활용하여 직접 만들어 보고 생각해보는 프로그램이다.

흥미 중심 영역에서는 ‘거울에 반사된 정다면체 만들기’, ‘친구 그림자 길이 맞추기’, ‘예술작품 감상’ 활동이 있다.


1) 거울에 반사된 정다각형 만들기

빛에 비치는 모든 사물을 보고 우리는 물체를 인식하고 색을 안다. 거울에 반사된 정다면체 만들기 프로그램은 중학교 2학년 수학 입체도형의 성질 단원에서 다면체 단원과 6학년 과학 빛 단원이 연계되어 있으며 빛의 반사의 성질을 알고 거울을 이용해 정다각형을 만들어 보는 흥미중심 프로그램이다. 이 활동은 ‘영재교육을 위한 창의력 수학’의 기하 편을 재구성 하였다.

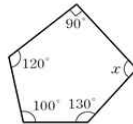
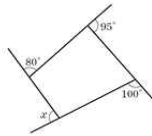
먼저 빛의 반사라는 개념을 이해하도록 해야 한다. 입사각과 반사각이 같다는 반사의 법칙을 연결시켜 학습한 후 거울을 가지고 정다각형을 만들어 보기 전에 정다각형의 한 내각과 외각의 크기를 구하는 공식을 상기시켜야 한다. [그림IV-4]와 같이 간단한 예제로 확인해 본 후 활동지의 실험 순서 및 방법을 보며 정다각형을 만들어 본다. 몇 도가 되어야 자신이 만들고자 하는 다각형이 되었는지 활동지에 적는다. 실제로 거울에 비추어 만들어진 다각형이 정다각형이 아니라고 주장할 수 있지만 교사는 이와 같은 원리는 거울 면과 사람의 눈 사이의 각도에 따라 선분의 길이가 달라 보이는 현상 때문이며 n 각형의 상을 보려면 두 거울 사이의 각을 정 n 각형의 한 외각의 크기와 같게 해야 된다는 것을 설명한다.

 정n각형의 한 내각과 한 외각의 크기

- (1) 정n각형의 한 내각의 크기는 ($\frac{180^\circ \times (n-2)}{n}$) 이다.
 (2) 정n각형의 한 외각의 크기는 ($\frac{360^\circ}{n}$) 이다.

 다음 그림에서 $\angle x$ 의 값을 구하여라.

- (1) (2)



[그림 IV-4] 정n각형에 관한 예제

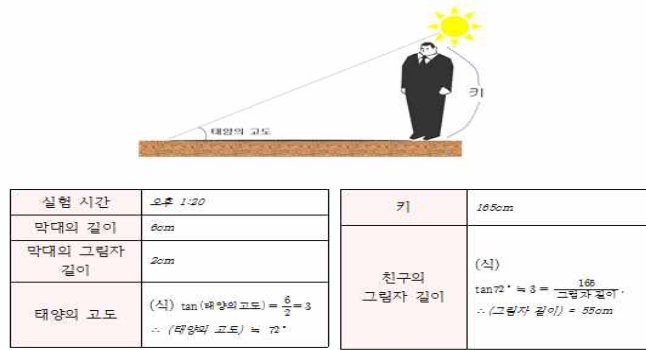
2) 친구 그림자 맞추기

‘친구 그림자 길이 맞추기’ 프로그램은 중학교 3학년 수학 삼각비 단원과 초등학교 5학년 과학 태양계와 별 단원의 태양의 고도 내용이 연계되어 있으며 양부일구 사용법에 관한 내용을 학습하는 활동이다. 이 프로그램의 학습목표는 태양의 고도의 개념과 그림자와 고도의 관계를 이해하는 것으로 햇빛 비치는 날에 야외학습을 한다.

먼저 활동에 들어가기 앞서 도입 부분에 그림자를 이용한 양부일구 해시계를 보며 활동지의 사진을 보고 시간과 계절을 읽으며 조선시대의 위대한 발명품을 이해한다. [부록Ⅱ]의 2-2의 활동지의 사진을 보면 양부일구에 한문으로 시간과 계절로 표시되어 있으므로 교사의 해석이 필요하다. 그 다음 내용은 태양의 고도와 기온의 관계를 살펴보는 것으로 활동지의 그래프를 보며 학생들의 예상과는 다르게 태양이 남중 할 때와 기온이 가장 높을 때 시간이 차이 나는 것을 확인할 수 있는데 그 이유에 대해 생각해 볼 수 있도록 한다. 태양의 고도에 대해 충분히 학습한 후 친구의 그림자를 직접 재보지 않고 계산으로 알 수 있는 활동을 하기 위해 삼각비 표를 이용하여 삼각비의 값을 구하는 방법을 복습한다. 활동지의 순서와 방법에 따라 막대 길이의 그림자의 길이와 태양의 고도를 구한 다음 그 고도와 친구의 키를 기록하고 계산기와 삼각비표를 이용하여

그림자 길이를 구할 수 있다. [그림Ⅳ-2]은 연구자가 직접 실험한 후 기록한 결과이다.

[측정 값 및 결과]



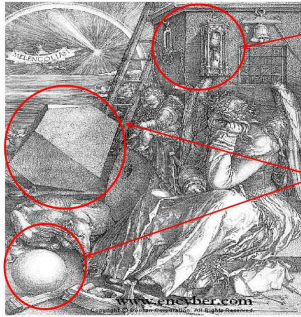
[그림Ⅳ-5] 친구 그림자 맞추기 측정·결과 값

3) 예술작품 감상

중학교 2학년 서양미술사 단원과 중학교 2학년 수학 입체도형의 성질과 연계하여 구성하였다. 미술 작품의 감상활동을 통해서 감수성을 키워나갈 수 있고 작품 속에서 수학적 원리로 묘사 된 부분을 스스로 찾아보며 제한적 교육에서 벗어나 좀 더 적극적인 수업을 진행 할 수 있다. 이 프로그램에서는 뒤러의 <멜랑콜리아1>과 파울클레의 <세네치오>를 보며 각 작품마다 다른 활동으로 구성하였다.

먼저 학생들이 감상한 작품에 대하여 질문하고 대답하는 식으로 스스로 표현해 볼 수 있도록 한다. 그 시대에 관한 배경과 작품에서 화가가 표현한 상징적인 의미가 무엇인지 생각을 해볼 수 있도록 안내한다. 학생들의 다양한 생각을 공유한 후 교사는 [그림Ⅳ-3], [그림Ⅳ-4]와 같은 교사용 파워포인트 자료를 이용하여 작품에 대한 자세한 설명이 필요하며, [부록Ⅱ]의 2-3' 교사용 자료에 작품에 관한 내용이 구체적으로 제시하였다.

알브레히트 뒤러 “멜랑꼴리아”

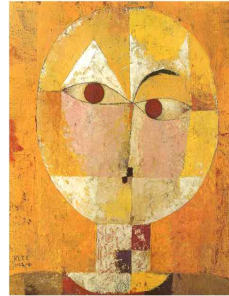


저울과 모래시계를 그려
기하학에 대한 숭배

삼각형 2개, 오각형 6개 모
두 8면으로 이루어진 다면
체와 구

기하학적 상징물을
표현하며
수학에 대한 애정 과시

파울 클레의 <세네치오, 1992>

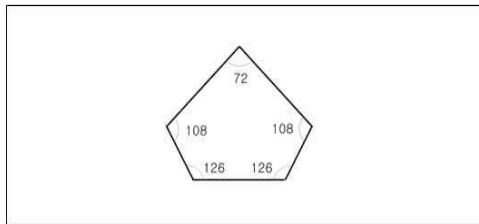


- 현대와가의 조영화
- 그림을 그릴 당시 특수염을 길
렸기 때문에 '세네치오' 라는
이름을 붙임
- 선, 면 등 각종 도형을 활용하여
영조
- 미술과 수학이 추구하는 것은
본질적인 아름다움이라는 것
을 강조

[그림IV-6] 교사용 작품 설명 자료1 [그림IV-7] 교사용 작품 설명 자료2

뒤러의 <멜랑꼴리아1> 작품에서는 팔면체의 입체도형을 만들어 보는 활동을 한다. [그림IV-5]와 같이 문제에 오각형의 내각이 주어지고 팔면체는 오각형 6개와 삼각형 2개로 만들어 진다는 설명이 필요하다. 활동지를 보며 학생들이 스스로 전개도를 그리고 팔면체를 만들 수 있도록 한다. 정다면체 학습 시 전개도의 모형을 이해했기 때문에 학생들이 어렵지 않게 전개도를 그려 다면체를 완성 시킬 수 있다.

삼각형 2개와 오각형 6개로 이루어진 '뒤러의 다면체' 를 만들어 보자.
1. 내각이 각각 126°, 126°, 108°, 108°, 72° 인 오각형을 그려보자.



[그림IV-8] 오각형 그리기

<세네치오> 에서는 도형들의 부피관계와 황금비를 생각해 볼 수 있는데 활동지를 보며 자로 길이를 직접 재보고 황금비가 되는지 스스로 확인해 볼 수 있도록 한다. 또한 화가가 얼굴의 오른쪽 눈과 왼쪽 눈에 표현한 입체도형이 무엇인지, 그 둘의 부피가 같을지, 어느 쪽이 더 커 보이는지에 대해 물어본다.

학생들의 궁금증을 유발한 후 직접 활동지에 수치를 넣어 계산해 보도록 한다. 계산을 해 보면 원뿔과 반구의 부피는 같다는 결과가 나오는데 <세네치오>의 화가 파울 클레는 황금비와 수학적으로 같은 부피의 입체도형을 그림에 대칭적으로 사용하여 안정감 있게 표현하였다는 점을 이해할 수 있도록 한다.

(3) 개념중심 프로그램

개념중심 프로그램은 스스로 만지고 생각해 보며 원리를 이해할 수 있도록 구성하였다. 무작정 공식을 외우며 단순한 계산을 하는 학습보다 개념이나 원리 이해를 중심으로 학습해야 한다. 개념중심 활동은 수업시간에 배운 내용을 적용한 프로그램으로 기본 개념을 잘 알고 있어 실생활 속에 녹아 있는 수학적 원리들을 탐색해 본다.

이 프로그램은 ‘단세포 생물의 물질대사’, ‘한옥 처마의 원리’, ‘우리가 살고 있는 대기권의 부피’로 구성되어 있다.

1) 단세포 생물의 물질대사

단세포 생물의 물질대사에서는 부피에 대한 겉넓이의 비를 이용해 단세포생물과 일상생활에서 일어나는 현상들의 원리를 생각해 보는 원리중심 프로그램이다. 이 활동의 목표는 입체도형의 겉넓이와 부피 구하는 방법을 활용하여 단세포 생물의 특징을 아는 것이며 활동지는 중학교 2학년 단계의 도형의 성질 내용 중 입체도형과 초등학교 5학년 과학 단세포 생물과 다세포 생물 단원이 연계되어 있다. 이 프로그램은 입체도형의 성질을 모두 배운 학생들에게 단원 마무리 단계에 활용 할 수 있다.

먼저 활동지를 보며 음식물을 꼭꼭 씹어야 하는 이유에 대해서 질문을 하고 단세포 생물의 뜻을 상기시킨다. 다른 생물은 영양물을 세포 외에서 소화시키지만 단세포 동물은 세포 내에서 소화 흡수 하므로 소화가 잘되려면 어떻게 하면 되는지 스스로 생각해 보게 한다.

실제 단세포 생물로는 비율을 계산하기 어려우므로 정육면체라고 가정하고 활동지에 겹넓이와 부피를 구해 볼 수 있도록 한다. 정육면체의 한 모서리의 길이가 증가 할 때, 표면적과 부피는 어떻게 변하는지 표면적 대 부피비의 변화를 직접 계산해 보도록 한다. [부록Ⅲ]의 3-1' 교사용 자료에는 부피가 작아져도 상대적으로 겹넓이가 커지면서 표면적이 늘어나므로 소화가 잘 된다는 것을 이해 할 수 있는 보충설명이 있으며 표면적과 관련된 생활 속의 현상들을 [그림Ⅳ-6]과 같이 자세한 설명과 함께 예시를 제시하였는데 학생들에게 사진을 보여주며 어떠한 원리가 숨어 있을지 생각해보도록 한다.

 표면적을 넓혀 이로운 예

1. 라디에이터 히터
내연 기관에서 발생한 열의 일부를 냉각수를 통해서 대기 속으로 방출하는 장치이다. 냉각판과 라디에이터 모두 많은 주름이 잡혀 있다. 이런 구조는 표면적을 넓혀 뜨거운 엔진의 열을 빨리 식히거나 실내 온도를 높이는데 효율적이다.

2. 북극여우, 사막여우
북극 여우는 추운 날씨로 인해 체온을 빼앗기지 않기 위해 몸의 끝 부분, 귀나 코, 다리 등이 짧고 작다. 반대로 사막 여우는 더운 지역에 살기 때문에 귀나 코, 다리 등이 길고 가는 모양을 하고 있다. 즉, 열을 방출할 수 있는 표면적이 넓은 것이다.






북극여우
사막여우

[그림Ⅳ-9] 교사용 자료 : 표면적을 넓혀 이로운 예

2) 한옥 처마의 비밀

‘한옥 처마의 비밀’이라는 프로그램은 자연친화적인 한옥에 관한 과학적인 원리를 소개하고 삼각비를 이용한 계산을 해보는 활동이다. 초등학교 4학년 사회 수업의 한옥에 관한 내용과 중학교 3학년 삼각비 단원을 연계하였다. 또한 ‘남중고도’라는 개념을 상기시키기 위해 초등학교 5학년 과학 태양계와 별 단원을 참고하였다. 이 프로그램의 학습목표는 한옥 처마의 과학적 원리를 이해하는 것이다.

먼저 [그림 Ⅳ-10]과 같이 한옥 지붕의 명칭을 아는 학생들은 활동지의 빈칸

에 적어보도록 하고 교사와 함께 사진을 보며 정확한 위치와 교사의 간단한 설명이 필요하다. 한옥에서 처마가 하는 역할은 비나 눈이 집 안으로 들어오는 것을 막고, 여름에는 뜨거운 햇빛을 막아주며 겨울철엔 집안을 따뜻하게 한다. 처마가 어떻게 이런 역할을 할 수 있는 것인지 이해하는 것이 이 프로그램의 목표인데 교사는 먼저 학생들에게 그 이유에 대해 질문하고 발표할 수 있도록 한다.



[그림IV-10] 한옥 지붕의 명칭

그 원리는 하지, 동지 때 마다 달라지는 태양의 남중고도 때문인데 먼저 남중 고도가 태양이 관측자의 자오선을 지날 때 지표면과 이루는 각을 뜻함을 상기시키고 [그림 IV-11]과 같이 사진에 남중고도 76° , 29° 를 적을 수 있도록 안내한다. 삼각비의 정의를 다시 생각하여 계산할 수 있도록 \sin, \cos, \tan 의 값을 모두 제시하였고 햇빛이 집안의 얼마만큼 들어갈지 구해본다. 학생들 스스로 구한 값을 비교하며 해석할 수 있도록 한 후 교사가 마지막으로 하지에는 햇빛이 거의 들어오지 않아 덥지 않으며 동지에는 집안 깊숙이까지 햇빛이 들어와 집안을 따뜻하게 한다는 우리나라 한옥 처마의 신비로운 과학적 원리를 [부록IV] 교사용 3-2'와 함께 정리한다.

☞ 하지



$$\tan 76 = 4 = \frac{2}{\text{밑면}}$$

$$\therefore \text{밑면} = \frac{1}{2}$$

(사진 출처: 네이버 캐스트, 전주한옥마을)

☞ 동지



$$\tan 29 = \frac{1}{2} = \frac{2}{\text{밑면}}$$

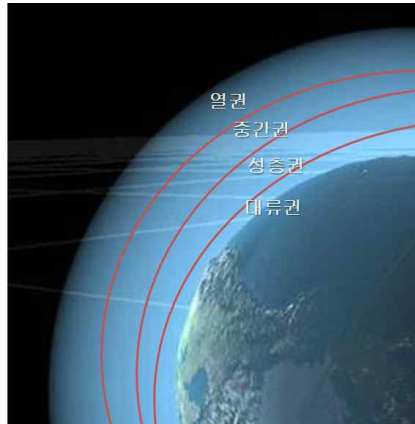
$$\therefore \text{밑면} = 4$$

[그림IV-11] 하지, 동지 때의 남중고도

3) 우리가 살고 있는 대기권의 부피

‘우리가 살고 있는 대기권의 부피’ 라는 프로그램은 중학교 2학년 수학 도형의 성질 내용 중 입체도형과 중학교 2학년 과학 관 구조론과 지각 변동 단원이 연계되어 있다. 이 활동의 목표는 대기권의 개념과 구의 부피 구하는 공식을 이용하여 우리가 살고 있는 대기권의 부피를 대략적으로 구해 보는 것이다.

[부록Ⅲ]의 3-2 활동지에는 다른 프로그램과 달리 지구의 대기권에 대하여 설명식 수업으로 구성하였다. 읽기자료로 구성된 활동지에는 [그림IV-12]와 같이 대류권, 성층권, 중간권, 열권의 위치와 각 층의 특징에 대해 설명하였다. 그 다음 지구를 둘러싸고 있는 대기권의 부피를 구해본다. 학생들은 이미 지구까지의 거리, 지구의 부피 등을 알고 있지만 구의 부피를 구하는 공식을 이용하여 계산기를 활용해 직접 구해서 비교해 볼 수 있으며 소요시간은 20분 정도이므로 단원 마무리 할 때 활용하면 좋다.



[그림IV-12] 지구의 대기권

(4) 탐구중심 프로그램

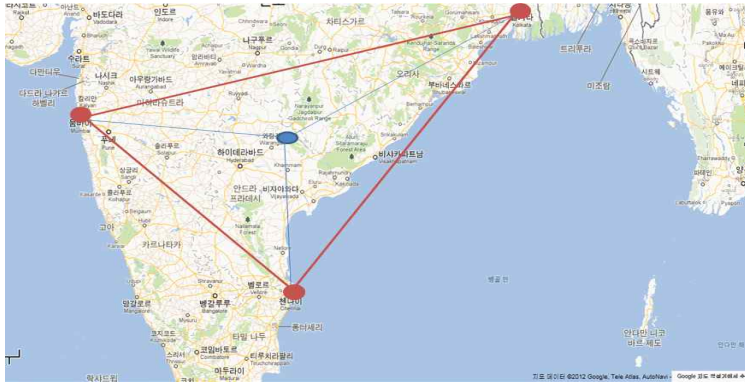
이 프로그램은 자료에 대해 추론하고 문제 상황을 파악하여 해결하며 수학적으로 의사소통하는 수학적인 탐구과정을 경험하게 하는 탐구활동이다. ‘진원지 찾기’, ‘인공위성’, ‘새마을호의 속도-시간 그래프’ 활동을 통해 수리·과학적인 원리들을 학습한다.

1) 진원지 찾기

진원지 찾기 프로그램은 중학교 3학년 수학 도형의 성질 단원에서 삼각형의 외심·내심과 초등학교 4학년 과학 화산과 지진 단원이 연계되어 있으며 삼각형의 외심을 이용하여 지진의 진원지를 찾아보는 개념중심 프로그램이다.

먼저 일본 동북 지방에서 연쇄 지진 발생한 동영상을 보여주어 학생들을 흥미유발을 시킨다. 초등학교 과학단원에서는 지진의 발생원인 영향 등 지진의 원인과 결과에 대해 전반적으로 학습하였으므로 다시 상기시켜 주고 지진이라는 것이 무엇인지 지진이 일어나는 이유는 무엇인지 활동지에 스스로 적을 수 있도록 한다. 한편, 지진의 진원지는 지진이 관측된 지상의 세 지점을 연결한 삼각형과 관련된 원, 즉 외심으로부터 알아 낼 수 있다. 그러므로 외심의 정의

와 성질에 대해 복습한 후 [부록Ⅳ]의 4-1 활동지의 지도를 보고 지진이 발생한 인도의 세 지역을 찾아 자로 삼각형을 그린 후 외심 작도를 이용해서 진원지를 찾을 수 있다. 완성된 답은 [그림 IV-10]와 같으며 교사는 지도를 크게 출력해서 학생들이 다시 확인할 수 있도록 함께 칠판에 그려보는 것도 좋다.



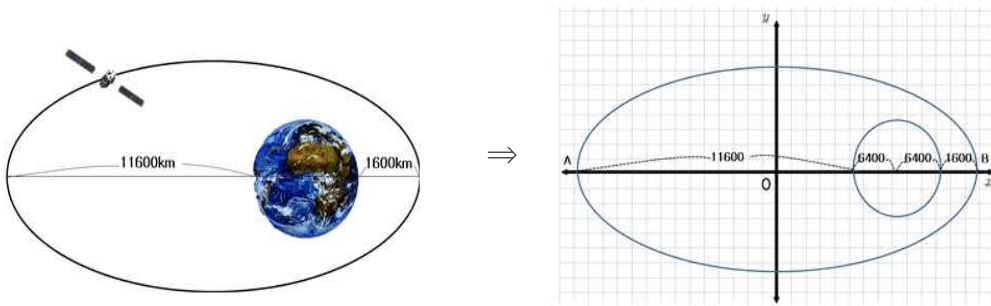
[그림 IV-13] 진원지 찾기 완성 본

2) 인공위성

학생들이 많이 들어보고 익숙한 인공위성을 주제로 구성한 이 프로그램은 고등학교 수학2의 이차곡선 단원에서 타원 내용과 고등학교 1학년 과학 태양계와 우주 단원을 연계하여 구성하였고 인공위성의 원리와 필요성에 대해 알 수 있는 프로그램이다.

도입부분에서 교사는 지구를 돌고 있는 인공위성에 관한 동영상 보여 주고 학생들에게 인공위성이 무엇인지, 동영상에서 본 것처럼 그 인공위성이 지구 주위를 어떻게 돌고 있는지 생각할 수 있도록 안내하고 활동지에 작성하게 한다. 인공위성은 지구주위를 타원궤도로 도는데 이것은 케플러의 제3법칙으로 알 수 있다. 또한 인공위성이 우리 생활에 어떻게 사용되고 있는지 스스로 생각해보고 발표 하여 친구들에게 자기 생각을 표현할 수 있도록 한다. [부록Ⅳ]의 4-2'의 교사용 자료에 예시를 구체적으로 제시하였다. 그 다음 이차곡선

중 타원에 관한 문제를 풀어 보는데 인공위성이 지구의 중심을 한 초점으로 하는 타원 궤도 위를 돌고 있다는 것을 알고 활동지의 그림을 보며 타원의 방정식을 세워보는 활동을 한다. 지구의 반지름은 주어지고 [그림 IV-6]과 같이 제시된 그림을 주어진 좌표평면에 간단히 도식화 하여 나타낸 다음 계산할 수 있도록 한다.

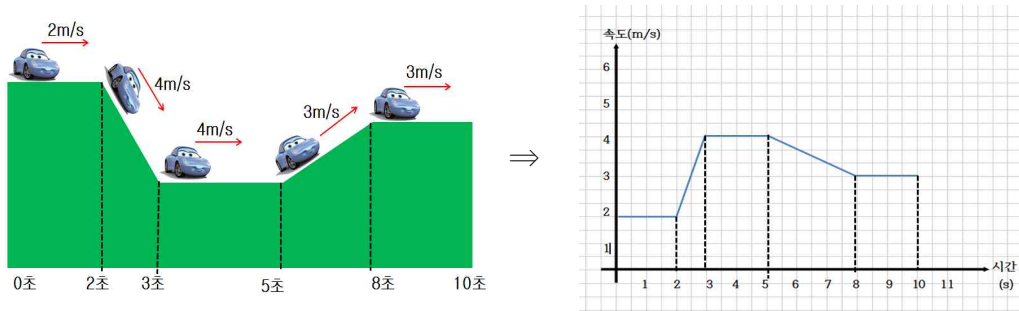


[그림 IV-14] 좌표평면에 도식화

3) 새마을호의 속도-시간 그래프

학생들은 다양한 그래프를 보았지만 활동지에 제시된 속도-시간 그래프를 접했을 때 어려워 할 수 있으나 우리들의 대중교통인 새마을호 기차의 실제 속도에 관한 그래프임을 설명한다. 이 프로그램은 고등학교 2학년 수학의 정적분 단원과 중학교 2학년 과학의 여러 가지 운동 단원과 연관되어 있다. 학습 목표는 속도-시간 그래프의 넓이는 이동거리임을 알 수 있고 구분구적법을 이용하여 그래프의 넓이를 구할 수 있다는 것이다.

먼저 활동지의 자동차 그림을 보며 [그림 IV-7]과 같이 속도-시간 그래프로 표현해 보도록 한다. 학생들이 x 축과 y 축이 무엇인지 확인하고 그릴 수 있도록 주의 주어야 한다. 자신이 그린 그래프를 보며 이 자동차의 등속도 운동,



[그림 IV-15] 속도-시간 좌표평면에 도식화

등가속도 운동을 하는 구간을 찾아보고 그래프와 축이 이루는 면적을 식을 세워서 구하도록 한 다음 그 넓이가 이동거리가 됨을 알 수 있도록 하는 것이 중요하다. 조금 더 난이도를 높인 다음 문제는 실제 새마을 호의 속도-시간 그래프 인데 학생들에게 이 그래프의 넓이는 어떻게 구하면 좋을지 발표해 보도록 한다. 도형의 넓이를 구할 때 주어진 도형을 작은 도형으로 세분하여 세분된 도형의 넓이나 부피의 합으로 구하는 방법을 구분구적법 이라고 하며 활동지의 문제를 구분구적법을 이용해 풀어볼 수 있도록 한다. x 축을 몇 등분 할지는 학생들이 스스로 해보도록 하고 친구들과 답을 비교해 보도록 한다. 교사는 x 축을 충분히 작게 세분할수록 실제 그래프의 넓이와 비슷해진다는 것을 설명하고 정적분의 값과 비교하여 구분구적법의 극한값이 정적분이라는 사실을 학생들이 이해할 수 있도록 한다.

V. 결론 및 제언

1. 결론

STEAM교육의 궁극적인 목표는 여러 과목간의 연계성을 인식하여 창조적으로 문제를 해결해내는 융합인재를 배양하는 것이다. 실생활 문제해결력을 키우기 위한 다양한 프로그램이 국내외에서 다양하게 추진되고 있으며 중등교사들 역시 STEAM교육에 대해 긍정적으로 인식하고 있다. 하지만 STEAM교육관련 교수-학습 자료 부족과 수업준비에 대한 시간 부족 등으로 어려움과 겪고 있다.

따라서 본 연구는 수학에 대한 흥미와 긍정적 인식을 높이기 위한 학습소재를 찾아보고 STEAM교육에 기반을 둔 중등학교 교수-학습 자료를 개발하였다.

‘김진수의 큐빅 모형’을 이론적 근거로 하여 큐빅 모형의 Z축에 해당하는 9가지 영역 중에서 ‘활동중심’, ‘흥미중심’, ‘개념중심’, ‘탐구중심’의 4가지 통합 요소를 선택하여 개발한 프로그램은 다음과 같다.

- [1] ‘활동중심’ 프로그램은 교구를 사용하거나 학습문제를 활동 속에서 해결 할 수 있도록 구성하였다. 수학과 과학에서의 무게중심 찾기, 닳음비를 이용한 달까지 거리구하기, 맥포머스 교구를 이용하여 나만의 주사위 만들기 활동을 개발하였다.
- [2] ‘흥미중심’ 프로그램은 학생들의 흥미와 호기심을 충분히 자극시킬 수 있으며 더 적극적인 자세로 잘 습득할 수 있도록 구성하였는데 거울에 반사된 정다각형 만들기, 삼각비를 이용하여 친구 그림자 길이 맞추기, 뒤러와 클레의 예술작품을 감상하며 작품 속 수학적 원리를 찾아보는 활동을 개발하였다.
- [3] ‘개념중심’ 프로그램에서는 원리를 중심으로 학습하고 수업시간에 배운 내용을 실생활에 다양하게 적용해 보았다. 입체도형의 부피, 겉넓이

구하는 것을 주제로 하여 대기권 부피 구하는 활동과 단세포 생물의 물질대사를 이해할 수 있는 활동을 개발하였고 한옥 처마의 비밀에서는 남중고도의 개념을 이해하여 한옥 지붕 구조의 숨겨진 원리를 알아보는 활동으로 구성했다.

- [4] ‘탐구중심’ 프로그램에서는 삼각형의 외심을 이용하여 진원지 찾는 활동, 인공위성의 원리를 이해하고 타원의 방정식을 구하는 활동, 새마을호의 속도-시간 그래프를 보며 구분구적법에 관한 활동을 할 수 있도록 구성하였다.

수학과 과학의 원리가 자연스럽게 연결되도록 하였으며 예술 영역과 통합하여 사회문제, 시대배경 까지 함께 학습할 수 있도록 구성하여 학생들의 체계적인 탐구능력과 협동성을 가질 수 있도록 구성하였다. 교수-학습 자료는 두 가지로 구성하였는데 먼저 학생들이 이해하기 쉽게 만든 활동지는 스스로 사고할 수 있고 생각을 끌어낼 수 있도록 안내하기 위한 질문들과 이해를 돕기 위한 적절한 그림과 사진들로 구성되었다. 교사용 안내지는 통합 된 다른 교과에 대한 설명과 그 프로그램 주제가 실생활에 이용되는 예시들을 소개하는 읽기자료 위주로 개발하였으며 파워포인트와 함께 학생들에게 전달할 수 있도록 구성된 프로그램도 있다. 또한 활동지의 내용보다 좀 더 심화 된 부분에 관한 설명을 다루어 교사가 난이도 조정 하여 적용할 수 있도록 STEAM교육에 적합한 자료를 개발하였다.

STEAM교육이 실제 현장에서 원활하게 이루어지기 위해서는 정부의 적극적인 지원과 교사들의 헌신적인 노력이 필요하고 학부모들과 교육주체들의 인식도 달라져야 될 것이다.

2. 제언

본 연구의 결과를 바탕으로 제한점이나 부족한 점을 보완하여 보다 나은 후속 연구를 위해 다음을 제언하고자 한다.

첫째, STEAM교육과 본 연구에서 개발된 자료를 실제 교육현장에서 교사와 학생들에게 적용하여 교사의 인식 및 요구와 학생들에게 미치는 영향에 대한 연구가 필요하다.

둘째, 본 연구에서는 수학영역을 중심으로 과학, 예술영역과 통합하여 개발하였으나, 그 외에 좀 더 다양한 교과와 통합하여 학생들에게 보다 포괄적인 사고를 도울 수 있는 연구가 필요하다.

참고문헌

- 곽병선(1996). 통합교육과정의 구성방법. 서울: 한국교육개발원
- 교육과학기술부(2009). 초·중등학교 교육과정 총론. 교육과학기술부 고시 제 2009-41호
- 교육과학기술부(2010). 창의인재와 선진과학기술로 여는 미래 대한민국.
- 교육과학기술부(2011). 특성화고, 마이스터고 수업혁신에 활용할 STEAM 수업 매뉴얼. 연구자료 39-2
- 교육과학기술부(2012). 수학교육 선진화 방안. 조건보도자료
- 권낙원(2003). 통합교육과정의 재음미. 학술논문학술지, 제19권, 1호 p.270-290
- 김대현(1993). 학교에서의 통합교육과정 개발. 한국교육개발원, 20권 p.89-104
- 김성원 외 3명(2012). 융합인재교육(STEAM)을 위한 이론적 모형의 제안. 한국 과학교육학회지, 제32권, 2호 p.388-403
- 김우진(2012). 초등 수학영재의 창의성 신장을 위한 STEAM 프로그램 개발 및 적용. 석사학위논문, 한국교원대학교
- 김자림(2012). 과학·미술 중심 STEAM 교육 프로그램이 초등학생의 과학학업성취와 정의적 특성에 미치는 효과. 박사학위논문, 경북대학교
- 김정아 외 3명(2011). 융합형 인재 양성을 위한 IT 기반 STEAM 교수·학습 방안 연구. 한국수산해양교육학회지, p.448
- 김재복(1985). 교육과정의 통합적 접근. 서울: 교육과학사.
- 김재복(2007). 통합교육과정. 서울: 교육과학사

- 김종용, 조현욱(1998). STS교육에 대하여. 순천대학교 과학교육연구소. p.18
- 김진수(2007). 기술교육의 새로운 통합교육 방법인 STEM 교육의 탐색. 한국기술교육학회지, p.1-29
- 김진수(2011). STEAM 교육을 위한 큐빅 모형, 한국기술교육학회지, 제11권, 2호 p.124-139.
- 남호형, 박제남, 장영호(2006) 영재교육을 위한 창의력 수학II. 서울:경문사
- 문대영(2008). STEM 통합 접근의 사전공학 교육 프로그램 모형 개발. 한국공학교육협회, 제11권, 2호 p.90-101
- 박경미(2003) 수학비타민 플러스. 서울:김영사
- 박형서(2003). 초등학교 고학년을 위한 자동차 만들기 활동 중심의 MST통합교육 프로그램의 개발. 석사학위논문, 한국교원대학교
- 박형주(2011). 통합 교육에 근거한 중학교 수학 교과서 분석. 석사학위논문, 이화여자대학교.
- 배선아(2009). 공업계열 전문계 고등학교 전기, 전자, 통신 분야의 활동 중심 STEM교육프로그램 개발. 박사학위논문, 한국교원대학교
- 배선아(2011). 기술기반 STEAM교육이 중학생의 기술적 태도에 미치는 영향. 대한공업교육학회
- 배진수, 이영만(1995). 통합교육과정. 서울: 학지사 p.23
- 배협(2012). 중학교 발명 수업에서 롤링볼 만들기의 steam 수업자료 개발. 석사학위논문, 한국교원대학교
- 변순학(2010). 창의성 신장을 위한 발명교육. 석사학위논문, 서울교육대학원 초등교육학과

- 서주희(2012). 초등학교 저학년을 대상으로 한 융합인재교육 프로그램 개발 및 적용 효과. 석사학위논문. 경인교육대학교
- 송정범(2010). STEM통합교육을 위한 교실 친화적 로봇교육 모형 및 프로그램 개발에 관한 연구. 박사학위논문, 한국교원대학교.
- 송진웅(1999). 영국에서의 과학-기술-사회 교육의 태동과 발전과정. 한국과학 교육학회지, 제19권, 3호. p.409-427
- 안효일(2009). Polanyi의 통합교육과정 이론. 서울: 원미사
- 오세정(2006). 한국 수학·과학교육의 문제점 및 개선방안. 2007대한민국 과학 기술 연차대회
- 오희진(2012). 과학교사의 STEM 교육에 대한 관심도와 STEM-PCK 변화 분석. 박사학위논문, 경북대학교
- 윤재한 외(2009). 중학교 수학1. 더 텍스트
- 윤재한 외(2009). 중학교 수학2. 더 텍스트
- 윤재한 외(2009). 중학교 수학3. 더 텍스트
- 윤성식 외(2009). 중학교 수학1 익힘책. 더 텍스트
- 윤성식 외(2009). 중학교 수학2 익힘책. 더 텍스트
- 윤성식 외(2009). 중학교 수학3 익힘책. 더 텍스트
- 이상갑(2001). 주제 중심 통합적 접근에 의한 기술교과 교육프로그램 개발. 박사학위논문, 한국교원대학교
- 이영만(2001). 통합교육과정. 서울: 학지사 p.37
- 이학용(2012). 융합교육(STEAM)을 활용한 고등학교 물리수업방법 연구. 석사학

위논문, 건국대학교

- 이효녕(2011). STEAM교육 시행을 위한 미국의 STEM교육 고찰. 한국과학창의재단 월간 과학창의 2월호
- 이효녕 외 11명(2012). 통합 STEM 교육에 대한 중등 교사의 인식과 요구. 한국 과학교육학회지, 32권, 1호 p.30-45
- 조벽(2003). 미국 공학교육의 변화 방향 : ABET EC2000이 양성한 색다른 엔지니어. 한국공학교육학회, 제10권, 2호
- 조재주, 최유현, 김소연(2011). 화학영역의 통합적 STEM 발명교육 프로그램 모형 개발. 실과연구
- 조희형(1995). STS의 의미와 STS 교육의 속성, 한국과학교육학회지, 제15권, 3호, p.371-378.
- 최경희(1996). STS교육의 이해와 적용. 서울: 교학사
- 최정선(2009). 교구를 활용한 수업에서의 수학적 표현의 변화. 석사학위논문, 서원대학교
- 최정훈(2011). 융합을 기반으로 하는 STEAM교육이란. 한국과학창의재단 월간 과학창의2월호
- 최종철, 김홍철(2008). 중등기하에서 Freudenthal의 수학적 활동을 위한 학습 자료 개발과 적용. 한국학교수학회논문집, 제11권, 1호
- 홍미영(2004). 중학교 과학 교과서와 수업에 반영된 STS 내용 분석. 한국과학 교육학회, 제24권, 3호
- G.Yakman.(2008). *STEAM Education : an overview of creating a model of integrative education*. Ph.D Student, Virginia Polytechnic

Georgette Yakman, Jinsoo Kim(2007). *Using BADUK to Teach Purposefully Integrated STEM/STEAM Education*, 37th Annual Conference International Society for Exploring Teaching and Learning, Atlanta, USA

Dpnna M. Wolfinger(2003). 통합교육과정의 이론과 실제 (강현석 역). 양서원

Robin Fogarty(1998). 교사를 위한 교육과정 통합의 방법 (구자역, 구원회 역). 원미사

Sanders(2009). *STEM, STEM education, STEM mania*. The Technology Teacher, 68(4), p.20-26.

Van Langen & Dekkers (2005). *Cross-National Differences in Participating in Tertiary Science*

Yager(1997). STS 무엇인가 (조희경, 최경희 역). 사이언스 북스

ABSTRACT

A Development of Teaching-Learning Materials of Secondary Mathematics Based on STEAM Education

Won Kyoung Ko

Major in Mathematics Education

Graduate School of Education

Sungshin Women's University

Supervised by Hae Nam Jung, Ed.D.

This research was conducted to develop teaching-learning materials of secondary mathematics based on STEAM education. This education can be expected to improve the development of the students learning programs using various forms. Despite the advantages of the STEAM education, it has proven difficult to implement due to the shortage of teaching materials for such education and insufficient preparation time.

The purpose of this study is to develop teaching-learning materials of secondary mathematics based on STEAM education. Four key values, *activity*, *interest*, *concept*, and *study* have been selected to intrigue students' interest in studying, and to help students to think in practical way. Teaching materials include guidelines on integrated curricula and readings.

[1] In activity program, students can use learning tools or find solutions through activities, and the activities include 'Finding

centroid', 'Calculating the distance to the moon' and 'Making own dice'.

[2] Interest program consists of creating regular polygon through reflection in the mirror, 'Finding out the length of shadow' and 'Finding math principles in the Art'.

[3] Concept program, covers calculating the volume and the area of a solid figure, which helps students measure the volume of the atmosphere and understand the metabolism of single-celled animals, and finding the principle of the design of the roof on the Korean traditional house Han-ok through understanding the concept of solar altitude at meridian passage.

[4] Study program includes finding the epicenter with the circumcenter of a triangle, comprehending the principle of artificial satellites and drawing ellipse, mensuration by parts from time-velocity graph of a train.

While this study was developed through integrating the principles of arts and science with focus on math principles, it is necessary to develop teaching-learning materials that encompass more various fields of studies to foster students' comprehensive thinking ability. If the study on the STEAM education continues, it is expected to bring more interests from students and enable students to learn more effectively, and eventually it will lead to expand mathematical creativity.

keyword : STEAM Education, Integrated Education, Secondary mathematics,
Teaching-Learning materials

[부록 I]

1-1 활동지. 무게중심 구하기

1-1' 교사용 자료. 무게중심 구하기

1-2 활동지. 달까지 거리 구하기

1-2' 교사용 자료. 달까지 거리 구하기



1-3 활동지. 나만의 주사위 만들기

1-3' 교사용 자료. 나만의 주사위 만들기

[부록 I] 1-1 활동지. 무게중심 구하기

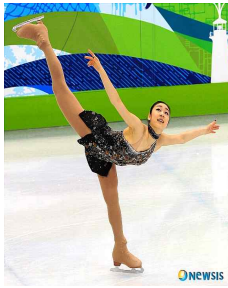


“ 둥근 음료수 캔의 무게중심 찾기 ”

< 실험순서 및 방법 >

준비물 : 둥근 캔 ※ 손이 베이지 않도록 주의하기.	
	
1. 캔의 균형을 맞추기 위해 요리조리 세워본다.	2. 캔을 따서 조금씩 마시면서 균형을 잡아 본다. 쏟지 않게 유의한다.

📖 생각해보기

다음은 ‘무게중심’ 과 관련된 사진이다. ‘무게중심’ 이란 무엇일까?

		
출처 http://afbase.com/index.php?mid=ac2_best&document_srl=213073 http://blog.naver.com/brownww?Redirect=Log&logNo=50132731895		

모든 물체는 중력에 의해 무게가 생기게 되고, 이 때 무게의 중심이 되는 부분을 무게중심이라고 한다. 무게의 중심이 물체의 윗부분에 있으면 물체는 불안정하여 쓰러지지만 무게의 중심이 물체의 아랫부분에 있으면 물체는 안정된 상태이기 때문에 쓰러지지 않는다.

☞ 실생활에서 무게중심이 활용된 것들은 어떤 것이 있을까?

모든 물체는 무게중심이
있어요.



“평면도형의 무게중심 찾기”

< 실험순서 및 방법 >

준비물 : 책받침, 압핀, 실, 지우개, 두꺼운 종이	
1. 실 한쪽 끝에 지우개를 매달아 추를 만들고 나머지 한쪽 끝은 압핀에 연결시킨다.	2. 책받침의 한 귀퉁이에 압핀을 꽂아 책받침과 추를 늘어뜨려 실과 만나는 가장자리의 점을 찾아서 자로 두 점을 잇는 선분을 긋는다.
3. 다른 곳에 압핀을 꽂아서 똑같은 과정을 반복해서 두 선분의 교점을 찾는다.	4. 손가락으로 책받침을 들어보자.

📖 삼각형의 무게중심이란?

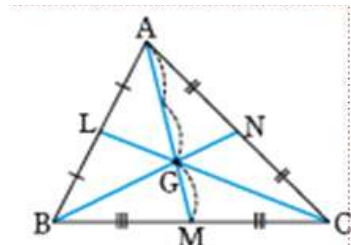
삼각형의 한 꼭짓점과 그 대변의 중점을 연결한 선분을 삼각형의 **중선**이라고 하고, 삼각형에는 세 개의 중선이 있다.

삼각형에서 세 중선이 만나는 점을 삼각형의 **무게중심**이라고 한다.

삼각형의 세 중선은 한 점에서 만나고, 이 점 (무게중심)은 세 중선을 각 꼭짓점으로 부터 각각 $2:1$ 로 나눈다.

즉, $\triangle ABC$ 에서

$$AG : GM = BG : GN = CG : GL = 2 : 1$$



1-1' 교사용 자료 . 무게중심 구하기

* 무게중심의 예

① 비행기



비행기에 탑승해 보면 일부 위치의 좌석들이 텅 비어 있는 경우를 종종 볼 수 있다. 항공기는 기체의 균형이 대단히 중요하다.

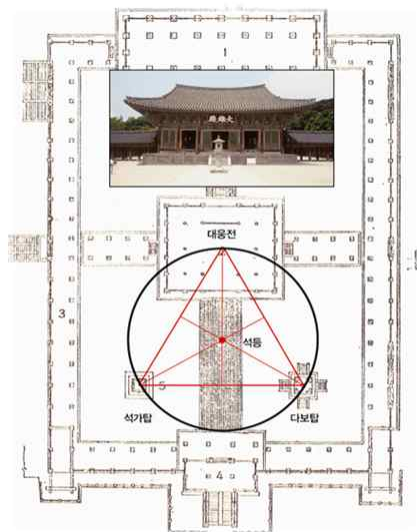
앞, 뒤 길이 70미터가 넘는 기내에서 무게들이 한 쪽으로 치우치지 않고 균형을 이루기 위해서는 무게중심을 적정한 위치에 오도록 하는 것이 대단히 중요하다. 적절한 무게중심을 유지하기 위해 단체승객들은 일정구역 내에 함께 좌석배정을

하고, 좌석 여유가 생기는 경우에는 일부 특정구역의 좌석은 빈자리로 둔다. 이때 승객의 무게는 화물중량까지 포함해 국내선은 성인 1인을 67kg, 국제선의 경우에는 76킬로그램으로 산정하고, 유아는 모두 1인당 36kg으로 산정하여 계산한다. 또한 항공기 화물 칸에서는 화물 컨테이너의 위치를 조절하거나 경우에 따라 금속 봉치를 배치해 무게중심을 맞출 수 있도록 한다. 여객과 화물이 수속을 완료하는 시점에서 컴퓨터를 통해 좌석배치와 화물탑재 위치 등이 자동으로 고려돼 무게중심을 구하게 된다. 이 무게중심이 운항에 적절한 위치에 오는 경우라면 만 비로소 운항허가를 얻을 수 있다고 한다.

(출처. http://user.chollian.net/~kimig01/plane_figure/gravity/tri_top.htm)

② 불국사 무게중심에 ‘석등’ 위치

경주 불국사의 대웅전 앞마당에 다보탑, 석가탑이 있다. 이 세 건축물을 선으로 이으면 정삼각형이 그려진다. 이 정삼각형의 각 꼭짓점에서 마주보는 변의 가운데를 향해 선을 그리면, 세 선분이 만나는 점이 생긴다. 이 점은 각 선분을 2대 1로 나누는 지점으로 삼각형의 ‘무게중심’이라 한다. 그리고 이 자리에 ‘석등’이 서있다. 유흥준 명지대 미술사학과 교수는 “석등이 절마당의 가운데 위치한다는 것은 이미 알려졌지만 상징적인 중심이 아니라 수학적으로 정확히 계산된 무게중심이라는 점은 새로운 사실”이라고 말했다. 다보탑과 삼층석탑에 비해 눈길을 받지 못했던 석등이 불국사 대웅전 앞뜰의 중심 역할을 했던 것이다.



(출처. http://user.chollian.net/~kimig01/plane_figure/gravity/tri_top.htm)

[부록 I] 1-2 활동지. 달까지 거리 구하기



달의 크기(지름) 측정하는 방법



(사진출처 <http://blog.naver.com/PostView.nhn?blogId=cjhae77&logNo=30123404792>)

(1) 삼각형의 닮음비를 이용하는 방법

① 비례식을 세워라.

$$: = d : D$$

② 미리 알고 있어야 하는 것은 무엇인가?

지구에서 달까지의 거리 (약 38만km)

③ 측정해야 하는 것은 무엇인가?

동전까지의 거리, 동전의 지름

(2) 원의 성질을 이용하는 방법

① 비례식을 세워라.

$$\theta : D = 360 : 2\pi l$$

② 미리 알고 있어야 하는 것은 무엇인가?

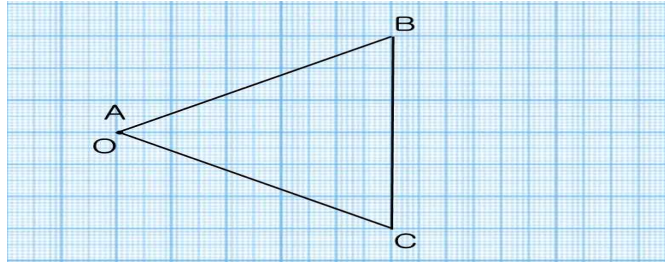
지구에서 달까지의 거리(약 38만km), 각지름(약 0.5°)



도형의 닮음의 뜻을 쓰시오.

한 도형을 일정한 비율로 확대 또는 축소하여 다른 도형과 합동이 되게 할 수 있을 때, 이 두 도형은 닮음인 관계에 있다고 한다.

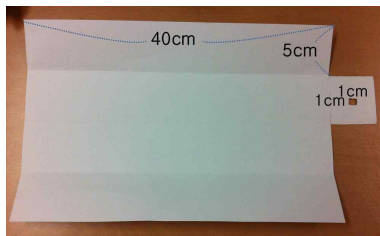
✎ 다음 그림에서 점 O를 닳음의 중심으로 하여 주어진 도형을 ¹로 축소한 도형을 그려라.



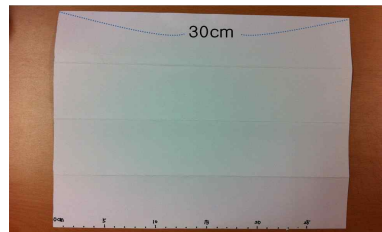
“달의 지름 구하기”

< 실험순서 >

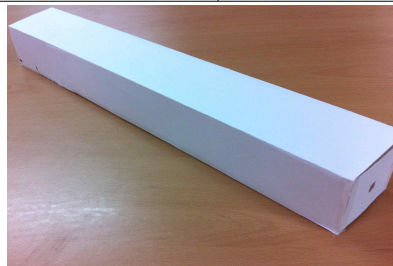
준비물 : 마분지 2장, 50cm자, 테이프



1. 바깥쪽 통의 전개도를 마분지에 표시하고 붙여서 완성 시킨다.



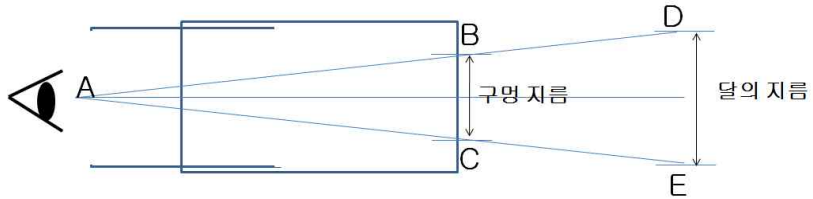
2. 안쪽 통의 전개도를 마분지에 그리고 오린 후 테이프로 붙이기 전에 반대편에 1cm마다 눈금을 그려 둔다.




3. 안쪽 통을 바깥쪽 통의 안으로 넣어서 완성 시킨다.

< 실험순서 >


- ① 이중 통을 가지고 구멍에 맞추어 달이 쪽 들어오도록 통의 길이를 조절한다.
- ② 그림과 같이 이등변 삼각형 ABC와 ADE의 닮음을 이용해 비례 계산함으로써 달의 지름을 구한다.



 생각해보기

달의 지름을 구하기 위해서 알아야 되는 것은 무엇일까?

- ① 달까지의 거리
- ② 원통의 길이
- ③ 구멍의 지름

 비례식을 세워 달의 지름을 구해보자.
(달까지의 거리는 약 384400km 이다.)

$$1 : 109 = x : 384400$$

$$109x = 1 \times 384400$$

$$x \approx 3510$$

달의 지름은 3510km가 된다. 정밀한 측정 결과인 3476km에 매우 가까운 수치를 얻을 수 있다.

1-2' 교사용 자료. 달까지 거리 구하기



달의 크기 재기

매우 큰 물체나 멀리 떨어져 있는 물체는 직접 그 길이를 잴 수 없다. 이럴 경우 때때로 삼각형의 닦은꼴을 이용한 측량법을 사용한다.

달의 정확한 지름을 잴 경우도, 달의 시지름(겉보기 지름을 각도로 나타낸 것)을 꼭지각으로 하고, 달까지의 거리를 직각 이등분선으로 갖는 이등변사각형으로 간주해 계산한다. 이 방법은 화성과 목성 등 태양계의 다른 행성의 지름을 잴 경우에도 사용된다.

하지만 이 때 지구에서 달 까지의 거리가 문제이다. 지구를 비롯한 행성은 모두 태양의 주위를 타원 궤도를 그리며 운동하고 있다. 동시에 달도 지구의 주위를 타원 궤도를 그리며 돌고 있기 때문에 달과 지구의 거리가 일정하지 않다는 점에 주의해야 한다.

현재는 지구에서 달까지의 강력한 전파를 발사하고 월면에서 반사해 지구로 돌아오기까지의 시간으로부터, 어느 시점에서의 달과 지구의 정확한 거리를 계산한다. 그 결과, 달과 지구의 거리는 약 35만 km에서 43만 km 사이에서 변하며, 평균 38만 km임이 밝혀졌다.

(출처 <http://blog.naver.com/cjhae77?Redirect=Log&logNo=30123404792>)

[부록 I] 1-3 활동지 . 나만의 주사위 만들기

정다면체?

- ① 모든 면이 (합동)인 (정다각형)이고, ② 한 꼭짓점에 모이는 면의 개수가 모두 (같은) 다면체를 정다면체라고 한다.



우리 주변에서 볼 수 있는 정다면체에는 어떤 것들이 있는지 생각해 보자.



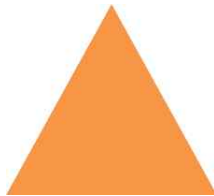
맥포머스를 이용하여 정다면체 만들기

평면위에서 한 바퀴 도는 각의 크기가 360도니까 한 꼭짓점에 모이는 다각형들의 내각의 합은 360도 보다 작아야 되요.



- ① 한 면이 정삼각형인 경우

📖 만들기 전에

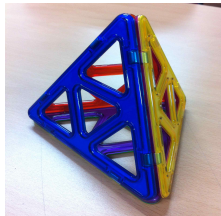


- 정삼각형의 한 내각의 크기는 몇 도 인가?
- 한 꼭짓점에 몇 개가 모이면 될까?

✂ 만들어봅시다.

· 정삼각형들로 이루어진 입체도형은 무엇이 되는가?

① 정사면체



② 정팔면체

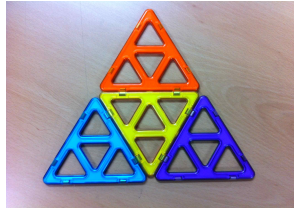
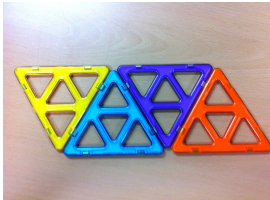


③ 정이십면체

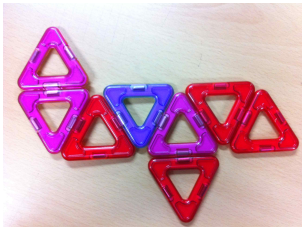


· 내가 만든 입체도형을 다시 펴서 전개도를 그려보고 친구들과 비교해 보자.

① 정사면체

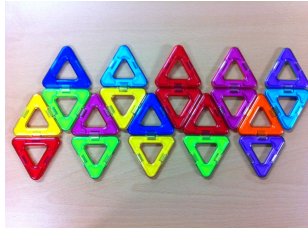
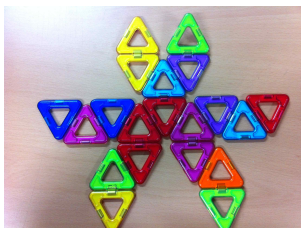


② 정팔면체



등등

③ 정이십면체



등등

② 한 면이 정사각형인 경우

📖 만들기 전에

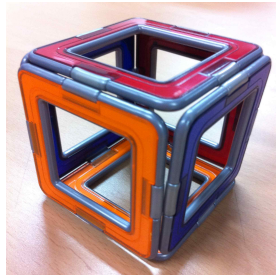


- 정사각형의 한 내각의 크기는 몇 도 인가?
- 한 꼭짓점에 몇 개가 모이면 될까?

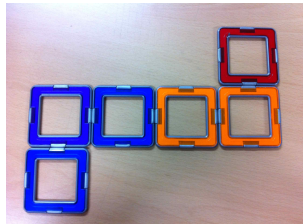
✂ 만들어봅시다

- 정사각형들로 이루어진 입체도형은 무엇이 되는가?

정육면체



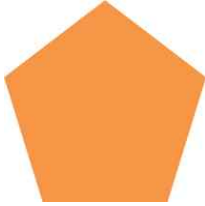
- 내가 만든 입체도형을 다시 펴서 전개도를 그려보고 친구들과 비교해 보자.



등등

③ 한 면이 정오각형인 경우

📖 만들기 전에

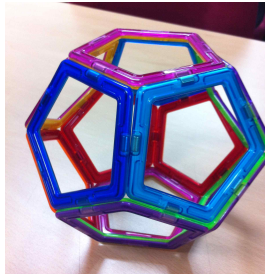


- 정오각형의 한 내각의 크기는 몇 도 인가?
- 한 꼭짓점에 몇 개가 모이면 될까?

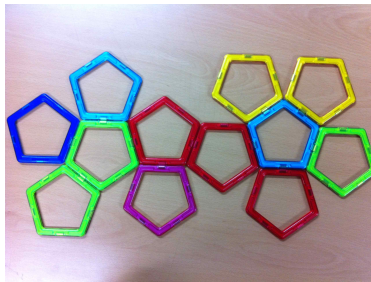
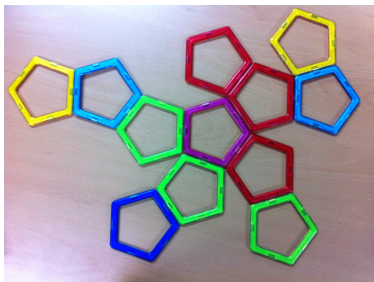
✂️ 만들어봅시다

- 정오각형들로 이루어진 정다면체는 무엇이 되는가?

정십이면체



- 내가 만든 입체도형을 다시 펴서 전개도를 그려보고 친구들과 비교해 보자.



등등

? 한 면이 정육각형, 정칠각형, 정팔각형... 인 경우의 정다면체가 존재하지 않는 이유는 무엇인가?



정다각형은 무수히 많이 존재하는데
정다면체는 다섯 가지 밖에 없다니!

1-3' 교사용. 나만의 주사위 만들기

목제 주령구

주사위 하면 흔히 정육면체를 떠올리지만 신라시대에는 '목제 주령구' 라고 하는 6개의 정사각형인 면과 8개의 육각형인 면으로 된 14면체 주사위를 만들었다고 한다. 이는 나무로 만든 술 먹을 때 놀던 주사위라 해서 목제주령구라고 이름 지었다. 각 면에는 노래없이 춤 추기, 여러 사람 코 때리기, 술 석잔을 한번에 마시기, 얼굴 간지러움을 태워도 참기 등 14가지 벌칙이 쓰여 있었다.



목제 주령구는 정다면체가 아니기 때문에 각 면이 나올 확률이 완전히 같지는 않다. 그러나 목제주령구를 이루고 있는 면의 넓이를 계산해 보면 정사각형 면이 $6.25 m$ 이고 육각형 면이 $6.265cm^2$ 로 거의 같기 때문에, 각 면이 나올 확률은 거의 비슷하다.

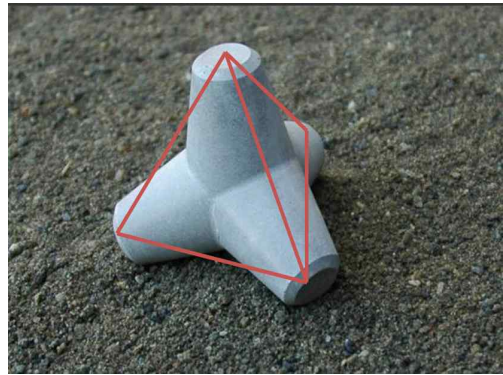
테트라포트

방파제 주변에는 크고 뾰족뾰족한 회색 구조물이 가득 쌓여 있다. 이것을 '테트라포트'라 하고 거센 파도를 막아 주는 역할을 한다. 5t에서 10t에 이르기까지 다양한 크기의 테트라포트는 방파제를 둘러싸 파도를 이겨 낸다.



테트라포트는 정사면체의 한가운데에서 각 꼭짓점을 잇는 선의 모양을 본떠 만들어졌다. 벽면을 같은 모양의 타일로 빈틈없이 붙이는 문제처럼 공간을 동일한 다면체를 사용하여 빈틈없이 촘촘히 쌓을 수 있는 다면체는 정사면체, 정육면체, 직

육면체 등이 있다. 그 중에서 강한 조류나 수압을 이겨내 파도나 해일을 막아내야 하므로 구조물 하나 하나가 안정감을 확보해야한다. 이들 조건들을 만족하는 다면체가 바로 정사면체입니다. 정사면체는 모든 다면체 중에서 무게중심이 가장 아래에 있기 때문에 테트라포트도 같은 구조를 가져 매우 안정적이다. 큰 파도에 움직이고 구르더라도 항상 같은 모양을 유지한다. 파도의 힘과 수압을 이겨야 하는 방파제를 보호하는 데에는 테트라포트가 제격이다.



지오데식 돔

건물의 천장을 둥글게 만든 것을 돔이라고 하는데 이것 역시 위로부터의 압력에 강해 따로 기둥을 세우지 않아도 자체의 무게를 잘 견딘다. 따라서 돔은 기둥이 없는 넓은 공간을 필요로 하는 체육관이나 전시장 같은 곳에서 흔히 볼 수 있다.

그림은 대전국립중앙과학관의 체험관이다. 이 돔은



(출처 <http://simfe.egloos.com/1313216>) 정이십면체에 기초한 지오데식 돔이다. 정이십면체의 각 모서리를 4등분하여 각 면을 여러 개의 정삼각형으로 나눈 뒤 이 도형을 부풀린다. 그러면 정삼각형들은 구 위에 그려진 삼각형 모양이 되고 모든 꼭지점이 입체의 중심에서 같은 거리에 있게 된다.

중요한 것은 지오데식 돔이 구와 아주 가까운 다면체가 된다는 점이다. 그리고 모든 면이 삼각형이라는 점이다. 다른 건축물의 뼈대가 되는 철골(빔)도 거의 모두 삼각형으로 짜 맞춘다. 한강철교와 같은 다리, 체육관의 지붕 같은 것을 관찰해보면, 삼각형으로 짜 맞춘 구조물을 볼 수 있다. 삼각형이면 왜 좋을까?

삼각형의 모양은 세 변의 길이만으로 완전히 정해진다. 따라서 세 개의 막대를 연결해 삼각형을 만들어 놓으면 변형이 일어날 수 없다. 반면, 사각형은 네 변의 길이가 모두 정해지더라도 다른 모양으로 '찌그러질' 수 있다. 오각형, 육각형 등등도 모두 마찬가지이다. 따라서 삼각형 외에 다른 모양으로 만들어진 구조물에 큰 힘이 가해졌을 경우, 철골 자체가 휘거나 부러지지 않고도 전체적인 변형이 일어날 수 있다. 이것은 건물이나 다리, 체육관의 지붕 같은 데서 일어나서는 안 될 일이다. 지오데식 돔 역시 모든 면이 삼각형이기 때문에 매우 안정된 구조를 이룬다.

[부록 Ⅱ]

2-1 활동지. 거울에 반사된 정다각형 만들기

2-1' 교사용 자료. 거울에 반사된 정다각형 만들기

2-2 활동지. 친구 그림자 길이 맞추기

2-2' 교사용 자료. 친구 그림자 길이 맞추기

2-3 활동지. 예술작품의 수학 비밀

2-3' 교사용 자료. 예술작품의 수학 비밀

[부록Ⅱ] 2-1 활동지. 거울에 반사된 정다각형 만들기

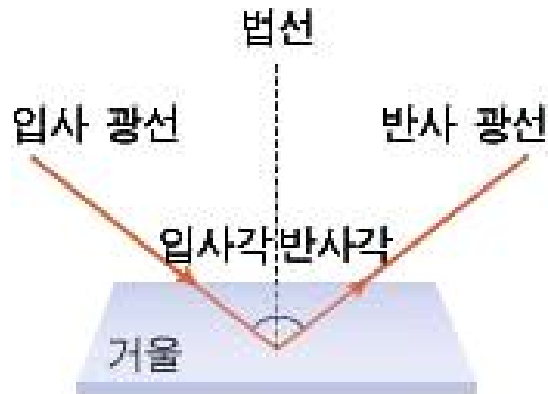


빛의 반사란 무엇인가?

빛이 직진하다가 물체를 만나 진행 방향이 꺾여 나아가는 현상을 빛의 반사라고 한다.



반사의 법칙이란 무엇인가?



(출처 <http://middle.edupia.com/SchoolBook/>)

거울에 들어간 빛과 법선이 이루는 각도가 거울에서 나온 빛과 법선이 이루는 각도가 같다.



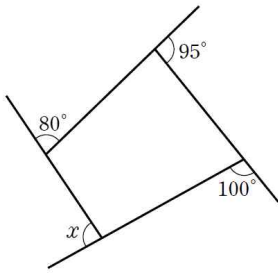
정 n 각형의 한 내각과 한 외각의 크기

- (1) 정 n 각형의 한 내각의 크기는 ($\frac{180^\circ \times (n-2)}{n}$) 이다.
 (2) 정 n 각형의 한 외각의 크기는 ($\frac{360^\circ}{n}$) 이다.

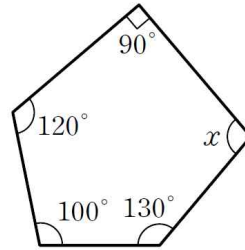


다음 그림에서 x 의 값을 구하여라.

(1)



(2)



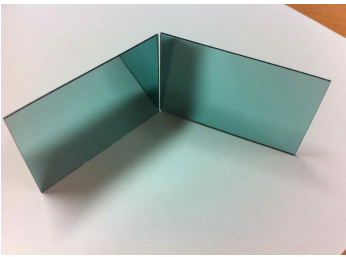
$$\begin{aligned} \angle x + 100 + 80 + 95 &= 360 \\ \angle x &= 85^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x + 90 + 120 + 100 + 130 &= 540 \\ \angle x &= 100 \end{aligned}$$

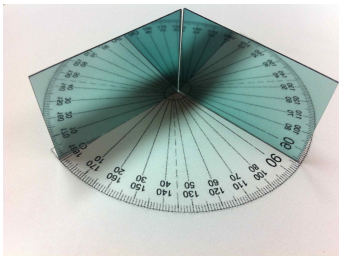
< 실험순서 및 방법 >

“정다면체 만들기”

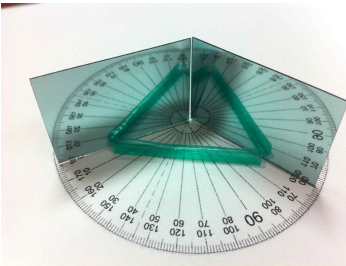
준비물 : 거울, 테이프, 각도기, 얇은 막대



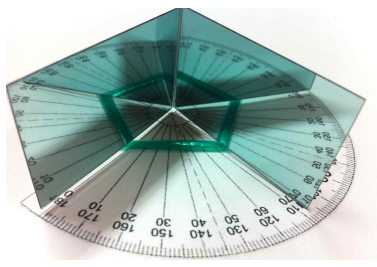
1. 두 개의 거울을 사진과 같이 테이프로 붙인다.




2. 한 거울에는 아래쪽에 각도기를 붙인다.



3. 두 거울 사이에 얇은 막대를 놓되 두 거울에서 같은 거리에 놓이도록 한다.



4. 거울 사이의 각도를 조절하면서 정다각형의 상을 만들고 거울 사이의 각도를 몇 도를 해야 하는지 실험한다.

 다음 빈 칸을 채워라.

정다각형	정삼각형	정사각형	정오각형	정육각형
거울 사이의 각도	120°	90°	72°	60°

n각형의 상을 보려면 두 거울 사이의 각을 정 n각형의 한 외각의 크기와 같게 하면 됩니다.

2-1' 교사용 자료. 거울에 반사된 정다각형 만들기



빛의 반사

빛이 직진하다가 물체를 만나면 물체 표면에서 진행 방향이 꺾여 나가는 현상을 말한다. 거울에 비친 물체의 모습을 볼 수 있는 이유는 물체에서 출발한 빛이 거울 표면에서 반사되어 우리 눈으로 들어오기 때문이다. 즉, 거울은 빛이 한 방향으로 반사하여 나간다.



반사의 법칙

거울에 들어온 빛은 들어온 각도로 그대로 나간다. 그래서 입사각 = 반사각이라 하고 이를 반사의 법칙이라 한다. 하지만 매끄럽지 않은 면에서는 빛이 사방으로 튀는 난반사가 일어난다. 우리가 한 물체를 어느 방향에서나 잘 보는 것은 물체 표면에서 난반사가 일어나기 때문이다. 만약 물체 표면에서 빛이 한 방향으로만 반사한다면 그 방향을 빼고는 어디서도 물체를 볼 수가 없게 된다.



실험 원리

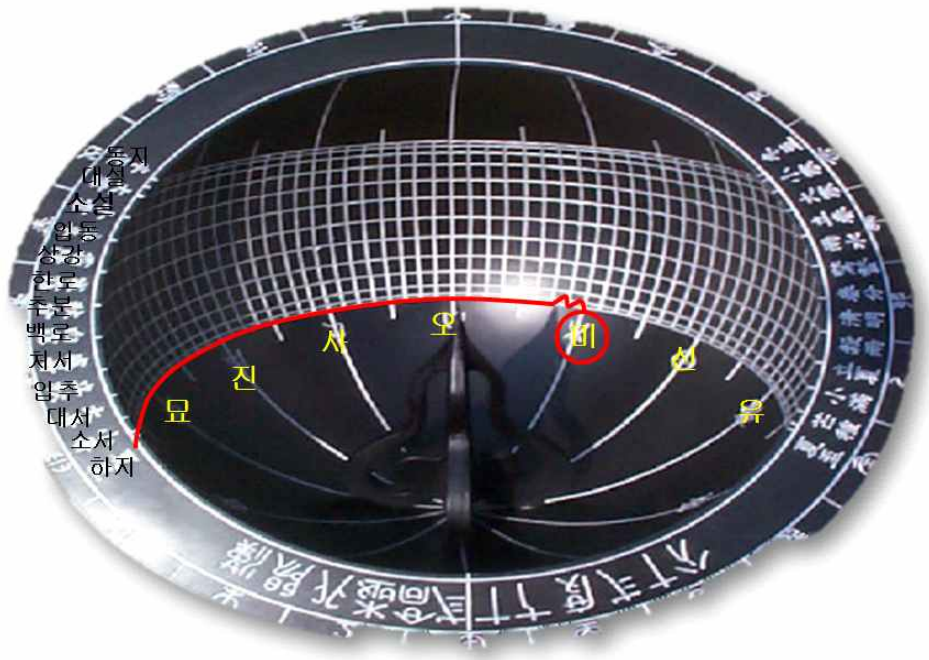
보통 거울 앞에 서면 상이 한 개 보인다. 하지만 두 개의 거울의 모서리를 붙이고 각도를 조절하여 보자. 두 개의 거울 사이의 각을 90도, 180도 등으로 바꿀 때 마다 상의 개수가 변할 것이다. 이것은 거울에 비친 상이 다시 다른 거울에 비쳐 상을 만들게 되기 때문이다.

(출처 <http://blog.naver.com/PostList.nhn?blogId=jungi31>)

[부록Ⅱ] 2-2 활동지 . 친구 그림자 길이 맞추기



다음은 조선시대 해시계인 양부일구 사진이다. 몇 월 며칠 몇 시 정도에 찍은 사진일까?



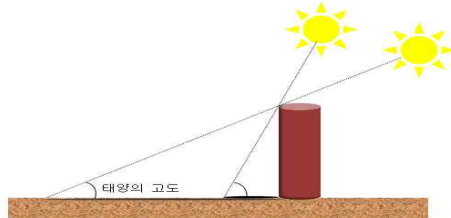
(출처: <http://edu21.naweb.cc/Mm/Module/start.htm>)

영침의 그림자에서 가장 가까운 선을 따라서 가보면 절기가 하지라는 것을 알 수 있다. 절기의 간격이 15일 정도 이므로 6월 15일경 이였고, 미시에서 두 칸 더 갔으므로 1시 30분이 된다.



태양의 고도

1. 태양의 고도가 무엇인가?

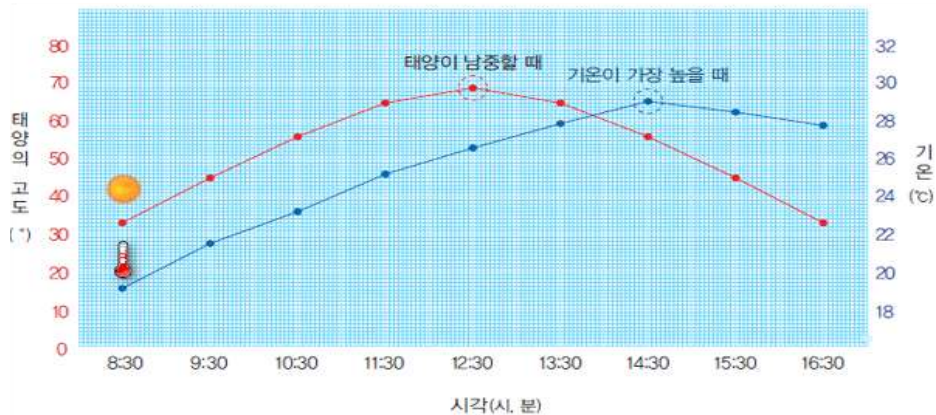


지평선을 기준으로 하여 태양의 높이를 각도로 나타낸 것으로 태양의 고도가 높아지면 그림자의 길이는 짧아지고 고도가 낮아지면 그림자의 길이는 길어진다.

2. 태양의 고도와 그림자의 관계?

태양의 고도가 높아질수록 그림자의 길이는 짧아진다.

3. 태양이 남중할 때와 기온이 가장 높을 때의 시간이 차이 나는 이유는 무엇일까?



하루 동안의 태양의 고도와 기온

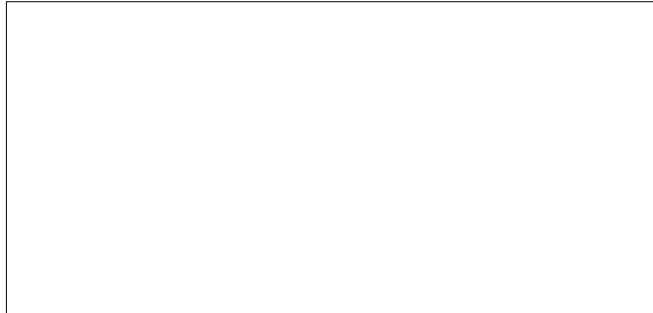
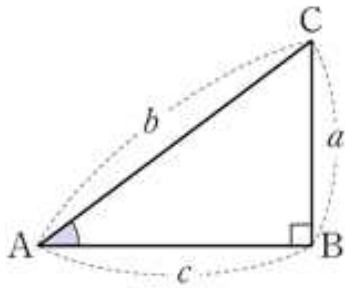
(출처 <https://www.scienceall.com>)

하루 중 태양의 고도는 낮 12시 30분경에 가장 높습니다. 하지만 지표면이 데워지고, 데워진 지표면에 의해 공기의 온도가 올라가는 데 시간이 걸리기 때문에 기온은 약 2시간이 지난 오후 2시 30분경에 가장 높아집니다.



삼각비

1. 삼각형 ABC에서 $\sin A$, $\cos A$, $\tan A$ 를 구하여라.



2. 삼각비의 표를 보고, 다음 각의 삼각비의 값을 구하여라.

3. 삼각비의 표에서 다음 식을 만족하는 x 의 값을 구하여라.

각	sin	cos	tan
0°	0.0000	1.0000	0.0000
1°	0.0175	0.9998	0.0175
2°	0.0349	0.9994	0.0349
3°	0.0523	0.9986	0.0524
4°	0.0698	0.9976	0.0699
5°	0.0872	0.9962	0.0875
⋮	⋮	⋮	⋮
16°	0.2756	0.9613	0.2867
17°	0.2924	0.9563	0.3057
18°	0.3090	0.9511	0.3249
19°	0.3256	0.9455	0.3443
20°	0.3420	0.9397	0.3640
21°	0.3584	0.9336	0.3839
22°	0.3746	0.9272	0.4040
23°	0.3907	0.9205	0.4245
24°	0.4067	0.9135	0.4452
25°	0.4226	0.9063	0.4663

(1) $\sin x^\circ = 0.7660$

(2) $\cos x^\circ = 0.8192$

(3) $\tan x^\circ = 2.7475$

(1) 24°

(2) 18°

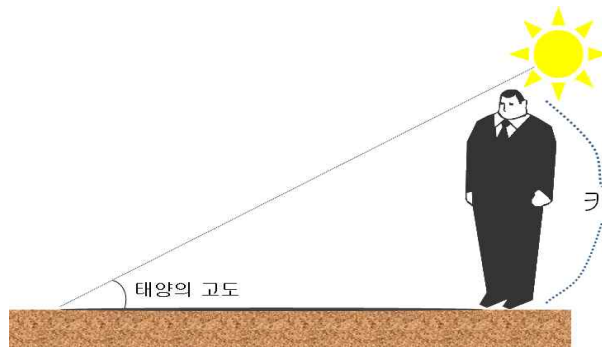


태양의 고도와 친구의 그림자 길이를 구해보자.

[방 법]

1. 햇빛이 비치는 날 운동장에 나가 널빤지를 수평하게 놓는다.
2. 막대의 길이를 잴다.
3. 널빤지의 가운데에 막대를 수직으로 세운다.
4. 자로 그림자의 길이를 잴다.
5. 널빤지를 둔 부근에 서 있는 친구의 그림자의 길이를 재지 않고 삼각비 표를 이용해 구해본다.

[측정 값 및 결과]



실험 시간	오후 1:20
막대의 길이	6cm
막대의 그림자 길이	2cm
태양의 고도	(식) $\tan \text{양의고도} = \frac{6}{2} = 3$ $\therefore (\text{태양의 고도}) \approx 72^\circ$

키	165cm
친구의 그림자 길이	(식) $\tan 72^\circ \approx 3 = \frac{165}{\text{그림자 길이}}$ $\therefore (\text{그림자 길이}) = 55\text{cm}$

2-2' 교사용 자료. 친구 그림자 길이 맞추기

◆ 양부일구

평면 해시계의 시각선은 그림자가 옆으로 누울 때(즉, 아침과 오후)에는 길게 늘어져 왜곡이 심해진다. 마치 지구본을 평면 지도에 나타내면서 주변부가 왜곡되는 것과 마찬가지로. 매우 정확하게 측정하지 않으면 가장자리 부근에서는 그림자가 흐려져 오전과 오후 늦은 시간은 부정확해진다. 그림자가 떨어지는 지점에서 시각선과 절기(날짜)선을 동시에 본다. 그림자의 길이가 다른 것은 절기(날짜)가 다른 것을 의미한다.

조선시대 우리 과학자들이 고심한 문제, 그리고 우리 식의 해시계가 슬기로운 것이 이 점이다. 거의 원에 가까운 태양의 운동을 왜곡 없이 읽어낼 수 있는 방법을 만든 것이다. 세종대의 학자들은 평면을 파서 오목한 구형으로 만들고 그림자를 만드는 막대의 축을 북극에 일치시키는 방식의 해시계를 만들었다. 이렇게 되면 지구 주위를 도는 태양의 위치를 거의 완전하게 재현할 수 있다. 양부일구의 내부에 설치된 영침(影針, 그림자를 만드는 침)의 방향을 지축과 평행한 정북극 방향을 맞춘다. 영침의 끝은 구의 중심이 된다. 그리고 양부일구의 평면은 그 지점의 수평면이 된다. 여기에서 해시계의 정확도를 높이는 데 필수적인 것은 정북극의 방향을 정하는 것이다. 세종 당시의 유수한 천문학자들이 서울을 기준으로 하는 정북극의 위치를 정확히 알아냈고 이를 기준으로 양부일구 내부의 눈금선이 정확히 매겨질 수 있었다.

결국 양부일구 내부에서는 영침의 그림자 길이가 하루종일 달라지지 않고 해당 절기(즉 태양고도에 해당하는)의 눈금선을 따라간다. 시각은 그림자가 떨어진 지점의 시각선을 읽으면 된다. 시각선은 절기선과 교차하고 있으므로 그림자가 떨어진 지점에서 절기선과 눈금선을 동시에 읽으면 그날의 절기와 당시의 시각을 정확히 읽을 수 있다.


◆ 태양의 고도

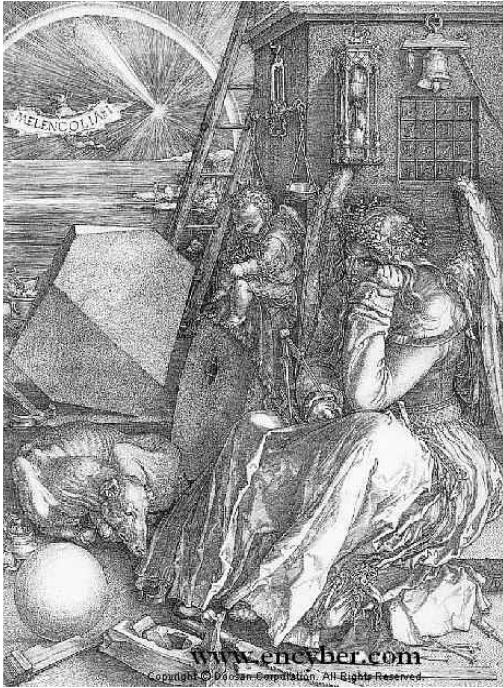
태양의 고도가 달라지면 기온이 변한다. 태양의 고도는 지평면과 태양이 이루는 각을 말하는데 이것을 측정하는 방법은 여러 가지가 있지만 한 가지 방법을 더 설명하면, 먼저 운동장에 막대를 수직으로 꽂고, 막대가 만드는 그림자 끝을 표시한다. 그리고 막대 끝과 그림자 끝을 실로 연결한 다음, 막대 그림자와 실이 이루는 각을 각도기로 재면 된다. 그 다음 막대의 그림자 끝과 막대의 끝을 실로 연결한 후, 각도기로 측정한다.

그럼 하루 동안 태양의 고도는 어떻게 달라질까?

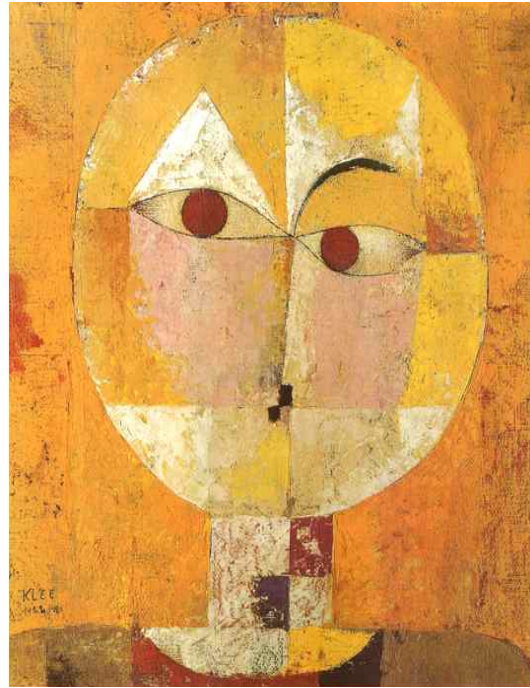
햇빛이 하루 종일 비치는 곳에 막대를 수직으로 세운 후, 1시간 간격으로 막대 그림자를 표시하고, 막대 그림자 끝과 실이 이루는 각을 재면 하루 동안 태양의 고도 변화를 알 수 있다. 태양의 고도는 12시에 가까워질수록 점점 높아지다가 12시에 가장 높고, 12시가 지나면 다시 낮아짐을 알 수 있다. 태양의 고도가 변하면, 그림자의 길이도 변하고 기온도 변한다. 하루 동안 태양의 고도가 높을수록 그림자의 길이는 짧아지고, 기온은 높아진다.

[부록Ⅱ] 2-3 활동지 . 예술작품의 수학 비밀

 작품 감상



알브레히트 뒤러 <멜랑콜리아1 1514.>



파울 클레 <세네치오, 1922>

<http://blog.naver.com/iyw94?Redirect=Log&logNo=150088127267>

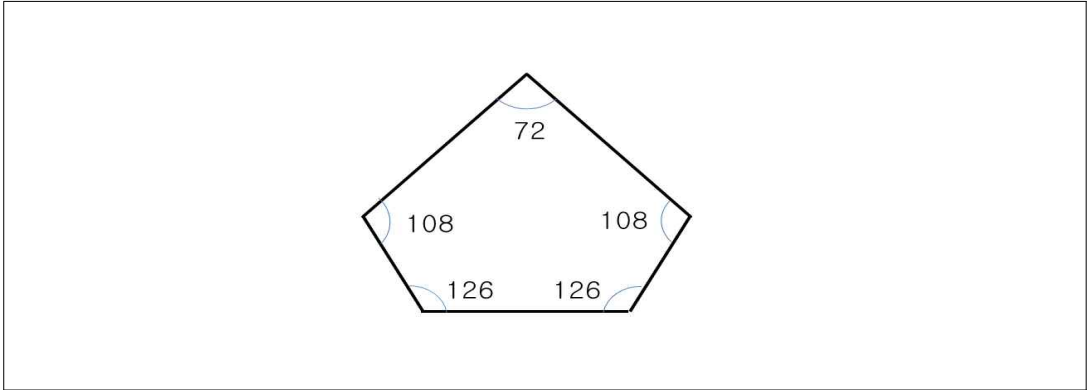
◆ 두 작품을 감상하고 느낀 점을 써보자.



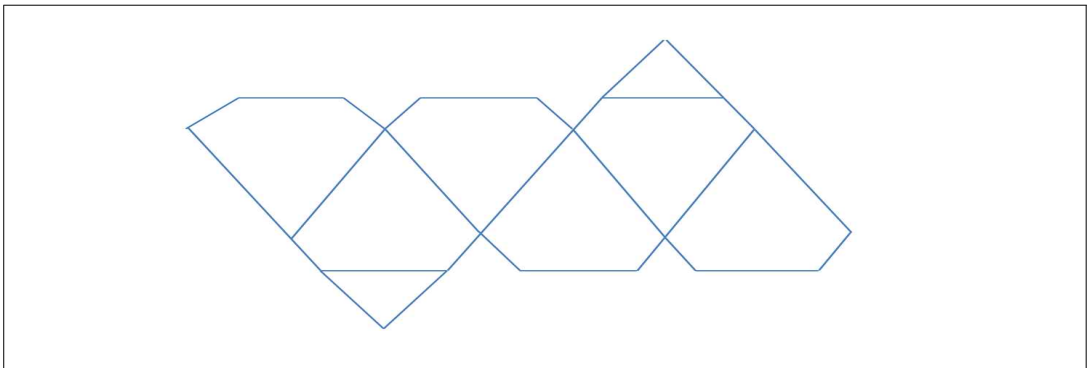
멜랑폴리아

삼각형 2개와 오각형 6개로 이루어진 ‘뒤러의 다면체’를 만들어 보자.

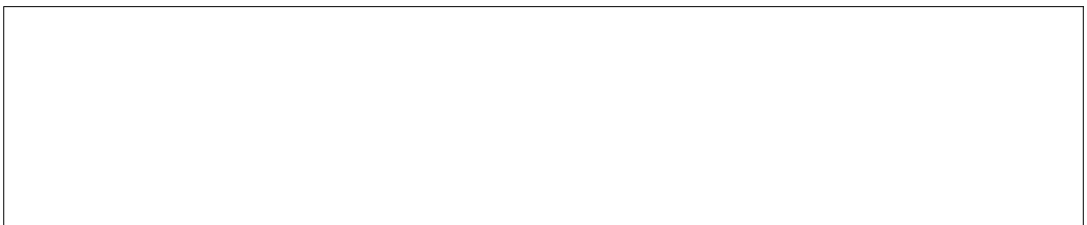
1. 내각이 각각 126° , 126° , 108° , 108° , 72° 인 오각형을 그려보자.



2. 오각형 6개와 삼각형 2개를 이용하여 전개도를 그려보자.

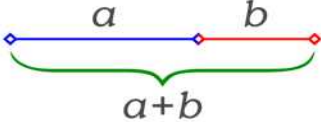


3. 전개도를 오려 붙여보자.



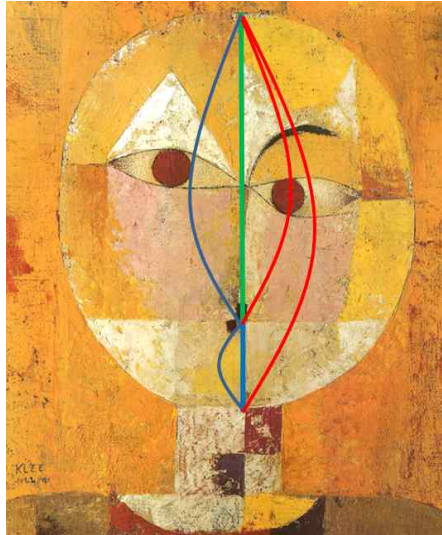
 세네치오

1. 황금비란 무엇인가?



주어진 길이를 가장 이상적으로 둘로 나누는 비로,
 $(a+b) : a = a : b$ 를 만족하는 분할의 비를 뜻한다.
 (출처: 위키백과)

2. 클레의 <세네치오>에서 황금비를 찾아보자.



3. 클레의 눈을 표현한 원뿔과 반구의 부피를 구해보자.
 (원뿔과 반구의 반지름은 6, 원뿔의 높이는 12로 계산하여라.)

$$\text{원뿔의 부피} = \frac{1}{3} \times \pi \times 6^2 \times 12 = 144\pi$$

$$\text{반구의 부피} = \frac{1}{2} \times \frac{4}{3} \times \pi \times 6^3 = 144\pi$$

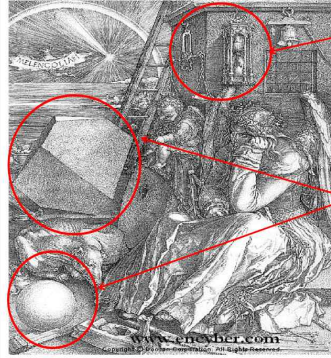
[부록 II] 교사용 2-3. 예술작품의 수학 비밀

알브레히트 뒤러 “멜랑콜리아”



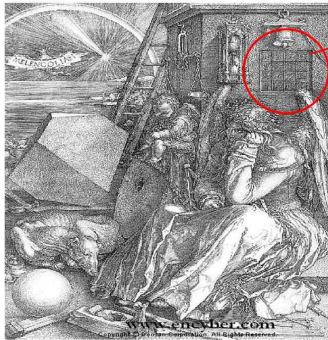
- 멜랑콜리아
= 무기력증, 우울증
- 16세기 독일 르네상스
시대 최고의 화가이자 동
판화가

알브레히트 뒤러 “멜랑콜리아”



- 저울과 모래시계를 그려
기하학에 대한 숭배
- 삼각형 2개, 오각형 6개 모
두 8면으로 이루어진 다면
체와 구
- 기하학적 상징물을
표현하며
수학에 대한 애정 과시

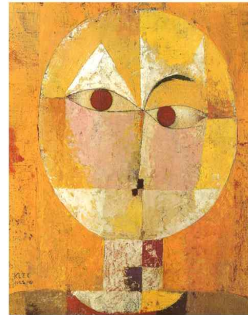
알브레히트 뒤러 “멜랑콜리아”



4x4 마방진

16	3	2	13
5	10	11	8
9	6	7	12
4	15	14	1

파울 클레의 <세네치오, 1992>



- 연대화가의 조상화
- 그림을 그릴 당시 특수염을 걸
렸기 때문에 '세네시오' 라는
이름을 붙임
- 선, 면 등 각종 도형을 활용하여
강조
- 미술과 수학이 추구하는 것은
본질적인 아름다움이라는 것
을 강조



수학적으로
같은 부피의
반구와 원뿔을
그림에 대칭적으로 사용

<멜랑콜리아 I >

1514년에 제작된 <멜랑콜리아 I>은 <기사, 죽음과 악마 Knight, Death, and the Devil>(1513), <서재의 성 히에로니무스 Saint Jerome in his Study>(1514)와 함께 알브레히트 뒤러(1471~1528)가 남긴 3대 동판화 가운데 하나이다. 이 작품들은 하나같이 인간의 운명에 대하여 묻고 있으며 뒤러의 철학과 종교, 인생관이 내재해 있는 수수께끼와도 같은 우의성을 담고 있다.

작품 중심에는 날개를 단 여성이 턱을 괴고 앉아 허공을 응시하며 생각에 잠겨 있다. 그 옆에는 아기천사가 무언가를 열심히 기록 중이다. 건물 벽에는 사다리가 비스듬히 세워져 있고 다변체와 구, 그리고 굽주린 개 한마디도 보인다. 그림 아랫부분에는 톱, 대패, 망치 등의 각종 도구들이 널려 있으며, 상단의 건물 벽에는 모래시계, 저울, 종 등이 매달려 있다. 그 옆에는 이른바 마방진이라고 불리는 숫자들이 적혀 있다. 작품의 상단 왼편에는 바다와 그 위로 커다란 아치를 그린 무지개, 사방으로 빛을 뿜는 혜성이 존재한다. 그리고 이 작품의 수수께끼를 푸는 열쇠인 듯 박쥐의 펼쳐진 날개 위로 '멜랑콜리아 I'이라는 글자가 적혀 있다.

이 동판화의 제목 <멜랑콜리아 I>에 대하여 생각해보자. '멜랑콜리아 I'은 박쥐의 날개에 새겨져 있는데, 여기서 멜랑콜리아(melencolia)는 우울증(melancholia)의 한 종류를 뜻한다. 그런데 여기서 I이 만약 숫자 1을 뜻한다면 그의 동판화 작품 중 첫 번째 작품이라는 뜻일 것이다. 그런데 만약 I이 라틴어 IRE의 줄임말이라면 '꺼져라'라는 뜻이다. (출처 <네이버 지식백과>, 한겨레 "우울할 때 '뒤러의 마방진' 해볼까", http://ict032.edunet4u.net/~lt0008/sub1/math_1/)

<세네치오>

<세네치오>는 수학적 재미에 흠뻑 빠져있던 클레가 선과 면만을 이용하여 그린 그림이다. 클레의 생애에서 가장 행복감에 젖은 시대의 밝은 기분을 반영하듯 조화로움 속에서 아름다운 색채감을 느끼게 해 준다. 관상식물 세네치오가 주는 심상의 이미지를 아름다운 색채와 기하학적인 형태로 조합해 사랑스러운 소녀의 모습으로 만들어냈다. 오렌지색의 배경에 둥근 원형과 삼각형, 사각형이 어우러지고 흰색과 노랑, 빨간색은 마치 색상환의 배열을 옮겨놓은 듯 서로간의 조화로우움을 더해 주고 있다. 기계적인 묘사보다는 색채가 가지는 리듬감을 기하 형태와 단순한 화면구성으로 재해석하고 표현하는 그의 진취적인 작품 활동은 표현주의 확산과 더불어 실험적이고 도전적인 작가들에게 큰 영향을 주게 된다.

입을 중심으로 좌우 대칭축을 그려보면 비대칭을 구현하고 있다. 눈, 입, 목 부분에서 보이는 도형들은 수학적 개념인 점대칭을 생각나게 한다. 오른쪽 눈은 아래로 쳐져있고 왼쪽 눈은 치켜뜨듯 올라가 있다. 이런 느낌을 주기 위해 왼쪽 눈엔 원뿔 모양을, 오른쪽 눈엔 반구를 연상시키는 도형으로 표현하고 있다.

(출처 이명옥과 김흥규의 명화 속 신비한 수학 이야기, 주간매일 김태곤)

[부록Ⅲ]

3-1 활동지. 단세포 생물의 물질대사

3-1' 교사용 자료. 단세포 생물의 물질대사

3-2 활동지. 한옥 처마의 비밀

3-2' 교사용 자료. 한옥 처마의 비밀

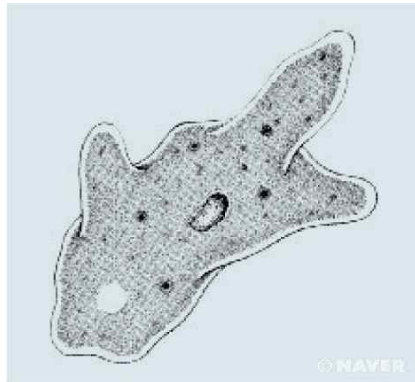
3-3 활동지. 우리가 살고 있는 대기권의 부피

[부록Ⅲ] 3-1 활동지. 단세포 생물의 물질대사

? 음식물을 꼭꼭 씹어야 하는 이유는 무엇일까?

음식물을 잘 씹어 부식주는 저작운동을 통해 표면적을 넓혀 소화효소가 분해하기 쉬워져서 소화를 빠르게 시킬 수 있다.

? 생물체는 아메바 같이 아주 작은 생물부터 코끼리처럼 큰 동물까지 그 크기가 매우 다양하다. 몸이 한 개의 세포로 이루어진 생물을 ~~단세포~~ 생물이라고 한다.



아메바



생물체는 살아 있는 한 에너지 대사를 유지해야 하는데 대사에 필요한 산소나 영양 물질은 표피를 통해 자연스럽게 확산되어 몸 내부로 들어온다.



단세포 생물의 몸의 겹넓이와 부피를 구해보자.

(실제 몸으로는 그 비율을 계산하기 어려우므로 몸이 **정육면체**라고 가정하고 계산해보자.)

모서리의 길이	겉넓이	부피	겉넓이/부피
1	6	1	6
2	24	8	3
3	54	27	2
...
n	n	n ³	6/n

모서리의 길이가 커지면, 부피에 대한 겉넓이의 비는 어떻게 변하는가?

1:6, 2:3, 3:2, ... 부피가 작아질수록 겉넓이는 커지므로 부피에 대한 겉넓이의 비는 점점 작아진다.



물질대사가 더욱 잘 일어나려면?

몸이 (**작아지면** / 커지면) 부피에 대한 겉넓이의 비가 점점 (**작아진다.** / 커진다.)

즉, 크기가 (**작을수록** / 클수록) 외부와 접촉하는 표면적이 넓어지므로 아주 (**작은** / 큰) 동물은 호흡기관, 순환기관이 필요 없다.



표면적을 넓혀 이로움을 주는 예를 생각해보자.

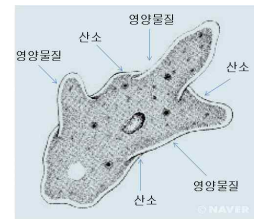
3-1' 교사용 자료. 단세포 생물의 물질대사

음식을 꼭꼭 씹어야 하는 이유

소화는 기계적 소화, 화학적 소화로 나누어 생각할 수 있는데 음식물의 크기를 작게 해 주는 기능을 저작운동이라 하며 기계적 소화라고 할 수 있고, 소화효소에 의해서 이루어지는 소화를 화학적 소화라고 할 수 있다. 소화효소가 음식물의 표면에 작용해서 큰 물질을 작은 물질로 분해 할 때, 저작 운동을 거치지 않은 음식물은 부피에 비해 표면적이 상대적으로 크다. 따라서 음식물의 크기가 작아지면 효소가 작용할 수 있는 면적이 증가하여 소화 작용이 빠르게 일어난다.

단세포 생물의 영양물질 흡수

생물은 보통 입, 그 밖의 것을 통하여 체내에 들어온 영양물을 소화관을 통해 소화시킨 후 세포내로 들여보낸다. 즉 세포외에서 소화시킨다. 그러나 아메바, 짚신벌레와 같은 단세포 동물은 위족이나 섬모로 먹이를 몸 속으로 넣고 세포내에서 소화 흡수한다.
(출처 : DOOPIA)



표면적을 넓혀 이로운 주는 예

1. 라디에이터 히터

내연 기관에서 발생한 열의 일부를 냉각수를 통해서 대기 속으로 방출하는 장치이다. 냉각핀과 라디에이터 모두 많은 주름이 잡혀 있다. 이런 구조는 표면적을 넓혀 뜨거운 엔진의 열을 빨리 식히거나 실내 온도를 높이는데 효율적이다.



2. 북극여우, 사막여우

북극 여우는 추운 날씨로 인해 체온을 빼앗기지 않기 위해 몸의 끝 부분, 귀나 코, 다리 등이 짧고 작다. 반대로 사막 여우는 더운 지역에 살기 때문에 귀나 코, 다리 등이 길고 가는 모양을 하고 있다. 즉, 열을 방출할 수 있는 표면적이 넓은 것이다.



북극여우



사막여우

[부록 III] 3-2 활동지. 한옥 처마의 비밀



다음 사진을 보고 한옥 지붕의 명칭을 적어보시오.



‘남중고도’란 무엇인가?

천체가 남쪽 자오선(남중)에 위치한 순간의 고도를 말한다. 즉, 태양이 관측자의 자오선을 지날 때 지표면과 이루는 각을 뜻하며 천체의 고도는 하루 중 남중 할 때 가장 높아진다.



다음은 전주 한옥 마을의 전통 한옥 사진의 일부이다.
 하지 때의 남중고도는 76° , 동지 때의 남중고도를 29° 라고 할 때,
 집안으로 햇빛이 들어오는 정도를 구하여라. (단, 벽의 높이는 2m 이다.)

☒ 하지



$$\tan 6 = 4 = \frac{2}{\text{면}}$$

$$\therefore \text{면} = \frac{1}{2}$$

(사진 출처. 네이버 케스트. 전주한옥마을)

☒ 동지



$$\tan 29 = \frac{1}{2} = \frac{2}{\text{면}}$$

$$\therefore \text{면} = 4$$

한옥의 처마는 집안으로 들어오는 빛의 양을 조절하는 기능도 한다. 처마의 길이는 대체로 하지와 동지 때 남중고도를 고려하여 만들어졌는데, (하지) 에는 햇빛이 거의 들어오지 않아 덥지 않으며 (동지) 에는 집안 깊숙이까지 햇빛이 들어와 집안을 따뜻하게 한다.

▶ 참고

sin76	1	sin29	0.5
cos76	0.2	cos29	0.9
tan76	4	tan29	0.5

3-2' 교사용 자료. 한옥 처마의 비밀

● 한옥 지붕의 명칭



사진출처. 네이버 지식백과 <한옥 기와 지붕 명칭>

● 한옥의 과학적 원리

한옥은 초보적인 과학지식을 활용해서 햇빛을 집안 깊숙이 끌어들여 즐기고 그 온기를 온몸으로 받아들이게 만들어졌다. 그 비밀은 처마 길이에 있다. 지구는 23.5도 기울어져 있기 때문에 북반구에서 해는 여름에 높이 뜨고 겨울에 낮게 뜬다.

땅 위에서 있는 집을 기준으로 바꿔 얘기하면, 여름에는 햇빛이 수직에 가깝게 내려 쬐히고 겨울에는 낮은 각도로 완만하게 비춘다. 이 두 각도 사이에 창을 내면 여름에 귀찮은 햇빛을 물리칠 수 있고 겨울에 고마운 햇빛을 끌어들일 수 있다. 이렇게 창을 내는 방법은 두 가지이다.

하나는 지붕 처마를 두 각도 사이에 위치하게 돌출시키는 것이다. 이렇게 하면 여름 햇빛을 막아 튕겨내고 겨울 햇빛은 통과시켜 들어오게 할 수 있다. 다른 하나는 창 자체의 위치와 방의 깊이이다. 겨울 햇빛이 처마를 통과한다고 모든 것이 끝나는 것은 아니다. 방 안에 들어오는 햇빛의 정도를 조절해야 하는데 이것을 해주는 것이 창의 위치와 방의 깊이이다.

한옥의 방들은 대부분 깊이가 깊지 않아서 햇빛이 방 끝까지 기분 좋게 들어온다. 이는 온도와 소독 모두에서 유리하다. 대청도 마찬가지이다. 겨울, 햇빛은 아침 10시쯤 대청의 마당 쪽 끄트머리부터 조금씩 기어들어오기 시작해서 오후 4시쯤이면 대청 안쪽 끝에 정확히 닿는다. 햇빛이 귀한 한 겨울에 햇빛은 무려 6시간 동안이나 대청 속을 골고루 비추며 가득 머물다 돌아간다. 햇빛이라는 덧없는 자연요소를 오래 머물도록 붙잡아두는 지혜이다.

한옥에서 햇빛은 단순히 겨울에 추위를 덜 느끼게 해주는 물리적 기능만 하는 것은 아니다. 감성과 감각, 마음과 심리, 경험과 정성(定性)으로 느껴야 하는 체험적 요소이다. 피부와 신경, 핏줄과 세포조직 깊숙이 받아들여 그 온기와 명암의 조형효과를 낱알이 즐길 수 있을 때 한옥이 햇빛에 대해서 갖는 기본 태도와 한옥에서 햇빛이 작동하는 원리를 이해할 수 있게 된다.

햇빛은 바람과 함께 한옥의 존재의미와 구성 원리를 결정짓는 첫 번째 자연 조건이다. 채 배치와 지붕의 형상, 향과 창의 위치, 누마루와 기단 등 한옥을 구성하는 많은 요소들은 유교왕조 시대 가부장적 문화를 구현하는 사회적 형식미를 표현하고 있지만, 다른 각도에서 보면 햇빛과 바람을 집의 구성요소로 끌어들이기 위한 치밀한 디자인 전략이기도 하다.

출처. <http://blog.daum.net/marubo/5578801>

[부록III] 3-3 활동지. 우리가 살고 있는 대기권의 부피



옛날 사람들은 달에 토끼가 살고 있다고도 생각했지만 우주 탐사 결과, 달에는 토끼는커녕 어떤 생명체도 살고 있지 않다는 것을 알게 되었다. 그런데 왜 달에는 생명체가 살고 있지 않을까? 지구와 달리 달에는 대기가 없기 때문이다.

“대기권이란”

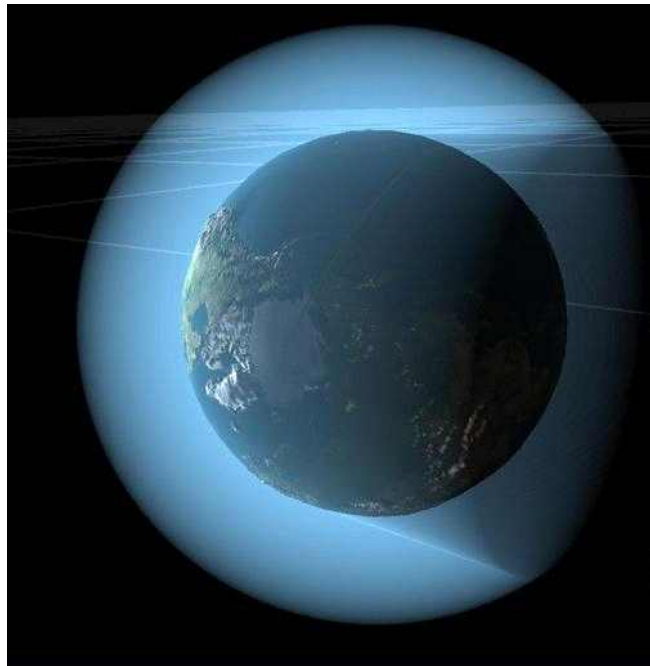
우리 지구는 대기로 둘러 싸여 있다.

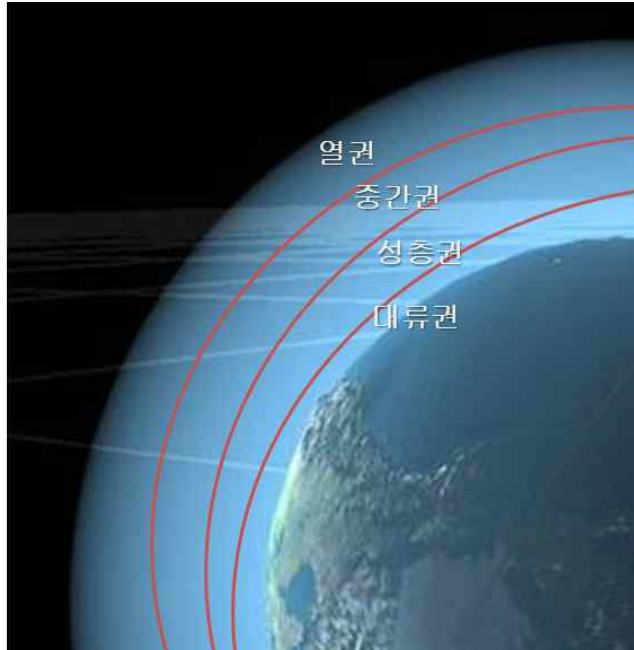
우리 주위의 공기는 어디에나 있을 것 같지만, 지구 표면에서 멀어지면 적어지고 지구 밖 우주로 나가면 거의 없어진다. 그래서 지구 주위를 둘러싸고 있는 공기에 대기라는 이름을 따로 붙이고, 대기로 싸여 있는 공간을 ‘대기권’이라고 부른다.

지구의 **대기권**은 지구 표면에서부터 순서대로 대류권, 성층권, 중간권, 열권으로 나눌 수 있다.

(출처 <http://blog.naver.com/sunyeab?Redirect=Log&logNo=60065888994>)

대류권은 지표에서 15km까지로 가장 가까운 대기층이다. 공기의 대류가 활발해서 눈, 비, 구름, 태풍 등 날씨 현상이 나타나는 곳이다. 바로 우리가 이 대류권에 살고 있다. **성층권** 약 50km까지로 오존층이 있어 태양의 자외선을 흡수하기 때문에 위로 올라갈수록 온도도 올라간다. **중간권**은 약 80km까지로 위로 갈수록 온도가 낮아지고, **열권**은 약 1000km까지로 태양에서 가장 가까워서 태양 복사 에너지를 흡수하기 때문에 아주 뜨겁다.





지구를 둘러싸고 있는 대기권의 부피를 구해보자.

(계산기를 이용하여 지구의 반지름 6400km, 대기권의 높이 1000km, $\pi \approx 3$ 로 계산하여라.)

<계산해보세요>

$$\frac{4}{3} \times 3 \times (6400 + 1000) - \frac{4}{3} \times 3 \times 6400^3 = 143080000000$$

[부록Ⅳ]

4-1 활동지. 진원지 찾기

4-1' 교사용 자료. 진원지 찾기

4-2 활동지. 인공위성

4-2' 교사용 자료. 인공위성

4-3 활동지. 새마을호의 속도-시간

4-3' 교사용 자료. 새마을호의 속도-시간

[부록IV] 4-1 활동지 . 진원지 찾기

? 지진이란 무엇인가?



출처 : CNBNEWS 홋카이도 지진

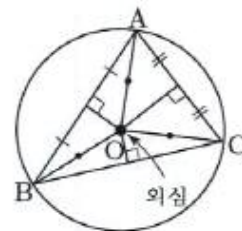
지각이 움직이거나 화산 활동이 일어나면서 지면이 진동하거나 흔들리는 현상

? 지진이 일어나는 이유는 무엇인가?

대부분의 지진은 지구 내부에서 작용하여 지층이 끊어지도록 하는 큰 힘에 의해 발생한다. 또한 화산 활동이나 폭탄이 폭발했을 때, 지하의 빈 공간이 무너져 지진이 발생하기도 한다.

? 외심이란?

삼각형의 세 변의 수직 이등분선의 교점





외심의 성질을 쓰고 물음에 답하여라.

삼각형의 세 변의 중점에서 각각의 변에 그린 세 개의 수선은 한 점 O에서 만나며, 점 O에서 각 꼭짓점에 이르는 거리가 같다. (외접원의 반지름)

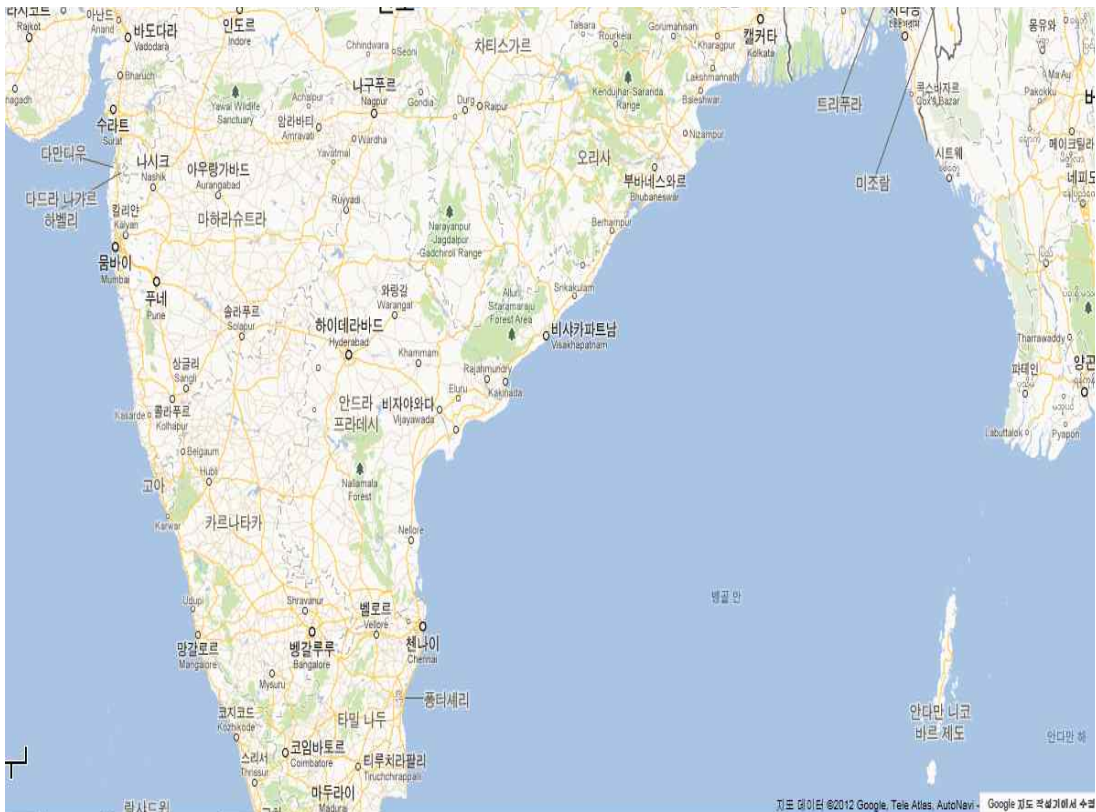
삼각형의 종류에 따라 외심의 위치가 다양하게 위치한다. 다음 각 삼각형의 외심의 위치를 적어 보아라.

- (1) 예각삼각형 (삼각형 내부)
- (2) 직각삼각형 (빗변의 중점)
- (3) 둔각삼각형 (삼각형 외부)



인도의 세 지역 뭄바이, 첸나이, 캘커타에서 같은 시간에 비슷한 강도로 지진이 발생하였다. 그렇다면 지진이 발생된 지점인 진원지는 어디쯤이 되는지 찾아보아라.

4-1' 교사용 자료. 진원지 찾기





지진



지진 멕시코 대지진의 참상. 1985년 9월에 멕시코 시티를 덮친 이 지진으로, 고층건물도 폐허로 변하고 말았다. 지진에 의한 사망자는 1만명을 넘었다.

출처 : Science All

1978년 10월 07일 오후 6시경 충청남도 홍성에서 지진이 발생했다. 광하는 소리와 함께 땅이 흔들렸고, 바닷물도 땅의 흔들림과 함께 흔들렸다. 지진이 끝나고 바닷가에 살던 사람들은 마당에서 펄떡거리는 물고기를 보고 깜짝 놀랐다.

이러한 지진이 일어나는 원리는 탄성반발(elastic rebound)이다. 소시지의 양 끝을 잡고 살짝 구부리면, 탄력을 갖고 있어서 잘 휘어진다. 그러나 계속 구부리면 결국 부러지고 휘어졌던 부분은 처음처럼 꼳꼳한 상태로 돌아간다. 지층도 힘을 받으면 휘어지며 모습이 바뀐다. 그러다 버틸 수 없을 만큼의 힘이 축적되면 지층이 끊어져 단층이 되고, 원래의 모습으로 돌아가려는 반발력에 의해 지진이 발생한다.

대부분의 지진은 오랜 기간에 걸쳐 대륙의 이동, 해저의 확장, 산맥의 형성 등에 작용하는 지구 내부의 커다란 힘에 의하여 발생된다. 이 밖에도 화산활동으로 지진이 발생하지만, 이 경우에는 그 규모가 비교적 작다. 또한 폭발물에 의해 인공적으로 지진이 발생하기도 한다.

진도는 각 지점에서의 진동의 세기를 나타낸다. 인체감각의 정도, 가옥이 흔들리는 모습이나 피해의 정도 또는 지변의 정도로부터 추정하며 진도추정의 기준이 되는 척도를 진도계급이라 한다. 진도계급은 나라에 따라 다른데, 한국에서는 일본의 JMA계급을 사용한다.

인공위성

29 동아일보

과학 Science

알짜 정보

「과학기술과 문화」 주제 대전 국제학술회의
 대한국과학자총연합회(02-379-4125)는 21~25일 대전 대우 과학문화센터에서 「과학기술과 문화」라는 주제로 국제학술회의를 열었다.
 과학사회의 과학철학과의 함께 여는 이 회의에서는 「역사속의 과학기술」 「과학기술의 철학의 의미」 「과학기술과 문화 예술 종교」 「과학기술의 사회적 충격」 「한국 과학기술의 어제 오늘 내일」 등의 내용으로 국내외 전문가가 50여명이 참석해 발표와 토론을 벌인다.

원자로 정기검사 과학기술자
 원자로 정기검사는 고리원전 1호기를 원자로 발판 시공의 상용과 상태를 조사하기 위한 정기검사를 벌이고 있다.
 고리원전 1호기는 오는 3월9일까지, 연구원자도인 원자로 정기검사는 3월 15일까지 각각 정기검사를

우주공간 인공위성 4 천여개 “복적”

절반이상이 고물- 정지궤도 400여개 지구자전속도 회전
 한국 최초위성은 「우리별」-「무궁화」로 상용보유 22번째

최근 무궁화 2호 위성의 성공적인 발사로 인공위성에 대한 관심이 높아졌다. 태극마크를 단 위성이 우주에서 우리나라를 향해 위성서비스를 제공하는 「위성시대」를 맞아 위성과 관련된 상식을 알아본다.

인공위성의 역사와 종류

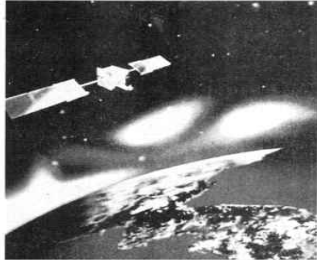
최초의 인공위성은 1957년 10월 4일 소련이 쏘아올린 스푸트니크 1호. 이 사실은 당시 과학기술분야에서 「세계 최고」를 자랑하던 미국에 큰 충격을 주었다. 3개월후인 8년 1월 미국이 익스플로러 1호를 발사, 최초의 우주개발경쟁이 벌어졌다.

현재 우주공간에 떠있는 인공위성은 4천여개. 독립국가 연합이 2천여개여도 가깝다고 미국이 1천 1백여개 그

를 때 항상 밀려난 곳에 쫓겨 있는 것처럼 보인다. 지구 자전속도와 같은 속도로 돌기 때문이다. 자전속도와 같아지면 궤도 상공 3만6천km에서 고속 3km로 돌도록 되어 있다. 현재 정지궤도에는 4백여개의 위성이 쫓겨 있는데 대부분 통신 위성이다.

무궁화와 우리별 인공위성은 크기에 무게는 6백35kg으로 중형 통신방송위성이다. 높이는 3.4m, 태양전지판을 펼친의 길이를 15m에 이른다. 2호위성의 수명은 10년 10개월. 1호위성은 방사성동위원소 수명이 4년 4개월로 짧았다.

이에 비해 92년에 쏘아 올린 우리별은 우리나라 최초의 인공위성이지만 상용위성이 아닌



‘인공위성’이란 무엇인가?

위성은 큰 질량을 가지는 물체의 인력과 회전에 의한 원심력이 평형을 이루는 원리에 의해 질량이 큰 물체 주위를 도는 질량이 작은 물체를 말한다. 이러한 원리를 이용하여 인간이 어떤 특수한 목적을 위해 지구 주위를 일정한 주기를 갖고 돌게 하는 위성을 인공위성이라 한다.

우주공간에 있는 인공위성은 지구 주위를 어떻게 돌고 있을까? 이유는?

지구에서 끌어당기는 중력과 회전하면서 생기는 원심력이 같아지는 원리를 이용하여 지구 주위를 타원궤도로 돈다.
 케플러는 태양 주위를 공전하고 있는 모든 행성은 원 궤도가 아니고 타원 궤도로 운동하고 있음을 밝혔다. 이를 케플러 제1법칙이라고 한다. 이 뿐만이 아니라 지구 주위를 공전하고 있는 인공위성들도 케플러 제1법칙에 따라 모두 타원 운동을 하고 있다.


인공위성이 왜 필요할까?

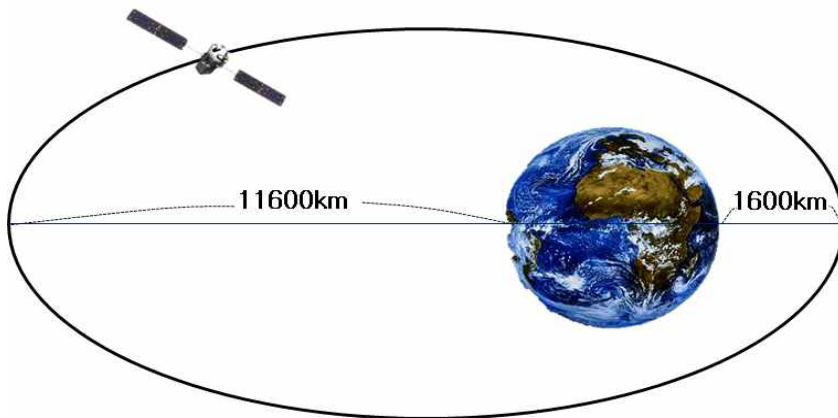
지구관측, 통신방송, 항행 및 측위, 기상예보 등을 알 수 있고, 우주과학 연구 및 태양계행성 탐사 등을 할 수 있다. 이렇게 인공위성이 찍은 영상을 실생활에 이용할 수 있는데 예를 들어 회사원은 해외출장을 가기 전에 출장지의 교통사정을 미리 파악해 렌터카를 예약할 것인지 아니면 기차나 버스를 이용할지를 결정한다. 또한 위성은 인간과 컴퓨터를 정보 고속도로 위에 올려놓고 있다. 위성에 의한 전자메일의 교환은 이미 실현되었고, 미래에는 신문이나 잡지와 같은 정보를 위성을 통해 받을 수 있을 것이다

우리나라 최초의 인공위성
우리별 1호!
 1992년 우리별 1호를 발사함으로써 우리나라는
 전 세계에서 25번째로 인공위성 보유국이 되었다.

우리별 1호의 발사장면.
 출처: KAIST 인공위성연구센터



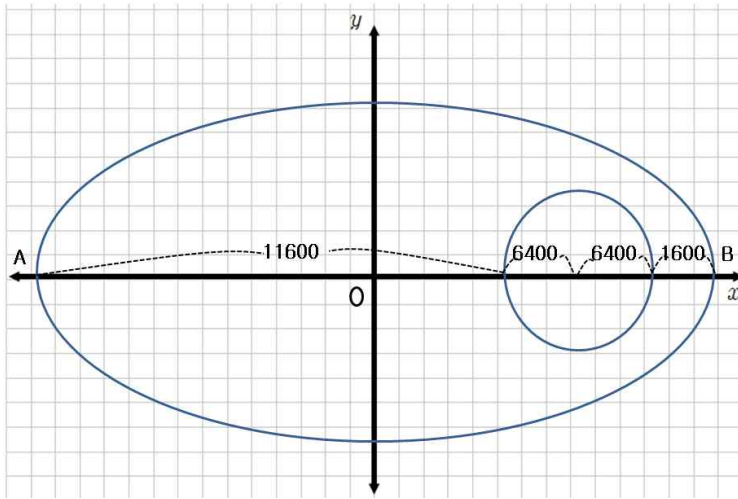
 인공위성이 지구의 중심을 한 초점으로 하는 타원 궤도 위를 돌고 있다.
 다음 그림을 보고 물음에 답하여라.
 (지구의 반지름은 6400km로 계산 하여라.)



1. 지구 중심에서 인공위성이 가장 가까이 있는 지점까지의 거리와 가장 멀리 떨어진 지점까지의 거리를 구하여라.

가장 가까운 거리 : $1600+6400=8000(km)$
 가장 먼 거리 : $6400+11600=18000(km)$

2. 타원 궤도의 중심을 원점으로 할 때, 지구 중심의 좌표를 구하고 좌표평면 위에 대략적으로 나타내어라.



$$1600+6400+6400+11600=26000$$

B 13000 이므로 지구의 중심의 좌표는 $(5000,0)$

3. 인공위성의 궤도를 타원의 방정식으로 나타내어라.

\overline{AB} 26000이므로 장축의 길이는 26000(km)

$$a = 13000, c = 5000 \text{ 이므로 } b = a^2 - c^2 = 13000^2 - 5000^2 = 12000^2$$

$$\therefore b = 12000$$

따라서, 단축의 길이는 24000(km)

$$\frac{x^2}{13000} + \frac{y^2}{12000^2} = 1$$

4-2' 교사용 자료. 진원지 찾기

◆ 인공위성의 역할

인공위성의 임무는 크게 지구를 바라보며 수행하는 임무와 지구 반대의 우주를 바라보며 수행하는 임무로 나뉠 수 있다. 전자의 예로는 지구관측, 통신방송, 항행 및 측위, 기상예보, 지구과학 연구 등이 있고, 우주를 바라보며 수행하는 임무로는 우주과학 연구 및 태양계행성 탐사 등이 있다.

현대에 들어 위성에 의한 각종 서비스는 우리 인간의 일상생활에 없어서는 안 될 중요한 부분이 되어가고 있다. 이들 서비스는 위성통신 및 방송, 위성위치측정시스템(GPS: Global Positioning System)에 의한 배, 항공기 및 자동차의 항행을 위한 위치, 속도 및 시간 정보제공, 그리고 기상위성에 의한 날씨예보 등을 포함한다. 위성은 또한 지구의 온난화 현상, 삼림 황폐화, 사막화의 증가, 오존층의 상태, 농사작황현황 그리고 질병뿐이 아닌 기후, 해양 및 지표면에서의 변화를 정확하게 감지 및 관찰할 수 있다.

이러한 위성서비스는 현재와 같은 정보화 사회에서 필수불가결한 부분이 되고 있으며, 삶의 질을 향상시키는 데 공헌하고 있다. 이중 일반대중에게 다른 어떠한 서비스보다도 강력한 영향을 미치는 위성통신은 매년 수십 억 달러의 제품과 서비스를 생성하는 유일한 상업용 우주기술이 되고 있다. 인공위성은 지구상 인류의 생활수준을 계속해서 증진시킬 것이다. 우주 선진국에서는 인공위성이 찍은 영상을 실생활에 폭넓게 이용할 수 있는 소프트웨어를 개발하고 있고, 향후에는 이들 위성영상에 힘입어 지금보다도 훨씬 더 편리한 생활이 가능해질 것이다.

은행원들은 수시로 변하는 부동산용도를 분석하여 자산가치를 정확히 평가하고 농부는 토양에 적합한 비료와 살충제를 선택하여 농산물의 생산량을 증가시킬 수 있다. 회사원은 해외출장을 가기 전에 출장지의 교통사정을 미리 파악해 렌터카를 예약할 것인지 아니면 기차나 버스를 이용할지를 결정한다. 또한 위성은 인간과 컴퓨터를 정보 고속도로 위에 올려놓고 있다. 위성에 의한 전자메일의 교환은 이미 실현되었고, 미래에는 신문이나 잡지와 같은 정보를 위성을 통해 받을 수 있을 것이다.

출처 : naver 지식백과 [인공위성-21세기의 눈과 귀]

◆ 케플러 제 3법칙

제1법칙. 모든 행성은 태양을 중심으로 타원의 궤도를 그리며 운동한다.

제2법칙. 태양과 행성을 연결하는 직선은 같은 시간 동안에 같은 면적을 휩쓸고 지나간다.

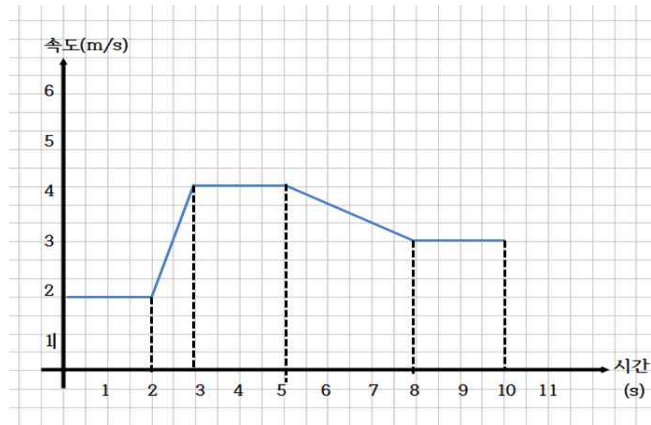
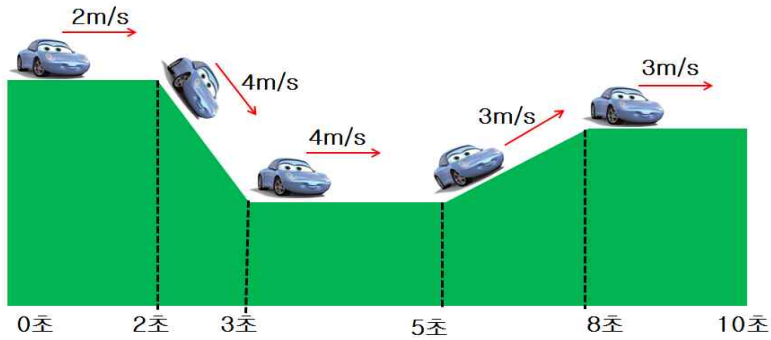
제3법칙. 임의의 두 행성의 공전주기의 제곱은 태양으로부터의 평균 거리의 세제곱비와 같다.

[부록IV] 4-3 활동지. 새마을호의 속도-시간

구분구적법



처음 시간을 측정 했을 때 속도 2m/s로 운동하는 자동차가 있다.
그림을 보면서 0초부터 10초까지의 속도-시간 그래프를 완성시켜 보자.



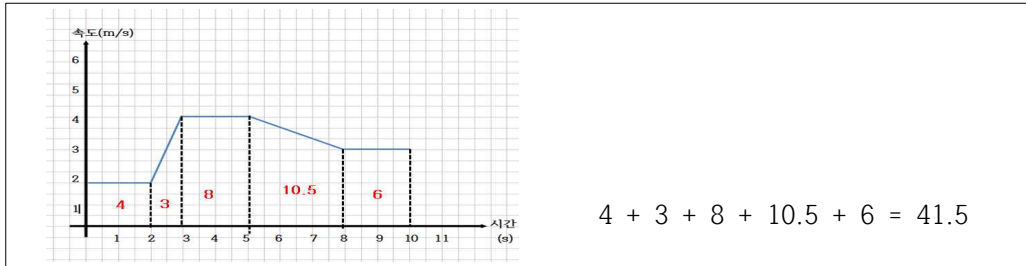
1. 속력이 변하지 않고 일정하게 움직이는 구간은 어느 구간인가? 이 운동을 무엇이라 하는가?

0~2초, 3~5초, 8~10초 구간, 등속도 운동

2. 속력이 일정하게 변하는 구간은 어느 구간인가? 이 운동을 무엇이라 하는가?

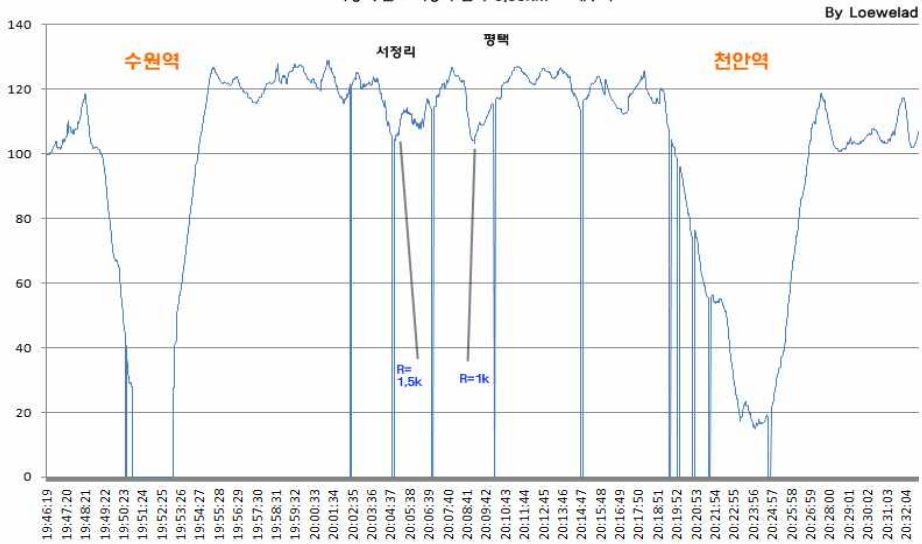
2~3초, 5~8초 구간, 등가속도 운동

3. 속도 - 시간 그래프와 축이 이루는 면적을 구하여라.



다음은 새마을호 열차의 시간과 속도를 GPS로 기록한 그래프의 일부분이다. 이 그래프에서 시간과 속도로 이루어진 면적은 어떻게 구할 수 있을까? 또한 이 면적은 무슨 의미를 가지고 있을까?

#1007 새마을호 속도 그래프 측정 일시 : 2008/07/19 19:45:19~22:55:25
측정 구간 : 외항역 남쪽 0.95km ~ 대구역



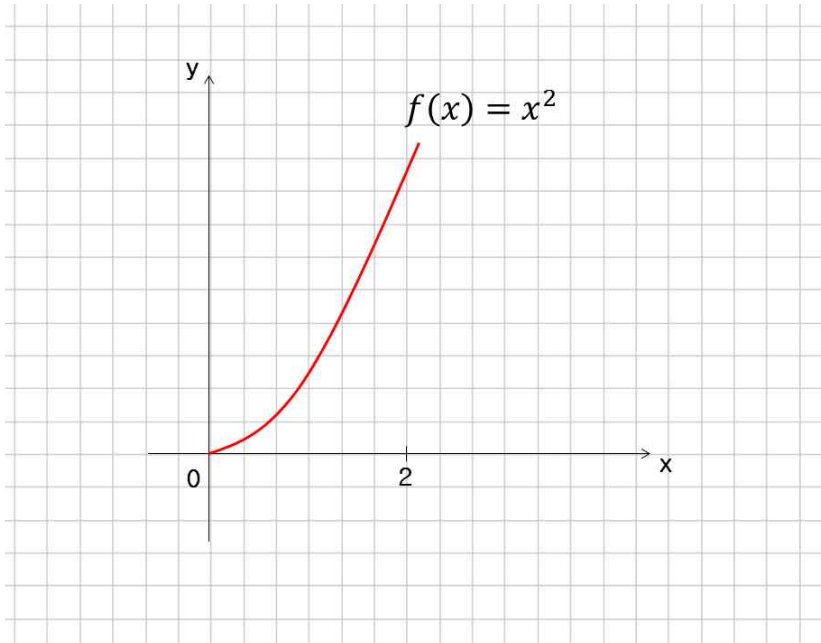
출처 <http://loewelad.tistory.com/495>

시간 축을 n 등분하여 그래프와 직사각형을 만든 다음 그 합을 구한다. 시간과 속도로 이루어진 면적은 이동한 거리를 의미한다.

도형의 넓이나 부피를 구할 때 주어진 도형을 작은 도형으로 세분하여 세분된 도형의 넓이나 부피의 합으로 구하는 방법을 구분구적법 이라고 한다.



다음 그래프를 구분구적법을 이용하여 $x=0$ 부터 $x=2$ 까지 그래프와 축이 이루는 면적을 대략적으로 구해보고 다른 친구들과 비교해 보자.



$$\begin{aligned} & \frac{2}{3} \times \left(\frac{2}{3}\right)^2 + \frac{2}{3} \times \left(\frac{4}{3}\right)^2 + \frac{2}{3} \times 2^2 \\ &= \frac{184}{27} = 6.8148 \end{aligned}$$



정적분을 이용하여 위 그래프의 넓이를 구해보자.

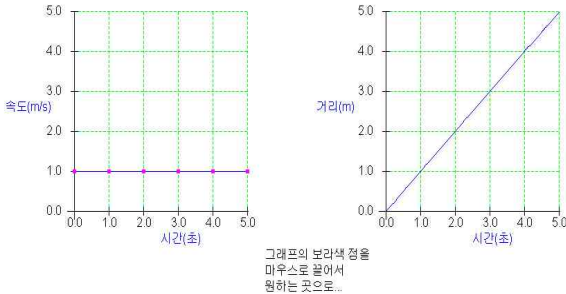
$$\int_0^2 x^2 dx = \left[\frac{x^3}{3} \right]_0^2 = \frac{8}{3} = 2.666$$



구한 넓이의 값이 차이가 나는 이유가 무엇인가? 두 넓이를 비슷하게 하기 위해선 어떻게 해야 할까?

4-3' 교사용 자료. 새마을호의 속도-시간

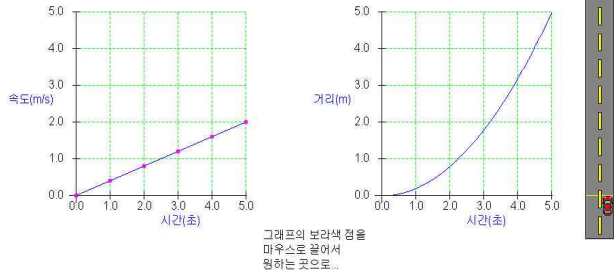
1. 속도-시간 그래프



등속 운동이란, 단위 시간동안 물체의 이동거리가 일정한 운동이다. 속도가 변하지 않으므로, 시간-속도 그래프는 옆으로 평평한 모양이 되고, 단위 시간동안 물체의 이동거리가 일정하므로, 시간-거리 그래프는 일차직선 모양이 된다.

운동 예시 Examples 등속도 운동 <http://www.scienceall.com/>

등가속도 운동이란, 단위 시간동안 물체의 속력이 일정하게 증가하는 운동이다. 속력이 일정하게 변하므로, 시간-속도 그래프는 일차직선 모양이 된다. 시간-거리 그래프는 이차곡선 모양이 된다.



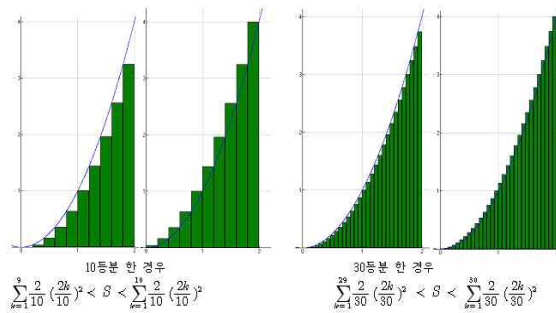
<http://scienceall.com/>

2. 구분구적법

일반적으로 평면도형의 넓이나 입체의 부피를 구할 때, 주어진 도형을 작게 나누는 기본 도형의 넓이나 부피의 합으로 근사값을 구한 다음, 그 근사값의 극한으로써 주어진 도형의 넓이나 부피를 구하는 방법을 구분 구적법이라고 한다.

등분한 수를 점점 늘려나가면 점점 오차가 줄어드는 것을 알 수 있다. 위와 같은 개념을 일반화한 것이 정적분이다.

운동 예시 Examples 등가속도 운동 <http://www.scienceall.com/>



(출처 <http://suhak.tistory.com/entry/>)